

**КОВКА  
И ОБЪЕМНАЯ  
ШТАМПОВКА  
СТАЛИ**

**2**

**СПРАВОЧНИК**

К О В К А  
И ОБЪЕМНАЯ  
ШТАМПОВКА  
С Т А Л И

*СПРАВОЧНИК  
В ДВУХ ТОМАХ*

Под редакцией  
*М. В. СТОРОЖЕВА*

Том 2

ИЗДАНИЕ 2-е  
ПЕРЕРЕБОТАННОЕ



ИЗДАТЕЛЬСТВО  
«МАШИНОСТРОЕНИЕ»  
Москва 1968

**Ковка и объемная штамповка стали.** Справочник в двух томах. Колл. авторов. Под ред. д-ра техн. наук М. В. СТОРОЖЕВА. Том 2. Изд. 2-е, переработ. М., изд-во «Машиностроение», 1967.

Во втором томе справочника приведены сведения по технологии штамповки на кривошипных, гидравлических, фрикционных прессах, горизонтально-ковочных машинах, машинах узкого назначения; указаны особенности ковки и штамповки высоколегированных сталей; даны материалы по отделочным операциям, контролю качества поковок, эксплуатации и ремонту штампов, технико-экономическим показателям.

В отличие от первого издания справочник содержит материал по ковке и объемной штамповке стали. Сведения по обработке давлением цветных металлов и сплавов предполагается включить в отдельный справочник. Во втором издании приведены данные о новом оборудовании и прогрессивных технологических процессах, учтены замечания и пожелания читателей по предыдущему (1959 г.) изданию.

Справочник предназначен для технологов и других инженерно-технических работников кузнечно-штамповочного производства. Он может быть полезен также преподавателям и студентам вузов. Табл. 230, илл. 433, библиограф. 120 назв.

#### АВТОРЫ ТОМА:

В. А. Бабенко, доц., А. Н. Брюханов, д-р техн. наук, проф.,  
В. Н. Глушков, доц., И. Ф. Головнев, канд. техн. наук,  
В. И. Гостев, инж., ~~А. Д. Кузьмин, инж.~~, Л. К. Литвак,  
инж., В. Н. Мартынов, канд. техн. наук, Е. Н. Мошнин, д-р техн.  
наук, Я. М. Охрименко, д-р техн. наук, проф. Л. В. Про-  
зоров, д-р техн. наук, проф., Ю. С. Радюченко, инж.,  
А. В. Ребельский, канд. техн. наук, Е. И. Семенов, канд.  
техн. наук, Д. Е. Шапошников, инж., М. Т. Цукерман, инж.

*Редактор инж. С. Б. Кирсанова*

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<p><b>Глава XII. Штамповка на кривошипных горячештамповочных прессах</b> (доц. В. А. Бабенко и инж. Д. Е. Шапошников) . . . . . 5</p> <p>Особенности штамповки . . . . . 5</p> <p>Классификация поковок . . . . . 5</p> <p>Исходная заготовка . . . . . 9</p> <p>Конструирование поковок и разработка технологического процесса . . . . . 10</p> <p>Штамповка осаживанием в открытых штампах . . . . . 10</p> <p>Штамповка осаживанием в закрытых штампах . . . . . 14</p> <p>Штамповка выдавливанием в закрытых штампах . . . . . 19</p> <p>Определение усилия прессы . . . . . 32</p> <p>Технологические смазки . . . . . 33</p> <p>Штампы . . . . . 33</p> <p>Блоки . . . . . 33</p> <p>Выталкивающие механизмы блоков . . . . . 39</p> <p>Общие положения по конструированию ручьев . . . . . 41</p> <p>Газоотводящие каналы . . . . . 41</p> <p>Толкатели во вставках . . . . . 42</p> <p>Построение окончатального ручья . . . . . 44</p> <p>Построение предварительного ручья . . . . . 46</p> <p>Примеры технологических процессов . . . . . 46</p> <p>Группа I — поковки удлиненной формы . . . . . 46</p> <p>Группа II — поковки круглые в плане или близкие к этой форме . . . . . 56</p> <p>Группа III — поковки типа стержня с утолщением . . . . . 60</p>	<p>Штампы с разъемной матрицей . . . . . 97</p> <p>Штампы для некоторых типовых поковок . . . . . 97</p>
<p><b>Глава XIII. Штамповка на гидравлических прессах</b> (инж. М. Т. Цукерман) . . . . . 66</p> <p>Классификация поковок . . . . . 66</p> <p>Особенности составления чертежа поковки . . . . . 66</p> <p>Основные технологические операции и процессы . . . . . 67</p> <p>Технологические процессы и конструирование инструмента . . . . . 70</p> <p>Поковки I группы . . . . . 70</p> <p>Поковки II группы . . . . . 75</p> <p>Поковки III группы . . . . . 78</p> <p>Определение усилия прессы . . . . . 82</p>	<p><b>Глава XV. Штамповка на горизонтально-ковочных машинах</b> (канд. техн. наук Е. И. Семенов и канд. техн. наук А. В. Ребельский) . . . . . 103</p> <p>Классификация поковок . . . . . 103</p> <p>Штамповое пространство и блоки штампов . . . . . 107</p> <p>Определение необходимого усилия и выбор ГKM . . . . . 109</p> <p>Составление чертежа поковки . . . . . 113</p> <p>Припуски и допуски . . . . . 113</p> <p>Штамповочные уклоны . . . . . 113</p> <p>Радиусы закруглений . . . . . 115</p> <p>Допускаемые отклонения формы поковок . . . . . 117</p> <p>Пример составления чертежа поковки . . . . . 118</p> <p>Технологический процесс штамповки . . . . . 119</p> <p>Правила высадки утолщений . . . . . 119</p> <p>Определение диаметра исходной заготовки, объема и длины высаживаемой части . . . . . 120</p> <p>Определение размеров полости наборной части ручья . . . . . 121</p> <p>Высадка поковок группы I . . . . . 122</p> <p>Высадка поковок групп II и III . . . . . 124</p> <p>Высадка поковок группы IV . . . . . 132</p> <p>Конструирование штампов, их ручьев и деталей . . . . . 136</p> <p>Зажимная часть ручья . . . . . 137</p> <p>Пережимная часть ручья . . . . . 138</p> <p>Подъемная часть ручья . . . . . 139</p> <p>Наборная часть ручья . . . . . 140</p> <p>Формовочная часть ручья . . . . . 142</p> <p>Прошивная часть ручья . . . . . 144</p> <p>Обрезная часть ручья . . . . . 146</p> <p>Отрезной ручей . . . . . 148</p> <p>Блоки матриц и вставки . . . . . 148</p> <p>Хвостовики пуансонов . . . . . 153</p> <p>Сборные пуансоны . . . . . 153</p> <p>Задние упоры . . . . . 153</p> <p>Последовательность проектирования штампов . . . . . 159</p> <p>Примеры расчета и конструирования штампов . . . . . 159</p> <p>Конструирование штампов для поковок группы I . . . . . 159</p> <p>Конструирование штампов для поковок группы II . . . . . 160</p> <p>Примеры процессов штамповки . . . . . 162</p>
<p><b>Глава XIV. Штамповка на винтовых фрикционных прессах</b> (канд. техн. наук А. В. Ребельский) . . . . . 84</p> <p>Классификация поковок и область применения . . . . . 84</p> <p>Составление чертежа локовки . . . . . 86</p> <p>Штамповка в открытых штампах . . . . . 86</p> <p>Штамповка в закрытых штампах . . . . . 87</p> <p>Разработка технологического процесса . . . . . 89</p> <p>Поковки I группы . . . . . 89</p> <p>Поковки II группы . . . . . 89</p> <p>Поковки III группы . . . . . 90</p> <p>Канавка для заусенца . . . . . 91</p> <p>Усилие прессы . . . . . 91</p> <p>Конструирование штампов . . . . . 91</p> <p>Основные узлы и детали штампа . . . . . 91</p> <p>Открытые штампы . . . . . 96</p> <p>Закрытые штампы . . . . . 96</p>	<p><b>Глава XVI. Специализированные процессы штамповки</b> . . . . . 166</p> <p>Гибочные работы (д-р техн. наук Е. Н. Мошнин) . . . . . 166</p> <p>Виды гибочных работ и применяемое оборудование . . . . . 166</p> <p>Общие технологические сведения . . . . . 166</p> <p>Исходные расчетные данные . . . . . 168</p> <p>Типовые технологические процессы . . . . . 169</p> <p>Дополнительные операции . . . . . 174</p> <p>Особенности конструкций штампов . . . . . 175</p> <p>Обработка на вертикально-ковочных машинах (д-р техн. наук А. Н. Брюханов) . . . . . 175</p>

Обработка на ротационно-обжимных и радиально-обжимных машинах (инж. Ю. С. Радоченко) . . . . .	176	Дробеметная очистка . . . . .	310
Вальцовка (канд. техн. наук В. Н. Мартынов) . . . . .	184	Химическое травление . . . . .	319
Формовочная вальцовка . . . . .	184	Гидравлическая очистка нагретых заготовок . . . . .	324
Холодная (отделочная) вальцовка . . . . .	207	Механические способы очистки Вырубка пневматическими зубилами . . . . .	325
Штамповочная вальцовка . . . . .	208	Очистка шлифовальными кругами . . . . .	327
Раскатка кольцевых заготовок (инж. Л. К. Литвак) . . . . .	220	Огневая зачистка . . . . .	328
Способы раскатки . . . . .	220	Обтачивание заготовок . . . . .	328
Разработка технологического процесса . . . . .	225	Предохранение поковок от коррозии . . . . .	328
Проектирование инструмента . . . . .	230	<b>Глава XIX. Контроль качества поковок (В. И. Гостев) . . . . .</b>	331
Накатка зубчатых колес, звездочек и винтов (канд. техн. наук А. Д. Кузьмин) . . . . .	230	Контроль качества кованных поковок . . . . .	331
Технологический процесс . . . . .	230	Виды и классификация брака поковок . . . . .	331
Технико-экономические показатели процесса . . . . .	232	Измерительный инструмент . . . . .	333
Определение основных параметров процесса . . . . .	233	Контроль качества штампованных поковок . . . . .	335
Техническая характеристика станов . . . . .	234	Виды брака . . . . .	335
<b>Новые способы штамповки (доц. В. Н. Глушков) . . . . .</b>	235	Исправление дефектных поковок . . . . .	342
Штамповка на высокоскоростных молотах . . . . .	235	Контроль штампованных поковок . . . . .	342
Штамповка на горячештамповочном автомате . . . . .	240	Инструмент и приспособления для проверки размеров . . . . .	348
Штамповка на импакторе . . . . .	242	Статистический контроль . . . . .	356
Штамповка на комбинированном прессе . . . . .	245	Контроль в ходе производственного процесса . . . . .	356
<b>Глава XVII. Особенностиковки и штамповки высоколегированных жаропрочных сталей и сплавов (д-р техн. наук Л. В. Прозоров) . . . . .</b>	247	Выборочная приемка продукции . . . . .	362
Особенности сплавов . . . . .	247	Подготовка к введению статистического контроля . . . . .	366
Ковка . . . . .	249	<b>Глава XX. Эксплуатация и ремонт штампов (д-р техн. наук Я. М. Охрименко) . . . . .</b>	367
Штамповка . . . . .	252	Материал и заготовки . . . . .	367
<b>Глава XVIII. Отделка и очистка поковок . . . . .</b>	255	Эксплуатация штампов . . . . .	381
Обрезка заусенца и прошивка отверстий (д-р. техн. наук А. Н. Брюханов) . . . . .	255	Способы изготовления штампов . . . . .	387
Способы обрезки и прошивки . . . . .	255	Ремонт и возобновление штампов . . . . .	390
Усилие прессы для обрезки . . . . .	255	Стойкость штампов . . . . .	394
Обрезные штампы . . . . .	279	Организация штампового хозяйства . . . . .	399
Прошивные штампы . . . . .	279	<b>Глава XXI. Технико-экономические показатели и анализ работы кузнечных цехов (доцент В. Н. Глушков) . . . . .</b>	401
Последовательные штампы . . . . .	282	Технико-экономические показатели . . . . .	401
Совмещенные штампы . . . . .	282	Прессовые, кузнечно-прессовые и кузнечные цехи . . . . .	401
Правка штампованных поковок . . . . .	287	Кузнечно-штамповочные цехи . . . . .	402
Калибровка (чеканка) штампованных поковок . . . . .	289	Капиталовложения при строительстве и реконструкции кузнечных цехов . . . . .	406
Очистка поверхности поковок и заготовок (канд. техн. наук И. Ф. Голованев) . . . . .	299	Анализ работы кузнечно-штамповочных цехов . . . . .	407
Характеристики способов очистки . . . . .	299	<b>Предметно-алфавитный указатель (С. Л. Хасьминский и М. З. Рафес) . . . . .</b>	412
Галтовка в барабанах . . . . .	299		
Дробеструйная (пневматическая) очистка . . . . .	307		
Мокрая пескоструйная очистка . . . . .	310		

## ШТАМПОВКА НА КРИВОШИПНЫХ ГОРЯЧЕШТАМПОВОЧНЫХ ПРЕССАХ (КГШП)

### ОСОБЕННОСТИ ШТАМПОВКИ

При штамповке на КГШП осуществляют следующие переходы: осадку, пережим, гибку, предварительную и окончательную штамповку в открытом или закрытом штампах, штамповку выдавливанием, калибровку, отрубку.

Отрубку локовок применяют сравнительно редко, так как в основном для штамповки используют мерную заготовку. При автоматизации процесса штамповки иногда на прессе выполняют обрезку заусенца и прошивку отверстий.

Подкатку и протяжку на прессе не производят.

Наиболее эффективна подготовка заготовок под штамповку на другом оборудовании.

Как правило, для получения поковки необходимы один—три, а для сложных поковок до пяти ручьев, включая осадку.

Нагретая заготовка, поступающая на штамповку под пресс, не должна иметь заметной окалины во избежание заштамповки ее в тело поковки. Для получения чистой поверхности необходимы применение наиболее совершенных видов нагрева заготовок (электронный, газовый скоростной, безокислительный пламенный) и очистка окалины перед штамповкой.

Осадку заготовки на штампе с обдувкой окалины воздухом или паром также способствует получению чистой поверхности поковки.

Колебания высоты поковки происходят вследствие изменения величины упругой деформации штампа и прессы (станины, кривошипно-шатунного механизма) в связи с меняющимся сопротивлением деформации заготовки в зависимости от колебаний ее объема и температуры нагрева. Однако высота

поковок при штамповке на КГШП значительно более постоянна, чем поковок, получаемых на молотах.

Отклонение высоты поковки, зависящее от пружинения системы пресс—штамп, регулируется соответствующей наладкой штампа. Для получения более жестких допусков по высоте поковки (ниже 0,2—0,3 мм) осуществляют более сложный процесс: штамповка на прессе, обрезка заусенца, повторный нагрев, вторичная штамповка и в отдельных случаях повторная доштамповка (горячая калибровка).

Металл при деформировании на прессе растекается с большей интенсивностью в сторону по плоскости разреза штампов, и в заусенец вытекает больше металла, чем при штамповке на молоте.

Для обеспечения заполнения сложных полостей штампа при штамповке на прессах необходимо уменьшать толщину заусенца в мостике и увеличивать его ширину. При выборе вариантов размеров заготовки целесообразней заготовки с большим отношением  $\frac{H}{D}$  (в пределах до 2,5 : 1).

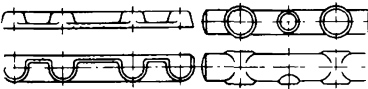
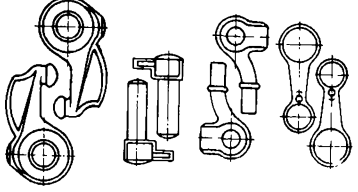
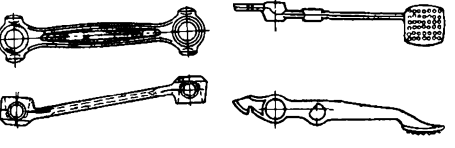
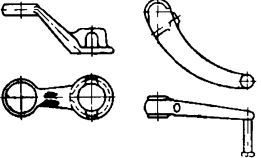
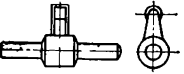
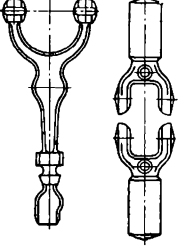
Наличие выталкивателей в верхнем и нижнем штампах позволяет: а) уменьшать штамповочные уклоны; б) штамповать поковки без клещевины; в) осуществлять штамповку выдавливанием.

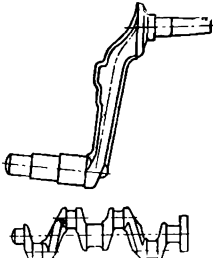
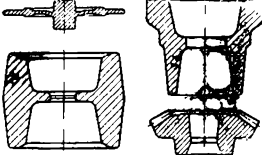
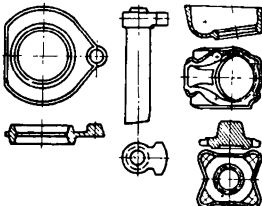
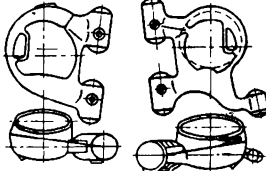
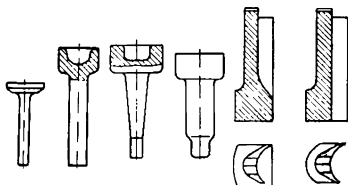
Штамповка на прессах создает благоприятные условия для механизации и автоматизации технологических процессов и транспортировки поковок.

### КЛАССИФИКАЦИЯ ПОКОВОК

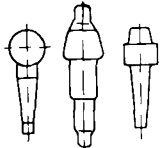
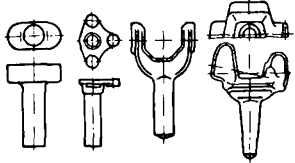
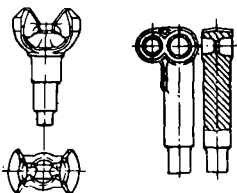
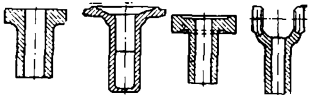
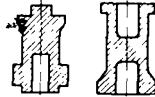
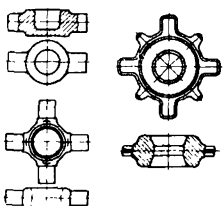
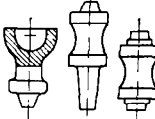
Поковки, штампуемые на прессах, можно разделить на два класса и четыре группы (табл. 1).

## 1. Классификация поковок, штампуемых на КГШП

Группа	Подгруппа	Особенности штамповки	Эскизы типовых поковок
<i>Класс А. Поковки, при изготовлении которых преобладающим процессом является осаживание</i>			
1. Поковки удлиненной формы	1. С прямой осью: а) несложной формы и с небольшой разницей в поперечных сечениях;	Без предварительной подготовки заготовок	
	б) более сложной формы, в которых незначительная разница поперечных сечений, достигнута спариванием поковок;	Подготовка заготовки, как правило, не требуется или же достаточно пережимного ручья	
	в) с большой разницей в поперечных сечениях	Требуется подготовка заготовок на отдельном оборудовании	
	2. С изогнутой осью	Применяется гибочный ручей. В ряде случаев возникает необходимость в замках	
	3. С отрезками	Применяется предварительно-заготовительный ручей	
4. С развиликами	Применяется рассекатель в предварительном ручье		

Группа	Подгруппа	Особенности штамповки	Эскизы типовых поковок
I. Поковки удлиненной формы	5. Сложной формы	Заготовки часто получают на отдельном оборудовании; в штампах используют все виды ручьев, включая гибочные; применяют рассекатели в предварительном и предварительном штамповочных ручьях	
	1. Круглые в плане	Применяется осадочная площадка или заготовительный ручей. Штамповка в открытых и закрытых штампах	
II. Поковки, круглые в плане или близкие к этой форме	2. Квадратные и близкие к круглым и квадратным в плане	Применяется осадочная площадка или заготовительный ручей	
	3. С отроостками	Штамповка в открытых и закрытых штампах	
<p><i>Класс Б. Поковки, при изготовлении которых преобладающим процессом является выдавливание</i></p>			
III. Поковки типа стержня с утолщением (головкой)	Стержни постоянного и переменного (конического, ступенчатого) сечения, сложной формы, с центральным и эксцентричным расположением головки по отношению к оси	Прямое выдавливание	



Группа	Подгруппа	Особенности штамповки	Эскизы типовых поковок
III. Поковки типа стержня с утолщением (головкой)	<p>Головки:</p> <p>а) несложной осесимметричной формы (тарельчатые, фланцевые, конусо- и шарообразные, ступенчатые)</p>	Осаживание головок в закрытом ручье	
	<p>б) сложной формы и типа развилки</p>	Осаживание головок в закрытом или открытом ручье	
	<p>в) сложной формы в двух взаимно перпендикулярных сечениях</p>	Осаживание головок в открытых ручьях в плоскости, перпендикулярной к направлению выдавливания, или последовательно в двух взаимно перпендикулярных плоскостях	
IV. Поковки с полостями, глухими и сквозными	1. С полостью с одной стороны	Выдавливание прямое. Заготовки сплошные, с отверстиями, из труб	
	2. С полостями или выступами с двух сторон	Матрицы разъемные. Движение пуансонов двустороннее	
V. Поковки с оторостками или двусторонними утолщениями	1. С оторостками (типа крестовин)	Выдавливание комбинированное (прямое и поперечное). Матрица разъемная	
	2. С утолщениями	Выдавливание поперечное. Матрица разъемная	

## Примечания к табл. 1.

1. Некоторые поковки в зависимости от варианта штамповки можно отнести к различным группам; например, поковка сателлита, штампуемая по одной штуке, относится к гр. II подгр. 1 (рис. 1, а), а штампуемая из длинной заготовки по несколько (3—6) штук — к гр. I (рис. 1, б) подгр. 1; поковку типа фланцевой втулки можно получить осадкой головки из заготовки диаметром  $d$  и отности к гр. II подгр. 1 или же выдавливанием стержня из заготовки диаметром  $D$  и отности к гр. III подгр. 1 (рис. 2). Поковку крестовины можно получить осадкой (гр. II подгр. 2) или осадкой с выдавливанием (гр. III подгр. 1) и т. д.

2. Мелкие поковки, штампуемые по несколько штук одновременно, образуют фигуру, соответствующую гр. I подгруппам 1 и 3. К этим же группам относятся спаренные

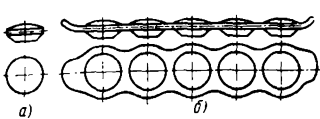


Рис. 1. Способы штамповки поковки сателлита: а — по одной поковке; б — цепочкой

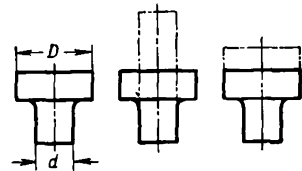


Рис. 2. Способы штамповки фланцевой втулки: а — высадкой; б — выдавливанием

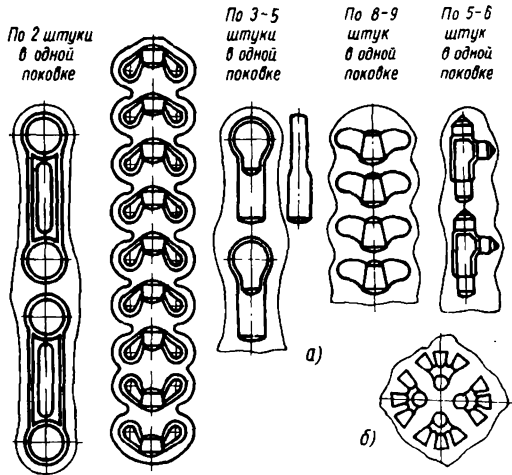


Рис. 3. Поковки, получаемые парной или многоштучной штамповкой: а — поковки гр. I; б — поковки гр. II

в одну линию (последовательно) поковки (рис. 3, а). Поковка, образующая фигуру, соответствующую гр. II, показана на рис. 3, б.

3. Поковки, у которых сложная форма получается штамповкой на двух агрегатах, например коленчатый вал (штамповка на КГШП и высадка фланца на ГКМ), в отдельную группу не выделены, так как по переходам штамповки на прессе их можно включить в одну из подгрупп, например, коленчатый вал к гр. I подгр. 5.

4. Заготовки для поковок первой группы, как правило, укладывают в ручей горизонтально, а второй группы — вертикально (на торец). Однако, если разница между диаметром и высотой заготовки во второй группе незначительна (до 1,5 : 1), заготовки можно укладывать горизонтально.

5. Некоторые поковки штампуют как в открытых, так и закрытых штампах, поэтому поковки, штампуемые в закрытых штампах, в классификации отдельно не выделены, тем более что встречаются поковки, у которых отдельные элементы получают штамповкой в закрытом, а другие — доштамповкой в открытом ручье.

## ИСХОДНАЯ ЗАГОТОВКА

Для штамповки на прессах применяют сортовой прокат — для поковок всех групп (см. табл. 1); профилированную заготовку — для поковок гр. I подгр. 1в; калиброванную заготовку — в отдельных случаях для штамповки в закрытых штампах; трубы — для поковок гр. IV.

При штамповке в торец заготовок, нарезанных из сортового проката,

торцовый заусенец на заготовке не допускается.

Если при резке получается большой заусенец, вырывы, то поверхность торцов должна быть зачищена.

Профилированный прокат (рис. 4) для заготовок под штамповку на прессах можно получить:

а) с металлургических заводов при большом по весу заказе, обеспечивающем монтажную норму непрерывной работы прокатного стана;

б) на станах поперечного проката, устанавливаемых в кузнечных или заготовительных цехах завода, на одном из кустовых заводов или на металлургических заводах.

Профилирование заготовок на стане целесообразно, если экономия металла перекрывает расходы по прокатке заготовок.

Наиболее эффективно профилирование заготовок на ковочных вальцах

## КОНСТРУИРОВАНИЕ ПОКОВОК И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

### Штамповка осаживанием в открытых штампах

**Общие положения.** Для поковок класса А (табл. 1), штампуемых в открытых штампах, выбор линии раз-

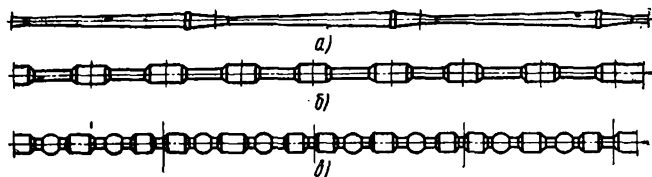


Рис. 4. Образцы заготовок, полученных на стане периодического проката

(см. гл. XVI), позволяющее осуществлять штамповку с одного нагрева, который должен быть достаточно высоким, чтобы обеспечить поступание заготовки в штамп с нужной температурой. Для заготовок диаметром до 60 мм падение температуры в вальцах составляет около  $50^{\circ}\text{C}$ .

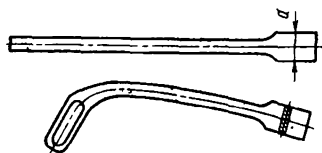


Рис. 5. Пример заготовки, полученной на ГКМ

Перед вальцовкой целесообразно снять окалину, чтобы избежать вдавливания ее в металл заготовки и быстрого износа штампов.

Иногда целесообразна высадка заготовок на ГКМ (рис. 5), которая может сопровождаться оттяжкой конца на вальцах, встроенных в высадочный штамп.

Для подготовки заготовок применяют также ковочные (пневматические, паровоздушные, рессорные) и штамповочные молоты (простого действия с доской, с ремнем), радиально-ковочные машины.

ема, составление эпюры диаметров и сечений, определение размеров расчетной и исходной заготовки, составление чертежа поковки, определение напусков, проектирование ручьев, выбор радиусов закруглений, соотношения размеров предварительного и окончательного ручьев, конструирование замков, литниковых канавок и выемок под клещевину, составление карты технологического процесса производятся так же, как и при штамповке на молотах (гл. XI). Припуски на механическую обработку и допуски на размер, штамповочные уклоны и профиль канавки для заусенца, основные размеры ручьев отличаются от принятых при штамповке на молотах.

**Технологические элементы поковок.** На поковки и на их элементы, получаемые осаживанием в открытых штампах при штамповке выдавливанием, припуски и допуски назначают по ГОСТу 7305—55 по 1-й и 2-й группам точности (гл. X).

Наличие толкателей в прессе, облегчающих удаление поковки из ручья штампа, позволяет уменьшить штамповочные уклоны. У поковок высотой до 25 мм изменение штамповочного уклона на  $2$ — $5^{\circ}$  существенно не влияет на экономию металла. Поэтому уменьшать их следует в первую очередь для

более крупных поковок с высокими бобышками, втулками, стенками.

Допускаемые значения уклонов при штамповке с выдавливанием приведены в табл. 2.

2. Штамповочные уклоны

$\frac{h}{b}$	Уклоны в град	
	наружные	внутренние
До 1	1	1,5
1—3	2	3
3—5	3	5

$h$  — глубина полости ручья в штампе;  
 $b$  — соответствующая ширина.

Радиусы закруглений для поковок, штампуемых на КГШП, устанавливают так же, как и для поковок, штампуемых на молотах (гл. X).

Допуск на чистоту поверхности (зарубины, вмятины от окалины, царапины, забои) не выше половины припуска.

**Расчет заготовки и выбор переходов.**

Для штамповки поковок гр. I при расчете заготовок следует пользоваться правилами и формулами, приведенными в гл. XI.

Объем заготовки подсчитывают так же, как и при штамповке на молотах  $V_{зг} = V_n + V_3 + V_{ye}$ . Однако, если при штамповке на молотах  $V_3$  определяют по площади канавки для заусенца, умноженной на коэффициент заполнения, то при штамповке на прессах из-за отсутствия в прессовом штампе магазина нормированной ширины объем заусенца определяют по формуле

$$V_3 = V_{мост} + V_{з\ лен} = p (lh_3 + h_2B),$$

где  $p$  — периметр поковки в мм;  $h_3$  — толщина мостика в мм;  $l$  — ширина мостика в мм;  $B$  — ширина заусенца в мм;  $h_2$  — толщина заусенца по магазину. Величины  $h_3$  и  $b$  определяют по табл. 10,  $h_2$  берется равной  $2h_3$ , для поковок весом до 0,5 кг принимают  $B = 10$  мм, до 2 кг — 15 мм и свыше, при весе 2 кг — 20 мм. Если поковки сложной формы и заусенец получается в предварительном штамповочном ручье, величину  $B$  удваивают.

Вычерчивание эпюры диаметров и сечений обязательно, так как она позволяет определить, к какой подгруппе отнести поковку, и выявить условия подготовки заготовки к штамповке. Для спаренных и многотупых поковок вычерчивают общую эпюру для определения профиля заготовки, подготовленной на других агрегатах (стане периодического проката, ковочных вальцах, ГKM, молотах и др.).

В штампах КГШП для поковок класса А применяют ручьи: осадочные, пережимные, гибочные, штамповочные заготовительно-предварительные, предварительные и окончательные, калибровочные, правочные, в отдельных случаях — обрезные и прошивные.



Рис. 6. Внутренние зажимы в поковках

При выборе ручьев и определении расположения поковки в ручье необходимо учитывать следующее:

1) при взаимной замене верхнего и нижнего штампов характер заполнения ручьев практически не изменяется. Однако, учитывая потерю тепла при контакте заготовки с поверхностью ручья нижнего штампа, целесообразней выступающие элементы поковки проектировать в верхнем штампе;

2) металл с большой интенсивностью течет в направлении к плоскости разлома штампов. Для предотвращения образования складок (рис. 6) на стыке течения металла необходимо: в плоскости перехода от стенки ручья к перемычке увеличивать радиус перехода, а также следить за тем, чтобы поверхность металла была чистой, без окалины и температура нагрева заготовки была высокой;

3) металл перемещается в вертикальном направлении сравнительно легко, поэтому, если необходимо получить хорошее заполнение выступов, в предварительном ручье рекомендуется осуществить набор металла одновременно с противоположной стороны выступов, чтобы в окончательном ручье за счет перемещения металла снизу

вверх получить окончательное заполнение верхней полости (рис. 7);

4) при наличии плавных переходов в поковке металл настолько хорошо заполняет все полости ручья, что фигуру поковки можно получить при первой штамповке; окончательный ручей в этом случае служит главным образом только для отработки формы;

5) перемещение металла во внутренних полостях происходит также без особых затруднений при наличии свободной полости для заполнения (магазина), если такой возможности нет,

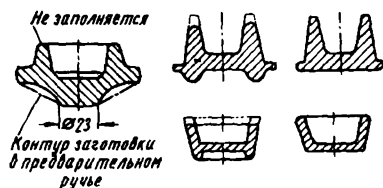


Рис. 7. Конструирование предварительного ручья

течение металла, вытесняемого при окончательной штамповке в заусенец, крайне затруднено. Поэтому магазины для свободного выхода металла во внутренних полостях ручья штампа обязательны (стр. 45).

При разработке процесса штамповки поковок гр. I необходимо иметь в виду, что металл в длину течет значительно меньше, чем в ширину. При определении размеров заготовки необходимо ее длину брать несколько меньшей или равной длине поковки.

Если поковка на концах имеет утолщения (бобышки, головки), то для обеспечения заполнения головок целесообразно длину заготовки брать несколько больше длины поковки, тогда излишек металла по длине сразу перейдет в заусенец, что будет препятствовать дальнейшему вытеканию металла. Таким образом можно достичь заполнения головки не увеличением диаметра заготовки, а некоторым увеличением ее длины.

При осадке продолговатой заготовки между плоскими бойками заготовка принимает в плане бочкообразный вид. Отсюда следует:

1) для получения бобышки, расположенной в центральной части поковки, потребуется заготовка меньшего диаметра, чем для штамповки поковок с бобышками, расположенными по концам;

2) при штамповке двух поковок с бобышками на концах, их надо располагать в ручьях так, чтобы большие бобышки находились в центре;

3) если форма поковки неблагоприятна для штамповки с малыми отходами металла, необходимо проверить, нет ли возможности получить хорошее использование металла при одновременной штамповке двух или нескольких поковок;

4) при штамповке цепочкой поковок типа барашков, их следует располагать на концах, как показано на рис. 3;

5) штамповку поковок подгр. 1 (с небольшой разницей в сечениях) при несложном профиле, отсутствии резко выступающих элементов (ребер, бобышек и др.) можно производить в одном окончательном ручье, а при наличии выступов, ребер и ушков — в предварительном и окончательном штамповочных ручьях. Для сбивки окалины и удобства укладки заготовки вводится осадочный ручей.

Поковки гр. I и подгр. 1 штампуют по следующим вариантам:

1) предварительный и окончательный штамповочные ручьи;

2) пережимной или осадочный, предварительный и окончательный штамповочные ручьи.

Если и при спаривании поковок эпюра диаметров показывает неравномерность распределения сечений в поковке, целесообразней отказаться от спаривания. Если же штамповка спаренной поковки будет принята, тогда осуществляется вариант 3;

3) подготовка на другом оборудовании, главным образом на ковочных вальцах, предварительный и окончательный штамповочные ручьи.

При штамповке поковок с изогнутой осью гр. I подгр. 2 в соответствии с эпюрой диаметров процесс штамповки намечают по следующим вариантам:

1) гибочный и окончательный штамповочные ручьи;

2) гибочный, предварительный и окончательный штамповочные ручьи;  
 3) предварительная заготовка на другом оборудовании, гибочный, предварительный и окончательный штамповочные ручьи.

Если необходимо уменьшить сечение в местах изгиба, гибочный ручей выполняется с пережимом.

При штамповке поковок с развилинами гр. I подгр. 3 и 4 соответственно возможны варианты:

1) предварительно-заготовительный ручей или предварительный ручей с рассекателем и окончательный штамповочный ручьи;

2) заготовка на другом оборудовании, предварительно-заготовительный ручей или предварительный с рассекателем и окончательный штамповочные ручьи.

При изготовлении поковок сложной формы подгр. 5 и сменяющимися объемами в отдельных элементах, как правило, применяют заготовку, подготовленную на другом оборудовании, которую штампуют в предварительном или в предварительно-заготовительном и в окончательном штамповочных ручьях. При штамповке поковок сложной формы, особенно при наличии значительных по сечению выступов, ребер, ушков, бобышек, резких переходов сечений, уже в предварительном ручье вводят канавку для заусенца, причем ее можно выполнять различной по ширине и толщине мостика в различных сечениях. Общая толщина мостика берется на 0,5 мм, а ширина на 1—2 мм больше, чем у мостика окончательного ручья.

Для поковок гр. II выбор диаметра заготовки определяется удобством укладки ее в штамповочный ручей, удобством резки и обеспечением наилучших условий течения металла.

Для удобства резки желателен возможно меньший диаметр заготовки. Однако наилучшее заполнение ручья штампа происходит при диаметре заготовки, близком к наружному диаметру поковки.

Заготовки осаживают: на плоских ручьях; на фасонных ручьях для обеспечения фиксации заготовки в штамповочном

ручье, причем, если диаметр заготовки меньше или равен диаметру полости для фасонирования, происходит прямое осаживание (рис. 8), если он больше диаметра полости, осаживание сопровождается выдавливанием (рис. 9).

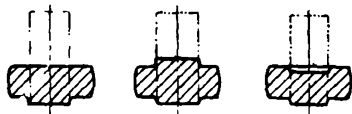


Рис. 8. Фасонирование с осаживанием

Для поковок с хвостовиком диаметр заготовки следует выбрать так, чтобы заготовка входила в полость хвостовика (рис. 10), тогда будет происходить чистая осадка, или назначать диаметр его значительно больше диаметра полости, чтобы получилось выдавливание

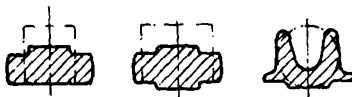


Рис. 9. Фасонирование с выдавливанием

металла в полость. Если диаметр заготовки немного больше диаметра основания хвостовика (на 5—8 мм), при штамповке возможно незаполнение полости.

При штамповке поковок гр. II рекомендуют следующие переходы:

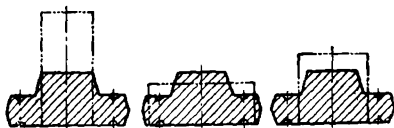


Рис. 10. Выбор диаметра заготовки

1) поковки простой формы с плавным переходом, небольшой разницей в диаметрах заготовки и поковки, без выступающих ребер и бобышек и нагрете заготовки с минимальной окалиной — штамповка в одном окончательном ручье (рис. 11);

2) поковки сложной формы при диаметре заготовки, значительно меньшем диаметра поковки, — осадка и окончательная штамповка (рис. 12);

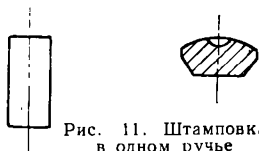


Рис. 11. Штамповка в одном ручье

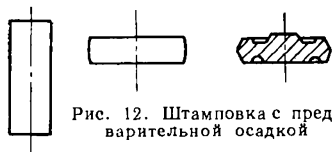


Рис. 12. Штамповка с предварительной осадкой

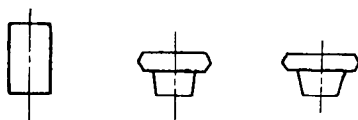


Рис. 13. Штамповка в предварительном и окончательном ручьях

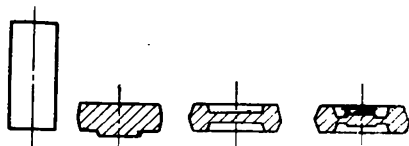


Рис. 14. Штамповка в трех ручьях

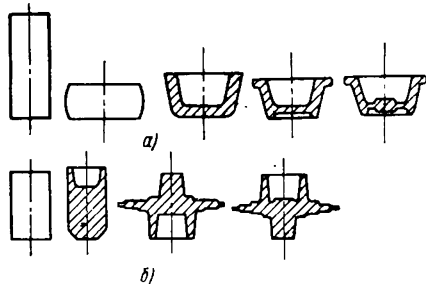


Рис. 15. Многопереходная штамповка: а — в четыре перехода; б — в три перехода

3) поковки сложной формы при значительной разнице в диаметрах заготовки и поковки — предварительная и окончательная штамповка (рис. 13);

4) поковки сложной формы при значительной разнице в диаметрах заго-

товки и поковки — осадка, предварительная и окончательная штамповка (рис. 14);

5) очень сложные поковки, особенно с глубокими полостями — осадка, фасонирование, предварительная и окончательная штамповка (рис. 15).

### Штамповка осаживанием в закрытых штампах

**Общие положения.** Штамповку в закрытых штампах применяют для получения поковок гр. II класса А и поковок класса Б и в редких случаях поковок гр. I класса А сложной формы с небольшой разницей в сечениях.

Основным условием успешного осуществления штамповки в закрытых штампах является соответствие объема заготовки объему поковки. Обычно длину и диаметр заготовки намечают такими, чтобы обеспечить заполнение ручья при минимальном объеме заготовки. Поэтому избыток металла в пределах допусков на диаметр и длину заготовки является излишним и идет на увеличение габаритных размеров поковки, а при штамповке на прессах не исключается поломка штампов и деталей пресса.

Излишек металла в заготовке при штамповке в закрытых штампах может быть поглощен:

1) в поковках со стержнем — за счет удлинения стержня, выдавливаемого через очко матрицы, и частичного увеличения высоты головки за счет пружинения пресса;

2) в поковках типа шестерен, фланцев — за счет увеличения высоты поковки;

3) в поковках типа ободов, втулок, венцов шестерни — частично за счет увеличения высоты поковки и главным образом за счет увеличения толщины перемычки во внутренней полости поковки.

Если допуск по высоте поковки выходит за пределы, установленные ГОСТом 7505—55, то вводится дополнительная обработка резанием.

Удлинение стержня требует отрубки или же отрезки его конца.

Увеличение толщины перемычки не влияет на процесс изготовления по-

ковки, так как прошивку перемычки предусматривают в технологическом процессе. Необходима только соответствующая полость в пуансоне для выступающей части перемычки.

Для штамповки в закрытых штампах применяют заготовки:

1) нарезанные из сортового проката на пилах, ножницах или прессах с допусками на прокат и на резку обычной точности, которые штампуют в штампах без компенсаторов;

2) нарезанные из сортового проката с допусками обычной точности на длину, которые штампуют в штампах с компенсаторами;

3) точные по весу, подготовленные на другом оборудовании;

4) полученные из прутков, рассортированных по диаметру на несколько групп, или из калиброванного проката;

5) нарезанные из сортового проката на пресс-ножницах в специальном штампе, обеспечивающем точную резку по весу и чистый срез.

Первый вариант возможен только для штамповки заготовок небольших диаметров (до 25—30 мм). Колебания объема заготовок при этих диаметрах не превышают 3%, а высота поковки лежит в пределах допусков на высоту поковок, установленных ГОСТом 7505—55.

Поскольку увеличение высоты поковки происходит за счет пружинения пресса, такой способ штамповки требует исключительной осторожности. Поэтому необходимо:

а) подсчитать величину недоштамповки поковки при штамповке заготовки с максимальными допусками по диаметру и длине;

б) проверить, соответствует ли максимальная высота поковки максимальным допускам, установленным ГОСТом 7505—55;

в) построить график пружинения системы пресс — штамп в зависимости от усилий деформации;

г) проверить по графику, какое получается пружинение пресса при штамповке поковки и какую долю от допустимого пружинения оно составляет. Во избежание аварии пресса оно не должно составлять более половины от номинальной величины пружинения;

д) проверить прочность штампа при усилении штамповки из заготовки с максимальными допусками по длине и диаметру;

е) организовать контроль заготовок в цехе, не допускающий подачи к агрегату немерных заготовок, превышающих установленные максимальные допуски.

Штамповка заготовок, нарезанных из сортового проката с обычными допусками на резку в штампах с компенсаторами, обеспечивает получение качественных поковок и безопасное размещение избытка металла, обеспечивает безопасность процесса и спокойную работу пресса, повышает стойкость штампов, однако наличие компенсаторов усложняет конструкцию штампов, требует точной наладки и регулировки усилий компенсаторов.

Компенсаторы бывают пружинные, пневматические, гидравлические.

Подготовка точной по объему заготовки достигается:

калибровкой прутков на протяжных станах;

обточкой на токарных станках; фрезеровкой торцов заготовки на длину, скорректированную в зависимости от фактического диаметра заготовки;

калибровкой заготовок в штампах с обрезкой излишнего металла, уходящего в заусенец;

прокаткой шаровой заготовки на станах поперечно-винтовой прокатки; получением литой заготовки;

редуцированием на радиально-ковочных машинах;

штамповкой заготовок из листа.

Все отмеченные выше способы удорожают процесс штамповки, а использование для штамповки литой заготовки к тому же и снижает качество поковки.

Наиболее правильное решение, обеспечивающее штамповку в закрытых штампах, дает точная резка заготовок с узкими весовыми допусками в специальных штампах. Если штамповка производится из точной по весу поковки, допуск по размер по высоте можно снизить на 25—30% по сравнению с установленным ГОСТом 7505—55.



Штамповочные уклоны назначают по наружному диаметру  $0,5-3^\circ$ , по внутреннему диаметру  $2-7^\circ$  в зависимости от глубины полости. Радиусы переходов принимают как и при открытых штампах.

Торцовый заусенец при наличии избыточного металла в заготовке может, проникнув в зазор между пуансоном и матрицей, привести к заклиниванию штампа. Поэтому рекомендуется на пуансоне протачивать поясok толщиной 1 мм и высотой 3—4 мм, так как заусенец, заполняющий полость пояска, тормозит дальнейшее вытекание металла в полость между пуансоном и матрицей и предохраняет от заклинивания.

При конструировании поковок, штампуемых в закрытых штампах, на их цилиндрической части предусматривают пояски — нижний высотой 4—6 мм для прохода выталкивателя и верхний 5—7 мм для облегчения выхода поковки из матрицы.

Диаметр заготовки, помещаемой в штамповочном ручье, принимают на 0,5—2 мм меньше диаметра матрицы.

**Определение размеров заготовки  $V_{заг}$**   
Основные потери металла при штамповке в закрытых штампах — на угар, в перемычку и в заусенец  $V_{заг} = V_n + V_{уг} + V_{пр} + V_з$ .

Как правило, для штамповки в закрытых штампах необходимо нагревать заготовку в нагревателях, обеспечивающих безокислительный нагрев или минимальные потери металла на угар. Тогда  $V_{уг} = 0$ . Если же при нагреве и на пути от нагревателя к прессу на заготовке получается окалина, необходимо ее очистить в гидроочистной установке или же ввести первый переход — осадку заготовки. В этом случае можно принять потери на угар  $V_{уг}$  равными 0,7—0,8% от веса поковки. При нагреве в пламенных печах с окислительным нагревом потери на угар могут быть приняты, как обычно, 2%.

Величина потерь металла в перемычке  $V_{пр}$  зависит от ее толщины и высоты. При наметке с магазином коэффициент заполнения последнего берут 0,6—0,7.

Потери металла в торцовый заусенец  $V_з$  определяют из расчета — толщина заусенца 1—3 мм, высота 3—5 мм.

При штамповке в закрытых штампах большое значение для заполнения ручья имеет точная укладка заготовки по центру его полости. Для заготовок, нарезанных из прутков меньшего диаметра, необходимый размер достигается осадкой. Если форма штамповочного ручья позволяет обеспечить центрированную укладку заготовки, осадку производят с одновременной наметкой центрирующего выступа в поковке.

**Выбор переходов штамповки.** Штамповка поковок гр. II в закрытых штампах осуществляется по двум вариантам:

1) осадка и окончательная штамповка для поковок несложной формы (рис. 16);

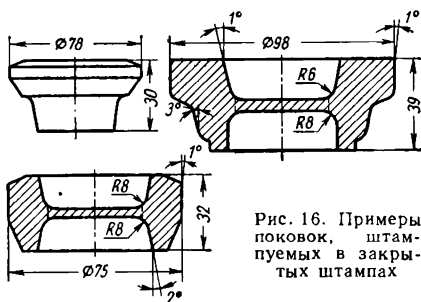


Рис. 16. Примеры поковок, штампуемых в закрытых штампах

2) осадка простая или фасонная, предварительная и окончательная штамповка для поковок сложной формы (рис. 17). В окончательном ручье предусмотрен магазин для поглощения излишка металла. При штамповке магазин не должен заполняться полностью.

Осадочный ручей конструируют с таким расчетом, чтобы диаметр заготовки после осадки был на 0,5—2 мм меньше диаметра матрицы. Высоту направляющего участка матрицы выбирают с таким расчетом, чтобы к моменту соприкосновения с заготовкой пуансон входил в матрицу на глубину 3—5 мм.

Зазор между пуансоном и матрицей принимают 0,08—0,1 мм на сторону.

Тонкий торцовый заусенец удаляют смятием в прошивочном штампе верхним пружинным съемником, а толстый — нижним жестким съемником. В первом случае смятие производится действием пружины, во втором — усилием прессы.

В отдельных случаях удалять заусенцы можно в механических цехах на станках.

Необходимо учитывать износ штампа и увеличение в процессе штамповки зазора между матрицей и пуансоном.

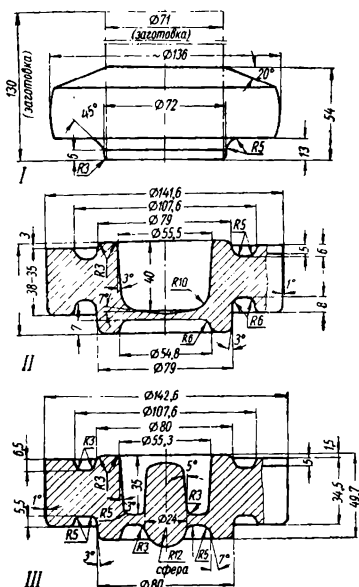


Рис. 17. Штамповка шестерни в закрытом штампе в три перехода I—III

**Штамповка на КГШП шестерен с зубом** относится к процессам точной штамповки, обеспечивающим значительную экономию металла (до 30—50% и более), повышение качества и стойкости поковок, снижение трудоемкости механической обработки.

В настоящее время штампуют конические шестерни с модулем до 6,5—7 мм (рис. 18 и 19), цилиндрические и шестерни со спиральным зубом.

Наиболее успешно штампуют конические шестерни с зубьями.

Для штамповки шестерен с зубом применяют сортовой прокат, нарезанный на заготовки с точностью по весу  $\pm 1-1,5\%$ .

При составлении чертежа поковки устанавливают следующие припуски на обработку: на общие размеры по-

вок (высоту поковки, диаметр ступицы, на обработку отверстия и др.) — по общим правилам штамповки поковок на КГШП; на обработку зуба — по профилю 0,7—0,9 мм, по высоте 0,4—0,8 мм, по дну впадины 1—1,2 мм. Припуск по торцу зуба назначают в пределах общих требований к поковке, штампуемой на КГШП и проходящей калибровку. Припуск на отверстие 1—1,5 мм, на эксцентricитет 0,05—0,1 мм. В случае необходимости для обеспечения более простого изготовления мастер-штампа припуск по профилю зуба берут неравномерный с колебанием 0,1—0,15 мм. Длину зубьев увеличивают на 1 мм для избежания дефектов штамповки.

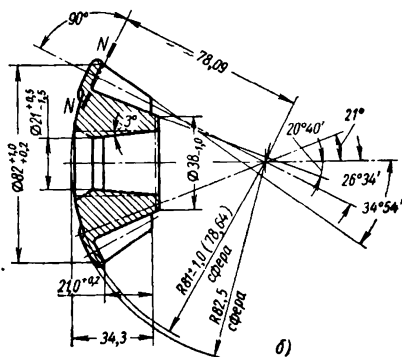
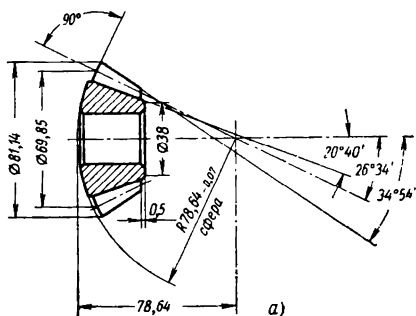


Рис. 18. Чертежи детали (а) и поковки (б) сателлита

На сферической части поковки сателлита (рис. 18, б) устанавливают толщину 1,5 мм для обеспечения при штамповке заполнения углов

и граней зубьев и чистоты торцов зуба после обработки.

Намстку в отверстии выполняют с повышенной толщиной (5—13 мм) перемычки и переносом ее ближе к ши-

тельная штамповка шестерни с зубьями (рис. 21).

При этом варианте предварительное оформление зубьев осуществляется пуансоном, а в третьем переходе по-

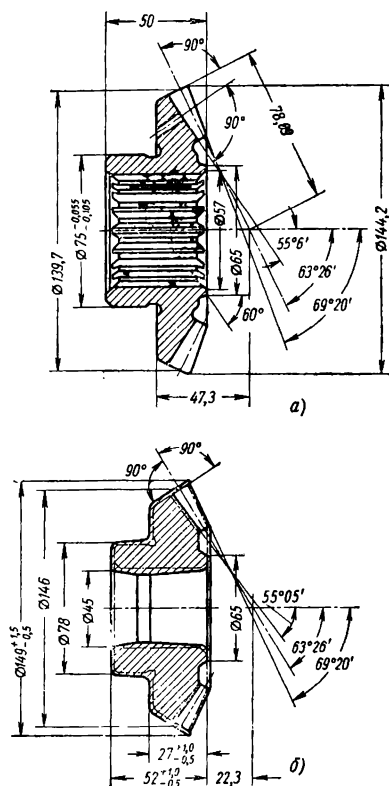


Рис. 19. Чертежи детали (а) и поковки (б) шестерни полуоси

рокому основанию зубьев, что обеспечивает лучшее их заполнение.

Существует два варианта штамповки шестерен:

1) осадка, предварительная штамповка без оформления зубьев, окончательная штамповка с оформлением зубьев (рис. 20). При этом варианте оформление зубьев осуществляется в верхней половине штампа (пуансоном);

2) осадка, предварительная штамповка с оформлением зубьев, оконча-

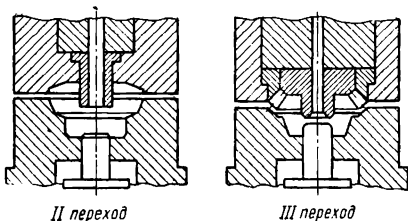


Рис. 20. Схема штамповки шестерни с оформлением зубьев в окончательном переходе

ковку переворачивают зубьями вниз и укладывают в матрицу с нарезанными зубьями.

Профиль зубьев во втором и третьем переходах отличается лишь наличием в предварительном штампе более плавных переходов в зубьях. Поэтому, как правило, пуансон окончательной штамповки после износа используют для предварительной штамповки.

При первом варианте упрощается изготовление штамповочного инстру-

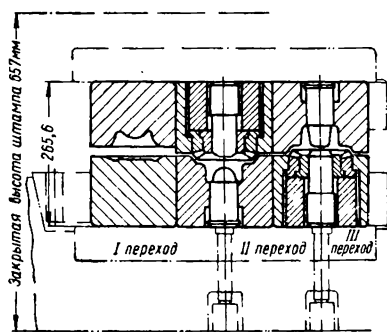


Рис. 21. Схема штамповки шестерни с оформлением зубьев в предварительном и окончательном переходах

мента второго перехода и повышается его стойкость, однако при этом увеличивается нагрузка на пуансон окончательной штамповки.

Для получения большей точности поковок вводят калибровку шестерен,

которую осуществляют после штамповки с использованием температуры окончания штамповки или же после операций нормализации, очистки поверхности от окалины в полугорячем состоянии при температуре нагрева 650—680° С.

Процесс калибровки состоит из предварительной калибровки, обрезки заусенца и окончательной калибровки.

### Штамповка выдавливанием в закрытых штампах

**Общие положения.** Различают выдавливание прямое *а*, *е*, обратное *б*, *в*, поперечное *г* и комбинированное *д* (рис. 22).

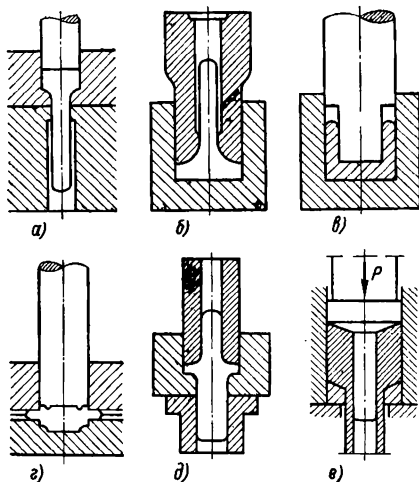


Рис. 22. Схема выдавливания:

*а* — прямое; *б* — обратное; *в* — обратное кольцевое; *г* — поперечное; *д* — комбинированное прямое и обратное; *е* — прямое кольцевое

Штамповку выдавливанием особенно успешно применяют при производстве поковок из малопластичной стали и сплавов.

Как правило, процесс штамповки поковок гр. III включает получение стержня выдавливанием и головки осаживанием в закрытых или открытых штампах.

При выдавливании стержня и осаживании головки в закрытом штампе излишек металла идет на увеличение длины стержня, а головка штампуется без заусенца или же с небольшим торцовым заусенцем. В отдельных случаях при более сложной форме головки штамповку производят в открытом штампе и излишек металла вытекает в щелевой поперечный заусенец или же в заусенец, характерный для штамповки в открытых штампах. Щелевой заусенец толщиной примерно 1 мм и высотой 4—6 мм применяют для поковок небольших размеров и несложной формы. Запас энергии маховика должен быть достаточным, чтобы обеспечить необходимую работу деформирования, которую с достаточной для практических целей точностью можно определить по площади диаграммы путь — усилие.

Для установления термомеханического режима штамповки выдавливанием сплошных и полых поковок можно воспользоваться табл. 3.

3. Термомеханические режимы прессования профилей и труб из стали

Марка стали	Изделие	Температура нагрева прессования в °С	Скорость истечения в м/сек
Углеродистая 35	Трубы	1250—1200	5,5
	Профили и трубы	1200—1050	4,5
40ХН	То же	1200—1050	4,5
	Трубы	1150—1050	1,8

При этом сужно иметь в виду, что при неблагоприятном соотношении скоростей деформации и рекристаллизации, а также при значительном трении на стенках матрицы может произойти разрушение металла, выражающееся часто в появлении на стержне поковки поперечных трещин.

В целях уменьшения усилия выдавливания следует, как правило, нагревать заготовку до допустимого

верхнего предела температурного интервала штамповки.

Для поковок, получаемых штамповкой выдавливанием, припуски на сторону и допуски на размеры поковки определяют в зависимости от формы элементов поковки и их размеров с учетом применяемых в процессе штамповки операций (выдавливание, осаживание, прошивка) по табл. 4.

Радиусы переходов на элементы, получаемые осаживанием, назначают так же, как и при штамповке поковок

гр. II, а на элементы, получаемые выдавливанием, определяются конструкцией матрицы.

При проектировании технологического процесса штамповки выдавливанием следует учитывать следующие особенности:

1. Дно матрицы необходимо выполнять коническим с задним углом  $\alpha \leq 150^\circ$ . В целях большей гарантии отсутствия мертвых зон входной угол  $\alpha$  лучше назначать не более  $120^\circ$ .

При выдавливании наиболее эффективным является пуансон с коническим

#### 4. Припуски и допуски

Характеристика элемента поковки		Соответствующий числовой размер детали в мм	Припуск на сторону в мм	Допуск на размер поковки в мм	Примечание
Стержень	Диаметр $d$	5—25 25—50	0,2—0,3 0,3—0,5	+0,3 * -0,1 +0,5 * -0,2	Припуск в зависимости от $d$ и применяемого нагрева
	Длина $l$	20—100 100—250	3—5 5—8	+5,0 ** -0,0 +10,0 ** -0,0	Припуск в зависимости от точности резки заготовки. Предусматривается операция отрезки конца стержня
Утолщение	Диаметр $D_1$ и высота $H_1$ утолщения, получаемого выдавливанием, в мм	25—50 50—150	0,3—0,5 0,5—0,8	+0,5 -0,2 +0,7 -0,3	Припуск в зависимости от применяемого нагрева и предварительной очистки заготовки
	Диаметр $D$ и высота $H$ утолщения, получаемого осаживанием и раздачей металла, в мм	10—50 50—250	1—1,5 1,5—2,5	+1 -0,3 +1,5 -0,5	Припуск в зависимости от размера поковки и применяемого нагрева
Полость	Диаметр в мм	10—50 50—100	0,8—1,0 1,0—2,5	+0,3 -1,0 +0,5 -1,5	Припуски и допуски в зависимости от формы полости, способа нагрева и очистки заготовки
	Глубина в мм	10—50 50—150	1,0—2,0 2,0—5,0	+0,5 -1,5 +0,5 -2,0	

\* Даны минимальные значения припусков и допусков в расчете на последующую обработку шлифованием.

\*\* Даны минимальные значения допусков. При возможных значительных колебаниях объема исходной заготовки следует длину стержневых элементов поковки оговорить замечанием: «не менее», как указано на рис. 26 и др.

торцом с углом  $150^\circ$ . Однако при штамповке сложных головок, если требуется доштамповка головки в следующем ручье, целесообразней применять плоский пуансон.

2. Относительное обжатие  $\delta = \frac{F-f}{F} 100\%$ , где  $F$  — площадь поперечного сечения матрицы и  $f$  — площадь поперечного сечения очка, меняется в пределах 15—95%.

3. Скорость истечения металла  $\omega = \frac{F}{f} v$  м/сек, где  $v$  — скорость движе-

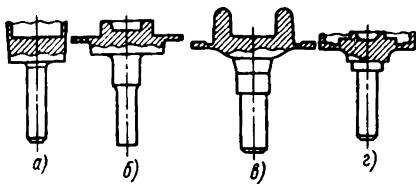


Рис. 23. Характерные виды заусенца при штамповке выдавливанием: а — торцовый; б — развернутый плоский; в — поперечный с канавкой; з — поперечный с торцовым заусенцем

ния пуансона в м/сек, определяемая по графику движения ползуна.

Высоколегированную сталь штампуют при меньших скоростях истечения, чем низколегированную и углеродистую.

4. В зависимости от формы поковки, выбранного технологического процесса и колебаний объема заготовки в результате штамповки выдавливанием можно получить поковки: без заусенца, с торцовым заусенцем, с поперечным заусенцем и с поперечным и торцовым заусенцем (рис. 23).

Образование торцового заусенца и его величина зависят от среднего удельного усилия, определяемого при прочих равных условиях коэффициентом вытяжки  $K = \frac{F}{F_1}$ , где  $F$  — площадь проекции головки поковки на плоскость разреза и  $F_1$  — площадь сечения стержня.

При малых значениях  $K$  металл легко выдавливается в стержень и головка получается незаполненной.

При  $K < 7,5 \div 7,8$  выдавливание осуществляется без торцового заусенца

на поковке. При  $K > 7,8 \div 15$  при выдавливании получается торцовый заусенец. При  $K > 15$  торцовый заусенец настолько велик, что происходит заклинивание пуансона, задиры, быстрый его износ. Практически при  $K > 15$  выдавливание не рекомендуется. Если вместо отношения площадей взять отношение соответствующих диаметров, тогда можно считать, что торцовый заусенец при выдавливании получается при  $\frac{D}{D_1} < 2,6 \div 2,7$ .

Если при сложной форме поковки по условиям удаления заусенца более целесообразен поперечный заусенец, предусматривают специальную канавку. При небольшой головке несложной формы эту канавку делают глубиной 1—2 мм и шириной 15—30 мм.

При штамповке в два или несколько переходов поковок с головками, имеющими выступающие бобышки, необходимо предусмотреть, чтобы торцовый заусенец, образовавшийся при штамповке в закрытом предварительном ручье, был выведен в поперечный заусенец при окончательной штамповке в открытом ручье (рис. 23).

5. Зазор между пуансоном и матрицей принимают в зависимости от выбранного технологического процесса. Если поковку надо получить без торцового заусенца, зазор берут в пределах: для поковок с диаметром головки до 60 мм — 0,05—0,15 мм на сторону, при 60—100 мм — 0,3—0,4 мм. Если предусматривают торцовый заусенец, зазор устанавливают 1,2—1,4 мм на сторону.

6. Осадку заготовки перед штамповкой выдавливанием производят главным образом для снятия окалины, при этом одновременно учитывают преимущества резки заготовок меньшего диаметра и большей длины. Иногда при осадке производят фасонирование заготовок для более удобной укладки заготовки в штамповочный ручей.

7. При оформлении ступенчатых стержней иногда в верхней цилиндрической части стержня наблюдается утяжка. Это происходит при недостаточном перепаде диаметров  $D_1$  и  $D_2$  и относительно малой высоте утолщенной

части стержня  $H_1$ . При отладке процесса штамповки выдавливанием, в случае незаполнения в стержне, необходимо предусмотреть напуск на  $D_1$  и  $D_2$  (рис. 24).

Пресс для штамповки выдавливанием надо выбирать с учетом того, что при выдавливании необходима большая штамповая высота, чем при осаживании, а также выталкиватель с большим ходом. Выталкиватель может быть механическим, связанным с прессом,

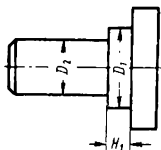


Рис. 24. К определению размеров ступенчатого стержня

пневматическим, пневмомеханическим или гидравлическим, встроенным в пресс.

Необходимо проверить соответствие усилия штамповки допускаемому усилию прессы на участке хода, соответствующем началу выдавливания.

**Определение размеров заготовки.** Основные потери металла при штамповке выдавливанием состоят из заусенца торцового или поперечного, удлинения стержня, заусенца на головке, штампуемой в открытом штампе, потери в окалину.

Для определения объема торцового заусенца его толщину принимают для поковок с головкой диаметром:

До 40 мм . . . . .	0 мм
40—70 мм . . . . .	1 »
70—100 » . . . . .	1,5 »
100 мм . . . . .	Св. 1,5 мм
Высота заусенца 3—5 мм	

Объем поперечного заусенца находят по формуле

$$V_s = \frac{\pi}{4} (D_{заус}^2 - D_{пок}^2) h,$$

где  $D_{заус}$  — наружный диаметр заусенца;  $h$  — толщина (высота) заусенца.

Потери металла, идущего на удлинение стержня, устанавливают из расчета, что после штамповки он имеет длину на 15—25 мм больше номинальной.

Заусенец у головки поковки определяют, как при штамповке в открытых штампах.

При назначении диаметра заготовки следует учесть следующее:

1) чем меньше диаметр заготовки, тем ниже скорость истечения и усилие штамповки и более благоприятны условия для резки заготовок;

2) отношение  $\frac{H_{заг}}{D_{заг}}$  не должно превышать 2,0—2,5, наиболее благоприятное отношение  $\frac{H_{заг}}{D_{заг}} = 1,5 \div 1,8$ ;

3) заготовка должна удобно, без перекосов укладываться в матрицу. Поэтому диаметр ее целесообразно выбирать не больше чем на 2—10 мм меньше диаметра матрицы.

Если по состоянию поверхности нагретой заготовки и условиям фиксации в штамповочном ручье необходима осадка, то выбирают заготовку того же объема, но меньшего диаметра и большей высоты.

**Выбор переходов для поковок III гр. 1-й подгруппы** процесс выдавливания отдельных элементов поковки и доштамповки головки осуществляется в один, два или три штамповочных

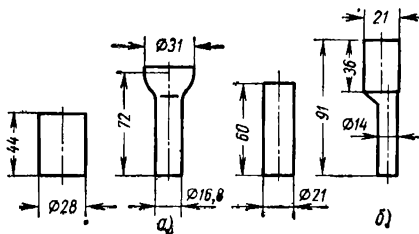


Рис. 25. Однопереходная штамповка поковок: а — шарового пальца; б — шпильки опоры поперечины

перехода. Кроме того, по мере необходимости вводят осадку.

В один переход можно получить поковки:

1) со стержнем и головкой несложной формы с коэффициентом вытяжки  $K$  не более 7,5—7,8. При этом заготовка должна быть чистой от окалины.

На рис. 25, а изображена поковка шарового пальца передней подвески ( $K = 3,3$ ). Зазор между пуансоном и матрицей 0,05—0,13 мм, а между

матрицей и заготовкой 0,5—1,5 мм с учетом допуска на диаметр заготовки. Торцовый заусенец при штамповке не получается.

У поковки шпильки (рис. 25, б) диаметр заготовки равен диаметру головки ( $K = 2,5$ ). Особенностью поковки является эксцентричное расположение стержня, который вполне

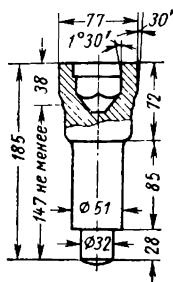


Рис. 26. Однопереходная штамповка поковки со ступенчатым стержнем и полкой головки

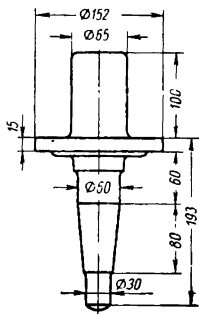


Рис. 27. Поковки цапфы

удовлетворительно получается выдавливанием. Торцовый заусенец отсутствует;

2) со ступенчатым хвостовиком, у которых общий коэффициент вытяжки может быть несколько больше 8 (до 10), но отношение диаметра головки к диаметру большей ступени стержня меньше 8 и длина меньшей ступени стержня небольшая. На рис. 26 показана поковка шлицевого конца со ступенчатым стержнем. Коэффициент вытяжки для толстой части стержня 2,3 и для тонкой 6,3. Поэтому поковка штампуются в один переход без торцового заусенца. При выдавливании в головке одновременно получается глухая квадратная полость;

3) со ступенчатым хвостовиком и большим фланцем. Коэффициент вытяжки более 8. Заусенец может быть торцовый и поперечный. Изображенная на рис. 27 поковка цапфы имеет такую форму, что на фланце диаметром 152 мм удобней получать и обрезать поперечный заусенец, а не торцовый;

4) типа развилин с небольшой разницей сечений в стержне и в щеках вилки. Для решения вопроса о возможности штамповки таких поволок в один

переход необходимо проверить возможность получения развилины из заготовки, диаметр которой равен или немного меньше диаметра стержня, и затем проверить длину выдавливаемой части заготовки. Форма вилки должна быть такова, чтобы пуансон не имел тонких стенок. Для этого целесообразно ввести на щеках вилки плоские заплечики. При менее благоприятных формах поковки выдавливание выполняют в два и более переходов. В качестве примера на рис. 28 показана поковка вилки кардана, штампуемая в один переход. Щеки вилки получают обратным выдавливанием.

Невысокие выступы и неглубокие полости (размером не больше их диаметра) на торцовой поверхности головки создаются в один переход одновременно с выдавливанием стержня и головки.

Штамповка в два перехода осуществляется:

1) при большом коэффициенте вытяжки  $K$ , когда необходимо расчленение процесса, чтобы обеспечить получение качественной поковки;

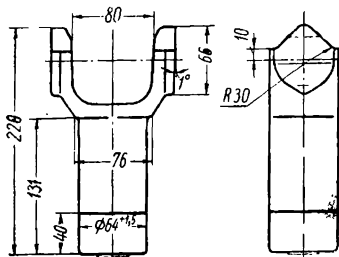


Рис. 28. Однопереходная штамповка вилки кардана

2) при сложной форме головки поковки, когда после выдавливания необходима доштамповка головки.

В первом переходе происходит оформление стержня и предварительное осаживание головки (как правило, оформляется 65—95% длины стержня). Во втором ручье производится доштамповка головки. Одновременно окончательно оформляется стержень путем его удлинения. При этом чем сложнее головка и больше усилие доштамповки, тем больше величина дополнительного



удлинения стержня во втором переходе (до 25—30%). При отладке штампа величина выдавливания стержня поковки в первом и втором ручьях может быть отрегулирована с помощью клинового регулировочного устройства или прокладок и фасонных шайб.

Поковки со стержнем ступенчатой формы штампуют выдавливанием так же, как и с цилиндрическим или коническим стержнем. Количество ступеней на стержне не должно превышать трех,

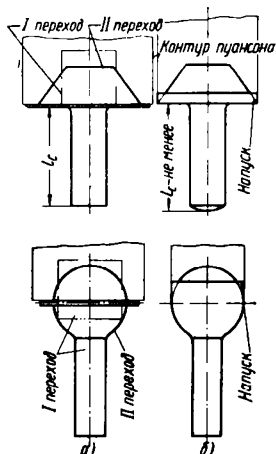


Рис. 29. Варианты штамповки поковки с конической и шаровидной головками: а — в открытом; б — в закрытом штампе

в местах переходов необходимо вводить плавные закругления, диаметр наименьшей ступени стержня должен быть не менее  $(0,2 \pm 0,3) D_{пок.}$ . В отдельных случаях диаметр заготовки можно выбрать по диаметру большей ступени стержня, тогда меньшая ступень его будет получаться выдавливанием, а головка — осаживанием. Если поверхность головки несложная и периметр круглый, доштамповку головки производят в закрытом ручье.

Конические и шарообразные головки доштамповывают в открытом ручье с плоским заусенцем. Если штамповку осуществлять в закрытом ручье, то для обеспечения прочности пуансона необходимо вводить на поковке специальный напук и тогда выдавливание

можно выполнять в одном ручье (рис. 29).

Иногда форма поковки позволяет обеспечить прочность пуансона, если расположить коническую часть поковки в матрице (рис. 30).

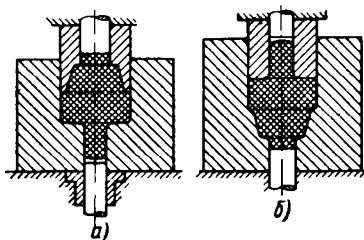


Рис. 30. Схема штамповки поковки со ступенчатой конической головкой: а — неправильно; б — правильно

Если размеры выступов таковы, что при любом расположении поковки в штампе получается тонкостенный пуансон, рекомендуются следующие варианты: 1) доштамповка в открытом штампе; 2) увеличение диаметра утолщенной части поковки; 3) введение бурта, обрезаемого на прессе, как заусенец, или же снимаемого на станке при обработке поковки резанием.

На рис. 31 показаны переходы штамповки клапана автомобильного двигателя. Излишек металла в заготовке

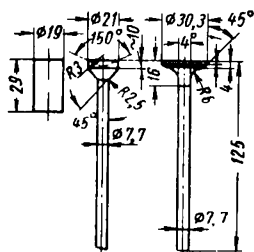


Рис. 31. Двухпереходная штамповка поковки клапана

при выдавливании передается в стержень.

В два перехода без торцевого заусенца штампуют поковку ведущего вала (рис. 32). В первом переходе происхо-

дит выдавливание стержня при  $K = 6,2$ . Во втором — штамповка головки, образование верхней ступени стержня и оформление стержня по длине примерно на 25—30%.

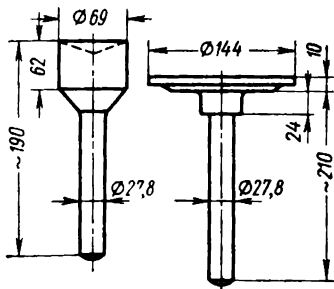


Рис. 32. Двухпереходная штамповка поковки ведущего вала

При штамповке поковки ведомого вала (рис. 33) в первом переходе оформляется конический и частично цилиндрический элементы стержня, во втором — доштамповывается головка, цилиндрическое основание конической части стержня и окончательно оформляется цилиндрический тонкий конец стержня. Пуансон первого перехода

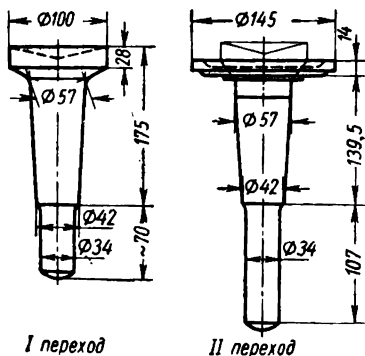


Рис. 33. Двухпереходная штамповка поковки ведомого вала

имеет коническую торцовую поверхность.

Поковку цапфы (рис. 34) штампуют, считая осадку, в три перехода. После осадки заготовка принимает бочкообразную форму с коническими фасками

у торцов для фиксации во втором переходе, где производится выдавливание стержня и оформление конической головки в закрытом штампе. Коэффициент вытяжки  $K = 6,0$ . В третьем переходе производится штамповка головки в открытом штампе с поперечным заусенцем. Если в результате износа штампов на поковке второго перехода появляется торцовый заусенец, он находится вне пределов поковки и на третьем переходе заштамповывается в поперечный заусенец. Избыток металла направляется в заусенец, а не в стержень, так как течение металла в стержень ограничивается толкателем (компенсатором). Подрезка стержня заменяется обрезкой заусенца. Форма головки во втором переходе

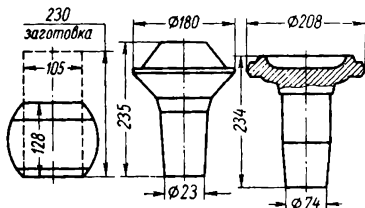


Рис. 34. Штамповка поковки цапфы в три перехода, считая осадку

позволяет применить пуансон с кольцевой площадкой.

Поковка ведущей шестерни (рис. 35) имеет на конической головке выступающий цилиндрический отросток;  $K = 4,8$ . Выдавливание производится в два перехода без торцового заусенца. Возможны два варианта штамповки. По первому варианту выдавливание производит плоским пуансоном, при этом происходит предварительное оформление ступенчатого стержня. Во втором переходе окончательно оформляют стержень и головку с выступающим отростком в открытом штампе.

По второму варианту в первом переходе получают стержень и отросток на головке, во втором переходе поковка оформляется полностью.

Оформление отростка, заполнение всех углов в полости получается лучше при штамповке по второму варианту. Однако первый вариант обеспечивает

более высокую прочность и стойкость пуансона первого перехода и простоту его изготовления и является более предпочтительным.

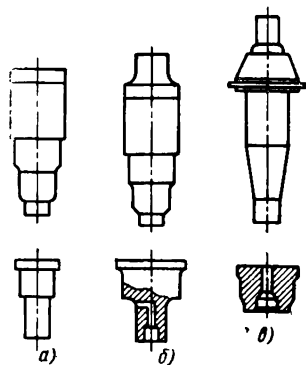


Рис. 35. Варианты двухпереходной штамповки поковки ведущей шестерни: а — первый вариант первого перехода; б — второй вариант первого перехода; в — окончательная штамповка. Верхний ряд — переходы штамповки; нижний ряд — пуансоны

В три перехода штампуют поковки с головками некруглой и сложной формы.

Если ширина головки незначительно отличается от диаметра стержня (рис. 36), то при штамповке в окончательном ручье усиливается течение металла в отверстие матрицы, в результате чего получается длинный стержень и неполная головка. В этом случае рекомендуется следующий процесс: выдавливание заготовки в матрице круглого сечения с получением головки в виде стержня с цилиндрическим утолщением, расплющивание утолщенной части поковки в открытом штампе в горизонтальном положении до толщины, несколько меньшей ширины головки, окончательная штамповка в закрытом ручье, сопровождаемая некоторым удлинением стержня и оформлением головки.

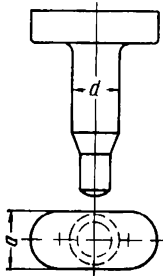


Рис. 36. Поковка с узкой головкой фланцевого типа

и набор металла для проушин в закрытом штампе с торцовым заусенцем и штамповка головки в закрытом или открытом штампе (рис. 38).

Также осуществляют трехпереходный процесс штамповки (выдавливание в закрытом ручье, расплющивание и окончательная штамповка в открытых ручьях) поковки со сложной головкой (рис. 37).

Штамповку повок типа кулаков осуществляют в два-три перехода.

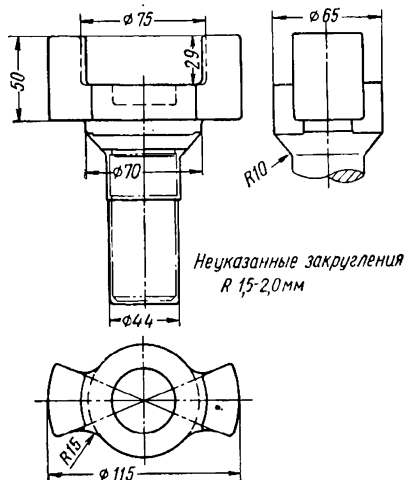


Рис. 37. Поковка со сложной головкой

При более простой форме проушин головки кулака штамповку производят в два перехода: выдавливание стержня

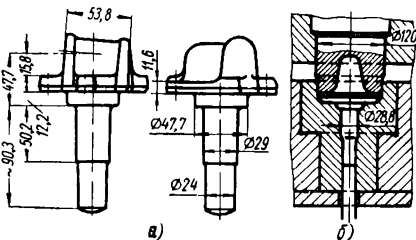


Рис. 38. Поковка поворотного кулака мотоколяски: а — поковка; б — схема штампа первого перехода

В два перехода отштампована и более сложная поковка стойки подвески (рис. 39, а).

В первом переходе прямым выдавливанием оформляется стержень и обратным выдавливанием набирается металл для формирования отростков. Ручей смешанного типа: на участках отростков открытый, а в средней части фланца

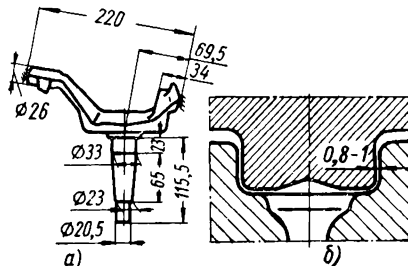


Рис. 39. Поковка стойки подвески: а — поковка; б — схема штампа

между пуансоном и матрицей сохранены стенки с зазором 0,8—1 мм на сторону (рис. 39, б), имеющие развернутый наружу уклон 15° для того, чтобы в окончательном ручье торцовый заусенец на этом участке заштамповывался наружу, а не в тело поковки. Такая конструкция способствует лучшему течению металла к бобышкам.

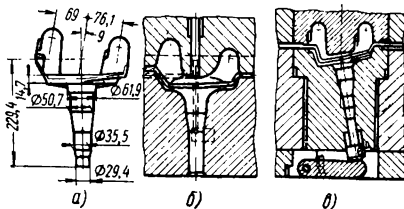


Рис. 40. Штамповка поворотного кулака автомобиля ГАЗ: а — поковка; б — первый переход; в — второй переход

В два перехода отштампован и поворотный кулак автомобиля ГАЗ. Особенность его заключается в том, что ось стержня расположена под углом 9° к оси головки (рис. 40, а). После осадки в первом штамповочном переходе производится выдавливание трехступенчатого стержня и предваритель-

ное оформление головки (рис. 40, б), причем стержень и головка расположены на одной оси. При штамповке во втором ручье (рис. 40, в) стержень располагают под углом к оси штампа, производят окончательную штамповку головки в открытом штампе и оформление стержня. Напуски на бобышках выполнены под углом с таким расчетом, чтобы они были расположены симметрично к оси штампа.

Штамповку поковок поворотных кулаков и стоек с более сложной головкой и фланцем (рис. 41) осуществляют и в три перехода по следующим вариантам:

1-й вариант. Выдавливание стержня и предварительное оформление головки

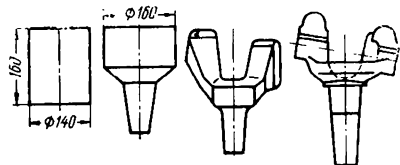


Рис. 41. Трехпереходная штамповка поворотного кулака

в закрытом штампе. Штамповка фланца и проушины в закрытом штампе с образованием торцового заусенца. Окончательная штамповка в открытом штампе.

2-й вариант. Выдавливание стержня и предварительное оформление головки в закрытом штампе. Штамповка головки в открытом штампе с образованием поперечного и торцового заусенцев вне контура поковки. Окончательная штамповка в открытом штампе.

Недостатком штамповки по первому варианту является наличие торцового заусенца, который может в третьем ручье заштамповаться в тело поковки, в результате чего поковка получится с зажимами, складками. Если складки глубокие и не снимаются при дальнейшей обработке, то необходимо ввести перед штамповкой в третьем ручье предварительную зачистку заусенца на наждачном станке и повторный нагрев.

При штамповке по второму варианту необходимо все радиусы переходов в головке и штамповочные уклоны

увеличивать в 1,5—2 раза, обеспечивая плавные переходы в углах и на стыках граней. Этот вариант является более эффективным.

При штамповке в открытых штампах с поперечным заусенцем необходимо для предупреждения чрезмерного удлинения стержня подпирать торец стержня компенсатором. Все колебания объема заготовки найдут тогда отражение в величине заусенца. Если же штамповка получается с торцовым заусенцем, излишек металла уходит в стержень. Тогда выход стержня проектируют открытым.

Наиболее эффективным является вариант выноса торцового заусенца за пределы поковки. Диаметр матрицы и пуансона делают больше контура поковки с зазором между ними 1,5—2 мм на диаметр. В этом случае торцовый заусенец лежит вне контура поковки и не мешает штамповке в последующем ручье и при обрезке заусенца.

При штамповке поковок со сложной головкой, требующей доштамповки в двух направлениях, процесс штамповки следующий: выдавливание стержня в закрытом ручье, штамповка головки в направлении оси хвостовика в закрытом ручье, штамповка головки в направлении, перпендикулярном оси хвостовика в открытом штампе. В этом же ручье, если необходимо, можно произвести изгиб или плущение стержня поковки.

При штамповке поковок гр. IV применяют прямое и обратное выдавливание и прошивку. Ручьи штампа осадочные, формовочно-прошивные, штамповочно-прошивные, штамповочные, прошивные. Формовочно-прошивные ручьи служат для предварительной формовки заготовки и полости в ней, штамповочно-прошивные — для окончательного оформления поковки и прошивки отверстий, прошивные — для прошивки сквозных отверстий.

Выдавливание с прошивкой полостей осуществляется в зависимости от формы поковки в один-три перехода, не считая осадки. Как правило, при выдавливании с несквозной прошивкой в первом переходе происходит осаживание заготовки с образованием фиксиционной нижней полости, а иногда и обра-

зование стержня и наметка углубления под выдавливание полости с отверстием. Во время перехода производится окончательное оформление стержня прямым выдавливанием и глухого отверстия обратным выдавли-

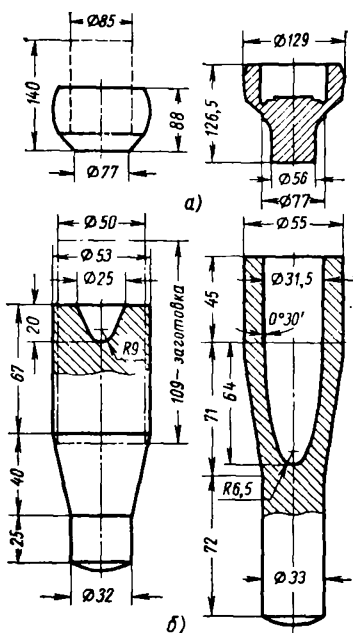


Рис. 42. Двухпереходная штамповка поковки с глухой полостью: а — звездочки дифференциала; б — стакан

ванием. При головке сложной формы окончательная ее штамповка выполняется в третьем переходе. Второй и третий переходы в соответствии с формой поковки делают закрытыми и открытыми.

На рис. 42, а показан пример штамповки поковки звездочки дифференциала с глухой полостью в два перехода, считая осадку, а на рис. 42, б — поковки стакана в два перехода.

Более сложную поковку с глухой полостью — цапфу поворотного кулака (рис. 43) — штампуют в четыре перехода: фасонная осадка, предварительная прошивка полости в поковке, окончательная прошивка отверстия, штамповка головки.



полого стержня и головки. Если поковка имеет сложный фланец, он оформляется в открытом или закрытом штамповочном ручье;

2) несквозная прошивка заготовки в первом переходе при длинном прошивном пуансоне, который проходит

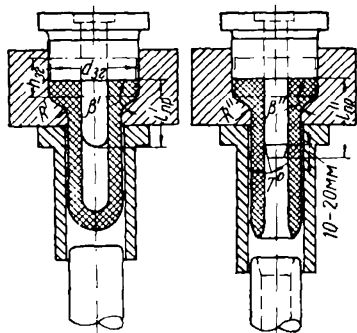


Рис. 45. Схема двухпереходной штамповки поковки со сквозным отверстием

в отверстие матрицы. При дальнейшем ходе ползуна происходит выдавливание металла в кольцевую щель, образуемую отверстием матрицы и пуансоном. Такая штамповка требует пуансона сложной конструкции (пуансон опирается на упругую среду — сжатый воздух, пружина, жидкость под давлением)

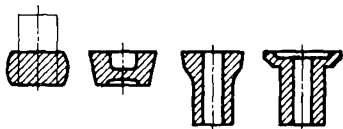


Рис. 46. Схема четырехпереходной (считая осадку) штамповки поковки с наметкой и прошивкой сквозной полости

На рис. 47 показаны переходы и схема двухручьевого штамповки поковки со сквозным отверстием.

При штамповке из прошивной заготовки оформляются переходы: выдавливание стержня и штамповка головки. При несложной форме поковки эти переходы можно совместить.

Двустороннее выдавливание обеспечивает получение повок из длинной заготовки (с отношением длины к диаметру больше 3) и сокращение количества переходов. Однако такой процесс

на обычном прессе требует применения сложного штампа. Подобные поковки эффективнее получить на горизонталь-

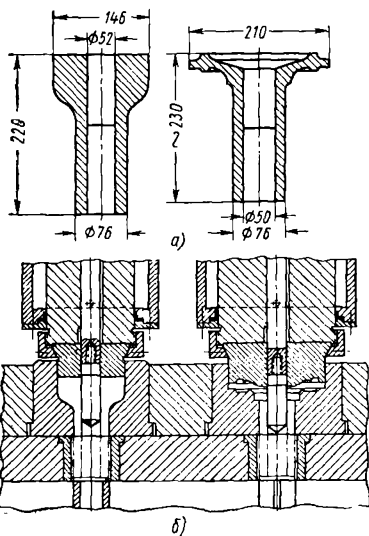


Рис. 47. Переходы и схема двухручьевого штамповки поковки со сквозным отверстием: а — переходы штамповки; б — схема штампа

ных высадочных машинах двойного действия.

При штамповке повок V группы с остриями (подгруппа 1) и с попе-

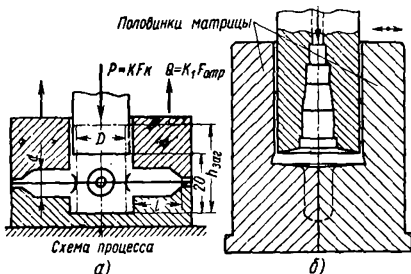


Рис. 48. Схемы штампов с разъемными матрицами: а — с горизонтальным разъемом; б — с вертикальным разъемом

речным утолщением (подгруппа 2) значительную роль играет поперечное выдавливание, осуществляемое, как правило, в штампах с разъемными

матрицами. Разъем матриц производится в горизонтальной (подгруппа 1) и в вертикальной (подгруппа 2) плоскостях (рис. 48). Если диаметр отрезков близок к толщине центральной части поковки и заготовка, диаметр которой выбирают по диаметру отрезка, получает допустимую для штамповки длину, штамповку поковки с отрезками можно производить также и в штампах с вертикальным разъемом матриц (рис. 49).

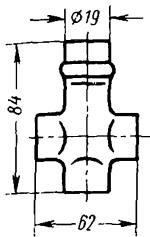


Рис. 49. Поковка, штампуемая в матрице как с вертикальным, так и горизонтальным разъемом

Характерную особенность поковок 1-й подгруппы составляют центральная цилиндрическая часть большого сечения и отрезки, расположенные под углом к осевой линии центральной части (рис. 50). При штамповке поковки в штампе с горизонтальным разъемом центральная часть поковки осаживается, а отрезки получают поперечным выдавливанием. Поковка выталкивается нижним выталкивателем. При этом способе штамповки,

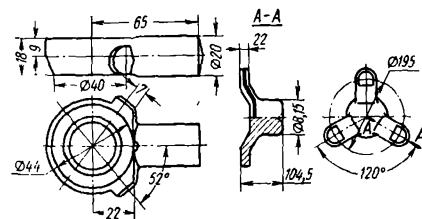


Рис. 50. Поковки, штампуемые в штампах с горизонтальным разъемом матрицы

как правило, удается обеспечить обычную линию разреза.

При штамповке в разъемных матрицах поковки крестовины удельное усилие возрастает к концу процесса до 40—60 кг/мм<sup>2</sup>.

Для того чтобы облегчить затекание металла в труднодоступные части поковки, ее следует конструировать с плавными переходами к отрезкам без боковых выступов, тормозящих движение металла, и т. д. Необходимо

иметь в виду, что бурты на отрезках заполняются легче в нижней матрице.

Как правило, штамповка в разъемных матрицах совершается в один переход. Но поковки с глубокой наметкой в центральной части надо штамповать в два перехода: в первом оформляется поковка и отрезки, во втором осуществляется наметка полости (рис. 51).

Если конструкция поковки не позволяет обеспечить плавные переходы,

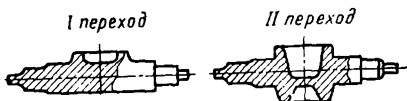


Рис. 51. Двухпереходная штамповка в разъемных матрицах

сгладить углы и пр., то также необходимо штамповку вести в два перехода: в первом ручье оформляется поковка с плавными переходами, во втором осуществляется доштамповка поковки.

Для поглощения излишка металла заготовки применяют компенсационные полости, диаметр которых меньше диаметра отрезков в 1,5—2 раза. Торцовые компенсаторы целесообразны, если отрезки поковки подвергают последующей обработке резанием, например подрезке торцов. Предусматривают также канавки для заусенца.

При двухпереходном процессе на первом переходе намечают компенсаторы в отрезках, на втором переходе благодаря более точной дозировке металла вместо канавки для заусенца общего типа применяют щель толщиной 0,8—1,2 мм.

Поковки 2-й подгруппы имеют обычно цилиндрическую часть равномерного или переменного сечения с буртами или отрезками, расположенными параллельно оси поковки. Для штамповки их применяют главным образом штампы с вертикальной линией разреза.

Конструкция штампа с разъемными матрицами должна обеспечить плотное смыкание их перед началом выдавливания и плотное сжатие в процессе деформирования.

Усилие смыкания при штамповке крестовины в матрицах с горизонтальным разъемом, в начале затекания



металла в полость отрошков, необходимо в пределах 5—10% от усилия штамповки, развиваемого на этом этапе. В других случаях, например при штамповке трехлапника, усилие раскрытия матриц достигает 20% от усилия деформации.

В момент окончания заполнения полости отрошков усилие раскрытия матриц возрастает до 10—30% от усилия деформации. Если усилие смыкания недостаточно, то происходит частичное раскрытие матриц и образование заусенца толщиной 0,5—1,5 мм по линии разреза.

При достаточном усилии смыкания матриц металл при дальнейшем ходе пуансона вытекает в компенсаторы, расположенные в торцах отрошков.

При штамповке поковок в матрицах с вертикальным разъемом усилие раскрытия матриц на первом этапе выдавливания стержня и фланца головки также невелико и лежит в пределах 5—20% от усилия деформации при заполнении металлом отрошков, буртов и др. Оно резко возрастает и достигает 75—100% от усилия деформации для поковок, более сложных, и 50—70% для поковок с менее сложной головкой, без глубоких полостей и ребер.

Введение фасок на концах отрошков и увеличение радиусов закруглений на переходах поковки облегчает получение высококачественных поковок.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЯ ПРЕССА

1. Усилие  $P$  пресса для штамповки в открытых штампах поковок класса А можно определить по формулам: поковки круглые и квадратные в плане, а также приближающихся к ним форм

$$P = \sigma_s \left[ \left( 1,5 + 0,5 \frac{b}{h_3} \right) F_3 + \left( 1,5 + \frac{b}{h_3} + 0,08 \frac{d}{h_3} \right) F_n \right]; \quad (1)$$

поковки, удлиненные в плане,

$$P = 1,15\sigma_s \left[ \left( 1 + 0,5 \frac{b}{h_3} \right) F_3 + \left( 1 + \frac{b}{h_3} + 0,1 \frac{a}{h_3} \right) F_n \right], \quad (2)$$

где  $\sigma_s$  — напряжение текучести металла, соответствующее температуре и скорости деформации при штамповке (приблизительно равно временному сопротивлению на растяжение при той же температуре) (см. гл. 1), в кг/мм<sup>2</sup>;  $b$  — ширина мостика канавки для заусенца в мм;  $h_3$  — толщина заусенца в мостике в мм;  $F_n$  — площадь проекции поковки на плоскости разреза в мм<sup>2</sup>;  $F_3$  — площадь мостика канавки для заусенца в мм<sup>2</sup>;  $d$  — диаметр (или сторона квадрата) поковки в плане в мм.

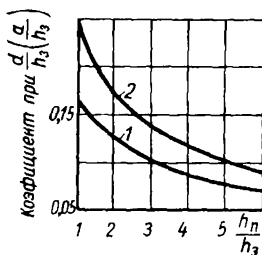


Рис. 52. График к формулам (1) и (2)

Для поковок, близких к круглым и квадратным в плане, принимают

$$d = 1,13 \sqrt{F_n};$$

$a$  — средняя ширина поковки в мм (для удлиненных поковок):

$$a = \frac{F_n}{L_n},$$

где  $L_n$  — максимальный габаритный размер поковок в плане в мм.

Формулы действительны, если минимальная толщина поковки  $h_n \geq 5h_3$ .

Если на значительной площади  $h_n < 5h_3$ , то значения коэффициентов

перед  $\frac{d}{h_3}$  в формуле (1) и перед  $\frac{a}{h_3}$  в формуле (2) берут соответственно по кривым 1 и 2 (рис. 52) в зависимости от  $\frac{h_n}{h_3}$ .

При штамповке в закрытых штампах усилие пресса можно ориентировочно определять по тем же формулам, считая штамповку открытой, с уменьшением результатов вычислений на 20—30%.

2. Усилие прессы для штамповки выдавливанием поковок класса Б

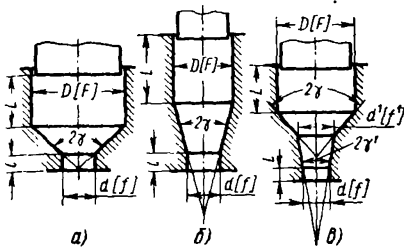


Рис. 53. Схемы инструмента для штамповки выдавливанием

приближенно определяют в зависимости от их формы (рис. 53) по формулам: поковки, близкие к форме по рис. 53, а,

$$P = \sigma_s \left[ \left( \frac{1}{2 \sin \gamma} + \frac{2}{1 + \cos \gamma} \right) \times \ln \frac{F}{f} + \frac{2L}{D} + \frac{2l}{d} \right] F; \quad (3)$$

поковки, близкие к форме по рис. 53, б,

$$P = \sigma_s \left[ \left( 1 + \frac{1}{2 \sin \gamma} \right) \times \ln \frac{F}{f} + \frac{2L}{D} + \frac{2l}{d} \right] F; \quad (4)$$

поковки, близкие к форме по рис. 53, в,

$$P = \sigma_s \left[ \left( 1 + \frac{1}{2 \sin \gamma} \right) \ln \frac{F}{f} + \left( 1 + \frac{1}{2 \sin \gamma'} \right) \ln \frac{f'}{f} + \frac{2L}{D} + \frac{2l}{d} \right] F. \quad (5)$$

Обозначения указаны на рис. 53. Если поперечные сечения отличаются от круга, то вместо диаметров  $D$  и  $d$  берут приведенные диаметры  $D = 1,13\sqrt{F}$  и  $d = 1,13\sqrt{f}$ .

При выборе прессы следует учитывать, что выражаемое формулами (3), (4) и (5) усилие возникает с начала выдавливания и, следовательно, необходимо, чтобы пресс мог развивать

его в точке пути ползуна, соответствующей началу выдавливания. В то же время в начальной стадии выдавливания происходит при повышенной скорости ползуна.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СМАЗКИ

Для горячей штамповки поковок как в открытых, так и в закрытых штампах групп I и II применяют графит с маслом и соляной раствор с маслом. Масло машинное.

Для выдавливания рекомендуются смазки следующего состава:

1. Смесь графита с машинным маслом (цилиндрическое, веретенное, автол) по 50% по объему

2. Смесь 3 частей обезвоженного цилиндрического масла, 3 частей графита, 1 части растертых древесных опилок

3. Жидкое стекло с графитом, твердая смазка на основе стекляной ваты, порошки на основе жидкого стекла

Наносится на рабочую поверхность инструмента

Наносится на рабочую поверхность инструмента и на верхний торец заготовки, опущенной в приемник

То же и окунание нагретой заготовки в массу жидкого стекла (очистка от прилипшего стекла с помощью металлической дроби)

## ШТАМПЫ

### Блоки

Существуют два основных типа конструкции блоков: для призматических и цилиндрических вставок.

Блоки для цилиндрических вставок из-за присущих им недостатков применяют весьма редко. Для штамповки поковок круглых в плане широко используют цилиндрические вкладыши, монтируемые в призматических державках, которые, в свою очередь, закрепляют в блоках для призматических вставок (рис. 54).

На рис. 55 представлен типовой трехручевой блок для прессы с усилием 1600 т. В нижней плите 1, так же как и в верхней 2, смонтированы подкладные плиты 3, закрепленные винтами 4. Обращенные к вставкам боковые

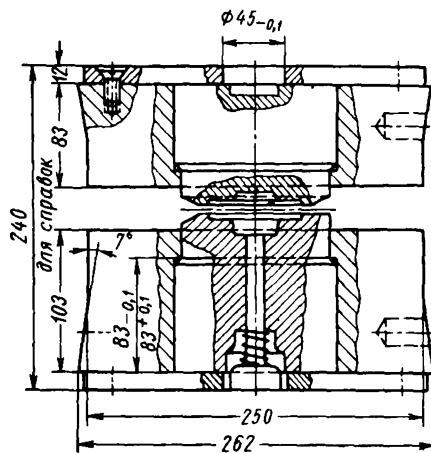


Рис 54. Цилиндрические вкладыши в сборе с призматической державкой

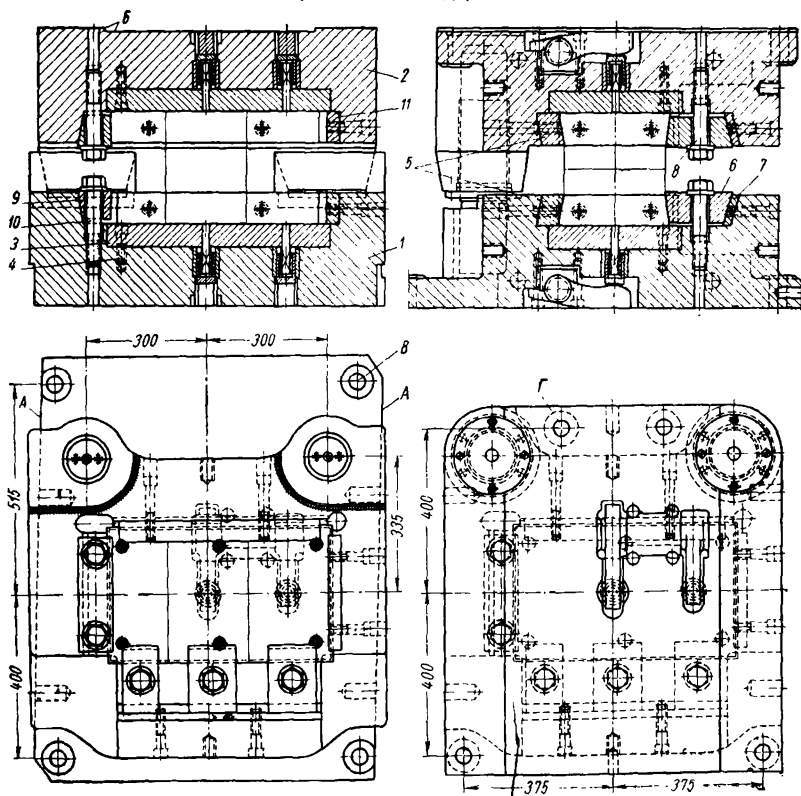


Рис 55. Типовой блок для пресса с усилием 1600 т

поверхности планок 5 имеют уклон  $7^\circ$  к вертикали. Прихваты 6 упираются одной гранью в наклонную грань вставки, а другой — в термически

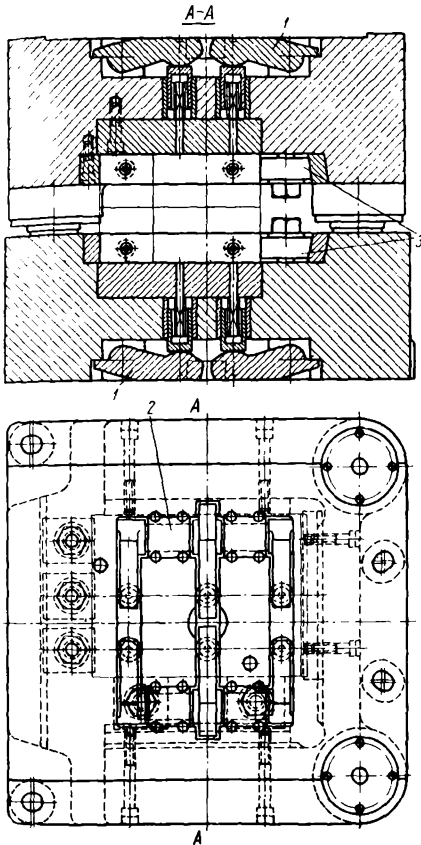


Рис. 56. Блок для поковок с вытянутой осью

обработанную прокладку 7, предохраняющую выступы плит от выработки. Как прокладки, так и выступ имеют уклон  $15^\circ$  от вертикали. Вставки закреплены болтами 8 и планками 9 с наклоненной на  $10^\circ$  гранью. При затяжке болтов 10 набор вставок прижимается этими клинообразными планками к противоположным стенкам гнезд плит. Опорные пластины 11 между этими стенками и вставками предусмотрены для компенсации по-

грешностей изготовления плит и для регулировки вставок при отклонении их размеров по ширине.

В плитах вмонтированы направляющее устройство и выталкивающие механизмы.

Для фиксации и закрепления блока клином от усилий сдвига в нижней плите предусмотрены наклонные плоскости А, а в верхней — фиксационный паз В, сделанный в соответствии с размерами по характеристике штампового пространства пресса.

Крепление нижней плиты блока на прессе осуществляется болтами через отверстия В, а верхней — через отверстие Г.

На рис. 56 изображен блок для прессы усилием 2000—2500 т для поковок с вытянутой осью. В отличие от блока, приведенного на рис. 55, он снабжен выталкивающим устройством, предотвращающим выталкивание поковок из предварительного и окончательного ручьев тремя толкателями. Поэтому в нижней и верхней плитах монтированы по два трехплечих рычага 1, которые поворачиваются в четырех разъемных подшипниках 2. Первый левый ручей выталкивателя не имеет. Для горизонтального закрепления набора вставок в блоке предусмотрены четыре прихвата 3, которые для уменьшения веса сделаны отдельно, а не в виде общей планки, как на блоке (рис. 55).

Нормалью машиностроения МН 4808-63 предусматриваются блоки для прессов от 630 до 6000 т (рис. 57, табл. 5).

Кроме универсальных, применяют блоки специальных конструкций, в частности для штамповки выдавливанием (см. стр. 59—65).

5. Размеры блоков по МН 4808-63 (см. рис. 57)

Усилие прессы в т	B	L	H
	в мм		
630	630	750	574
1000	710		570
1600	900	1040	666
2500	1120	1200	900
4000	1600	1600	1010
6300	1800	2000	1160

Клиновидная подушка прессов позволяет регулировать закрытую высоту блоков на относительно небольшую величину. Наилучшие эксплуатационные результаты показали блоки, у ко-

толщина основной (см.  $h$  на рис. 57) и подкладной плит в зависимости от усилия пресса приведена в табл. 6. Толщина верхней и нижней плит одинакова.

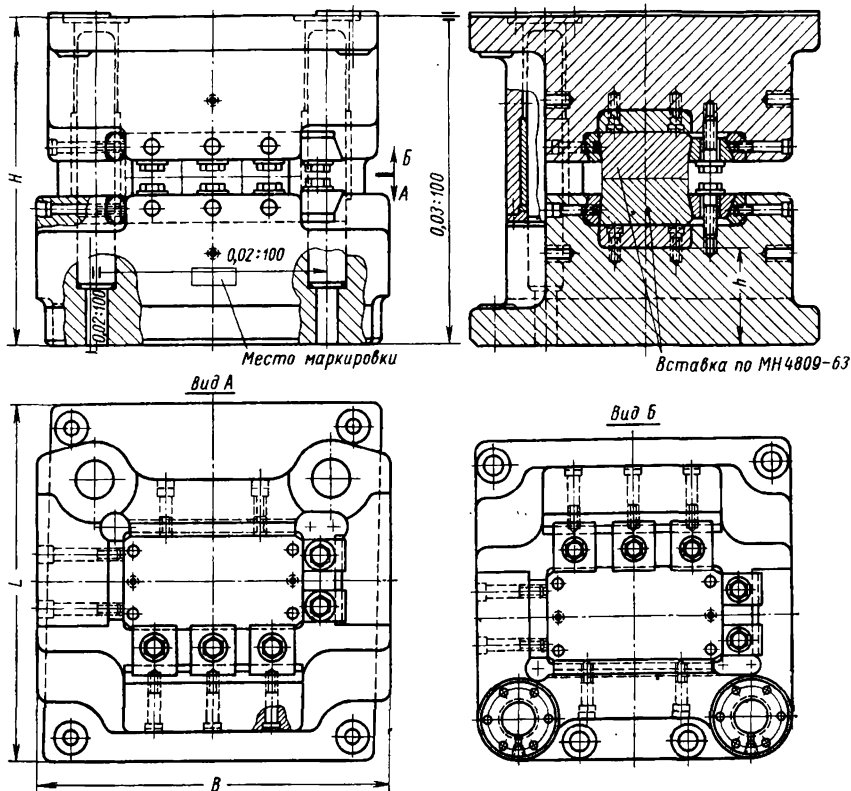


Рис. 57. Универсальный блок по МН 4808-63

торых закрытая высота выбрана по формуле

$$H = A + 0,75a,$$

где  $H$  — номинальная закрытая высота блока;  $A$  — минимальная закрытая высота штампового пространства пресса;  $a$  — величина регулировки клиновидной подушки.

Для предохранения плиты блока от износа между вставками и плитами устанавливают кованые термически обработанные подкладные плиты, выполняемые из легированной стали.

Направляющий узел (рис. 58) располагают на блоке сзади, чтобы не мешать кузнецу оперировать поковкой.

6. Толщина плит

Номинальное усилие пресса в т		630	1000	1600	2500	4000	6300
Толщина плиты в мм	основной	14	137	150	212	234	344
	подкладной	40	50	60	80	80	100

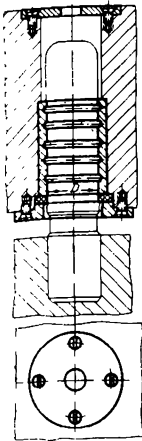


Рис. 58. Направляющий узел блока

Между колонкой и втулкой устанавливают зазор, величина которого определяется непараллельностью плоскостей плит блока, нижней опорной плоскости ползуна относительно стола прессы в пределах допуска на изготовление, а также нагревом колонок в процессе работы.

Размеры колонок, втулок и других деталей направляющего узла для блоков прессов от 630 до 6300 т определяют по нормам машиностроения МН 4810-63 и МН 4811-63.

При конструировании блоков большое внимание должно быть уделено их унификации и унификации вставок. Все поковки, подлежащие оснащению штампами, следует разбить на группы с тем, чтобы для каждой из них наметить наиболее выгодный типоразмер вставки.

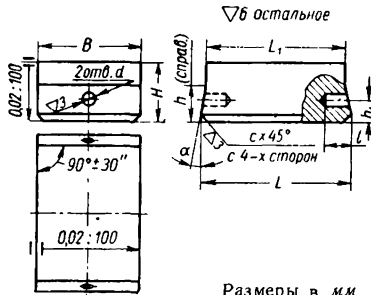
В табл. 7 приведены нормализованные призматические вставки по МН 4809, а в табл. 8 — размеры наиболее часто применяемых цилиндрических вставок.

Взаимное расположение ручьев зависит от расположения нагревательных устройств. Так, если нагревательные устройства установлены слева от штамповщика, то слева должен быть первый ручей, справа второй и в центре окончательный.

Габаритные размеры вставок следует выбирать в первую очередь

#### 7. Нормализованные призматические вставки по МН 4809

H	L		B	h	h <sub>1</sub>	L <sub>1</sub>	l	d	α° (доп. откл. +10°)	c
	Доп. откл. по C <sub>4</sub>									
100	200		80	81,5	32	180	32	16	7	4
			110							6
	150	4								
	300		6							
125	320		100	106,0	40	294	40	20		4
			140							6
			240							10
			480							10



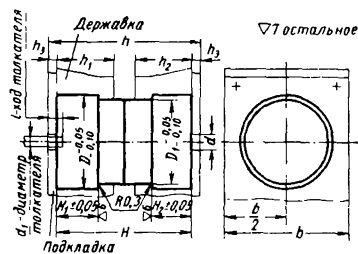
Размеры в мм

Продолжение табл 7

H	L	B	h	h <sub>1</sub>	L <sub>1</sub>	l	d	α° (доп. откл. ±10°)	c
	Доп. откл. по C <sub>4</sub>								
160	100	160	122,0	50	356	40	20	10	6
		220							10
200	500	200	156,0	50	445	60	30	10	6
		280							10
250	500	280	170,8	50	570	60	30	10	6
	630	340							10
		480							10

8. Размеры (в мм) наиболее часто применяемых цилиндрических вставок

Обозначение размеров		Усилие пресса в т							
		1000		1600			2000—2500	3150—4000	
		№ державок							
		1	2	4	5	6	7	9	10
Вставка	D	120	140	150	140	120	120	250	250
	D <sub>1</sub>	110	130	140	130	110	110	240	240
	H	216	216	236	216	216	216	244	346
	H <sub>1</sub>	80	80	88	80	80	80	90	138
	H <sub>2</sub>	65	65	88	65	65	65	90	138
Державок	h	240	240	260	260	260	260	304	406
	h <sub>1</sub>	100	100	108	100	100	100	115	163
	h <sub>2</sub>	85	85	108	85	85	85	115	163
	h <sub>3</sub>	12	12	12	22	22	22	30	30
	b	190	190	200	200	200	200	310	320
	d	48   25	55	45	65	48	25	52	52
	d <sub>1</sub>	18	18	18	18	18	18	20	22
l	16	16	15	15	15	15	20	30	



с учетом их прочности. Условия прочности можно принять аналогичными с условиями прочности молотовых штампов.

Блоки в основном проектируют двух- или трехручьевыми. В тех случаях, когда для штамповки необходимы только два ручья или один, в блок добавляют до комплекта гладкие вставки, изготовленные из простых конструкционных сталей, по габаритным размерам недостающих вставок с зазором между плоскостями разреза 15—30 мм.

### Выталкивающие механизмы блоков

Необходимые величины хода толкания выталкивающих механизмов блоков для прессов с различными усилиями следующие:

Усилия	630	1000	1600	2000— 2500
Необходимый ход толкателя в мм	10—12	13—18	15—20	18—25
Усилия	3150— 4000	5000— 6300	8000	
Необходимый ход толкателя в мм	20—30	25—35	30—40	

Указанные величины хода рекомендуются только для универсальных блоков, а не для блоков, на которых производят штамповку выдавливанием.

Выталкивающие механизмы универсальных блоков бывают: 1) с одной точкой толкания; 2) с траверсой, позволяющей производить выталкивание поковок из любого ручья штампа; 3) с траверсой и поворотными рычагами, дающими возможность осуществлять выталкивание воздействием на любой элемент поковки; 4) рычажно-кулачковые.

Для поковок, изготавливаемых штамповкой выдавливанием, применяют специальные выталкиватели с большим ходом.

Выталкивающий механизм с одной точкой толкания для удаления поковок только из окончательного ручья чрезвычайно прост, но область его применения весьма ограничена.

Выталкивающие механизмы с траверсой также не получили широкого

распространения, в частности вследствие перекосов и заедания траверсы, приводящих к частым авариям.

Рычажно-кулачковые выталкивающие механизмы универсальны, надежно и безотказно работают при любых условиях выталкивания поковок и позволяют беспрепятственно производить монтаж и демонтаж вставок непосредственно на прессе без съема блока.

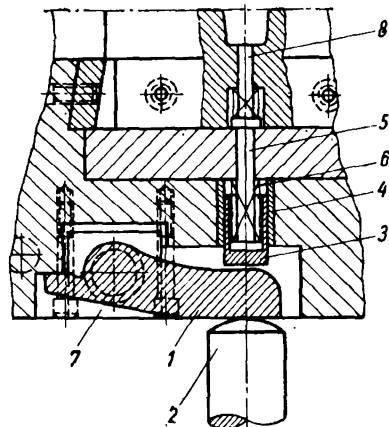


Рис. 59. Рычажно-кулачковый выталкивающий механизм: 1 — рычаги; 2 — стержень выталкивания пресса; 3 — стакан; 4 — направляющая втулка; 5 — стержень; 6 — пружина; 7 — подшипники разъемные; 8 — толкатель

Рычажно-кулачковый выталкивающий механизм показан на рис. 59. Так как рычаг 1 своим основанием опирается на клиновую подушку или на рабочую плоскость ползуна пресса, а стакан 3 и стержень 5 — на рычаг, то вся система приобретает достаточную жесткость и может выдерживать довольно большие усилия. Это позволяет применять рычажно-кулачковый механизм с толкателем 8, действующим непосредственно на тело поковки, а не только на заусенец или внутреннюю перемычку. Торце стержня 5 опирается на дно стакана с зазором 1—1,5 мм, так что, если стакан и получит некоторый перекосяк, то это не повлияет на стержень.

Если выталкивание нужно производить только в одном центральном,





### 9. Размеры рычагов выталкивателей (см. рис. 60)

Усилие пресса в т	Размеры в мм		
	<i>d</i>	<i>H</i>	<i>B</i>
630	30	30	25
1000	40	40	32—35
1600	50	50	40
2000—2500	65	55	50
3150—4000	90	80	65—75
5000—6300	100	90	70—80
8000	110	100	75—90

Конструкция подшипника для оси рычага изображена на рис. 61. Верхняя половинка подшипника центрируется с нижними заплеками. На поверхности рабочего цилиндра подшипника предусмотрены канавки для удержания смазки, которую закладывают в подшипники перед сборкой или при профилактическом осмотре выталкивающего механизма.

### Общие положения по конструированию ручьев

Ручьи конструируют с учетом основных особенностей горячей штамповки на прессах.

1. Поверхности разъема вставок не должны соприкасаться при штамповке. Между верхней и нижней вставкой необходим зазор, величину которого при конструировании принимают не меньше толщины заусенца. Исключение из этого правила допускается только в отношении некоторых вставок для горячей калибровки поковок.

2. На вставке, как правило, располагают только один ручей.

3. Размеры ручьев надо взаимно увязать так, чтобы в окончательном ручье деформация, по возможности, шла осадкой, а не выдавливанием.

4. Для вставок с кривой линией разъема необходимо предусмотреть на наружных боковых гранях прострожку лысок глубиной 1,5—3,0 мм с наименьшей шириной 5—10 мм, как показано на рис. 62. Это необходимо для избежания зарубки рядом стоящей вставки при горизонтальной регулировке.

5. На вставках без толкателей необходимо предусмотреть гнезда для свободного движения выталкивателей блока.

Расположение и диаметр гнезд должны быть такими, чтобы при любой регулировке вставок не могло быть помех (рис. 62).

6. На каждой половинке вставки должно быть по два транспортировочных отверстия. Для того чтобы они не мешали возобновлению фигур при капитальном ремонте вставок, их рас-

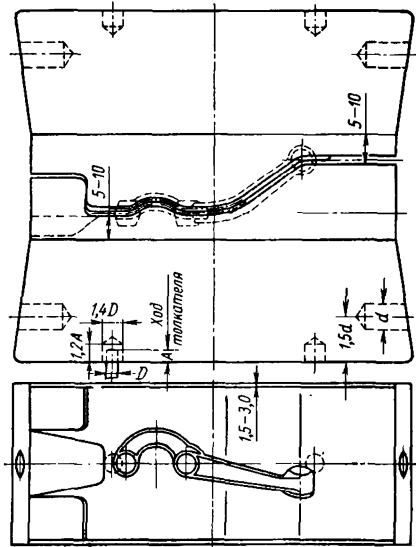


Рис. 62. Вставка для поковок с кривой линией разъема

полагают ближе к опорным плоскостям (рис. 62). Диаметры отверстий во всех вставках рекомендуется делать одинаковыми.

Для некоторых вставок, особенно предназначенных для штамповки выдавливанием, предусматривают охлаждение водой, циркулирующей в специальных каналах (см. далее рис. 108).

### Газоотводящие каналы

Для выхода газов в атмосферу на дне глубоких полостей ручьев необходимо предусматривать газоотводящие каналы, диаметр которых не следует делать более 1,2—1,5 мм, иначе в них будет затекать металл.

Если дно глубокой выемки в штампе полукруглой формы, то достаточно

просверлить одно отверстие на дне выемки. В тех случаях, когда дно глубокой выемки плоское, отверстия сверлят у каждого конца выемки возможно ближе к вертикальной стенке. Для упрощения изготовления газоотводящих каналов отверстия диаметром 1,2—1,5 мм сверлят только

выми канавками радиусом 0,75 мм. Это значительно упрощает изготовление газоотводящих каналов и одновременно позволяет увеличить количество восстановлений изношенных фигур. Часто практикуют изготовление канавок  $R\ 0,8 \div R\ 1,2$  мм на толкателях ручьев (см. далее рис. 98).

Во вставках прошивных пуансонах иногда также делают отверстие диаметром 1,5 мм для отвода газов.

### Толкатели во вставках

При любом конструктивном оформлении выталкивающего механизма общий принцип его работы заключается в том, что выталкиватель блока воздействует в момент выталкивания на толкатель, расположенный в ручье, а последний уже действует на какой-то элемент поковки. В исходное положение толкатель возвращается обычно пружиной (рис. 59). Крупногабаритные толкатели в нижних вставках в исходное положение могут возвращаться под действием собственного веса.

В зависимости от формы поковки и вероятности ее застревания, толкатели устанавливают для выталкивания поковки из верхней или нижней вставки или из обеих вставок одновременно. При выборе типа толкателя и места на поковке, на которое он будет воздействовать, необходимо учитывать ряд моментов, существенно влияющих на процесс выталкивания. Выталкивание поковки можно производить действием толкателя на заусенец, на внутренний заусенец (перемычку под прошивку) и, наконец, на различные места самой поковки.

Выталкивание поковки действием на заусенец рекомендуется осуществлять только при наличии участков с широким заусенцем, когда отверстие под толкатель можно сверлить в стороне от стенки полости ручья.

Выталкивание поковки воздействием на перемычку дает хорошие результаты при наличии перемычки с магазином (см. стр. 53 рис. 87).

Не следует помещать толкатели, действующие на перемычку, внутри прошивного пуансона. Обычно такие пуансоны воспринимают большие на-

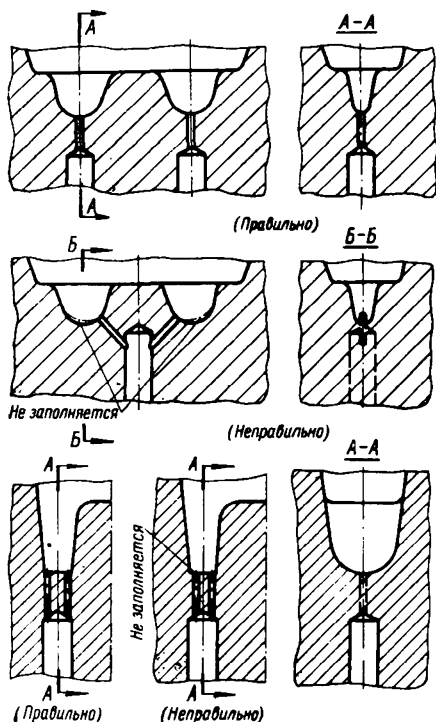


Рис. 63. Расположение газоотводящих каналов

на глубину 15—20 мм, а с обратной стороны вставки засверливают отверстие диаметром 8—15 мм. На рис. 63 показано правильное и неправильное расположение газоотводящих каналов. Для сообщения газоотводящих отверстий с атмосферой на опорной поверхности вставки фрезеруют канавку глубиной 5—6 мм, пересекающую все отверстия.

Иногда вместо сверления отверстий целесообразно вставлять глухие пробки с четырьмя фрезерованными доле-

грузки, отчего отверстие для толкателя может исказиться и он заклинит. В таких случаях рекомендуется, если уклон на прошивном пуансоне более  $7^\circ$ , использовать пуансон как толкатель (см. далее рис. 97).

Толкатели, действующие непосредственно на поковку, необходимо рас-

поковки, имеющие форму тонкостенных высоких стаканов с малыми штамповочными уклонами, рекомендуется выталкивать кольцевым толкателем, воздействуя на торец поковки.

На рис. 64 изображена вставка для штамповки вилок. Выталкивание по-

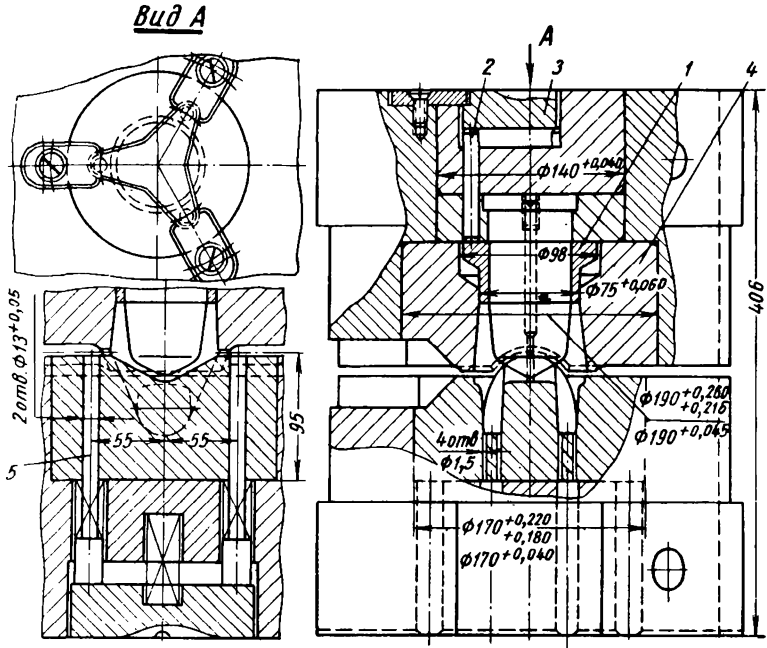


Рис. 64. Ручьевая вставка с кольцевым толкателем

полагать так, чтобы место их воздействия на поковку было возможно ближе к участкам, где наиболее вероятно застревание поковки в ручье, например у бобышек, выступов, ребер. Не следует располагать толкатели против тех участков поковки, которые являются базовыми поверхностями при дальнейшей механической обработке.

Во избежание вмятины или выступающего отпечатка от толкателя на поверхности поковки рекомендуется толкатель изготовлять на 0,5—1 мм выше расчетной высоты, чтобы после сборки вставок в блоке выступающую часть его зачистить заподлицо с поверхностью ручья.

поковки из верхней вставки производится кольцом 1, которое приводится в движение от траверсы 3 посредством двух штифтов 2. Кольцо 1 выполнено с буртиком, препятствующим его выпадению из верхней рабочей державки 4. В исходное положение кольцо возвращается под давлением металла при штамповке следующей заготовки.

Выталкивание поковок из нижней вставки производится двумя выталкивателями 5, действующими на заусенец.

Для удобства захвата поковок клещами за заусенец во всех вставках независимо от наличия или отсутствия толкателя необходимо делать выемки, аналогичные выемкам, применяемым

в молотовых штампах, но только с несколько другими размерами (рис. 65).

Наиболее распространенный тип толкателей приведен на рис. 66. Толка-

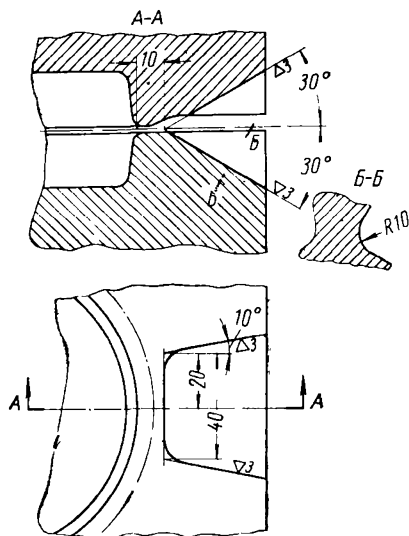


Рис. 65. Конструкция выемки для захвата поковки клещами

тель 1 в нерабочем положении упирается в подкладную плиту 2, рабочее движение толкателю

сообщает выталкиватель 3.

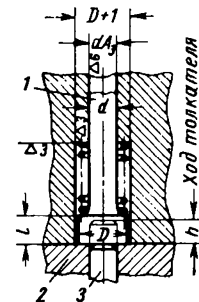


Рис. 66. Толкатель в ручье

Диаметр головки  $D$  принимают равным  $(1,4 \div 1,5) d$ , а высоту  $l = (0,5 \div 0,8) d$ . Отверстия с толкателями во вставках следует сопрягать по ходовой посадке.

Если необходимое расположение толкателей не совпадает с расположением толкателей у блоков, то передачу рабочих движений толкателям осуществляют через траверсы. Последние монтируют с опорной стороны вставки и удерживают от выпадения при транспортировке вставок с помощью двух винтов (см. далее рис. 98).

### Построение окончательного ручья

При проектировании окончательного ручья большое значение имеет правильно выбранный размер заусенца.

Поскольку необходимо, чтобы плоскости разреза штампов при штамповке на прессах не соприкасались, зазор между ними обуславливает толщину заусенца.

В табл. 10 приведена нормаль для определения размеров канавки для заусенца. В нормали предусмотрено четыре типа канавок.

Тип I — основной. Магазин канавки полностью открыт с одной стороны.

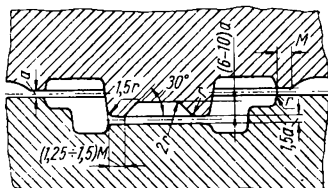


Рис. 67. Наметка с магазином

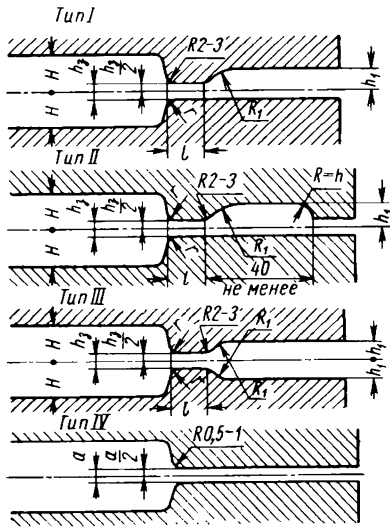
Тип II — магазин канавки полузакрыт; применяется для уменьшения механической обработки, если кромок ручья отделена от края вставки.

Тип III — с двусторонним открытым магазином; употребляется на участках ручья, где выдавливается в заусенец значительное количество избыточного металла.

Так как нижняя половина штампа прогревается быстрее верхней, то для увеличения стойкости желательнее мостик располагать в верхней половине вставки.

При штамповке поковки избыточный металл, вытекающий в заусенец, изгибается в сторону мостика. Поэтому располагать мостик в окончательном

## 10. Канавки для заусенца



Размеры в мм

Давление пресса в т	$h_3$	$a$	$l$	$h_1$	$R_1$	При $H$	$r$
630	1—1,5	0,6—1,0	4—5	5	15	1—3	0,5
1000	1,5—2,0	1,0—1,5	4—6	6	15	3—8	1,0
1600	2,0—2,5	1,2—1,6	5—6	6	20	8—20	1,5
2000	2,5—3,0	1,4—1,8	6	6—8	20	20—30	2,0
2500	2,5—3,0	1,6—2,0	6	6—8	20	30—60	3,0
3150—4000	3,5—4,0	2,0—2,5	6—8	8	25	60—80	3,5—4,0
5000—6300	4,5—5,0	3,0—3,5	8—12	9—12	30	Св 80	5—6

ручье надо с той стороны, с которой на поковку будет нажимать пуансон обрезного штампа.

Тип IV — канавка представляет собой гладкий зазор; применяется во вставках, предназначенных для горячей калибровки.

В табл. 10 приведены также значения радиусов закругления кромок фигуры Ручья в зависимости от глубины полости фигуры  $H$ . Если глубина  $H$  в различных местах фигуры отличается мало, то радиус закругления кромок выбирают по средней глубине, если же есть участки со значительной разницей по глубине, то эти участки оговариваются на чертеже штампа особо.

При наличии в поковке трудно оформляемых участков рекомендуется

применить в ручье «зоны торможения» вытекания избыточного металла. Зоны торможения можно выполнить в двух вариантах: 1) сделать на участке, где заполнение ручья происходит с трудом, ширину мостика  $l$  на 50—70% больше нормальных; 2) уменьшить на этом же участке толщину мостика  $h_3$  на 40—50%. Первый вариант, как более простой, применяют чаще.

При наметке в поковке отверстий возникает опасность образования зажимов или складок в месте перехода от перемычки к телу поковки. Во избежание этого следует в окончательной вставке выполнять наметку с магазином (рис. 67). Внутренний мостик должен быть на 50% толще наружного для того, чтобы он не препятствовал

настройке штампа. Располагают его так же, как и наружный, с учетом того, что перемычка выпучивается в сторону мостика.

### Построение предварительного ручья

Желательно, чтобы в результате обработки заготовки в предварительном ручье заполнение полости окончательного ручья происходило путем осадки, а не выдавливания. Для этого необходимо, чтобы заготовка, полученная из предварительного ручья, хорошо укладывалась на дно полости оконча-

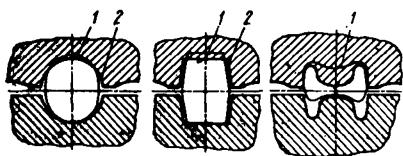


Рис. 68. Согласование сечений ручьев: 1 — предварительный; 2 — окончательный

тельного ручья. Для выполнения указанного условия полость предварительного ручья в каждом сечении делают по горизонтальным размерам на уровне плоскости разъема штампов несколько уже, чем в окончательном ручье. Для создания же необходимого избытка металла при заполнении окончательного ручья глубину полости у предварительного ручья делают несколько больше, чем у окончательного. Этот излишек металла обеспечивает хорошее заполнение полости окончательного ручья и выдавливается в заусенец. Для мелких поковок, площадь поперечного сечения которых незначительна, размеры фигуры предварительного ручья задают такие же, как и у окончательного.

На рис. 68 показаны целесообразные формы сечений предварительного ручья в зависимости от сечений окончательного ручья.

При штамповке поковок вильчатой формы в предварительном ручье предусматривают рассекатель, как и при штамповке на молоте, а в окончательном ручье — канавку, куда вытекает избыточный металл.

В предварительных ручьях, если процесс заполнения полости проте-

кает осадкой с незначительным количеством избыточного металла, канавку для заусенца с магазином делать не обязательно (зазор необходим во всех случаях).

При штамповке поковок выдавливанием, когда есть гарантия заполнения ручья, для облегчения условий работы пресса и штампа в предварительных ручьях обязательно нужно предусмотреть мостик. Ширину мостика делают больше, чем у окончательного ручья. Толщину заусенца в предварительных ручьях нужно принимать на 50—70% больше, чем в окончательном. Установка зазора ведется по вставке окончательного ручья.

## ПРИМЕРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

### Группа I — поковки удлиненной формы

#### Подгруппа I

1. При штамповке мелких поковок в один переход применяют многоступенчатую штамповку. При этом заготовки режут с расчетом штамповки их в два приема с поворотом на  $180^\circ$ , нагревая каждый конец заготовки отдельно.

Типовым примером такой штамповки может служить поковка проушины (рис. 69, а). С целью использования габарита вставки на последней расположены три ручья с окончательными размерами.

2. Если в средней части сдвоенной поковки сечение несколько меньше, чем в крайних частях, вводят ручей для пережима средней части исходной заготовки.

Изготовление поковки наконечника (рис. 70) осуществляют в два перехода. В пережимном ручье (рис. 71) за счет пережима средней части заготовки осуществляют ее удлинение.

В местах, где надо получить наименьшее сечение, предусмотрено образование заусенца толщиной 1,5 мм, чтобы препятствовать вытеканию металла в стороны.

Окончательная штамповка осуществляется на вставке, изображенной на рис. 72. Выталкивание поковок





производится двумя толкателями через траверсу из нижней половинки вставки в местах, где наибольшая вероятность застревания поковок.

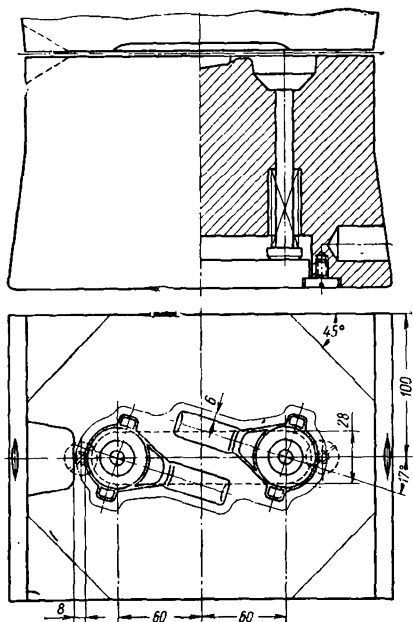


Рис. 72. Вставка окончательного ручья для штамповки наконечников

Для предохранения мостика от разрушения при настройке штампа на углах лицевой плоскости вставки предусмотрены выступы.

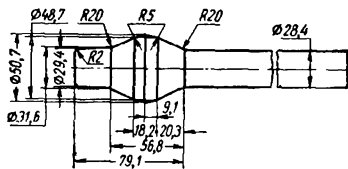


Рис. 73. Высаженная на горизонтально-ковочной машине заготовка вала сошки

3. Типовым примером штамповки на двух агрегатах может служить изготовление вала сошки рулевого управления.

Высаженная на горизонтально-ковочной машине заготовка (рис. 73) штам-

пуется в предварительном (рис. 74) и окончательном (рис. 75) ручьях.

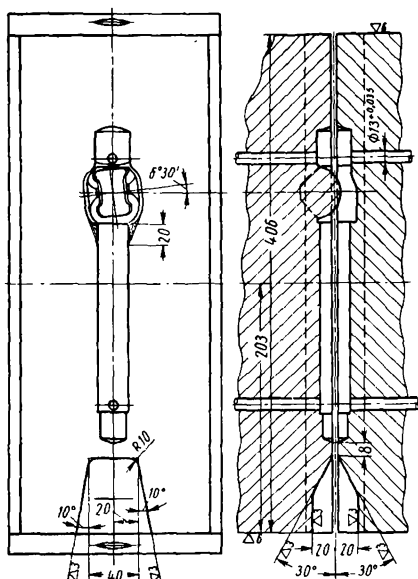


Рис. 74. Вставка предварительного ручья

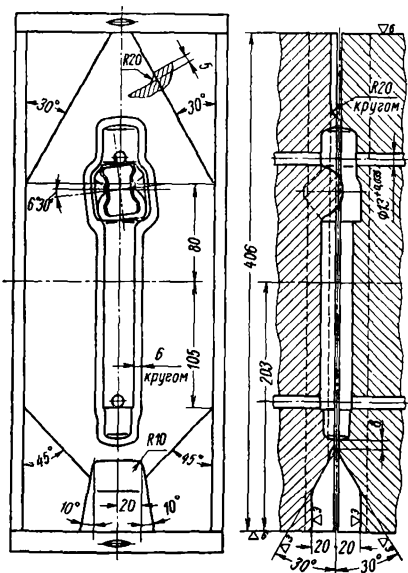


Рис. 75. Вставка окончательного ручья









В данном случае представляется возможным обойтись без предварительно-заготовительного ручья.

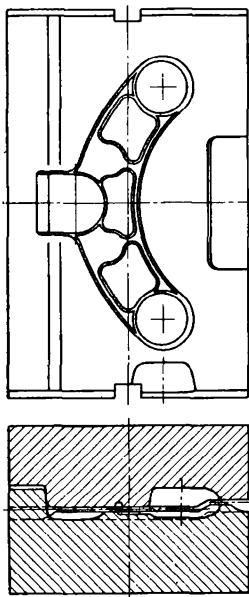


Рис. 85. Вставка окончательного ручья

#### Подгруппа 4

Штамповка вилки кардана осуществляется в два перехода. Для лучшего заполнения предварительного ручья (рис. 86) в зоне вилки выполнен рас-

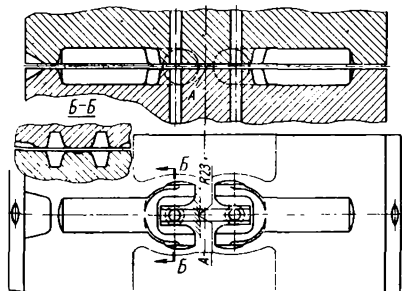


Рис. 86. Вставка предварительного ручья

катель. Окончательная штамповка вилки производится на вставке (рис.87). В зоне вилки предусмотрен магазин, куда свободно вытекает избыточный металл. Выталкивание поковок

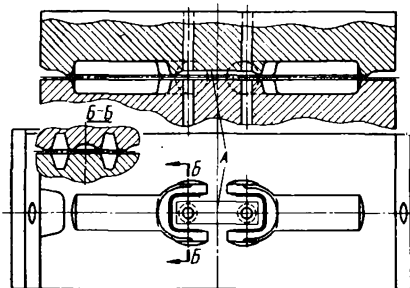


Рис. 87. Вставка окончательного ручья

как из предварительного, так и из окончательного ручьев производится четырьмя толкателями, действующими на заусенец в зоне вилки через траверсы.

#### Подгруппа 5

Коленчатый вал с противовесами штампуют в три перехода. Во вставке первого перехода (рис. 88) производится пережим хвостовой части заготовки с некоторым удлинением.

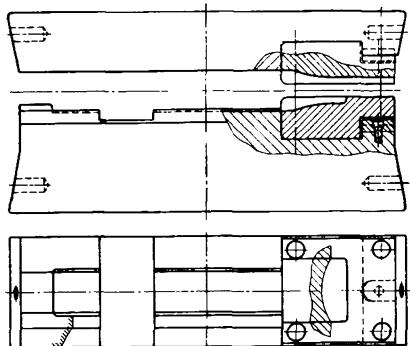
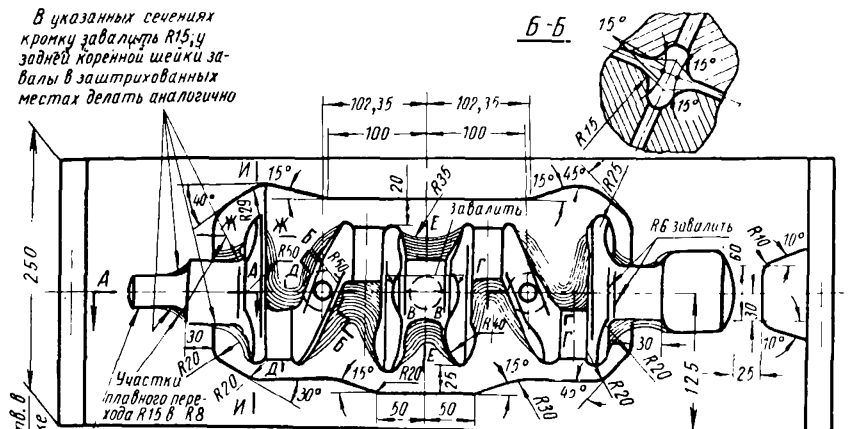
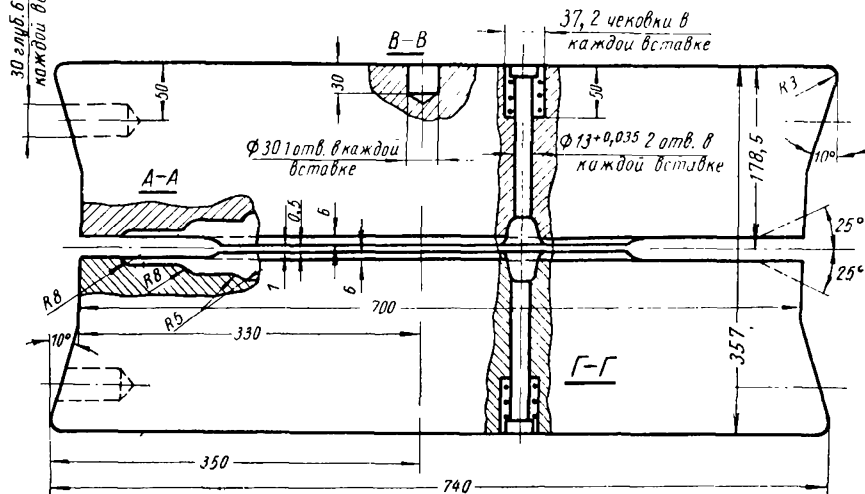


Рис. 88 Вставка пережимного ручья

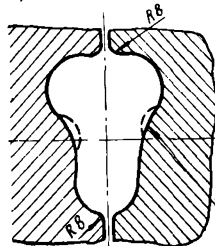
В указанных сечениях  
кромку завальцы  $R15$ ; у  
задней коренной шейки за-  
валы в заштрихованных  
местах делать аналогично



Кромки ручья завальцы  $R8$ ,  
кроме мест, указанных осью



**И-И**  
Для всех шеек с  
противовесами



**Д-Д**  
Для всех шатунных  
шеек

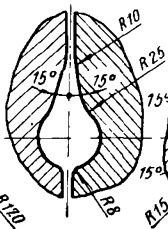


Рис. 89. Вставка предварительного ручья

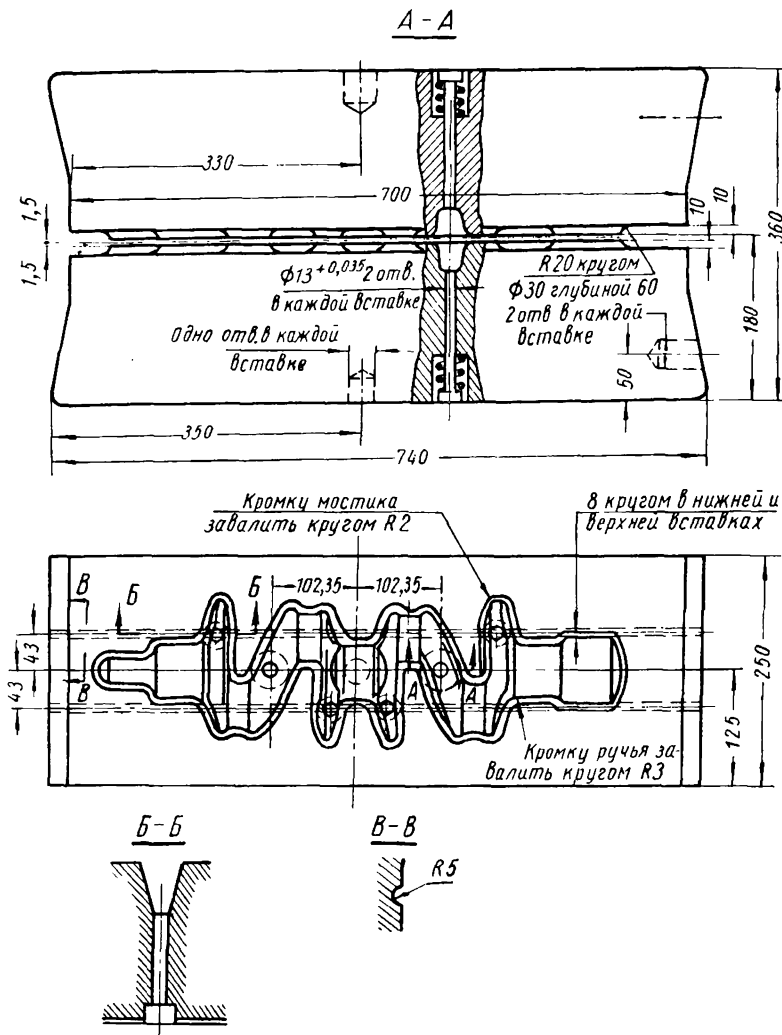


Рис. 90. Вставка окончательного ручья



Предварительная штамповка осуществляется на вставке (рис. 89). В отличие от окончательной вставки в зоне противовесов предусмотрен широкий мостик и значительные скругления, способствующие течению металла в сторону противовесов.

Полное заполнение противовесов происходит в окончательной вставке, за счет запаса металла, образовавшегося между щеками и противовесами в предварительном ручье.

Для более четкого заполнения противовесов в окончательной вставке (рис. 90) выполнены воздушные отверстия. Так как в глубокой части формы очень трудно сверлить отверстия требуемого диаметра, то здесь они сделаны в виде четырех канавок у каждой из пробок, запрессованных со стороны опорной плоскости вставки (сечение Б--Б).

Выталкивание поковок осуществляется из нижних и верхних половинок вставок толкателями, действующими на щеки вала.

### Группа II — поковки круглые в плане или близкие к этой форме

Поковки, штампуемые в открытых штампах

1. Штамповка поковки ступицы (рис. 91) производится из заготовки диаметром 32 мм осадкой в один пере-

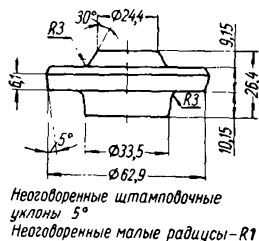


Рис. 91. Чертеж горячей поковки ступицы

ход. После штамповки вокруг поковки образуется небольшой равномерный заусенец.

Для удобства фиксации поковки в обрезной матрице линия разреза выбрана несколько выше середины ступицы.

Цилиндрический вкладыш (рис. 54) монтируется в стандартный призматический корпус. Выталкивание поковок осуществляется только из нижней половинки вставки толкателем, с широко развитой опорной поверхностью у основания.

2. На рис. 92, а показана поковка другой ступицы, которую штампуют

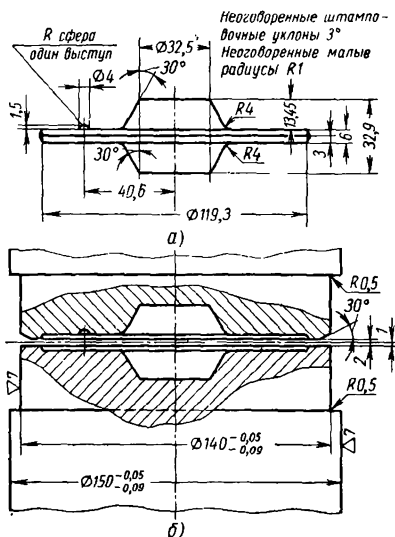


Рис. 92. Поковка ступицы: а — чертеж поковки; б — вставка для штамповки

с предварительной осадкой заготовки на гладких вставках до высоты 30—32 мм.

Цилиндрическую вставку окончательного ручья (рис. 92, б) монтируют также в призматический корпус (на чертеже не показан).

3. Поковку фланца (рис. 93) штампуют в трех ручьях. В первом ручье на гладких вставках производят осадку исходной заготовки диаметром 60 мм и длиной 125 мм до высоты 75 мм. Заготовка получает диаметр, обеспечивающий хорошую фиксацию в нижней половинке предварительно-заго-

товительного ручья. В последнем (рис. 94) заготовке придается форма, близкая к форме окончательной поковки, но нижняя часть бобышки полностью не заполняется. Заполне-

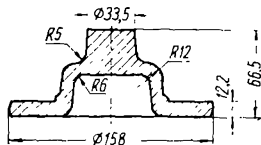


Рис. 93. Чертеж поковки фланца

ние происходит в окончательном ручье (рис. 95) за счет впадины в верхней части поковки.

Удаление поковки из предварительного ручья производится толкателем

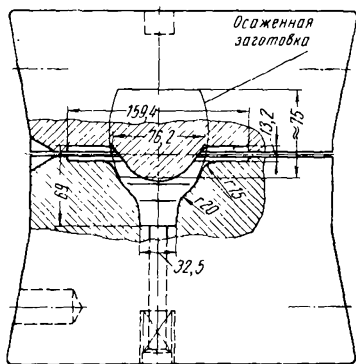


Рис. 94. Вставка предварительного ручья

только из нижней половинки вставки, а в окончательном ручье — из обеих половинок вставки.

4. Вилку (рис. 96) штампуют также в три перехода. В первом переходе на гладких вставках исходную заготовку осаживают до высоты 70 мм.

Предварительная штамповка производится в ручье (рис. 97). В нижний корпус 1 на горячей посадке вмонтирован вкладыш 2, в фигуре которого предусмотрена фиксационная выемка для надежной установки осаженной заготовки. В верхнем корпусе 3 уста-

новлен на скользящей посадке вкладыш 4, положение которого фикси-

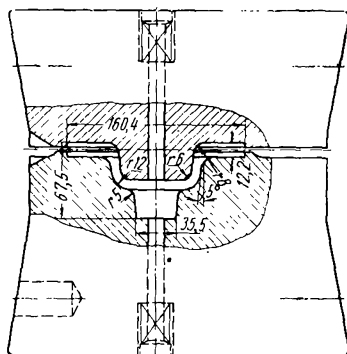


Рис. 95. Вставка окончательного ручья

руется шпонкой 5. Прошивень 6 может перемещаться под воздействием вы-

*На этом участке коническая поверхность плавным переходом сопрягается с линией разреза*

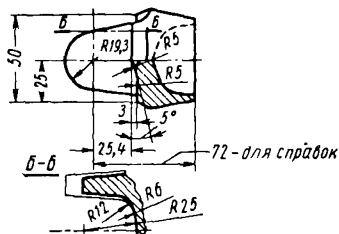
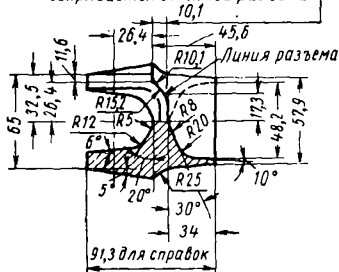


Рис. 96. Чертеж горячей поковки вилки

талкивателя, осуществляя выталкивание из верхней половинки вставки.

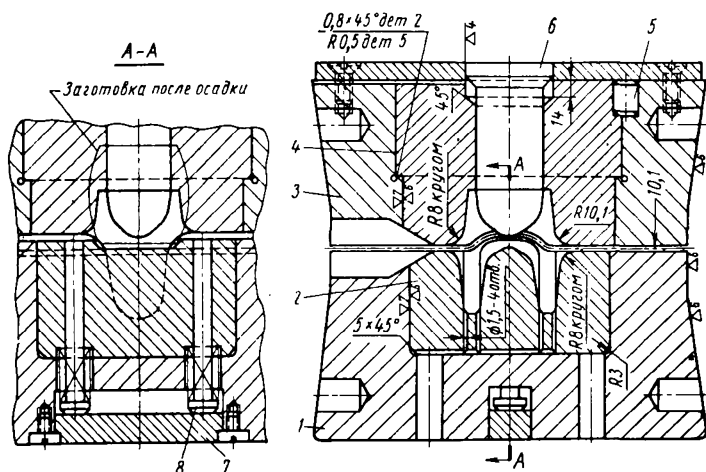


Рис. 97. Вставка предварительного ручья

Так как ушки заполняются неполностью, выталкивание поковок из нижней половинки вставки осуществляется через траверсу 7 и два толкателя 8 на заусенец.

Для лучшего заполнения ушков фигура ручья сделана с плавными скруглениями в виде рассекателя. Прошивень также сделан обтекаемой формы; одновременно несколько увеличены объемы отдельных сечений.

При штамповке в окончательном ручье (рис. 98) поковка получает четкое оформление за счет созданных запасов металла. Выталкивание поковки из этого ручья осуществляется двумя толкателями непосредственно на ушки поковки. Как в предварительном, так и в окончательном ручьях предусмотрены газоотводящие каналы. При этом в окончательном ручье они выполнены в виде канавок на цилиндрической поверхности толкателей.

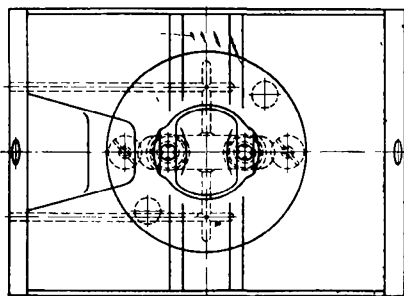
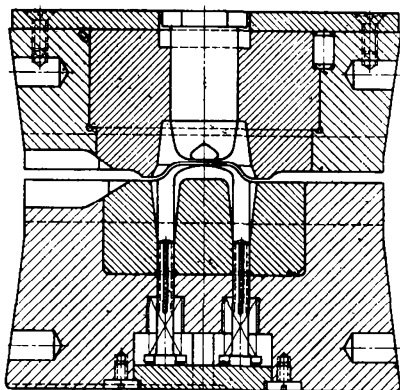


Рис. 98. Вставка окончательного ручья

#### Поковки, штампуемые в закрытых штампах

Штамповку ряда круглых в плане поковок можно производить в закрытых штампах с применением буферных устройств противодавления, обеспечивающих компенсацию колебаний объема заготовки.

Буферное устройство (рис. 99), устанавливаемое в нижнюю плиту, состоит из набора тарельчатых пружин 1 с наружным диаметром 280 мм и внутренним 122 мм при толщине каждого диска 16 мм, действующих на оправку 3. Предварительная за-

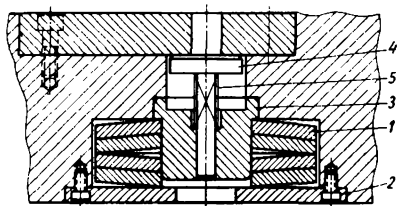


Рис. 99. Блок с нижним противодействующим устройством

тяжка набора пружин производится с помощью крышки 2 шестью болтами.

В отверстии оправки расположен толкатель 4, на который действует пружина 5.

Для передачи усилия буфера на заготовку во вставках окончательного ручья предусматривают выталкиватели: кольцевой (рис. 100) для толстостенных поковок и цилиндрический (рис. 101) для тонкостенных.

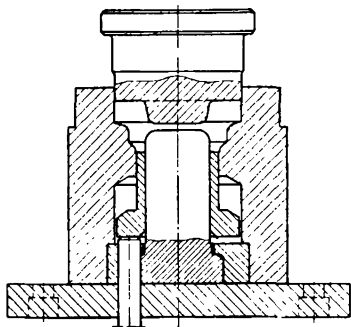


Рис. 100. Вставка с кольцевым выталкивателем

Противодавление на выталкиватели передается через шпильки: три у кольцевого выталкивателя (см. рис. 100) и одну у цилиндрического (см. рис. 101).

Размеры окончательного ручья выталкивателя и шпильки подбирают так, чтобы в начале штамповки осаженной заготовки плоскость верхнего торца выталкивателя располагалась на 2—4 мм выше, чем в конце.

Металл, затекающий в нижнюю часть ручья под действием пуансона, произ-

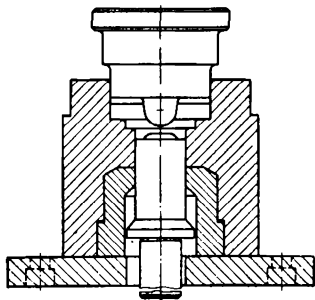


Рис. 101. Вставка с цилиндрическим выталкивателем

водит давление на выталкиватель, которое передается на пружинный буфер противодействующего устройства и вызывает упругое сжатие пружин на ту же величину (2—4 мм). Возникающее при этом противодействие буфера оказывает сопротивление дальнейшему течению металла в полость ручья, способствуя тем самым распределению ме-

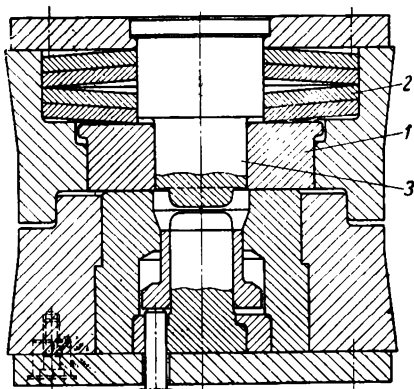


Рис. 102. Вставка с верхним прижимным устройством

талла по всему объему ручья и заполнению его углов.

При окончании формообразования избыточный металл выдавливается в подвижную часть штампа, производя дальнейшее сжатие буфера.

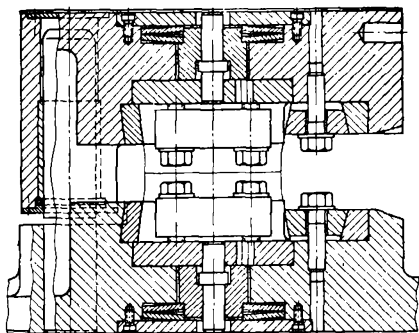


Рис. 103. Блок с двойным противодействующим устройством

Широкое распространение получили также штампы с противодействием и с верхним прижимным устройством (рис. 102). Прижимное кольцо 1 под действием усилия набора тарельчатых

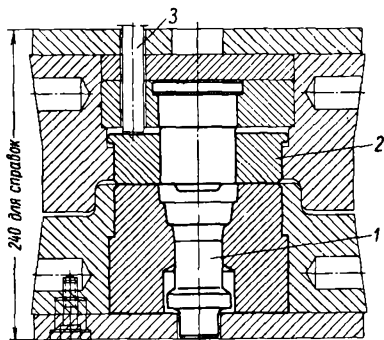


Рис. 104. Вставка для закрытой штамповки в блоке с двойным противодействующим устройством

пружин 2 замыкает полость. При этом процесс формоизменения заканчивается без погружения пуансона 3 в матрицу. Образующийся между прижимным кольцом и матрицей небольшой заусенец удаляют при механической обработке.

Для упрощения конструкций вставок можно применить блок с двойным устройством противодействия (рис. 103).

На рис. 104 изображена упрощенная вставка для штамповки с противодействием в закрытом штампе с прижимным устройством.

Толкатель 1 сообщается с нижними тарельчатыми пружинами блока, а прижим 2 через три шпильки 3 — с верхними.

### Группа III — поковки типа стержня с утолщением

Штамповка шарового пальца (см. рис. 25, а) осуществляется за один ход пресса в штампе, изображенном на рис. 105.

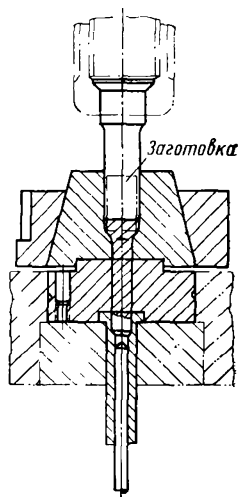


Рис. 105. Штамп для выдавливания шарового пальца

Конструкция основного инструмента приведена на рис. 106. Зазор между пуансоном и матрицей выполняют очень малым для предотвращения образования на поковке торцовых заусенцев. Такой же малый зазор делают почти во всех штампах для получения поковок выдавливанием.

Эксцентриковую шпильку изготовляют в штампе, изображенном на

рис. 107. Для обеспечения точности относительного расположения матри-

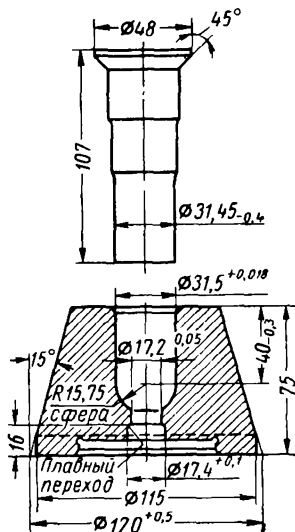


Рис. 106. Пуансон и матрица для выдавливания шарового пальца

цы 1 и вкладыша 2 служит шпонка 3, закрепленная винтом 4.

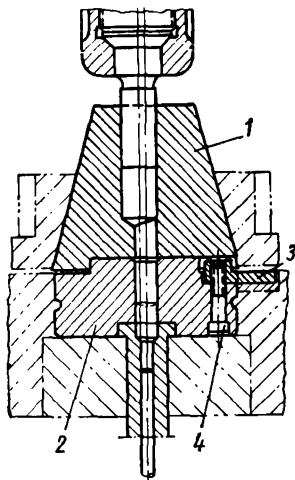


Рис. 107. Штамп для выдавливания эксцентриковой шпильки

Приведенные выше штампы закрепляют в блоке для изготовления клапанов (рис. 108), который устанавливают на горячештамповочный пресс, с пневматическим выталкивающим устройством.

Штамп, изображенный на рис. 108, сконструирован с учетом возможности механизации процесса штамповки.

Вертикальное положение пуансонов первого 22 и второго 29 переходов регулируют клином 9. Толкатели приводятся в движение от пневматического цилиндра, установленного в прямке пресса. Циркулирующая в каналах колец 17 жидкость охлаждает матрицы 16 и 23 и конец выдавливаемого стержня. Пневматический выталкиватель (рис. 109) позволяет осуществить плавное выталкивание поковки, причем величину хода толкания и скорость выталкивания можно регулировать.

Поршень пневматического цилиндра приводит в движение шток 14, который с помощью траверсы 3 поднимает или опускает трубчатые стержни 9. При подъеме трубчатого стержня 9 закрепленная в нем чека 18 входит в паз втулки 10 и нажимает на выталкиватель 11.

На рис. 110 и 111 показаны пуансон и матрица соответственно для первого и второго переходов штамповки клапана выдавливанием.

Штамповка выдавливанием ведущей шестерни (рис. 112) осуществляется в два перехода. На рис. 113 показана вставка ручья для выдавливания, а на рис. 114 — окончательного ручья открытого типа.

Примером процесса обратного выдавливания может служить процесс получения поковки (рис. 115, а) с весьма тонким стержнем (материал — сталь 3Х2В8). Перед началом штамповки матрица 1 под действием пружин 2 занимает верхнее крайнее положение, упираясь в обойму 3. В матрице образуется полость, в которую закладывают заготовку диаметром 14 мм. При рабочем ходе передняя коническая часть пуансона 4 входит в соответствующую коническую полость матрицы 1 и двигает ее вниз. При этом металл выдавливается в рабочий канал пуансона. На рабочем

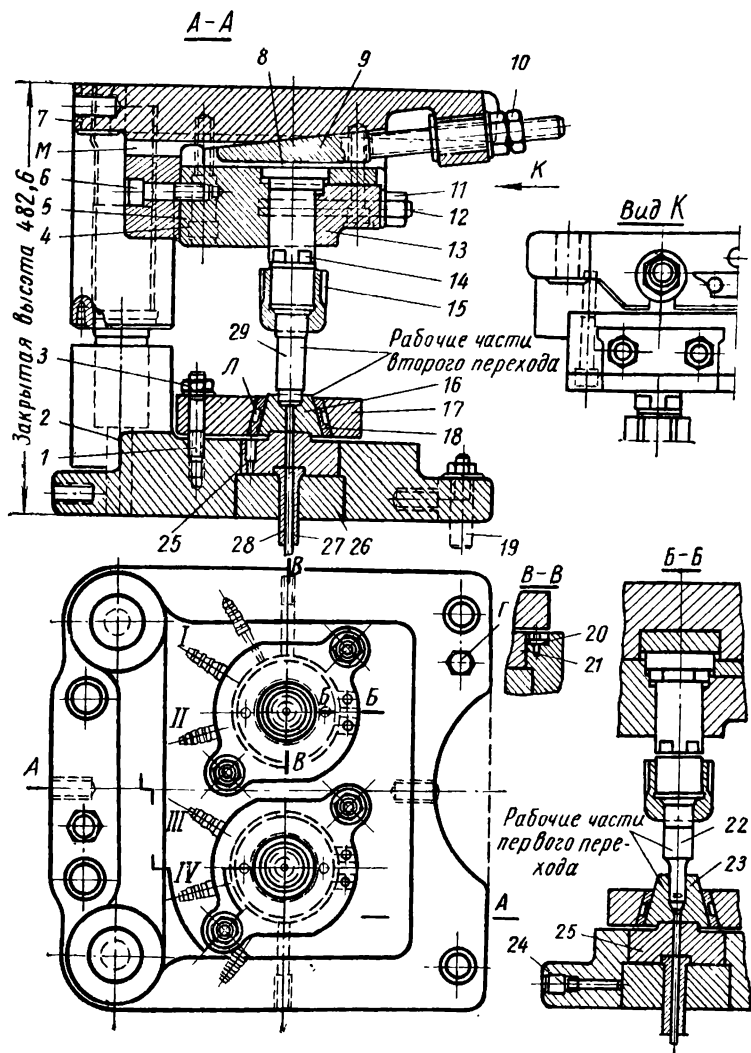


Рис. 108. Штамп для выдавливания поковки клапана: 1 и 12 — шпильки; 2 — нижний башмак; 3, 10 и 11 — гайка; 4 и 6 — винты; 5 — державка пуансонов; 7 — верхняя плита; 8 — прокладка; 9 — клин; 13 — зажимная накладка; 14 — пуансонодержатель; 15 — гайка специальная; 16 — матрица окончательного перехода; 17 — зажимное кольцо; 18 — водяная рубашка; 19 — фиксационная шпилька; 20 — фиксационный сухарь; 21 — стакан направляющий; 22 — пуансон первого перехода; 23 — матрица первого перехода; 24 — болт стопорный; 25 — направляющий стакан; 26 — опорная шайба; 27 — выталкивающая шпилька; 28 — направляющая втулка шпильки; 29 — пуансон окончательного перехода

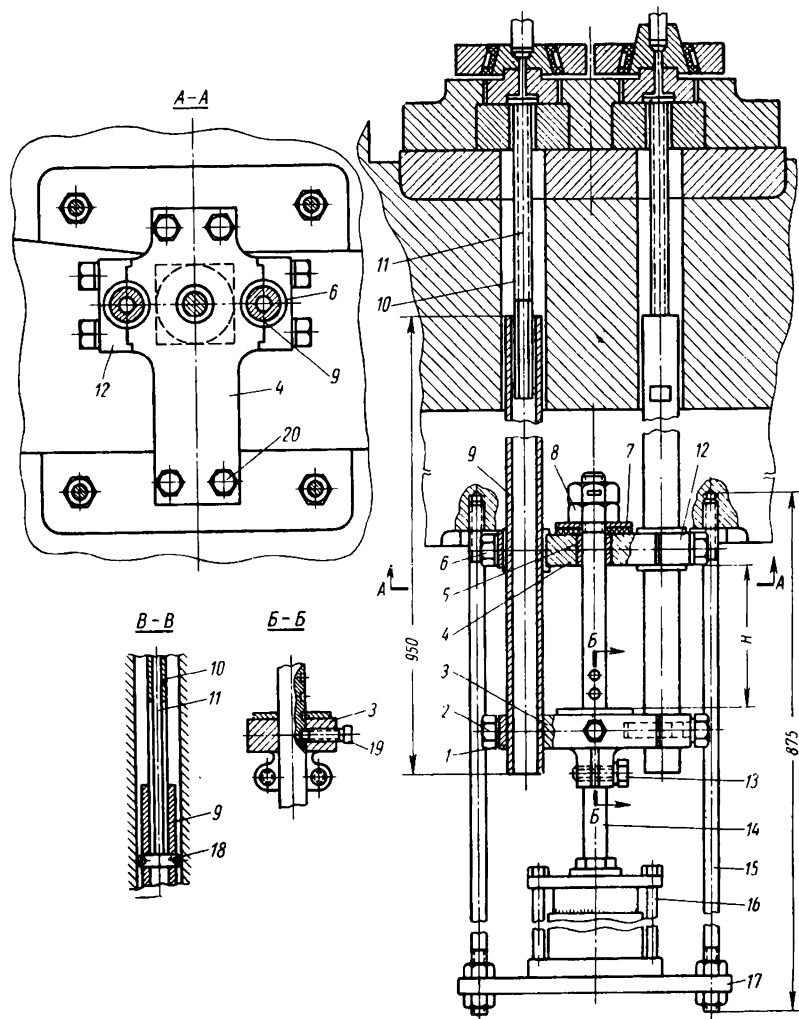


Рис. 109. Пневматический выталкиватель: 1 — зажим нижний; 2, 6, 13 и 20 — болты; 3 — подвижная траверса; 4 — неподвижная траверса; 5 — втулка; 7 — шайба; 8 — гайка; 9 — трубка; 10 — направляющая втулка шпильки; 11 — выталкивающая шпилька; 12 — верхний зажим; 14 — шток; 15 — тяга; 16 — тяга воздушного цилиндра; 17 — опора воздушного цилиндра; 18 — чека; 19 — фиксационный болт



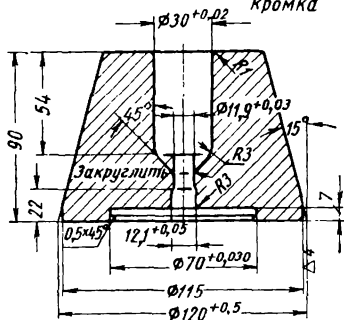
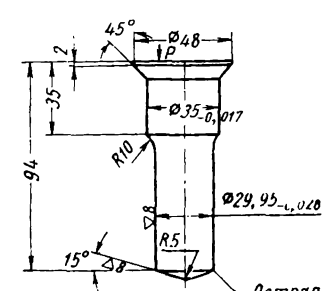


Рис. 110. Пуансон и матрица предварительного перехода

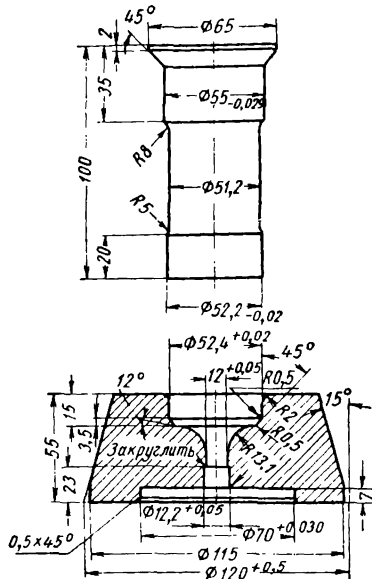


Рис. 111. Пуансон и матрица окончательного перехода

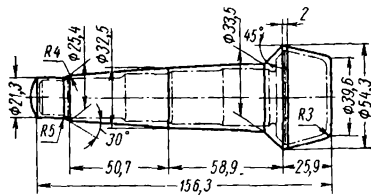


Рис. 112. Чертеж горячей поковки ведущей шестерни

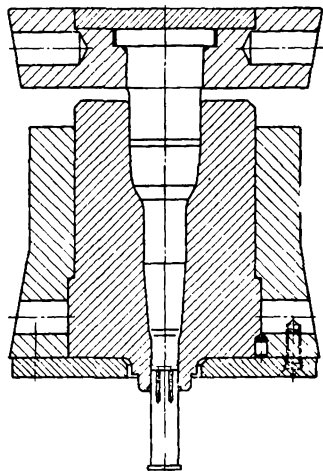


Рис. 113. Вставка предварительного ручья

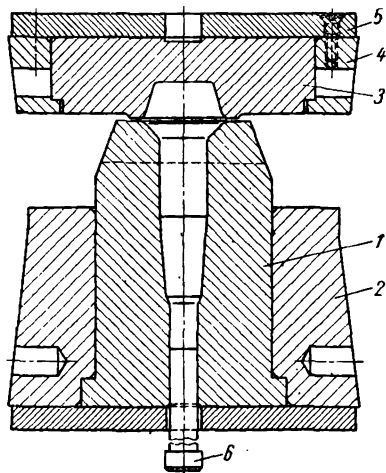


Рис. 114. Вставка окончательного ручья: 1 — матрица; 2 — державка матрицы; 3 — формующий пуансон; 4 — державка пуансона; 5 — подкладка; 6 — выталкиватель

участке полости матрицы выполнен обратный конус  $30'$ , вследствие чего поковка задерживается в матрице и тем самым отпадает необходимость

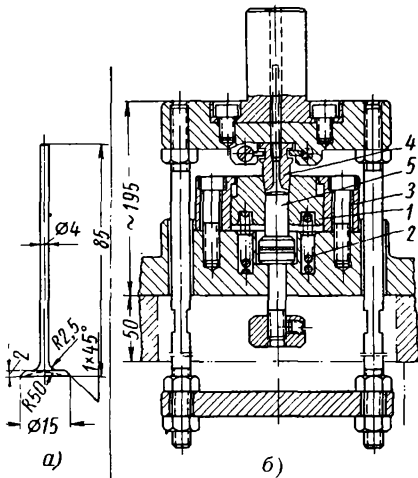


Рис. 115. Штамп для изготовления поковки штока обратным выдавливанием в один переход: а — поковка; б — штамп

применения верхнего толкателя. При обратном ходе ползуна прессы толкатель 5, проталкивая поковку через обратный конус, выдает ее из матрицы.

#### ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Бабенко В. А. и др. Альбом кузнечных штампов. М., «Машиностроение», 1965.
2. Брюханов А. Н., Ребельский А. В. Горячая штамповка. Конструирование и расчет штампов М., Mashgiz, 1952.
3. Гуткин И. Е. Штамповка выдавливанием поворотного кулака автомобиля ГАЗ-63. «Кузнечно-штамповочное производство». 1961, № 3.

4. Залесский О. И. Штамповка выдавливанием. М., МДНТП, 1958.
5. Золотницкий В. А. Штамповка в закрытых штампах с противодавлением. ЦБТИ Мосгорсовнархоза. Вып. 95/м, 1963.
6. Козлов И. Н. и др. Штамповка выдавливанием. М., МДНТП, 1958.
7. Лебедев М. Г. и др. Штамповка шестерен с зубьями. М., МДНТП, 1958.
8. Лебедев М. Г., Смуров А. М. Изготовление конических шестерен с применением штамповки на прессах поковок с зубьями. «Технология автомобилестроения», 1961, № 6.
9. Мансуров А. М. Механизация и автоматизация в кузнечном производстве. М., «Машиностроение», 1965.
10. Мансуров А. М. Современные кузнечные цехи. М., Mashgiz, 1960.
11. Охрименко Я. М. Технология кузнечно-штамповочного производства. М., «Машиностроение», 1966.
12. Протопопов О. В., Кузнецов А. В. Штамповка поковок методом выдавливания в разъемных матрицах. Сб. «Опыт совершенствования технологии горячей штамповки на уральских заводах». Свердловск, 1964.
13. Ребельский А. В. Развитие процессов объемной горячей штамповки на кривошипных машинах. М. НИИТАвтопром, 1957.
14. Ребельский А. В. Основы проектирования процессов горячей объемной штамповки. М., «Машиностроение», 1965.
15. Ребельский А. В. и др. Штамповка выдавливанием. М., МДНТП, 1958.
16. Соколов Н. Я. Технологические варианты процессов горячей штамповки стержневых деталей выдавливанием. «Технология автомобилестроения», 1961, № 5.
17. Шапошников Д. Е. Штампы кривошипных ковочно-штамповочных прессов. М., Mashgiz, 1956.
18. Шапошников Д. Е. Изготовление поковок на горячековочных прессах. М., Mashgiz, 1962.
19. Штампы для объемной горячей штамповки на кривошипных ковочно-штамповочных прессах. Конструкция и исполнительные размеры. МН 4808-63—МН 4812-63.

## ШТАМПОВКА НА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРЕССАХ

## КЛАССИФИКАЦИЯ ПОКОВОК

Поковки, штампуемые на гидравлических прессах, в зависимости от их формы и технологических особенно-

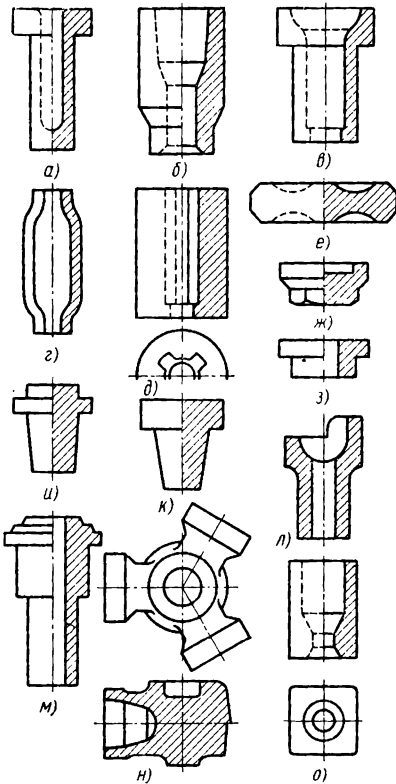


Рис. 1. Примеры поковок, штампуемых на гидравлических прессах

стей штамповки можно объединить в следующие три основные группы:

I — типа снарядных корпусов и головок, цилиндров двигателя, длинных втулок, муфт и т. д. с глубокими поло-

стями или сквозными отверстиями (рис. 1, а—д);

II — типа коротких чашек, втулок, диафрагм, дисков и т. д., сплошные или с небольшими полостями (рис. 1, е—к);

III — типа крестовин ступиц и сложных фасонных, полых и с углублениями деталей, а также крыльчатки, лопасти винтов, панели и другие крупногабаритные детали (рис. 1, л—о).

## ОСОБЕННОСТИ СОСТАВЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖА ПОКОВКИ

**Припуски и допуски.** Припуски при штамповке на прессах с передвижением подвижной поперечины по колоннам следует увеличивать на 50—75% по сравнению с припусками для поковок, штампуемых на горизонтально-ковочных машинах.

Допуски можно принять такими же, как при штамповке на горизонтально-ковочных машинах.

Для поковок I группы припуск по диаметру назначают большим, чем по длине, для учета смещения штампов (пуансона по отношению к матрице), приводящих к разностенности поковок.

Допускаемая разностенность для поковок I группы указана в табл. 1.

**Штамповочные уклоны** назначают в зависимости от наличия в прессе выгалкивающих приспособлений, глубины полостей, толщины стенок поковок (табл. 2). Уклоны наружных стенок назначают примерно вдвое меньше, чем внутренних (в пределах  $1-2^\circ$ ).

Уклон наружных стенок в поковках, получаемый закрытой прошивкой, можно полностью снять, применяя операцию протяжки.

Поковки, изготовляемые выдавливанием, также получают без штамповочных уклонов.

**1. Величина допускаемой разностенности для поковок I группы**

Размеры в мм (ориентировочно)

Диаметр <sup>1</sup>		Длина поковки	Величина разностенности	Диаметр <sup>1</sup>		Длина поковки	Величина разностенности
наружный	внутренний			наружный	внутренний		
85	50	300	3—4	275	195	1000	9—10
75	60			250	215		
115	75	350	3—4	300	220	1500	10—12
105	85			270	240		
135	90	525	4—5	350	270	2000	11—13
120	100			310	290		
165	105	600	5—6	400	300	3000	12—15
150	120			360	330		
195	130	700	6—7	500	380	4000	18—22
180	145			450	410		
220	160	800	7—8	600	440	5000	20—26
200	175			530	480		
250	170	900	8—9				
230	190						

<sup>1</sup> В числителе — поковки, в знаменателе — чистовой.

**Радиусы закруглений.** Размеры радиусов закруглений определяют, исходя из величины среднего припуска.

Нормальный ряд значений размеров радиусов закруглений следующий: 1; 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50 мм и далее через 10 мм.

Для увеличения радиусов закруглений в поковках с целью облегчения заполнения углов на краях чистовых деталей необходимо по возможности вводить фаски.

**2. Штамповочные уклоны в зависимости от конструкций штампов**

Конструкция штампа	Уклоны стенок в град	
	наружных	внутренних
Со съёмником . . . . .	1—3	3—5
Без съёмника . . . . .		5—7

Для мелких поковок можно принимать величины радиусов закруглений по табл. 3.

**3. Радиусы закруглений в зависимости от веса поковок**

Вес поковки в кг	Радиусы закруглений в мм	
	Нормальная точность	Повышенная точность
0,1—0,5	2,0	1,5
0,5—1	2,5	1,5
1—3	3,0	2,0
3—5	3,5	2,0
5—10	4,0	3,0
10—20	5,0	4,0
20—40	8,0	5,0
40—60	10,0	8,0

**ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ И ПРОЦЕССЫ**

Для штамповки на гидравлических прессах особо характерными являются следующие операции и процессы:

- 1) закрытая прошивка (прошивка в закрытой матрице);
- 2) протяжка через кольца или ролики;
- 3) комбинированная штамповка прошивкой и протяжкой (часто с применением закрытой осадки);
- 4) штамповка в открытом и закрытом штампах с цельными или разъемными матрицами;
- 5) штамповка выдавливанием.

В качестве исходного металла при штамповке на гидравлических прессах применяют прокат, предварительно откованную или литую заготовку, а также слиток.

Для получения поковок сложных форм особенно пригодна штамповка в закрытых штампах с разъемными матрицами.

З а к р ы т а я п р о ш и в к а производится преимущественно на вертикальных прессах по двум вариантам:

- 1) при неподвижной матрице 1 (рис. 2, а) и подвижном пуансоне 2. Заготовку 3 вставляют в матрицу через

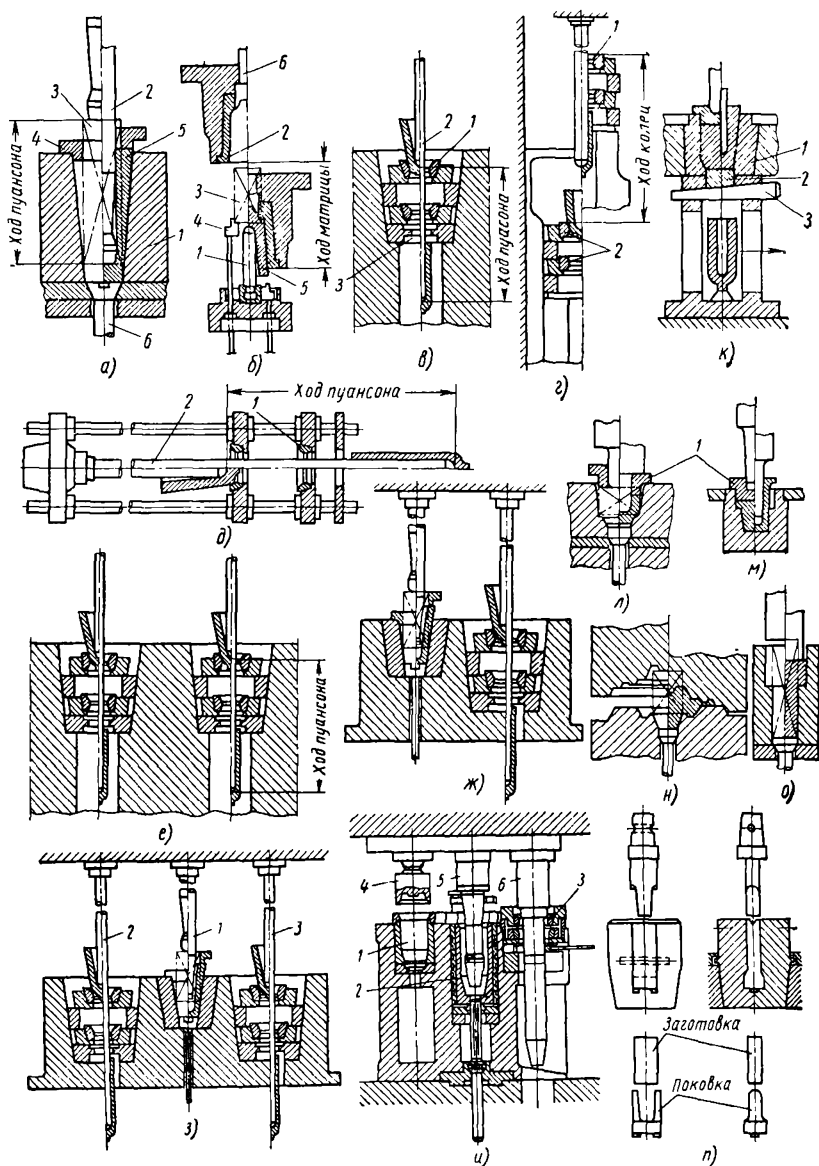


Рис. 2. Схемы операций и процессов (на всех схемах слева — начало процесса, справа — окончание, за исключением схемы П, изображенной в двух проекциях)

центрирующее кольцо 4, и после операции прошивки поковка 5 посредством выталкивателя 6 выводится из матрицы или снимается съёмником с пуансона;

2) при неподвижном пуансоне 1 и подвижной перевернутой матрице 2 (рис. 2, б). Заготовка 3 помещается и центрируется на специальной подставке 4 над пуансоном, и после операции прошивки поковка 5 выталкивается из матрицы выталкивателем 6 или снимается с пуансона.

Получение тонкостенных с глубоким отверстием поковок за одну операцию прошивки затруднительно (разностенность, увеличенный припуск), а потому для утонения стенок и увеличения длины применяют процесс протяжки предварительно прошитых заготовок.

Протяжку прошитых заготовок производят как на вертикальных, так и на горизонтальных прессах, на последних, особенно для длинных поковок, путем многократных протяжек по одному из следующих вариантов:

1) протяжка на вертикальном прессе (рис. 2, в) через неподвижные кольца 1. Прошита заготовка, установленная на первое кольцо, протягивается через него, а также через второе, а иногда и через третье кольцо посредством подвижного протяжного пуансона 2; при обратном ходе отштампованная поковка снимается с пуансона при помощи съёмника (вилки) 3;

2) протяжка на вертикальном прессе при неподвижном пуансоне 1 и подвижных кольцах 2 (рис. 2, г). Прошита заготовка, установленная в первое кольцо, протягивается и снимается с пуансона подобно тому, как это показано на рис. 2, в;

3) протяжка на горизонтальном прессе через неподвижные кольца 1 посредством подвижного протяжного пуансона 2 (рис. 2, д). Прошита заготовка, надевая на пуансон (применяют также отводные на шарнире пуансоны), протягивается через первое, второе и третье кольца; при обратном ходе поперечины пресса поковка снимается с пуансона при помощи съёмника;

4) протяжка одновременно двумя пуансонами (рис. 2, е) двух заготовок, предварительно прошитых на другом прессе.

Протягивать прошитые заготовки можно не только через протяжные кольца, но и через вращающиеся ролики или комбинацию колец с роликами.

Комбинированная штамповка:

1) прошивка и протяжка (рис. 2, ж) последовательно или одновременно в одном штампе за два перехода;

2) прошивка средним пуансоном 1 в одном штампе и попеременная протяжка правым и левым пуансонами 2 и 3 (рис. 2, з);

3) осадка, прошивка и протяжка заготовок (последовательно и параллельно) для получения полой поковки в трехпозиционном штампе (рис. 2, и), состоящем из двух матриц (1 — для осадки и 2 — для прошивки), комплекта протяжных колец 3 и трех пуансонов (4 и 5 — для прошивки и 6 — для протяжки);

4) прошивка и протяжка заготовки одним пуансоном за одну установку и один ход; прошивка производится в матрице 1 (рис. 2, к), дно которой закрыто пробкой 2, которая опирается на клин 3, вводимый в матрицу сбоку; после прошивки клин выбивают и протягивают заготовку через нижнюю часть матрицы, при этом сначала выпадает донная пробка 2; протянутая заготовка вынимается через боковую прорезь;

5) прошивка и осадка накладным прижимным кольцом 1 (рис. 2, л);

6) получение полых поковок с фланцем (рис. 2, м) за счет прошивки после создания фланца накладным инструментом 1.

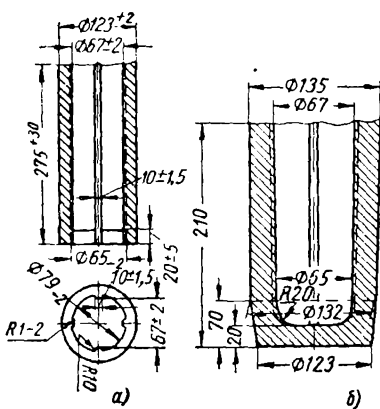
Штамповка в открытых и закрытых штампах. На гидравлических прессах можно штамповать поковки, аналогичные тем, которые штампуют на молотах в открытых штампах с заусенцем, подлежащим последующей обрезке (рис. 2, н), а также поковки, аналогичные высаживаемым на горизонтально-ковочной машине (рис. 2, о) с получением торцового заусенца, удаляемого на шлифовальных станках.

Однако наиболее характерной для гидравлических прессов является штамповка в закрытых штампах с разъемной матрицей (рис. 2, н).

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТА

При разработке технологических процессов необходимо руководствоваться следующими положениями:

1) число переходов должно быть минимальным;



б) вместо обычного заусенца учитывать припуск на неровность краев при прошивке и протяжке заготовок;

7) тщательно производить очистку нагретой заготовки от окалины, лучше всего применять гидравлическую очистку.

### Поковки I группы

Пример 1. Штамповка втулки весом 19,2 кг с фасонным отверстием (рис. 3, а) производится комбинированным процессом прошивки и протяжки.

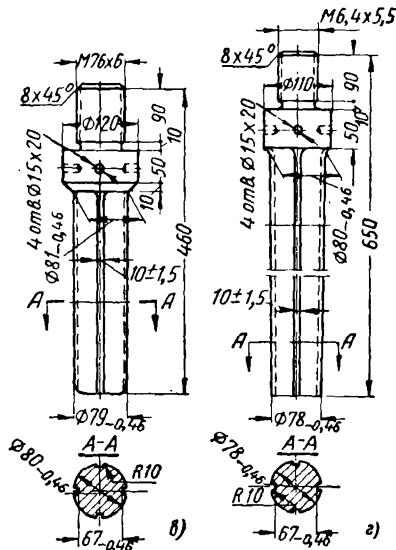


Рис. 3. Штамповка поковки втулки с фасонным отверстием: а — поковка втулки; б — заготовка после прошивки; в — прошивной пуансон; г — протяжной пуансон

2) прошивку полости в заготовке производить раздачей металла в стороны;

3) прошивку применять для получения заготовок малой высоты и с толстыми стенками с доведением длины и толщины до требуемых размеров последующей протяжкой;

4) прошитые заготовки протягивать через два или большее количество колец;

5) для глубокой прошивки применять преимущественно заготовки квадратного сечения с закругленными углами;

ки из заготовки весом 22 кг, диаметром 125 мм и длиной 215 мм.

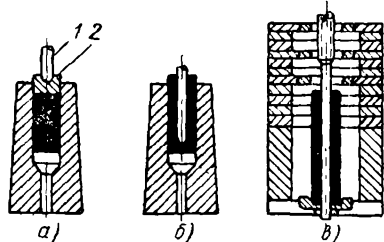


Рис. 4. Схема штамповки поковки втулки





Подсчитанные размеры по длине проставляют на чертеже с указанием допуска по 5-му классу точности.

Радиус  $R$  пуансона принимают по радиусу в поковке.

Остальные размеры пуансона (общая длина, резьбовая часть) определяют конструктивно, исходя из необходимого хода протяжки и конструкции крепления.

Размеры  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $H_1$  и  $R$  прошивного пуансона (рис. 5, в) должны точно соответствовать аналогичным размерам протяжного пуансона. Это необходимо для обеспечения правильного оформления нижней части полости поковки.

Диаметр  $D_3$  следует брать с учетом требуемого зазора между протяжным пуансоном и стенкой прошитого корпуса. Этот зазор по диаметру практически колеблется от 1 до 3,5 мм в зависимости от размера изделий. Таким образом, диаметр  $D_3$  прошивного пуансона равен соответствующему  $D_3$  протяжного пуансона, увеличенному на 1—3,5 мм.  $D_4$  берется на 1,5—0,2 мм меньше  $D_3$ , а  $D_5$  принимается равным  $D_5$  протяжного пуансона.

Размер по длине  $H_2$  прошивного пуансона больше  $H_2$  протяжного пуансона на 7—15 мм в зависимости от размеров изделий;  $H_3$  прошивного пуансона меньше размера  $H_3$  протяжного пуансона на 7—15 мм также в зависимости от размеров изделий;  $H_4$  принимают равным глубине полости прошитой заготовки, определенной расчетом.

Сменную головку прошивных пуансонов обычно изготавливают отдельно и затем крепят на резьбе в тело пуансона, закрепляемого, в свою очередь, в державку посредством резьбы.

В целях увеличения стойкости прошивных и протяжных пуансонов в них высверливают отверстия, в которые вставляют трубки для внутреннего охлаждения водой. Размеры отверстий определяют, учитывая прочность пуансонов.

На рис. 5, г представлен эскиз заготовки после прошивки корпуса с индексацией его размеров, устанавливаемых в результате расчета размеров заготовки, прошивного пуансона и готовой (протянутой) поковки.

Размеры матрицы для прошивки (рис. 5, д) принимают, исходя из размеров прошитой заготовки.

Размеры диаметров  $d_1$  и  $d_4$  матрицы равны соответствующим диаметрам прошитой заготовки (рис. 5, е). Размер  $d_3$  устанавливают конструктивно, исходя из размеров центрирующего кольца.

Размеры по высоте матрицы  $H'_1$  и  $H'_5$  (рис. 5, д) определяют конструктивно (обычно принимают равными 20—30 мм), а остальные размеры матрицы  $H'_2$ ,  $H'_3$  и  $H'_4$  — соответственно высотам прошитой заготовки  $H_2$ ,  $H_3$  и  $H_4$  (рис. 5, з).

Общую высоту внутренней части матрицы  $H'_3$  надо устанавливать с таким расчетом, чтобы исходная заготовка, помещенная в матрицу, входила своей верхней частью на 50 мм в центрирующее кольцо.

Протяжка через кольца должна обеспечить снятие конусности прошитой заготовки и получение цилиндрической поковки.

Площадь протяжки  $F$  определяется разностью между максимальной площадью поперечного сечения прошитой заготовки  $F_1$  и максимальной площадью протянутой поковки  $F_2$ . Существуют оптимальные соотношения между площадью протяжки и площадями поперечных сечений протяжного пуансона и протянутой поковки.

Если площадь протяжки  $F$  по сравнению с площадью сечения протяжного пуансона  $f$  велика, то при протяжке через кольца произойдет прорыв дна заготовки. С другой стороны, если площадь сечения протянутого изделия  $F_2$  мала по сравнению с площадью протяжки  $F$ , то заготовка, пройдя частично через кольца, может в протянутой части вытянуться или разорваться.

Чтобы избежать этого, рекомендуется придерживаться следующих соотношений:

$$F \leq 0,4f \text{ и } F \leq 0,7F_2.$$

Зная эти соотношения, а также размеры прошитой заготовки и протянутой поковки, можно определить соответствующие площади протяжки,

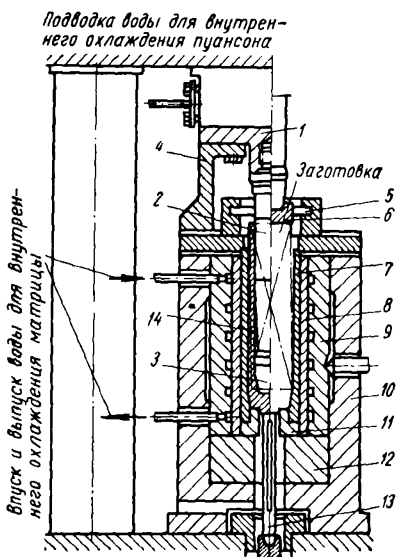


Рис. 6. Штамп для прошивки

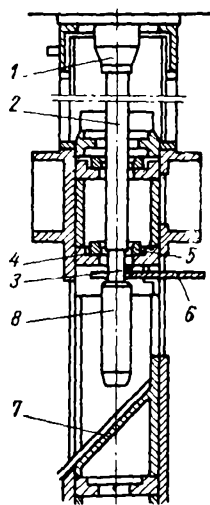


Рис. 7. Штамп для протяжки

Таблица к рис. 6

№ позиции	Наименование детали	Марка стали	Стойкость с учетом восстановления
1	Державка пуансона . . . . .	Ст. 4—Ст. 5	10 000
2	Стойка » . . . . .	Ст. 4—Ст. 5	3000
3	Головки прошивного пуансона	4ХВС; 5ХГМ; 35ХМЮА	300—500
4	Ограничитель хода . . . . .	35—40	—
5	Съемник поковок . . . . .	Ст. 4—Ст. 5	—
6	Задавка (трамбовка) . . . . .	Ст. 4—Ст. 5	—
7	Матрица . . . . .	Ст. 4—Ст. 5	2000—3000
8	Втулка матрицы . . . . .	Ст. 4—Ст. 5	5000
9	Кожух матрицы . . . . .	Ст. 4—Ст. 5	10 000
10	Корпус . . . . .	Л 35—40	—
11	Верхний поддон . . . . .	Ст. 4—Ст. 5	5000
12	Нижний » . . . . .	Ст. 4—Ст. 5	5000
13	Выталкиватель . . . . .	Ст. 4—Ст. 5	1000
14	Прошитая поковка . . . . .	—	—

Деталь 3 закаливают до HRC 50—55.

Таблица к рис. 7

№ позиции	Наименование детали	Марка стали	Стойкость с учетом восстановления
1	Державка протяжного пуансона	Ст. 4—Ст. 5	10 000
2	Стойка . . . . .	Ст. 4—Ст. 5	3000
3	Протяжной пуансон . . . . .	Ст. 5—Ст. 6	300—500
4	Обойма протяжного кольца . . . . .	Ст. 4—Ст. 5	—
5	Протяжное кольцо . . . . .	Ст. 4—Ст. 5	1000—2000
		с наплавкой стали марки 5ХНГ	
6	Съемник для протянутой поковки	Ст. 4—Ст. 5	—
7	Желоб наклонный . . . . .	Листовая сталь	—
8	Протянутая поковка . . . . .	—	—

Детали 3 и 5 закаливают

потребное количество колец и их диаметры, причем диаметр последнего кольца  $d$  равен диаметру цилиндрической части протянутого изделия в нагретом состоянии.

Площадь протяжки распределяется при двух кольцах так, чтобы на первое кольцо приходилось  $\frac{2}{3}$ , а на второе (последнее)  $\frac{1}{3}$  общей площади протяжки.

При протяжке через три кольца последнее должно служить лишь для калибровки протянутой поковки. Больше трех колец для протяжки в одну операцию применять не рекомендуется.

Количество колец можно также определять, исходя из веса металла, сдвигаемого при протяжке через кольца. Если этот вес составляет 25—45% веса протягиваемой заготовки, то необходимы три кольца для протяжки, если меньше 25%, достаточно двух.

Расстояние между кольцами желательно принимать таким, чтобы протяжка происходила последовательно от одного кольца к другому. Однако это правило нельзя соблюсти, если рабочий ход пресса недостаточен.

На рис. 5, е показан эскиз протяжного кольца. Угол захода обычно принимают  $15^\circ$ , высоту кольца 50—70 мм в зависимости от поковки, высоту калибрующего цилиндрического пояска 5—7 мм, а длину участка ниже пояска 8—11 мм с закруглением на выходе по радиусу 3—8 мм.

Иногда придают внутренней рабочей заходной части кольца очертания по радиусу, однако в большинстве случаев принимают конический заход.

На рис. 6 изображен общий вид прошивного штампа, а на рис. 7 — протяжного.

На рис. 8 показана роликовая матрица для протяжки.

**Пример 3.** Баллоны (рис. 9) изготовляют также прошивкой и протяжкой с последующей дополнительной операцией по заковке концов.

Заготовкой может служить слиток (иногда применяют бесприбыльные слитки), поковка или прокат.

Нагретые в печи заготовки подают непосредственно к прошивному прессу или предварительно загружают в ко-

лодшевые печи для выравнивания температуры. Перед прошивкой их очищают от окалины.

Прошитую заготовку передают без дополнительного нагрева на роликовый

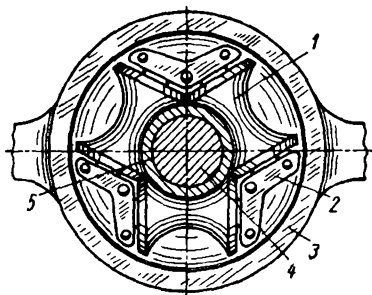


Рис. 8. Роликовая матрица для протяжки: 1 — ролик; 2 — кронштейны; 3 — корпус; 4 — протяжной пуансон; 5 — протягиваемая поковка

стол горизонтального протяжного пресса для протяжки через два (иногда три) кольца. Затем после дополнитель-

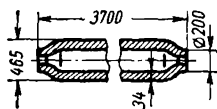


Рис. 9. Поковка баллона высокого давления весом около 1,5 т

ного подогрева она снова поступает на протяжной пресс для последующей протяжки через кольца меньших диаметров и получения окончательных размеров по наружному и внутреннему диаметрам. Далее следует медленное охлаждение поволоков на стеллажах до температуры цеха и затем передача их под обрезку торцов на механических станках или автогенной резкой.

Для снятия разностенности и одновременного удаления поверхностных дефектов (для специальных баллонов) производят обточку наружной и внутренней поверхностей баллонов. Перед обточкой их подвергают термической обработке — отжигу или нормализации.

На рис. 10 показана схема заковки горловины баллона в фасонных бойках на гидравлическом прессе или на ко-

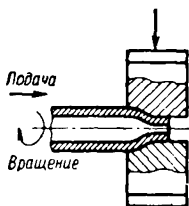


Рис. 10. Схема заковки баллона в фасонных бойках на прессе или молоте

вочном молоте с вращением баллона вокруг оси и одновременной подачей в бойки молота или гидравлического пресса.

### Поковки II группы

**Пример 1.** Штамповку дисков разных размеров (рис. 11) можно производить на мощных гидравлических штамповочных прессах.

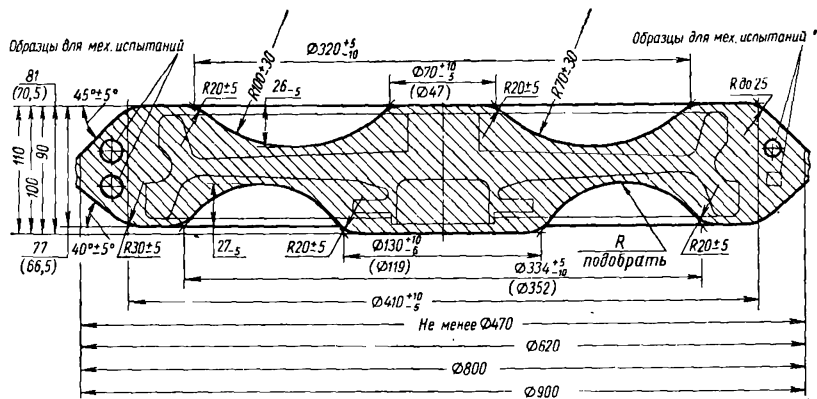
встроенным упорным роликовым подшипником и в процессе штамповки вращается.

Нагретую в печи с выдвигным подом заготовку укладывают краном в штамп, который затем на выдвигном столе передвигается в штамповое пространство гидравлического пресса.

Совмещая вращение верхнего штампа-разгонки с 10—12 ходами пресса, производят осадку заготовки и окончательную штамповку диска в один нагрев, так как подогревы нежелательны.

Для уменьшения усилия необходимо для штамповки применять секционную штамповку, когда деформация заготовки производится отдельными участками за несколько ходов пресса.

На рис. 14 показана схема изготовления поковки диска в штампе с двухсекционным пуансоном. Исходная кованая заготовка за первый ход пресса осаживается в штампе (рис. 14, а), затем вторым ходом деформацию заготовки производит центральный пуансон 3 (рис. 14, б),



- Примечания 1. Наружные дефекты допускаются на глубину до половины припуска на сторону, считая от номинала поковки.  
2. Смещение штампов допускается до 3 мм.  
3. Допуск на недоштамповку  $\pm 0,2$  мм.

Рис. 11. Чертеж поковки диска, роторов гурбин разных размеров

На рис. 12 изображен общий вид штампа для гидравлического пресса, а на рис. 13 — его детали. Верхний штамп-разгонка закреплен в приспособлении, которое оборудовано

под который предварительно задвигают пластину 1 с помощью тяги 2.

Третьим ходом пресса производится окончательная деформация заготовки диска (рис. 14, в), при этом пластину 1

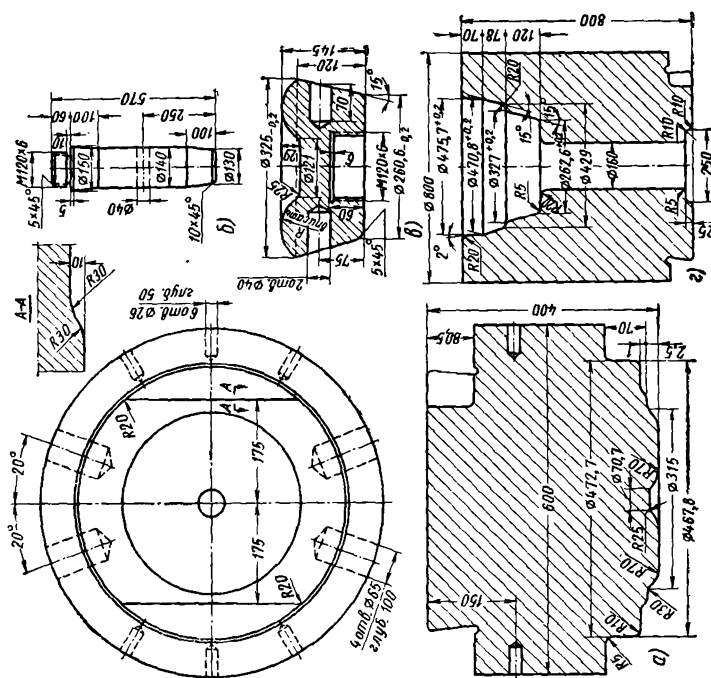


Рис. 13. Детали штампа для штамповки дисков: а — разгонка; б — толкатель; в — выталкиватель; г — нижний штамп

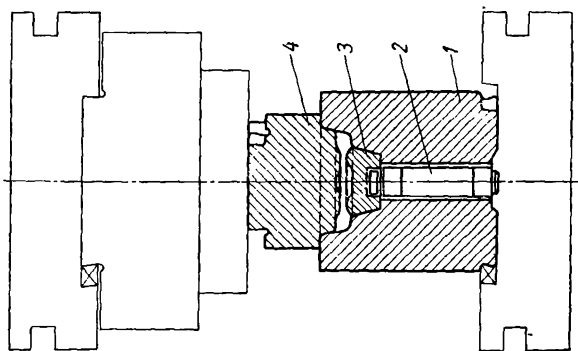


Рис. 12. Штамп с верхним штампом-разгонкой для штамповки дисков: 1 — нижний штамп; 2 — стержень выталкивателя; 3 — выталкиватель; 4 — разгонка

выдвигают, вследствие чего центральный пуансон свободно перемещается вверх и вступает в действие наружный кольцевой пуансон 4.

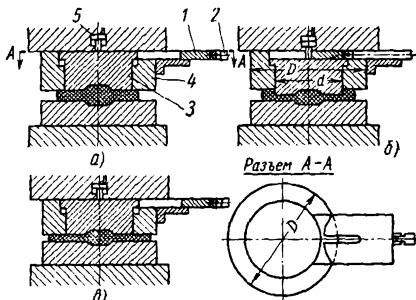
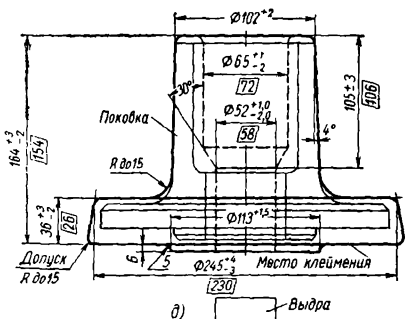
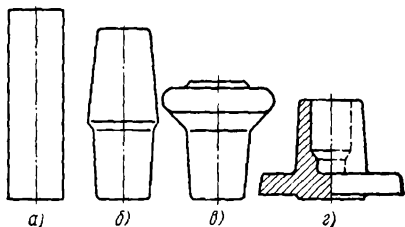


Рис. 14. Схема изготовления диска на штампе с двухсекционным пуансоном

Выталкиватель 5 служит для того, чтобы в начале процесса при поднятой поперечине центральный пуансон 3 на-



1. Штамповочный уклон до  $5^\circ$  кроме указанных особо
2. Неуказанные радиусы  $R5\text{мм}$
3. Смещение осей до  $1,5\text{мм}$
4. Допускаются следы заусенца до  $3\text{мм}$  на сторону
5. Размеры в  $\square$  чистовые
6. Клеймить № детали и шифр изделия

Рис. 15. Схема штамповки ступицы: а — исходная заготовка; б — высадка на конус; в — высадка утолщения; г — прошивка отверстия; д — пробивка выдры и готовая покровка

ходился в нижнем положении для обеспечения свободного перемещения пластины 1.

Аналогичным образом можно штамповать диски больших диаметров (620, 800, 900 мм) в штампе с трехсекционным пуансоном [4].

Пример 2. Штамповку ступицы (рис. 15) производят на двух гидравлических прессах усилием  $450\text{ т}$  в две операции (в два нагрева) за четыре перехода.

В штампе для первой операции (рис. 16) нагретую заготовку диаметром  $100\text{ мм}$  и длиной  $350\text{ мм}$  по-

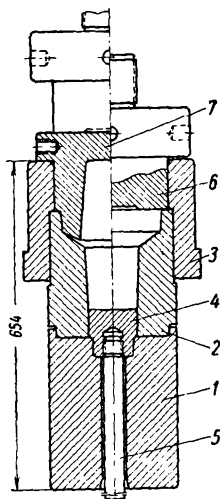


Рис. 16. Общий вид штампа для первой операции штамповки ступицы: 1 — нижняя часть матрицы; 2 — матрица; 3 — направляющее кольцо; 4 — дно; 5 — выталкиватель; 6 — пуансон второй высадки; 7 — пуансон первой высадки

мещают в матрицу 2, после чего на матрицу надевают направляющее кольцо 3. Пуансоном 7 выполняют первый переход — высадку на конус (см. рис. 15, б). Затем пуансон 7 вынимают и пуансоном 6 производят второй переход — высадку утолщения (рис. 15, в).

После повторного нагрева заготовку передают ко второму прессу на вторую операцию. Заготовку укладывают в нижнюю часть штампа (рис. 17) 2,

накрывают верхней частью 3 и прошивают полость пуансоном 4 — третий переход (рис. 15, з). Затем верхнюю часть 3 штампа снимают, вынимают прошитую заготовку и устанавливают матрицу 5 для пробивки с вставленным в нее кольцом 6. Заготовку

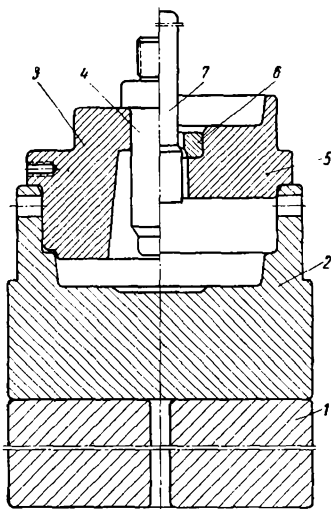


Рис. 17. Общий вид штампа для второй операции штамповки ступицы: 1 — подставка; 2 — нижняя часть штампа; 3 — верхняя часть штампа; 4 — прошивной пуансон; 5 — матрица для пробивки; 6 — кольцо; 7 — пуансон для пробивки

укладывают в матрицы 5, после чего пуансоном 7 производят пробивку выдры — четвертый переход (рис. 15, д), и получают готовую поковку.

### Поковки III группы

*Пример 1.* Штамповку полой пропеллерной втулки с фланцем весом 75 кг (рис. 18) производят на прессе 1000 т с рабочим ходом 1200 мм.

Первый переход (рис. 19, а) — исходную заготовку диаметром 140 мм с предварительно оттянутым концом для свободной укладки в матрицу 1 высаживают с помощью верхнего штампа 2 за один ход пресса.

Второй переход (рис. 19, б) — на фланец заготовки ставят направляющую втулку 3, через которую затем

первым пуансоном прошивают отверстие примерно на половину длины поковки. Пуансон закреплен совместно

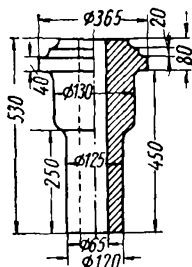


Рис. 18. Поковка втулки

с верхним штампом 2 в салазках на подвижной поперечине пресса.

После второго перехода поковка несколько увеличивается в длину за счет металла, вытесняемого при прошивке отверстия.

Третий переход (рис. 19, в) — окончательная прошивка отверстия в поковке.

Первый пуансон 4 вывертывают из салазок, и на его место ввертывают более длинный пуансон 5. После этого второго перехода поковка получает требуемый размер по длине.

Для того чтобы при обратном ходе пуансона 5 поковка осталась в матрице, над направляющей втулкой 3 заводят съемную вилку 6, упирающуюся в щеки 7, установленные на матрице.

Четвертый переход (рис. 19, г) — пробивка дна поковки. Поковка сначала выталкивается из матрицы 1 выталкивателем 8 и клещами вынимается из матрицы, затем на выталкиватель ставят пробивное кольцо 9, после чего выталкиватель с кольцом опускается в исходное положение, и поковку вновь укладывают в матрицу.

Пуансон 10 для пробивки дна свободно вставляется в отверстие поковки, а салазки пресса передвигают так, чтобы верхний конец пуансона 10 при ходе пресса вниз мог опереться на свободную плоскость салазок.

Отштампованная поковка выталкивается из матрицы выталкивателем 8 и снимается с пресса. Кольцо 9 снимают с торца выталкивателя, послед-

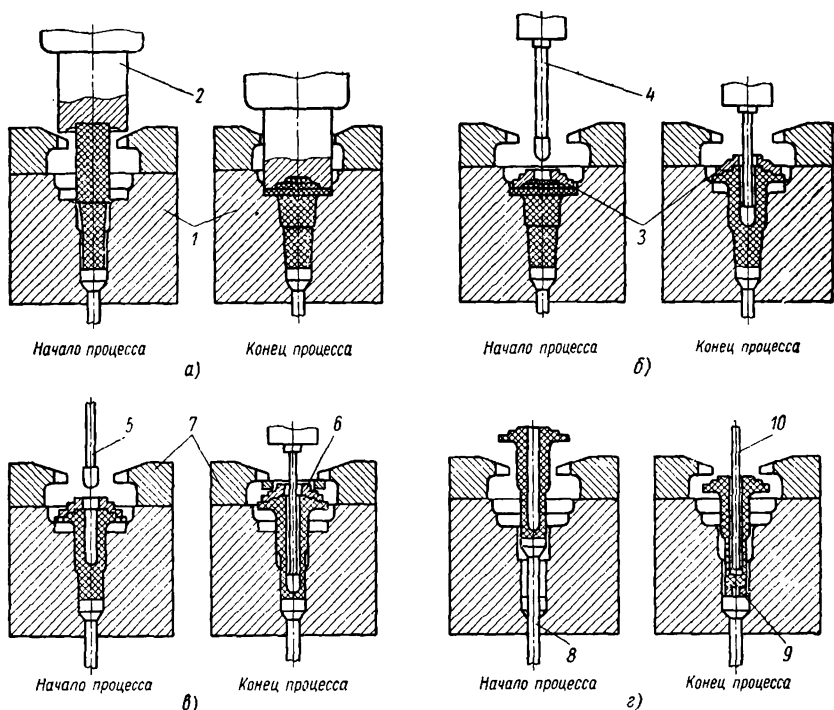


Рис. 19. Схема процесса штамповки втулки: а — штамповка фланца; б — предварительная прошивка; в — окончательная прошивка; г — пробивка дна

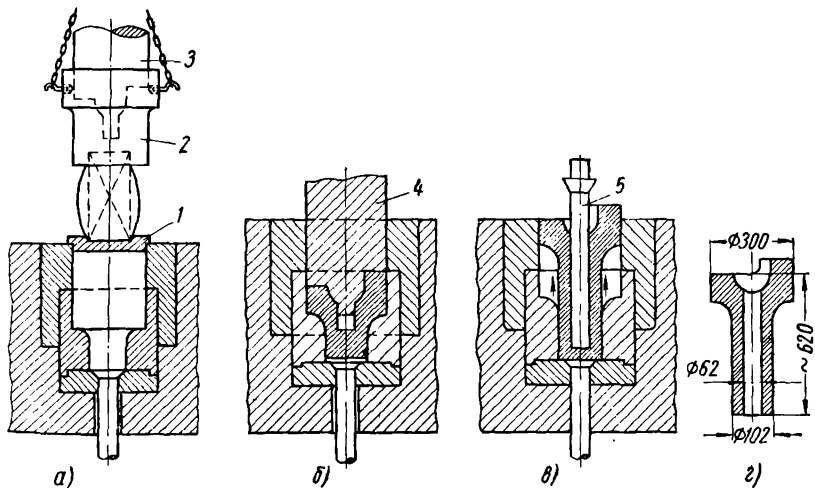


Рис. 20. Схема процесса штамповки втулки с фасонной головкой: а — осадка заготовки; б — штамповка с предварительной прошивкой; в — окончательная прошивка; г — готовая поковка



ний опускают в матрицу, и штамп готов для работы по штамповке следующей поковки.

Весь процесс осуществляется с одного нагрева.

В зависимости от веса поволок производительность колеблется от 15 до 20 шт. в час.

Стойкость штамповочного инструмента достаточно высока. Так, матрица, изготавливаемая из стали 40ХНМА, выдерживает около 500—700 поволок, а головка прошивных пуансонов, изготавливаемая из стали типа 38ХМЮА, выдерживает около 300—400 поволок.

Аналогично на гидравлическом прессе можно штамповать и другие поковки, подобные рассмотренным.

*Пример 2.* Штамповка втулки весом 30 кг (рис. 20).

Первый переход (рис. 20, а) — осадка заготовки диаметром 100 мм и высотой 550 мм при помощи устанавливаемой на матрицу осадочной плиты 1 и верхнего бойка 2, насаживаемого на пуансон 3.

Второй переход — штамповка с предварительной прошивкой (рис. 20, б) пуансоном 4.

Третий переход — окончательная прошивка пуансоном 5 с течением металла вверх (рис. 20, в).

Четвертый переход — пробивка отверстия с получением окончательной формы поковки (рис. 20, г).

*Пример 3.* Штамповка поковки трехлопастной втулки авиационного винта весом 153 кг (рис. 21) на гидравличе-

в выемки которой свободно закладывают три боковых пуансона 3 и закрепляют их вместе верхней частью матрицы 4 прижимной плитой 5 с двумя клиньями 6. Таким образом создается закрытая полость штампа.

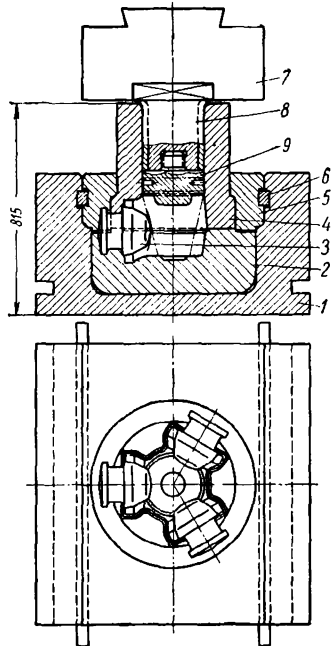


Рис. 22. Штамп для поковки втулки авиавинта

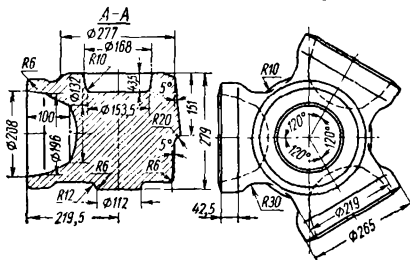


Рис. 21. Поковка втулки трехлопастного авиационного винта

ском прессе 1800 т в закрытом разъемном штампе (рис. 22).

В корпус 1 штампа вставляют нижнюю часть матрицы — вставку 2,

Пуансон 9, производящий деформацию заготовки, ходит в отверстии верхней части матрицы 4. Он закреплен в державке 8, которая вставлена в хвостовик 7.

При верхнем положении поперечины пресса перед штамповкой пуансон выходит из отверстия матрицы.

Нагретую заготовку в форме усеченного конуса длиной 360 мм с верхним диаметром 230 мм и нижним 150 мм, полученную свободной ковкой (показана пунктиром), закладывают в матрицу. Под действием пуансона 9 металл заполняет фигурную полость, образованную частями штампа.

Разъем штампа и удаление поковки из штампа производят следующим

образом. Выбив клинья 6, поднимают при обратном ходе пресса прижимную плиту 5 вместе с верхней частью матрицы 4 вследствие большей глубины ее полости сравнительно с нижней частью 2.

**Пример 4.** Штамповка сопла весом около 2,5 т (рис. 23, и) производится на комбинированном гидравлическом штамповочном прессе, схема которого показана на рис. 24. Пресс развивает суммарное усилие 26 750 т. По верти-

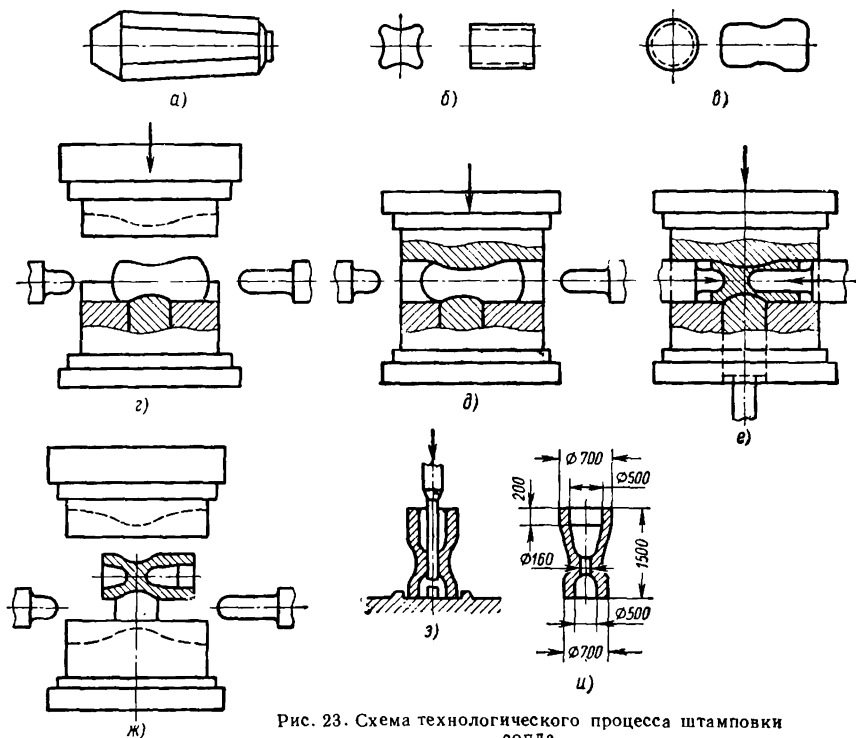


Рис. 23. Схема технологического процесса штамповки сопла

Ударами кувалды посредством специальной выколотки или особым рычагом отделяют поковку совместно с наметками, после чего из нее вынимают боковые пуансоны 3.

При отштамповке втулки на молоте боковые наметки отсутствуют, а штамповочные уклоны больше. В результате вес ее на 63 кг больше, чем при штамповке на прессе.

Штамповка аналогичных втулок более производительна, если применять специальные гидравлические штамповочные прессы, имеющие, кроме вертикального, горизонтальные цилиндры.

кали действует главный цилиндр с усилием 11 000 т и вспомогательный — 3000 т, по горизонтали — два боковых цилиндра с усилием 6000 т каждый. Для выталкивания поковки служит нижний цилиндр с усилием 750 т.

Слиток (рис. 23, а) обжимают на прокатном стане и разрезают на штучные заготовки весом по 3,0 т (рис. 23, б).

Нагретые в карусельной печи заготовки куют на прессе 2000 т (рис. 23, в) для придания наружной формы, грубо приближающейся к форме готовой поковки.

Нагретую кованую заготовку укладывают в нижний штамп, при этом все три плунжера (вертикальный и два горизонтальных) находятся в исходном положении (рис. 23, з).

Ходом вертикального главного цилиндра верхний и нижний штампы производят полное обжатие заготовки по внешнему контуру поковки (рис. 23, д). Затем действуют два горизонтальных цилиндра, при этом два боковых пуан-

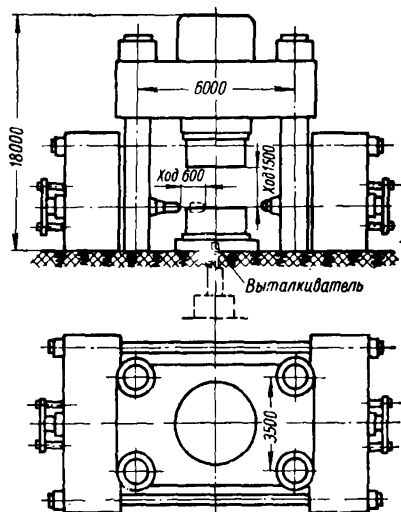


Рис. 24. Схема комбинированного гидравлического штамповочного пресса

сона входят в направляющие полости сомкнутых штампов и производят прошивку (рис. 23, е), после чего все три плунжера возвращаются в исходное положение, а поковка выталкивается из штампа (рис. 23, ж). На этом заканчивается процесс штамповки, после чего поковка передается на пресс 2000 т, на котором с того же нагрева производят пробивку внутренней перемычки (рис. 23, з).

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЯ ПРЕССА

**Прошивка.** Подсчет необходимого усилия пресса для прошивки отверстий, сопровождаемой осадкой, раздачей металла и частичным подъемом

его, можно ориентировочно производить по формуле

$$P = \frac{\pi d^2}{4} K \sigma_{\theta}$$

где  $d$  — максимальный диаметр прошиваемого отверстия (пуансона) в мм;  $K$  — коэффициент, определяемый по кривой Шнейдера (рис. 25) в зависимости от отношения  $\frac{d}{a}$ , где  $a$  —

толщина стенки прошиваемой заготовки в мм;  $\sigma_{\theta}$  — временное сопротивление металла разрыву в кг/мм<sup>2</sup> при данной температуре.

Средние значения удельных усилий  $p = K \sigma_{\theta}$  составляют 20—25 кг/мм<sup>2</sup> для прошивки заготовок из стали

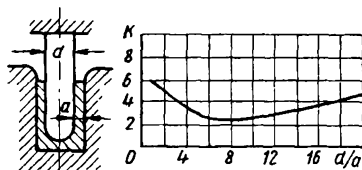


Рис. 25. Кривая для определения коэффициента  $K$  (по Шнейдеру)

с  $\sigma_{\theta} = 80$  кг/мм<sup>2</sup> при средней температуре прошивки 1200° С.

**Протяжка через кольцо.** Для определения усилий протяжки можно пользоваться формулой

$$P = F_2 (1 + \mu \operatorname{ctg} \alpha) \ln \frac{F_1}{F_2} \sigma_{\theta} \text{ кг.}$$

где  $F_1$  — кольцевая площадь поперечного сечения прошитой заготовки в мм<sup>2</sup>;  $F_2$  — кольцевая площадь поперечного сечения протянутой заготовки в мм<sup>2</sup>;  $\sigma_{\theta}$  — временное сопротивление разрыву при температуре протяжки;  $\mu$  — коэффициент внешнего трения, равный 0,2—0,4;  $\alpha$  — угол захода протяжного кольца, равный 15—25°.

Усилие протяжки можно определять также исходя из установленного практикой среднего значения удельного усилия, равного 20—25 кг на 1 мм<sup>2</sup>

площади кольцевого сечения протяжки ( $F_1 - F_2$ ).

Опыт ряда заводов также показывает, что усилие пресса для протяжки можно принимать равным половине

усилия пресса, необходимого для прошивки данной заготовки.

**Усилие штамповки** в открытых штампах и выдавливанием см. стр. 32 гл. XII.

#### ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Цукерман М. Т. Штамповка на гидравлических прессах. Энциклопедический справочник «Машиностроение». Т. 6, Машгиз, 1947.
2. Гофман Ф. И. Штамповка в закрытой матрице на гидравлическом прессе. Перевод под редакцией М. Т. Цукермана. М., изд. МММ Института, 1931.
3. Розанов Б. В. Гидравлические прессы. Машгиз, 1959.
4. Алтыкис А. В. Определение усилия деформирования при секционной штамповке поковок типа дисков. «Кузнечно-штамповочное производство», 1959, № 5.

ШТАМПОВКА НА ВИНТОВЫХ ФРИКЦИОННЫХ ПРЕССАХ

**КЛАССИФИКАЦИЯ ПОКОВОК И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

Штамповкой на винтовых фрикционных прессах получают поковки различной формы (табл. 1). Основные способы штамповки приведены в табл. 2.

На фрикционных прессах производят также гибку, правку и калибровку поковок в горячем и холодном состоя-

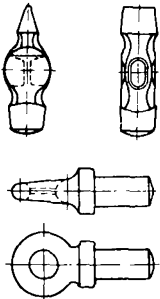
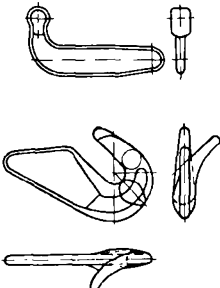
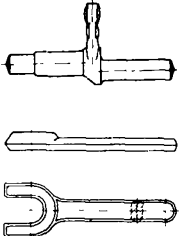
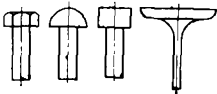
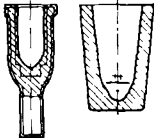
нии. Наибольшее распространение получили винтовые фрикционные прессы усилием 40—600 т.

Технологическими особенностями фрикционных прессов являются:

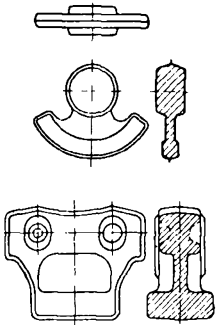
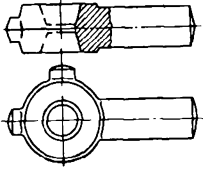
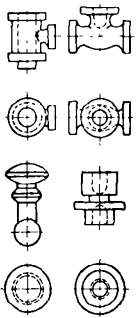
1) отсутствие опасности поломок узлов пресса при наличии избытка металла в заготовке;

2) наличие системы выталкивателей, позволяющей удалять поковки из штампа.

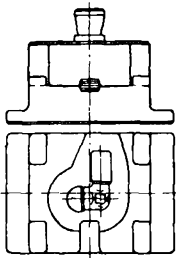
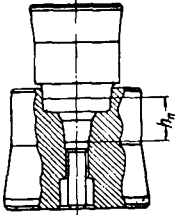
1. Классификация поковок, изготовляемых на винтовых фрикционных прессах (А. В. Ребельский)

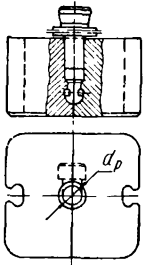
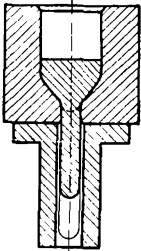
Группа	Подгруппа		
	1	2	3
I. Поковки удлиненной формы	С прямой осью 	С изогнутой осью 	С отрезками и развилинами 
	II. Поковки круглые и квадратные в плане и близкие к этой форме	Типа стержня с утолщением 	С глухой или сквозной полостью 

Продолжение табл. 1

Группа	Подгруппа		
	1	2	3
III. Поковки промежуточной, смешанной и комбинированной формы	<p>Промежуточной формы между группами I и II</p> 	<p>Смешанной формы (состоящие из элементов, относящихся к предыдущим группам и подгруппам)</p> 	<p>Комбинированной формы (штампуются в штампах с двумя плоскостями разреза)</p> 

## 2. Классификация способов штамповки на фрикционных прессах (А. В. Ребельский)

Способ штамповки	Краткая характеристика	Схема
1. В открытом штампе	Сопровождается образованием заусенца по периметру поковки в плоскости разреза. Размеры по высоте выдерживаются в пределах сравнительно жесткого допуска. Колебания объема исходной заготовки вызывают различную степень заполнения канавки для заусенца	
2. В закрытом штампе с цельной матрицей	Обеспечивает получение поковки без заусенца или с незначительным долевым заусенцем, который удаляется на наждачном станке или при последующей обработке резанием. Колебания объема исходной заготовки сказываются на размерах поковки по высоте $h_n$ , вследствие чего эти размеры можно выдерживать в пределах менее жесткого допуска, чем при штамповке в открытом штампе	

Способ штамповки	Краткая характеристика	Схема
3. В закрытом штампе с разъемной матрицей	<p>Применяется для получения поковок сложной формы, извлечь которые из штампа при одной плоскости разреза нельзя. Возможно образование тонкого долевого заусенца и заусенца по плоскости разреза матриц, которые обычно удаляют зачисткой на наждачном станке.</p> <p>Колебания объема исходной заготовки сказываются на размерах поковки по высоте</p>	
4. Выдавливанием	<p>Колебания объема заготовки сказываются на длине стержня поковки. Излишек стержня по длине удаляется на прессе или при последующей обработке резанием</p>	

Фрикционные прессы можно применять в более широких пределах (чем молоты и кривошипные прессы) для штамповки в закрытых штампах и, в частности, в закрытых штампах с разъемными матрицами. При этом возможный избыток металла, вызванный колебаниями объема исходной заготовки и другими технологическими факторами, может привести лишь к увеличению размеров поковок по высоте (в направлении хода полузуна).

### СОСТАВЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ПОВОККИ

#### Штамповка в открытых штампах

Выбор плоскости и линии разреза производят так же, как и для молотовых поковок, пользуясь указаниями, приведенными в гл. XI.

Штамповочные уклоны рекомендуется определять по данным

#### 3. Штамповочные уклоны на поковках при штамповке в открытых штампах (не более)

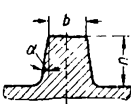
	$\alpha^\circ$ при штамповке			
	без выталкивателя		с выталкивателем	
	внешний	внутренний	внешний	внутренний
До 1,5	5	7	3	7
Св. 1,5	7	10	3	7

табл. 3, радиусы закруглений и переходов — по данным табл. 4. Наметки под прошивку конструировать, пользуясь табл. 5.

## 4. Минимальные радиусы закруглений и переходов [5]



$h$	$r$	$r_1$	$r_2$
До 5	2,5		1,5
Св 5 до 10	5	1,5—3	3
» 10 » 16	6		4
» 16 » 25	7		5

Примечания: 1. При наличии опасности зажима значение  $r_2$  рекомендуется увеличить на одну ступень.  
2. На обрабатываемых элементах поковки величина  $r_1$  ограничена условием сохранения на кромках оптимального припуска.  
3. На необрабатываемых элементах поковки (ребра или бобышки) значение  $r_1$ , не ограниченное величиной припуска, можно увеличить до получения плавного сопряжения.

с разъемными матрицами (см. табл. 1 и 2), рекомендуется пользоваться следующими указаниями:

1. Поковки вычерчивать в том положении, которое они занимают в штампе.

2. Линию разреза назначать следующим образом:

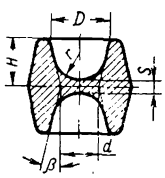
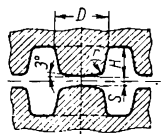
а) для поковок, предназначенных к изготовлению в штампах с выталкивающими приспособлениями, располагать на торцовой поверхности, имеющей наибольший периметр (табл. 2, поз. 2 и 4);

б) на поковках, подлежащих изготовлению в штампах с разъемными матрицами, предусматривать две линии разреза: первую — по торцовой поверхности с наибольшим периметром и вторую — линию разреза матриц (табл. 2, поз. 3).

3. Штамповочные уклоны на поковках, изготавливаемых в закрытых штампах с цельной (табл. 2, поз. 2) и разъемной (табл. 2, поз. 3) матрицей, определяют по табл. 6.

На поковках, изготавливаемых выдавливанием в закрытых штампах

## 5. Наметки глухие и под прошивку [5]

Форма	Эскиз	Условия применения	Расчетные формулы
Глухие		$D = 12 \div 30$ $S > 0,8 \sqrt{D}$	$d = D - H2 \operatorname{tg} \beta$ $r = \frac{d}{2 \operatorname{tg} \left( 45 - \frac{\beta}{2} \right)}$
Со скосом (под прошивку)		$D > 30$	$S = (0,7 \div 0,8) \sqrt{D}$ 0,7 при $H \leq 25$ , 0,8 при $H > 25$

## Штамповка в закрытых штампах

При разработке чертежей поковок, подлежащих изготовлению в закрытых штампах и в закрытых штампах

(табл. 2, поз. 4), штамповочные уклоны, как правило, не предусматривают или берут в пределах не более  $2^\circ$ .



### 6. Штамповочные уклоны при штамповке в закрытых штампах

Направление движения пуансона

Разъем матрицы

При цельной матрице			При разъемной матрице	
Отношение $\frac{h}{b}$	$\alpha^\circ$	$\beta^\circ$	$\alpha^\circ$	
До 1	1	3	3	
1—2,5	2	5	5	
2,5—4	3	7	7	

4. Наименьшие радиусы закруглений наружных и внутренних кромок берут по табл. 4. При штамповке в закрытых штампах с разъемной матрицей поковок с выступами, расположенными под углом к направлению движения пуансона, наименьшие радиусы закруглений рекомендуется определять по табл. 7.

5. Наметки под прошивку и глухие полости конструируют в соответствии с указаниями табл. 5.

6. При штамповке в закрытых штампах с цельными и разъемными матрицами (табл. 2, поз. 2 и 3) величину припусков на механическую обработку и допусков на поковки следует определять как для поковок, изготовляемых в открытых штампах на прессах (гл. X), причём на размеры по высоте (в направлении хода ползуна) величину положительного отклонения допуска следует увеличить на 50—100%.

Величину припусков и допусков на стержневые элементы поковок, по-

### 7. Радиусы закруглений у поковок при штамповке в закрытых штампах в мм

$h$	$R$	$R_1$	$R_2$	$R_3$	$r$
До 3	5	2,5	1,5	1	1
Св. 3 до 5	8	4	2,5	1,5	1
Св. 5 до 10	10	5	4	2,5	1,5
Св. 10 до 15	15	8	5	4	1,5

лучаемые выдавливанием (табл. 2, поз. 4), в зависимости от масштаба производства и предъявляемых к поковкам требований можно выбирать по табл. 8.

### 8. Припуски и допуски на стержневые элементы

Вид последующей обработки	По диаметру		До длины стержня	
	Припуск на диаметр в мм	Допуск в % на размер	Припуск на длину в мм	Допуск в % на размер
Обработка резанием	2—4	3—5	1—3	2—10
Шлифование	0,5—1	0,5—1		

При штамповке стержневых поковок осаживанием (например, штамповка поковок типа болтов, см. табл. 1, поковки II-1) припуски и допуски для утолщенной части поковки устанавливаются, как для элементов, штампуемых в открытых штампах на прессах (см. гл. X), а для стержня поковки — как при штамповке выдавливанием.

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

### Поковки I группы

Переходы штамповки и размеры исходной заготовки для поковок I группы (табл. 1) рекомендуется определять по той же методике, что и для соответствующих молотовых поковок (см. гл. XI), но с учетом особенностей технологической характеристики фрикционных прессов.

1. Производят построение расчетной заготовки и эюры сечений с учетом многоступенчатой штамповки, если такая применяется.

2. Исходя из соотношения размеров элементов эюры, определяют необходимые заготовительные переходы.

Следует учесть, что на фрикционных прессах нецелесообразно производить протяжку и подкатку заготовки. Если по расчету такие операции необходимы, то приходится изготавливать требуемую заготовку переменного сечения на другой машине (ковочных вальцах, горизонтально-ковочной машине, молоте); форму и размеры промежуточной заготовки определяют на основании расчетной заготовки (эюры диаметров), как и в случае молотовой поковки. Рекомендации по выбору объема заусенца см. далее. Следует, по возможности, заготовки переменного сечения штамповать выдавливанием (см. табл. 2, поз. 4) на том же фрикционном или на отдельном прессе (фрикционном или кривошипном). Применение многоступенчатой штамповки в окончательном ручье значительно упрощает процесс по заготовительным переходам и повышает производительность штамповки. При невозможности изготавливать промежуточную заготовку на отдельном агрегате или выдавливать ее на фрикционном прессе необходимо упростить процесс по заготовительным переходам, заменив протяжку или подкатку более простыми переходами — пережимом или формовкой.

Получающееся при этом менее совершенное распределение металла приводит к увеличению расхода его на заусенец при последующей штамповке и необходимости увеличения сечения канавки для заусенца на тех участках,

где в заготовке получают преувеличенные площади поперечных сечений. В этом случае на участках контура окончательного ручья, где предполагается избыток металла в заготовке, необходимо предусмотреть для заусенца канавку с двусторонним магазином (см. гл. XI) или специальные карманы.

3. Размеры и профиль сечения исходной заготовки (площадь поперечного сечения  $S_{зз}$ ) рекомендуется устанавливать, исходя из расчетной заготовки и принятого процесса по заготовительным переходам, пользуясь соответствующими указаниями для молотовых поковок.

На фрикционных прессах штамповка производится, как правило, из штучной заготовки или из заготовки на две поковки с поворотом. Этими соображениями и следует руководствоваться при определении длины исходной заготовки:

$$l_{зз} = \frac{V_{зз}}{S_{зз}},$$

где  $V_{зз}$  — объем заготовки с учетом количества получаемых с одной заготовки поковок;  $S_{зз}$  — площадь поперечного сечения заготовки.

### Поковки II группы

Выбор переходов штамповки и определение размеров исходной заготовки для поковок круглых и квадратных в плане или близкой к ним формы рекомендуется производить в указываемой ниже последовательности.

Определять объем заготовки  $V_{зз}$  как сумму объемов поковок, отхода на заусенец и угар (см. гл. XI).

Для поковок I-й подгруппы стержневого типа (табл. 1, поковки II-1) диаметр исходной заготовки  $d$  выбирают равным диаметру стержня поковки. В зависимости от технических условий применяют прокат повышенной точности или калиброванный металл.

Общая длина заготовки

$$l_{зз} = \frac{V_{зз}}{S_{зз}} = \frac{V_{зз}}{\frac{\pi d^2}{4}}$$

Длина штампуемой (высаживаемой) части заготовки

$$l_g = \frac{V_{\phi}}{S_{зз}},$$

где  $S_{зз}$  — площадь поперечного сечения заготовки;  $V_{\phi}$  — объем утолщенной части поковки (например, головки болта) с учетом отхода на заусенец и угар.

Исходя из относительной длины осаживаемой части прутка  $\frac{l_g}{d}$  и пользуясь правилами посадки (см. гл. XV), определяют количество переходов и их размеры.

На фрикционных прессах обычно штампуют поковки стержневого типа, не требующие более одного наборного перехода, с тем чтобы весь процесс штамповки завершить не более чем в два перехода. При двухоперационном процессе следует применять или двухручьевого штамп, или штамп специальной конструкции с одним центральным ручьем в матрице и двумя переставными пуансонами, а также штамп с переставным толкателем.

Для поволоков 2-й подгруппы (табл. 1, поковки II-2) размеры исходной заготовки определяют, исходя из объема заготовки  $V_{зз}$  и допускаемой величины отношения высоты (длины) заготовки к ее диаметру  $m = \frac{l_{зз}}{d_{зз}}$ , пользуясь указаниями по аналогичным молотовым поволокам (см. гл. XI).

При относительно неглубокой полости в поковке ее можно изготовить за один-два перехода. При более глубокой полости, требующей соответственно и более глубокой прошивки  $\frac{l_{np}}{d_{np}} > 3$ , применяют обычно три перехода: 1) осадка заготовки и получение переднего центрирующего бурта; 2) предварительная прошивка — формовка; 3) окончательная штамповка.

Когда требуется два или три перехода, применяют либо трехручьевого штамп, либо штамп с одним центральным ручьем в матрице и с передвижными или накладными пуансонами.

Поволки 3-й подгруппы (табл. 1, поковки II-3) штампуют в один или два перехода как в открытых, так и закрытых штампах. Определенные переходов штамповки и размеров исходной заготовки производят так же, как и при штамповке аналогичных поволоков на молотах (см. гл. XI). Необходимо только учесть замечания, приведенные далее, относительно высоты мостика заусенца  $h_3$ .

### Поволки III группы

Технологический процесс для поволоков промежуточной формы (табл. 1, поковки III 1) определяется принятым способом штамповки: при штамповке в открытых и закрытых штампах можно пользоваться теми же указаниями, что и для поволоков I группы; при штамповке в закрытых штампах — данными, приведенными в гл. XI.

Для определения размеров заготовки и выбора переходов штамповки для поволоков смешанной формы (табл. 1, поковки III-2) следует пользоваться общей методикой с учетом формы и специфики составляющих элементов (отростки, развалины и т. д.) поволоки.

Для поволоков 3-й подгруппы (табл. 1, поковки III-3) при штамповке в закрытых штампах применяют один окончательный ручей (соответственно один переход), располагаемый в разъемных матрицах (см. табл. 2, поз. 3). Диаметр заготовки в данном случае подбирают с таким расчетом, чтобы при сомкнутом положении матрицы заготовка размещалась в направляющей части ручья с небольшим зазором.

Размеры заготовки определяют следующим образом.

Объем заготовки

$$V_{зз} = (1,02 \div 1,05) V_n,$$

где  $V_n$  — объем поковки.

Диаметр заготовки

$$d_{зз} = d_p - (0,5 \div 1,5) \text{ мм.}$$

Длина заготовки

$$l_{зз} = \frac{V_{зз}}{\frac{\pi d_{зз}^2}{4}}.$$

**Канавка для заусенца**

Канавку для заусенца рекомендуется конструировать, пользуясь теми же данными, что и при штамповке на молоте (см. гл. XI).

Необходимо, однако, учесть, что при штамповке на фрикционных прессах толщина заусенца должна быть несколько больше, и поэтому высоту мостика канавки определяют по формуле

$$h_3 = 0,02 \sqrt{F_n},$$

где  $F_n$  — площадь проекции поковки в плане в мм; для поковок типа вилок в  $F_n$  входит также и площадь перемычки, расположенной между развилками.

Округлив результат до ближайшего значения, окончательно устанавливают размеры  $h_3$ ,  $h_1$  и  $R$ .

**Усилие пресса**

Потребное усилие пресса рекомендуется определять по формуле

$$P = a \left( 2 + 0,1 \frac{F_n \sqrt{F_n}}{V_n} \right) \sigma_0 F_n \text{ кг},$$

где  $a = 3$  — при штамповке в закрытых штампах поковок, без значительного выдавливания металла (табл. 2, поз. 2);  $a = 4$  — при штамповке в открытых штампах (табл. 2, поз. 1);  $a = 5$  — при штамповке выдавливанием в закрытом штампе (табл. 2, поз. 3 и 4);  $F_n$  — площадь в мм<sup>2</sup> проекции поковки на плоскость, перпендикулярную к направлению движения ползуна пресса;  $V_n$  — объем поковки в мм<sup>3</sup>;  $\sigma_0$  — временное сопротивление на разрыв материала поковки при температуре конца штамповки в кг/мм<sup>2</sup> (определять по данным гл. 1).

**КОНСТРУИРОВАНИЕ ШТАМПОВ**

**Основные узлы и детали штампа**

На рис. 1 показаны наиболее часто применяемые способы крепления штампов на фрикционных прессах, а на рис. 2 изображен общий вид штампа (блока) с круглыми вставками. В табл. 9—15 приведены размеры деталей (кроме крепежных) этого штампа.

Для штамповки поковок удлиненной формы соответственно применяют штампы квадратные или прямоугольные в плане. Для предотвращения

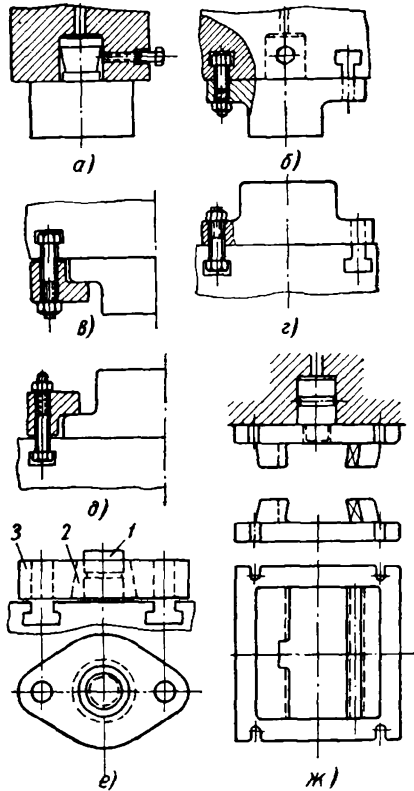


Рис. 1. Способы крепления штампов на фрикционных прессах: а — крепление верхнего штампа посредством хвостовика; б — крепление верхнего штампа посредством хвостовика и запечки; в — крепление верхнего штампа скобами; г — крепление нижнего штампа болтами; д — крепление нижнего штампа скобами; е — крепление матрицы 1 посредством разрезной втулки 2 и нажимной плиты 3; ж — штамподержатель для крепления верхнего и нижнего штампов с помощью клиньев

сдвига предусматривают крестовые замки, угловые замки или применяют направляющие колесики.

На рис. 3 представлен штамп с крестовым и угловым замками, а на рис. 4 — штамп с направляющими

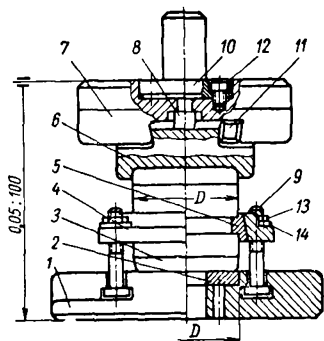


Рис. 2. Блок для цилиндрических вставок [4]: 1 — плита нижняя; 2 — прокладка; 3 — вставка цилиндрическая нижняя; 4 — обойма; 5 — кольцо разрезное; 6 — вставка цилиндрическая верхняя; 7 — плита верхняя; 8 — шпонка; 9 — болт; 10 — хвостовик с фланцем; 11 — клин верхний; 12 — винт; 13 — гайка; 14 — шайба

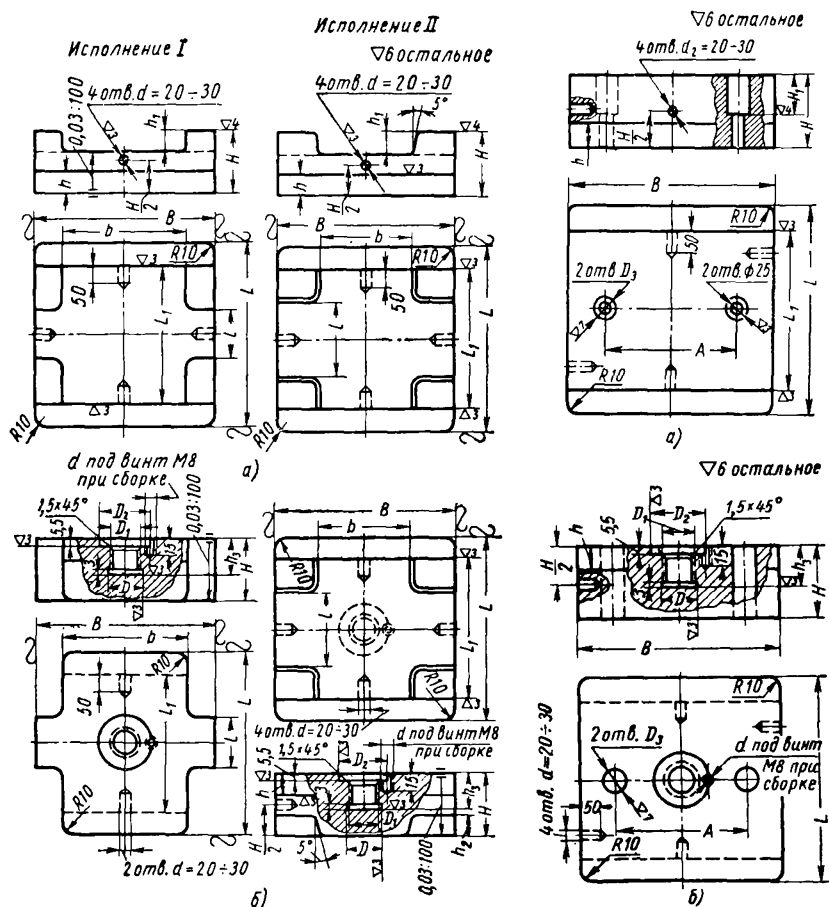


Рис. 3. Штамп с замком [4]: а — нижняя часть; б — верхняя часть; исполнение I — с крестовым замком; исполнение II — с угловым замком

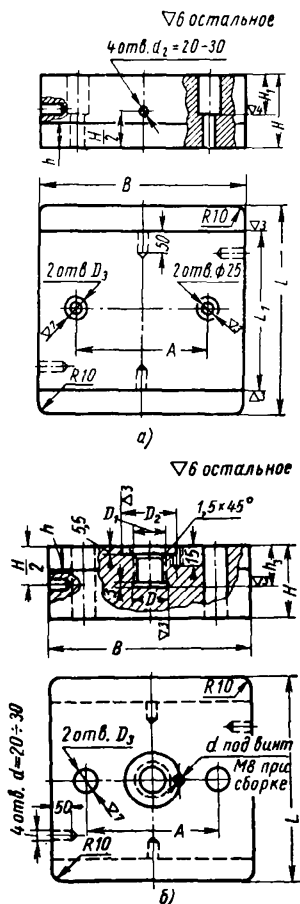


Рис. 4. Штамп с направляющими колонками [4]: а — нижняя часть; б — верхняя часть

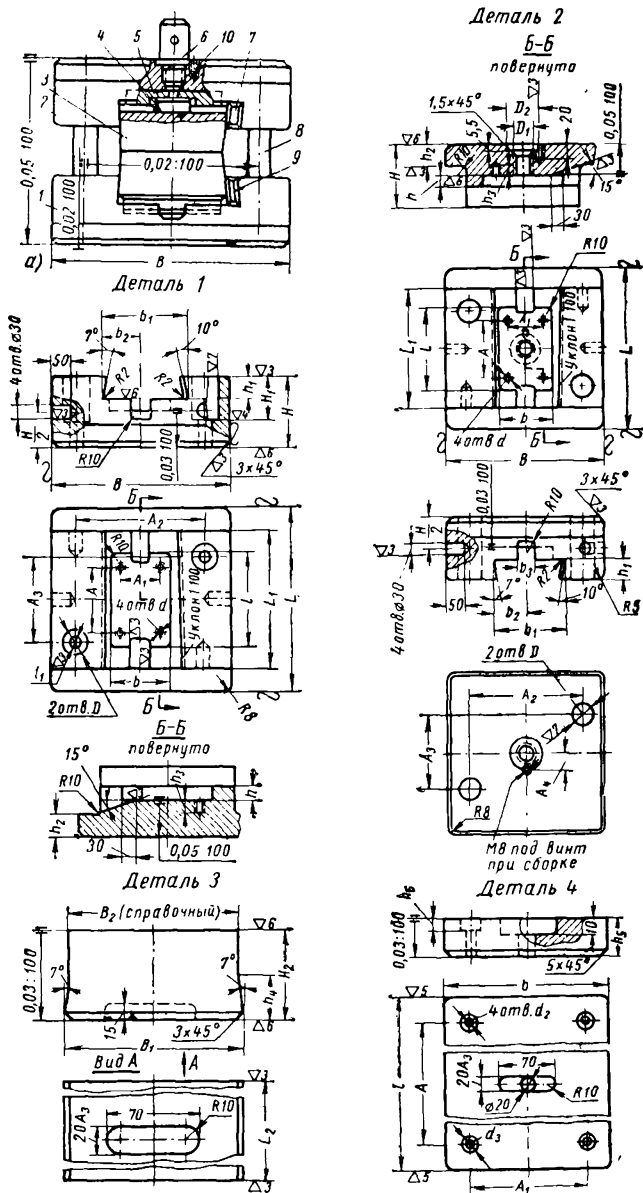
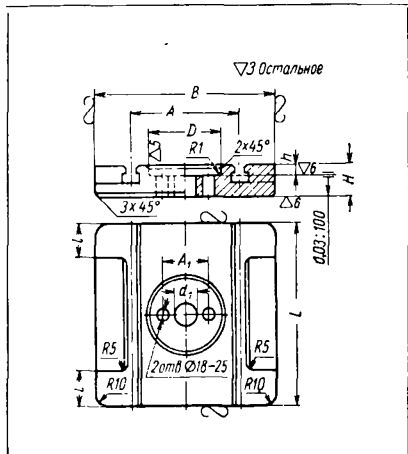


Рис. 5 Блок (штамп) с направляющими колонками и призматическими вставками [4]: а — блок в сборе; 1 — плита нижняя; 2 — плита верхняя; 3 — вставка (заготовка); 4 — шпонка; 5 — плита подкладная; 6 — хвостовик; 7 — клин верхний; 8 — колонка направляющая; 9 — клин нижний; 10 — винт установочный

## 9. Плита нижняя к блоку (см. рис. 2)

Размеры в мм



Усилие пресса в т	D		H	h	A <sub>1</sub>	A±0.1	l
	B	L					
40	125	280	55	9 <sup>+1</sup>	75	180	45
63	140	320	55	9 <sup>+1</sup>	80	200	50
100	160	360	60	12 <sup>+2</sup>	100	220	60
160	180	400	70	16 <sup>+2</sup>	120	250	60
250	200	450	70	16 <sup>+2</sup>	140	280	70
400	220	500	80	20 <sup>+2</sup>	140	320	80
630	250	560	80	20 <sup>+2</sup>	140	360	100

Для плиты с B = 280 длина L = 320; материал см. гл. XX.

колонками. Последний применяют для точной штамповки.

Основные размеры штампов этих типов даны в табл. 16.

Штампы (блоки) с направляющими колонками выполняют также с призматическими вставками, закрепленными клином (рис. 5, табл. 17).

В штампах, предназначенных для штамповки стержневых поковок (см. табл. 1, поковки II-1), а также в закрытых штампах необходимо применять выталкиватели (табл. 18).

## 10. Прокладка к блоку (см. рис. 2)

Размеры в мм

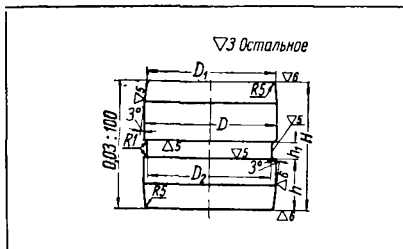


D (см. рис. 2)	125	140, 160	180, 200	220, 250
h	12	16	20	25

Отверстие d — по выталкивателю; материал — сталь У7А, HRC 45—50.

## 11. Вставка цилиндрическая нижняя к блоку (см. рис. 2)

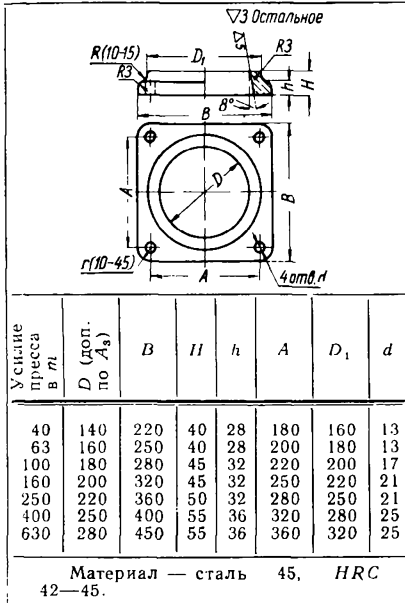
Размеры в мм



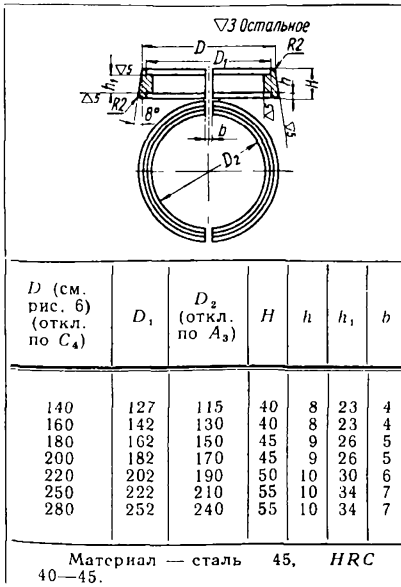
D (см. рис. 2)	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	H	h	h <sub>1</sub>
	Отклонение по C <sub>9</sub>				
125	123	115	125	50	25
140	138	130	125	50	25
160	157	150	160	66	28
180	176	170	160	66	28
200	196	190	200	84	32
220	216	210	250	107	36
250	246	240	250	107	36

Материал — см. гл. XX

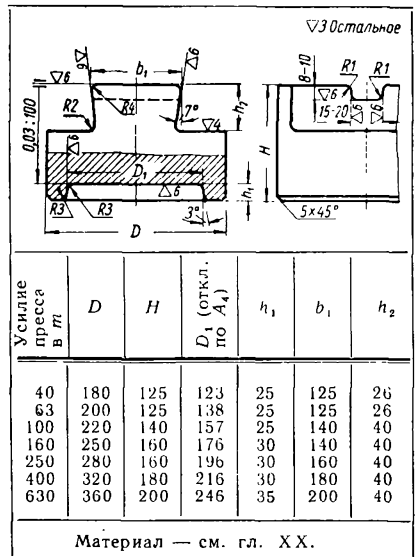
12. Обойма к блоку (см. рис. 2)  
Размеры в мм



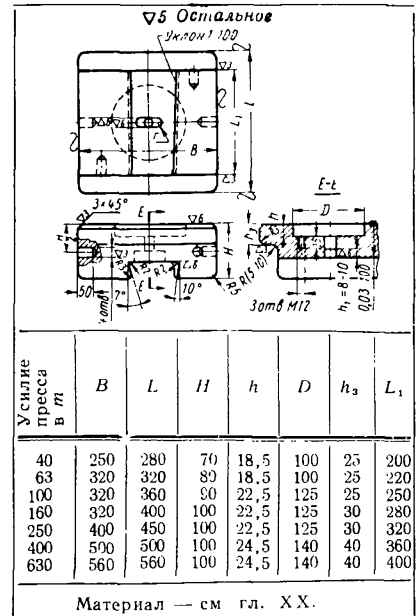
13. Кольцо разрезное к блоку (см. рис. 2)  
Размеры в мм



14. Вставка цилиндрическая верхняя к блоку (см. рис. 2)  
Размеры в мм



15. Плита верхняя к блоку (см. рис. 2)  
(Размеры в мм)





16. Основные размеры штампов (см. рис. 3 и 4)

Усилие пресса в т	B	L	H	L <sub>1</sub>	b		l		h	h <sub>1</sub>	D	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>	H <sub>1</sub>	A	D <sub>3</sub>
					I	II	I	II										
40	280	320	110	240	210	—	70	—	25	20	38	M36×2	61	—	50	70	180	32
63	320	360	125	280	240	—	80	—	25	30	38	M36×2	61	—	50	70	210	36
100	360	400	140	300	280	—	100	—	25	30	43	M42×2	81	—	55	70	250	36
160	400	450	160	300	320	253	100	153	30	40	43	M42×2	81	42	55	100	250	50
250	450	500	180	400	—	273	—	223	30	40	43	M42×2	81	42	55	100	300	50
400	500	560	200	400	—	321,2	—	221,2	40	50	50	M48×2	91	52	65	130	350	65
630	560	630	220	490	—	351,2	—	281,2	40	50	50	M48×2	91	52	65	130	400	65

Материал — см. гл. XX.

17. Основные размеры деталей штампов с направляющими колонками и призматическими вставками (см. рис. 5)

Размер в мм	Усилие пресса в т			Размер в мм	Усилие пресса в т		
	250	400	630		250	400	630
B	500	630	710	b	150	190	240
B <sub>1</sub> ±0,1	160	200	250	b <sub>1</sub> ±0,1	185	232	282
B <sub>2</sub>	147,7	185,2	235,2	b <sub>2</sub>	80	100	125
L	500	560	630	b <sub>3</sub>	40	50	50
L <sub>1</sub>	400	460	500	A±0,1	220	220	260
L <sub>2</sub>	280	280	320	A <sub>1</sub>	90	100	160
H	125	160	160	A <sub>2</sub>	340	420	500
H <sub>1</sub>	100	130	130	A <sub>3</sub>	240	260	280
H <sub>2</sub>	80	90	100	A <sub>4</sub>	40	45	45
h	30	35	35	D (A <sub>4</sub> )	50	65	65
h <sub>1</sub>	38	50	50	D <sub>1</sub>	M42×	M48×	M48×
h <sub>2</sub>	30	40	40		×2	×2	×2
h <sub>3</sub>	25	35	35	D <sub>2</sub>	81	91	91
h <sub>4</sub>	50	60	60	d	M12	M16	M16
h <sub>5</sub>	35	40	40	d <sub>1</sub>	25	30	30
h <sub>6</sub>	14	18	18	d <sub>2</sub>	13	17	17
h <sub>7</sub>	320	320	360	d <sub>3</sub>	20	28	28

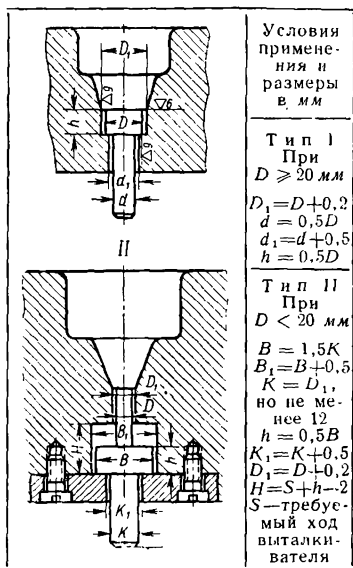
Материал — см. гл. XX.

## Открытые штампы

При штамповке поковок удлиненной формы (табл. 1, группа I) применяют обычно цельные блоки штампов или блоки с рабочими вставками, при штамповке круглых в плане поковок (табл. 1, группа II) — штампы сборной конструкции, состоящие из державки и рабочих частей (см. рис. 2).

Окончательный ручей штампа изготавливают по чертежу горячей поковки, составляемому по правилам,

18. Типы выталкивателей



Условия применения и размеры в мм

Тип I

При

 $D \geq 20 \text{ мм}$  $D_1 = D + 0,2$  $d = 0,5D$  $d_1 = d + 0,5$  $h = 0,5D$ 

Тип II

При

 $D < 20 \text{ мм}$  $B = 1,5K$  $V_1 = B + 0,5$  $K = D_1,$ 

но не менее 12

 $h = 0,5B$  $K_1 = K + 0,5$  $H_1 = D + 0,2$  $D = S + h - 2$ 

S — требуемый ход выталкивателя

приведенным в гл. XI. Если в штампе предусмотрена клешевая выемка, то ее конструктивные элементы можно определять, пользуясь указаниями в гл. XI.

## Закрытые штампы

Рабочие детали в сборе для закрытого штампа, предназначенного для штамповки круглой поковки, приведены на рис. 6. Величина зазора  $a$  между направляющей частью полости ма-

трицы и пуансоном определяется по рис. 7. Зазор следует выполнять за счет пуансона.

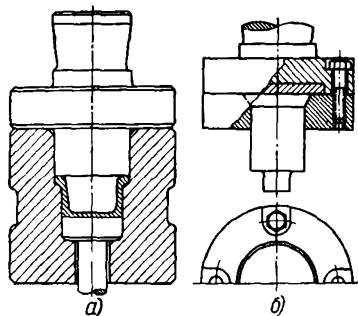


Рис. 6. Рабочие детали закрытого штампа для круглой поковки: а — рабочие детали в сборе; б — вариант крепления пуансона

Допуски на изготовление направляющей части матрицы и заходной части пуансона (табл. 18) назначают по 3-му классу.

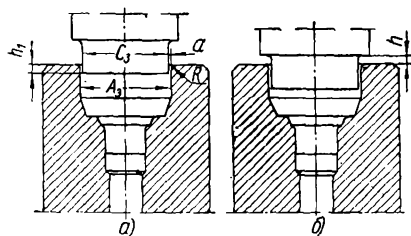


Рис. 7. Зазоры в элементах закрытого штампа: а — положение пуансона в начале штамповки; б — положение пуансона при окончании штамповки;  $h = 0,01P$ , но не менее 2 мм, где  $P$  — усилие прессы в т;  $a = 0,2h$ ;  $h_1 = 3,4h$ ;  $R = 1,7h_1$

Размеры полости окончательного ручья штампа выполняют в соответствии с размерами поковки, но с учетом усадки, допусков на поковку и характера износа отдельных элементов ручья.

### Штампы с разъемной матрицей

Типовая конструкция штампа приведена в табл. 19 (см. стр. 98, 99).

После того как матрица заключена в кольцо, в нее укладывают заготовку. При обратном ходе ползуна выталкива-

тель поднимает матрицу на 5—8 мм. При помощи ручек ее извлекают из кольца, освобождают от поковки и вновь закладывают в кольцо. Для матриц и пуансона приведены только некоторые конструктивные элементы, остальные элементы определяют, исходя из формы и размеров штампуемой поковки.

В процессе штамповки матрицы раздвигаются, образуя зазор в плоскости разреза 0,2—0,5 мм. Поэтому для получения точных поковок следует при предоставлении размеров на рабочую полость ручья ввести соответствующую поправку.

В условиях крупносерийного и, тем более, массового производства рекомендуется применять конструкцию штампа с разъемными матрицами, в которой размыкание и смыкание осуществляются с помощью пневматического приспособления и клина, прикрепленного к верхней плите штампа, или с помощью рычажного механизма и гидравлической системы.

### ШТАМПЫ ДЛЯ НЕКОТОРЫХ ТИПОВЫХ ПОКОВОК

На фрикционных прессах штампуют различные стержневые поковки (см. табл. 1, поковка II-1) и, особенно,

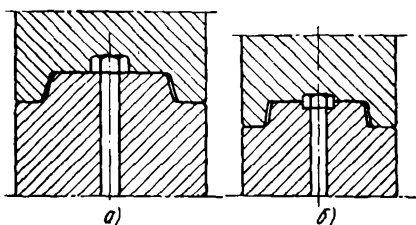


Рис. 8. Схема штамповки болта в открытом штампе: а — разрез по нижней плоскости головки; б — разрез по средней части головки

типа болтов и винтов. В последнем случае применяют два способа высадки:

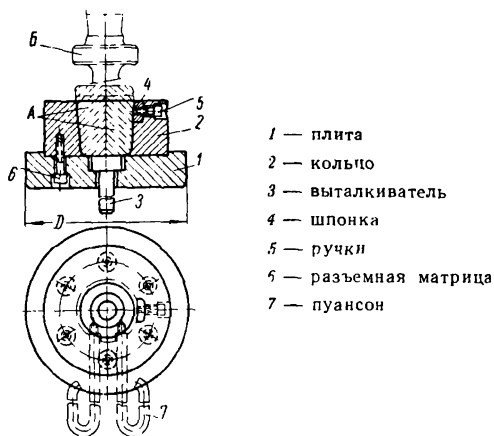
1) с заусенцем в открытом штампе (рис. 8);

2) в закрытом штампе (рис. 9).

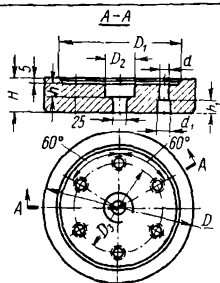
Первым способом обычно получают болты и винты за один ход прессы из проката обычной и повышенной

## 19. Типовая конструкция штампа с разъемными матрицами

Размеры в мм



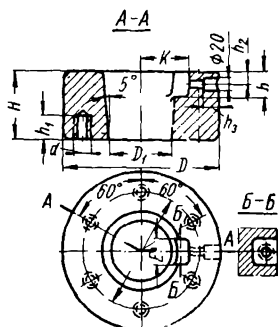
Плита



$D$	$D_1$ (Ш <sub>3</sub> )	$D_2$	$D_3$	$d$	$d_1$	$H$	$h$	$h_1$
260	200	50	150	13	19	55	25±0,1	15
390	330	60	240	15	23			20
440	380	70	280	17	25	95	35±0,1	50

Материал — сталь 45; твердость HRC 35—40

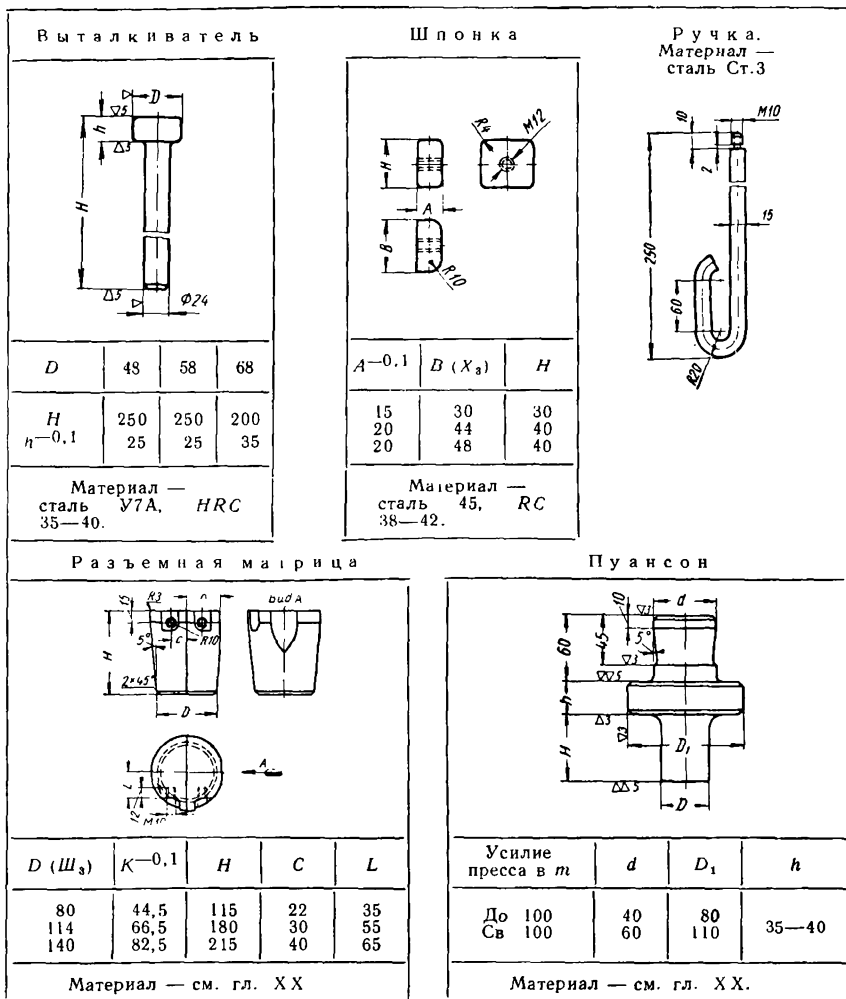
Кольцо



$D$ (С <sub>3</sub> )	$D_1$ (А <sub>3</sub> )	$D_2$	$d$	$K^{+0,1}$	$E$ (А <sub>3</sub> )	$H$	$h$	$h_1$	$h_2$	$h_3$
200	80	150	M12	59,5	30	85	30	30	15	15
330	114	240	M14	86,5	44	150	40	35	20	30
380	140	280	M16	102,5	46	185		40		35

Материал — сталь 45, HRC 35—40.

Продолжение табл. 19



точности, вторым — при штамповке из калиброванного металла за один или два хода пресса.

Заусенец, получающийся при первом способе штамповки в нижней плоскости головки, обрезают в специальных штампах:

а) при положении стержня вверх — нажатием плоским пуансоном на торец стержня, что требует аккуратной резки заготовок, без сколов на торцах;

б) при положении стержня вверх — нажатием на плоскость головки пуансоном с направляющим отверстием под стержень, что требует точной установки, без перекосов поковки в матрице;

в) при положении стержня вниз, но с применением в штампе специального ловителя, обеспечивающего точную установку головки по отношению к плоскости обрезной матрицы.

Так как обрезка нижнего заусенца вызывает ряд трудностей, иногда прибегают к разьему штампа по средней части фигуры головки (рис 8, б), обеспечивающему хорошую фиксацию поковки в обрезной матрице; это требует, однако, принятия необходимых мер

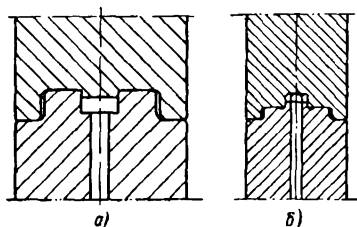


Рис. 9. Схема штамповки болта в закрытом штампе: а — разъем с выступом в верхнем штампе; б — разъем с выступом в нижнем штампе

для точного совпадения фигур нижней и верхней частей штампа и предотвращения смещения штампов в работе.

Штамповку в закрытом штампе болтов с шестигранной головкой (и подоб-

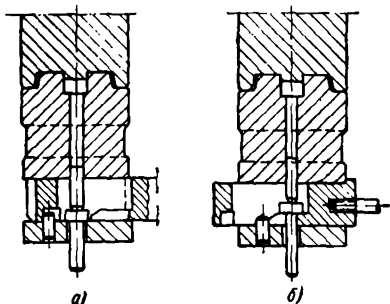


Рис. 10. Схема штампа для посадки головки винта за два хода пресса: а — положение опоры выталкивателя при первом ходе (подсадка); б — положение выталкивателя при втором ходе (окончательная штамповка)

ных деталей) производят за один ход в штампе с разъемом (рис. 9, б).

Для получения более равномерного заполнения металлом полости штампа, без одностороннего торцевого заусенца и тем более при значительной величине отношения высаживаемой длины заготовки к ее диаметру;  $\left(\frac{l_0}{d} > 1,5\right)$

рекомендуется производить штамповку за два хода пресса. При этом можно применить специальную конструкцию штампа с регулированием величины подачи заготовки за счет изменения положения толкателя (рис. 10).

Для получения точных поволоков стержневого типа и предотвращения образования торцевого заусенца рекомендуется применять дифференцированный электронагрев заготовки, с тем чтобы со стороны высаживаемого торца температура нагрева была меньше, чем в стержне.

На рис. 11 показан типовой чертеж открытого штампа, производимого для

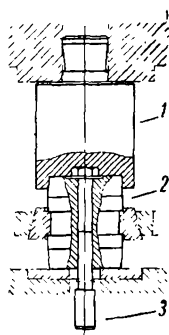


Рис. 11. Типовой штамп для изготовления болта: 1 — верхняя часть штампа; 2 — нижняя часть штампа; 3 — выталкиватель

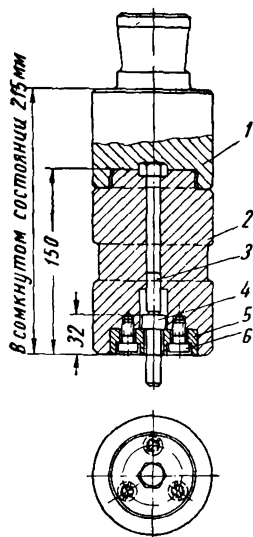


Рис. 12. Штамп для посадки головок болтов М12 длиной 30—80 мм с разъемом посередине головки: 1 — пуансон; 2 — матрица; 3 — выталкивающая шпилька; 4 — выталкиватель; 5 — планка; 6 — винт

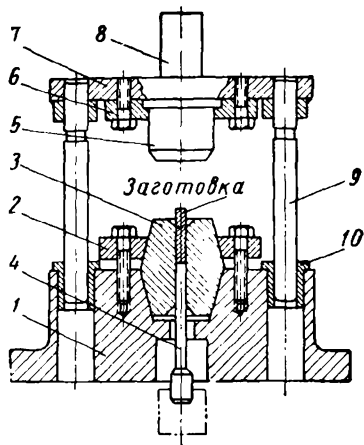


Рис. 13. Штамп со сменными рабочими деталями для поковки стержневого типа: 1 — нижняя плита; 2 — зажимная планка матрицы; 3 — матрица (сменная); 4 — выталкивающая шпилька; 5 — пуансон (сменный); 6 — зажимная планка пуансона; 7 — верхняя плита; 8 — хвостовик; 9 — направляющая колонка; 10 — направляющая втулка

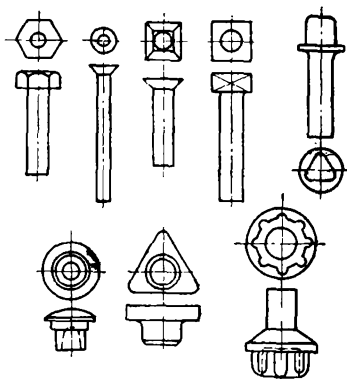


Рис. 14. Поковки стержневого типа

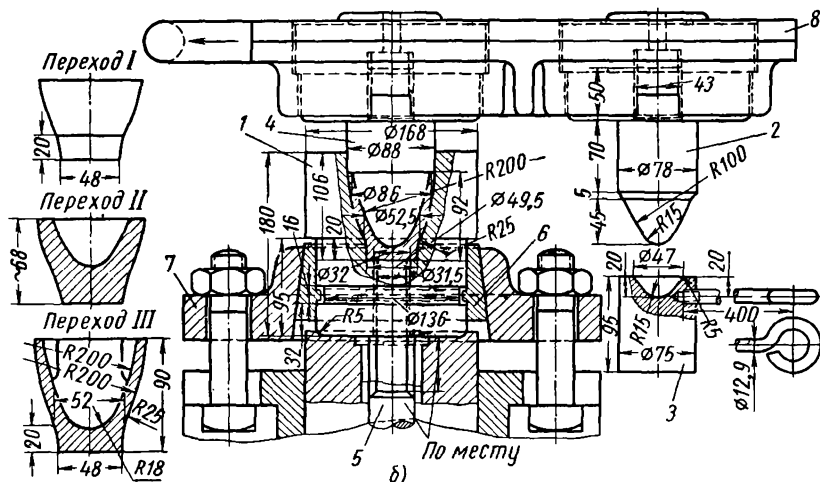


Рис. 15. Переходы штамповки (а) и штамп (б) для колпачка: 1 — матрица для трех переходов; 2 — пуансон II перехода; 3 — пуансон I перехода; 4 — пуансон III перехода; 5 — выталкиватель; 6 — двухсекционная обойма матрицы; 7 — прижимная планка; 8 — салазки

штамповки болтов с шестигранной головкой.

Типовой штамп, применяемый для штамповки болтов с разъемом посере-

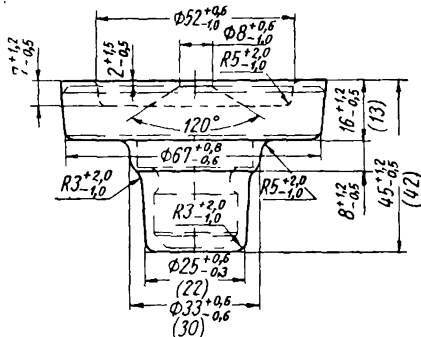


Рис. 16. Чертеж поковки, изготавливаемой в закрытом штампе. Штампочные уклоны  $1^\circ$ ; неуказанные радиусы закруглений  $R = 1,5$  мм; допускаемый торцовый заусенец до 5 мм

дине головки, изображен на рис. 12. Получение болтов различной длины достигается за счет замены одной лишь детали — выталкивающей шпильки.

Конструкция штампа с матрицами, имеющими ручки с двух сторон, представлена на рис. 13. Этот штамп служит для изготовления ряда поволок (рис. 14) в сменных матрицах и пуансонах.

Для изготовления поковки колпачка (рис. 15, а) применен штамп (рис. 15, в) с одной матрицей и тремя пуансонами, из которых два (для II и III переходов) закреплены на салазках 8, а один пуансон (I перехода) является накладным.

Процесс штамповки колпачка осуществляется следующим образом.

Нагретую исходную заготовку диаметром 50 и длиной 60 мм помещают

в матрицу 1, после чего на нее укладывают пуансон 3; салазки 8 устанавливаются в такое положение, при котором пуансон 2 во время хода ползуна прессы вниз надавливает через подкладной пуансон 3 на заготовку и производит формовку. После удаления из матрицы пуансона 3 вторым ходом ползуна производится предварительная штамповка (см. 11 на рис. 15, а), а затем после перестановки салазок пуансоном 4 осуществляется окончательная штамповка. Готовая поковка удаляется из матрицы выталкивателем 5.

Штампы указанной конструкции целесообразно применять в условиях мелкосерийного или серийного производства.

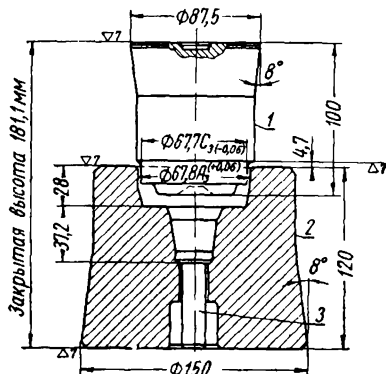


Рис. 17. Штамп для поковки (см. рис. 16): 1 — пуансон; 2 — матрица; 3 — выталкиватель

Типовая поковка II группы 3-й подгруппы (см. табл. 1) показана на рис. 16. Штамповка этой поковки в закрытом штампе (рис. 17) производится на фрикционном прессе 180 т.

#### ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Ангервакс А. И. и др. Безоблойная штамповка. Под ред. Головнева И. Ф., М., Машгиз, 1958
2. Брюханов А. Н., Ребельский А. В. Горячая штамповка. Конструирование и расчет штампов. М., Машгиз, 1952.
3. Служкер И. Б. Штамповка болтов и фигурных деталей на фрикционном

4. прессе. ТЭКСО, серия 8, 1498/41, 1955.
5. Штампы для объемной горячей штамповки на фрикционных прессах. Блоки и детали. МН 4202—63—4206—63. Стандартгиз, 1963.
6. Штампы для объемной горячей штамповки на фрикционных прессах. Расчет и конструирование. РТМ 95-63. Стандартгиз, 1963.

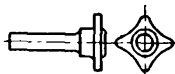

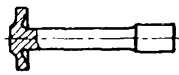

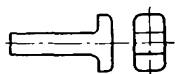
# ГЛАВА XV

## ШТАМПОВКА НА ГОРИЗОНТАЛЬНО-КОВОЧНЫХ МАШИНАХ

### КЛАССИФИКАЦИЯ ПОКОВОК




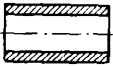
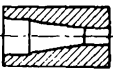



Поковки, изготавливаемые на ГКМ, формы и технологических особенностей можно свести в зависимости от их штамповки к шести группам (табл. 1).

1. Классификация поковок, изготавливаемых на ГКМ [8]


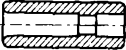

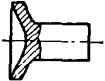

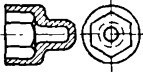

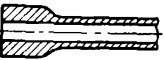
Группа	Технологические особенности штамповки	Вид поковки	Эскиз
<p style="text-align: center;"><b>I</b></p> <p>Поковки типа стержня с одним и несколькими утолщениями, расположенными вдоль исходного прутка</p>	<p>Необходимость определения оптимального количества наборных и формовочных переходов. Диаметр исходной заготовки должен быть равен диаметру стержневой части поковки</p>	<p style="text-align: center;">1</p> <p>С утолщением на конце стержня</p>	
		<p style="text-align: center;">2</p> <p>С одним утолщением вдоль стержня</p>	
		<p style="text-align: center;">3</p> <p>С утолщениями на концах стержня</p>	
		<p style="text-align: center;">4</p> <p>С двумя и более утолщениями, расположенными вдоль стержня</p>	
		<p style="text-align: center;">5</p> <p>С одним утолщением на конце стержня и стержнем некруглого сечения</p>	




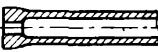
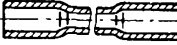
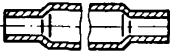

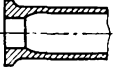


Продолжение табл. 1

Группа	Технологические особенности штамповки	Вид поковки	Эскиз
<p>II Поковки типа колец и втулок со сквозными отверстиями</p>	<p>Наличие прошивных операций, в том числе одной сквозной прошивки, и возможность в известной мере, произвольного выбора диаметра исходной заготовки</p>	<p>1 Гладкие цилиндрические кольца</p>	
		<p>2 Кольцо с цилиндрическим наружным и сложным внутренним контуром</p>	
		<p>3 Кольцо с цилиндрическим отверстием и сложным наружным контуром</p>	
		<p>4 Гладкие цилиндрические втулки</p>	
		<p>5 Втулки с цилиндрическим наружным и сложным внутренним контуром</p>	
		<p>6 Втулки с фланцем и цилиндрическим отверстием</p>	
		<p>7 С двумя буртами и более и цилиндрическим отверстием</p>	
		<p>8 Со сложным наружным и внутренним контуром</p>	


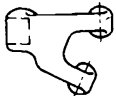
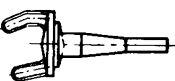
Продолжение табл. 1

Группа	Технологические особенности штамповки	Вид поковки	Эскиз
<p>II Поковки типа колец и втулок со сквозными отверстиями</p>	<p>Наличие прошивных операций, в том числе одной сквозной прошивки, и возможность, в известной мере, произвольного выбора диаметра исходной заготовки</p>	<p>9 С асимметричными элементами и местными выступами при цилиндрическом отверстии</p>	
		<p>10 С отверстием, прошитым с двух сторон</p>	
		<p>11 С фасонной формой торца</p>	
<p>III Поковки с полостями (глухими отверстиями)</p>	<p>Наличие прошивных операций и, в большинстве случаев, необходимость отделения отштампованной поковки от прутка путем поперечного сдвига ее ходом подвижной матрицы (реже сдвигом прутка)</p>	<p>1 С неглубокой полостью</p>	
		<p>2 С глубокой полостью гладкие (станканы)</p>	
		<p>3 С переменным сечением</p>	
		<p>4 С полостями с двух сторон</p>	
<p>IV Поковки полые, штампуемые из труб</p>	<p>Утолщение стенок исходной заготовки (трубы), раздача, обжим</p>	<p>1 С увеличением наружного диаметра трубы</p>	

Продолжение табл. 1

Группа	Технологические особенности штамповки	Вид поковки	Эскиз
Поковки полые, штампуемые из труб	Утолщение стенок исходной заготовки (трубы), раздача, обжим	2 С уменьшением внутреннего диаметра трубы	
		3 С увеличением наружного и уменьшением внутреннего диаметра трубы	
		4 Поковки, полученные раздачей	
		5 Поковки, полученные обжимом	
		6 С фланцем	
		7 С фланцем при уменьшенном внутреннем диаметре трубы	
V Поковки смешанной формы	Сочетание отдельных технологических операций, указанных для первых трех групп, а также дополнительные операции	1 С полыми утолщениями на концах стержня	
		2 С утолщениями на концах стержня, требующих дополнительных операций гибки или пробивки	

Продолжение табл. 1

Группа	Технологические особенности штамповки	Вид поковки	Эскиз
VI Поковки, требующие дополнительно штамповки на ГКМ	В зависимости от технологических операций, требующихся для получения заданной формы поковки, например дополнительная высадка фланцев, прошивка полостей и т. д.	1 С концевыми утолщениями, высаженными на ГКМ	
		2 С полостями, прошитыми на ГКМ	
		3 С подсаженными на ГКМ штамповочными уклонами или с другими операциями, выполняемыми на ГКМ	

### ШТАМПОВОЕ ПРОСТРАНСТВО И БЛОКИ ШТАМПОВ

ГКМ характеризуются основными параметрами и типоразмерами соответственно ГОСТу 7023—56 (см. гл. VI).

Схема крепления блоков штампов ГКМ представлена на рис. 1.

Размеры мест крепления в машине см. гл. VI.

При наиболее низком положении клина 1 (рис. 2), длина  $L_1$  штампового

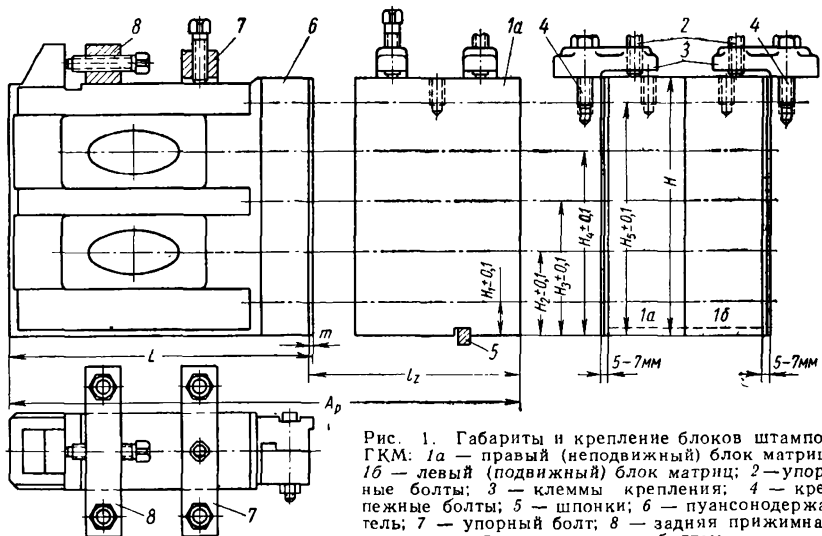


Рис. 1. Габариты и крепление блоков штампов ГКМ: 1а — правый (неподвижный) блок матриц; 1б — левый (подвижный) блок матриц; 2 — упорные болты; 3 — клеммы крепления; 4 — крепежные болты; 5 — шпонки; 6 — пуансондержатель; 7 — упорный болт; 8 — задняя прижимная планка с упорным болтом

## 2. Блоки матриц (заготовки) штампов ГKM

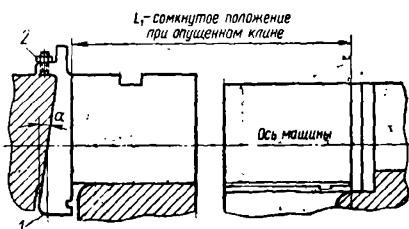
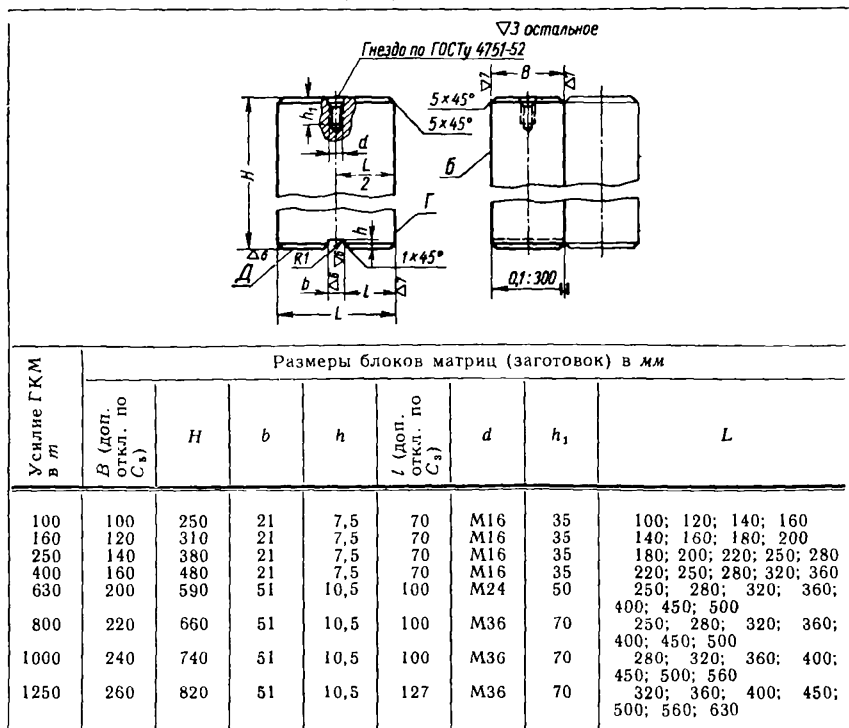


Рис. 2. Штамповое пространство ГKM

пространства наибольшая (см. гл. VI). При подъеме клина  $l$  с помощью болта 2 пуансонодержатель перемещается по направлению к матрицам, причем длина штампового пространства уменьшается. Чтобы иметь возможность увеличивать или уменьшать длину штампового пространства при наладке штампов, расчетная закрытая длина  $A_p$  (см. рис. 1) должна быть на 2—4 мм меньше максимально возмож-

ной величины  $L_1$  (см. рис. 2). Исходя из этого, определяют расстояние  $l_2$  (см. рис. 1) между передним торцом пуансонодержателя и грудной опорной плоскостью матрицы.

На рис. 3 приведена конструкция пуансонодержателя с креплением пуансонов при помощи крышек и болтов (и фланцев), а на рис. 4 показаны другие способы крепления пуансонов в пуансонодержателе.

Так как длина пуансонодержателя  $L' = L - t$  известна (рис. 1), то

$$l_2 = A_p - L'. \quad (1)$$

Размер  $l_2$  является отправным при определении длины блоков матриц и пуансонов. Выступ толщиной  $t$  служит для устранения вращения пуансонов во время работы (см. рис. 3).

Регулировку закрытой ширины штампового пространства (см. рис. 1) осуществляют за счет прокладок из листовой стали. Рекомендуется

применять не более двух прокладок для каждого блока матриц.

Размеры штампового пространства дают возможность установить габариты штампов и, следовательно, выявить

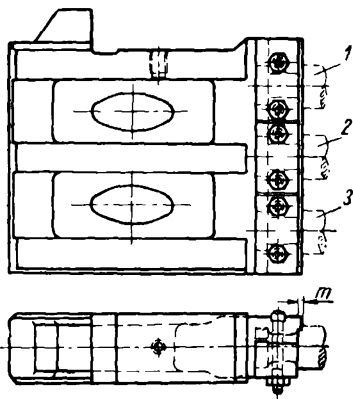


Рис. 3. Блок пуансонов (пуансонодержатель) в сборе: 1, 2 и 3 — пуансоны

возможность размещения предусмотренного количества ручьев для штамповки поковок заданного размера.

Величина рабочего хода, составляющая лишь часть прямого хода глав-

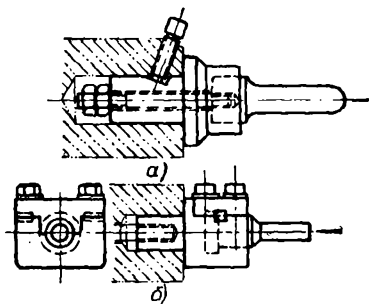


Рис. 4 Способы крепления пуансонов в пуансонодержателе: а — крепление упорными болтами; б — крепление стяжными болтами

ного ползуна, служит показателем максимального расстояния, на котором возможно осуществлять деформацию штампуемой заготовки.

Ход зажимного ползуна определяет наибольшее раскрытие матриц и соот-

ветствует максимальному размеру диаметра высадки при условии необходимости ее перемещения из ручья в ручей или удаления из штампа без осевого перемещения.

Величину хода зажимного ползуна следует учитывать также в тех случаях, когда подвижная матрица используется для совершения технологических операций расплющивания, просечки, гибки и т. п.

В табл. 2 даны размеры блоков матриц (заготовок), а в табл. 3 (см. стр. 110—111) — блоков пуансонов (заготовок) с фланцевым и винтовым креплением.

Конструкции пуансонодержателей и их размеры приведены в литературе [7].

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОГО УСИЛИЯ И ВЫБОР ГKM

Необходимое усилие определяют по формулам, приведенным в табл. 4. Значения  $\sigma_0$  при конечной температуре штамповки указаны в гл. I.

Определив  $P$ , следует подобрать ГKM по каталогу или табл. в гл. VI.

Если требуемое количество ручьев не укладывается в габаритный размер высоты штампового пространства, то это вынуждает выбирать ближайшую большую машину, а иногда и через одну ступень.

Высоту штампа в первом приближении можно определить из следующего выражения, приближенно учитывающего размеры переходов, их количество и толщину стенок между ручьями штампа:

$$H = \sum D_k + 0,3 \sum (D_k + l_k) + 10(k + 1), \quad (2)$$

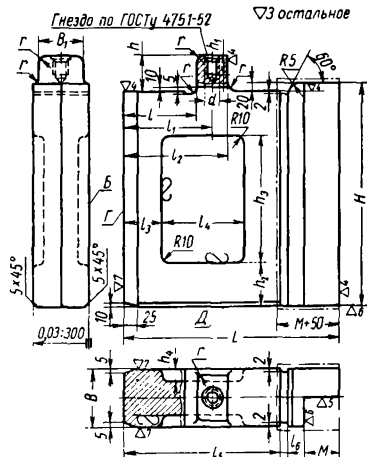
где  $D_k$  — наибольший диаметр перехода соответственно в каждом ручье;  $l_k$  — длина перехода, соответственно в каждом ручье;  $k$  — количество переходов (без отрезки, высечки).

Сравнением полученной величины  $H$  с допускаемой максимальной высотой штампа по характеристике ГKM устанавливаются, удовлетворяет ли выбранная машина указанному выше условию.

## 3. Блоки пуансонов (заго

Разме

Блоки с фланцевым креплением

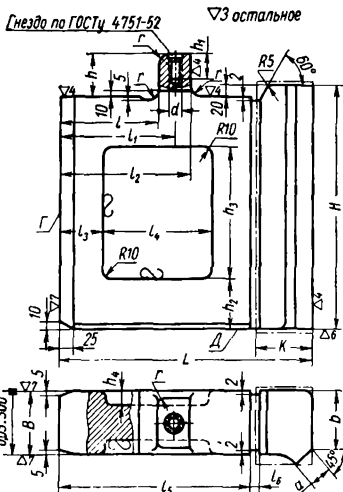


Усилие ГКМ в т	B (доп. откл. по X <sub>3</sub> )	L	H (доп. откл. по B <sub>5</sub> )	d	M	a	B <sub>1</sub>	b	l
100	60	264	270	M16	59	40	45	55	100
160	80	324	330		64	65	115		
250	100	426	400	M24	76	42	85	75	165
400	130	486	500		86	58	105	110	
		606							
630	160	566 716	610	96	75	135	140	200	
800	200	608 758	680	M36	108	—	175		—
1000	210	658 808	760		118	—	180		—
1250	230	708 908	840		123	—	200		—

говки) штампов ГKM [7]

ры в мм

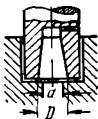
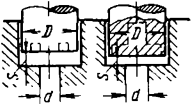
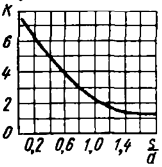
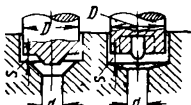
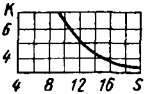
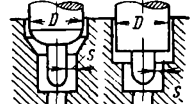


Блоки с винтовым креплением



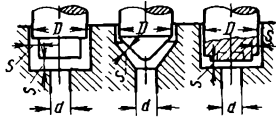
$l_1$	$l_2$	$l_3$	$l_4$	$l_5$	$l_6$	$h$	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$h_4$	$r$
		Доп. откл.						Доп. откл.			
		+3						+3			
115	130	—	—	185	10	60	35	—	—	—	10
135	155	60	100	220	15			60	190	15	
190	215	70	180	320	30	70	50	80	220	20	25
206	235		200	355	30				80	320	
240	280	80	220	425	20 50	90	70	100	390	35	15
245	290		260	460	20 50				460		
250	300		270	490	25 55	100	120	500	40		
265	315		320	530	25 55			580			



## 4. Определение усилия ГKM (В. И. Залесский)

Тип операции	Наименование операций	Формулы для определения усилий	Кривые для выбора коэффициента
I	 <p>Высадка в конусной полости, расположенной в пуансоне</p>	$P = \pi D^2 \sigma_{\theta} \kappa \Gamma;$ <p><math>D</math> — диаметр основания в мм</p>	—
II	 <p>Высадка фланца плоским пуансоном</p>	$P = \frac{\pi D^2}{4} K \sigma_{\theta} = FK \sigma_{\theta} \kappa \Gamma;$ <p><math>D</math> — диаметр высаженого фланца в мм; <math>K</math> — коэффициент, зависящий от <math>S/d</math> (<math>S</math> — толщина фланца; <math>d</math> — диаметр прутка)</p>	
III	 <p>Высадка с одновременным вдавливанием выступа пуансона, имеющего диаметр, равный примерно диаметру прутка</p>	$P = \frac{\pi D^2}{4} K \sigma_{\theta} = FK \sigma_{\theta} \kappa \Gamma;$ <p><math>D</math> — диаметр высадки в мм; <math>K</math> — коэффициент, зависящий от толщины <math>S</math> фланца</p>	
IV	 <p>Прошивка, сопровождающаяся раздачей материала пуансоном в стороны. Фланец подготовлен в предыдущем ручье</p>	$P = \frac{\pi D^2}{4} K \sigma_{\theta} = FK \sigma_{\theta} \kappa \Gamma;$ <p><math>D</math> — диаметр высадки в мм; <math>K</math> — коэффициент, зависящий от наименьшей толщины <math>S</math> стенки</p>	
V	 <p>Сквозная прошивка, сопровождающаяся срезом</p>	$P = 1,4 \Pi b \sigma_{\theta} \kappa \Gamma;$ <p><math>\Pi</math> — периметр срезаемого контура в мм; <math>b</math> — высота срезаемой части в мм</p>	—

Продолжение табл. 4

Тип операций	Наименование операций	Формулы для определения усилий	Кривые для выбора коэффициента
VI	 <p>Высадка тонкостенных стаканов или чашек</p>	$P = \frac{\pi D^2}{4} K \sigma_{\theta} = F K \sigma_{\theta} \text{ кг};$ <p><math>D</math> — диаметр высадки в мм; <math>K</math> — коэффициент, зависящий от <math>\frac{S}{d}</math> (<math>S</math> — наименьшая толщина стенки; <math>d</math> — диаметр прутка)</p>	
<p>Примечание. <math>\sigma_{\theta}</math> — временное сопротивление на разрыв металла заготовки при температуре штамповки в кг/мм<sup>2</sup>.</p>			

Для крупных поковок ( $D_n > 200$  мм) возможно применить ближайшую меньшую по усилию машину. Это допустимо, если тщательно выдерживают максимальную температуру нагрева металла, в штампе применяют не более трех ручьев и с одного нагрева штампуют не более двух-трех поковок.

Для поковок некруглой формы требуется усилие для штамповки определить, ориентируясь на приведенный диаметр, из выражения

$$D_n = 1,13 \sqrt{F_n}$$

где  $F_n$  — площадь проекции поковки в плоскости штамповки.

Следует, однако, учитывать, что если для заполнения ручья приходится применять открытый штамп и осуществлять штамповку с заусенцем, то это приводит к повышению усилия.

В подобных случаях рекомендуется выбор ГКМ производить, ориентируясь на габаритные размеры поковок с учетом заусенца.

### СОСТАВЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ПОВОВКИ

#### Припуски и допуски

Припуски и допуски определяют по ГОСТу 7505—55 (см. гл. X).

#### Штамповочные уклоны

ГОСТ 7505—55 устанавливает следующие максимальные уклоны: а) на участках поковки, выполняемых в матрицах: наружные не более 5° (рис. 5),

внутренние не более 7° (рис. 6); б) внутренние в полостях, выполняемых пуансоном, не более 3° (рис. 7).

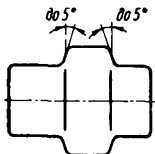


Рис. 5. Наружные уклоны при выполнении поковки в матрицах

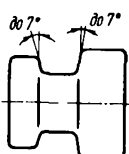


Рис. 6. Внутренние уклоны при выполнении поковки в матрицах

Штамповочных уклонов не требуется на наружных поверхностях поковки, параллельных перемещению ползуна, если они оформляются в матрицах (рис. 8—10), а также на элементах поковки, получаемых выдавливанием (рис. 11).

Если наружные поверхности поковки полностью или частично оформляются в пуансоне, то штамповочные уклоны  $\beta$  (рис. 12 и 13) можно уменьшить и выбирать в зависимости от  $L/D$ :



Рис. 7. Внутренние уклоны, выполняемые пуансоном

$L/D$	До 0,3	Св. 0,3 до 1,2	Св. 1,2 до 2,2	Св. 2,2 до 3,2	Св. 3,2 до 4,2
$\beta$	0°	15'	30'	45'	1°

Минимально допустимые штамповочные уклоны  $\alpha$  (рис. 12, 13) на поверхностях цилиндрических полостей следует принимать в зависимости от  $l/d$ :

$\frac{l}{d_1} : \frac{l_2}{d_2} ; \frac{l_3}{d_3}$	До 0,5	Св. 0,5 до 1,5	Св. 1,5 до 2,5	Св. 2,5 до 3,5	Св. 3,5 до 4,5
$\alpha$	0°	15'	30'	45'	1°
Св. 4,5 до 5,5	Св. 5,5 до 6,5	Св. 6,5 до 7,5	Св. 7,5 до 8,5		
1°15'	1°30'	1°45'	2°		

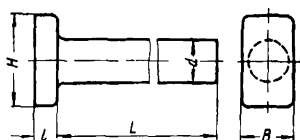


Рис. 8. Поковка с фланцем без штамповочных уклонов

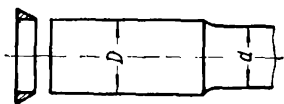


Рис. 9. Поковка с утолщением без штамповочных уклонов



Рис. 10. Поковка с большими радиусами переходов без штамповочных уклонов

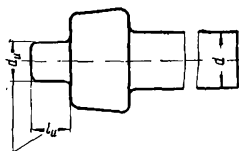


Рис. 11. Поковка, получаемая высадкой с выдавливанием металла

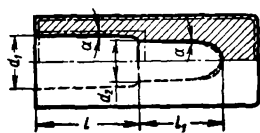


Рис. 14. Штамповочные уклоны на поковке с глубокой полостью

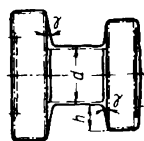


Рис. 15. Штамповочные уклоны на поковке с наружной выемкой

Глубокие полости следует разделить по высоте на несколько участков,

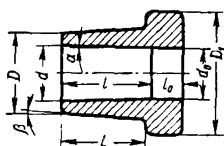


Рис. 12. Штамповочные уклоны на поковке

чтобы уменьшить штамповочный уклон  $\alpha$  (рис. 14).

Штамповочные уклоны  $\gamma$  в градусах у поковки с двумя буртами и более, изготавливаемыми в матрицах (рис. 15), определяют в зависимости от  $h$ :

$h$ в мм	До 10	Св. 10 до 16	Св. 16 до 25	Св. 25 до 40	Св. 40 до 60
$\gamma$ в град	1	2	3	5	7

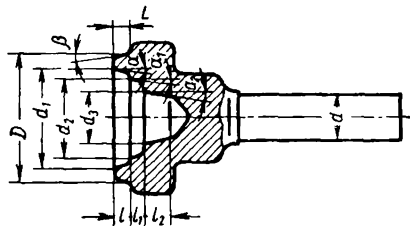


Рис. 13. Штамповочные уклоны на поковке вида стержня с фланцем

**Радиусы закруглений**

Радиусы закругления наружного контура определяются по ГОСТу 7505—55 (см. гл. X).

Если по наружному контуру поковки есть припуски на механическую обра-

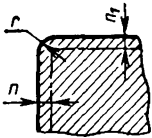


Рис. 16. Наружный радиус закругления

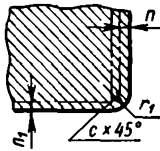


Рис. 17. Наружный радиус закругления на угле с фаской

ботку, то радиусы закругления  $r$  в мм следует определять по формуле

$$r = \frac{n + n_1}{2}, \quad (3)$$

где  $n$  и  $n_1$  — размеры припусков в мм (рис. 16).

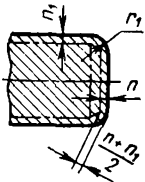


Рис. 18. Наружный радиус закругления на угле с фаской, выполненной не под  $\angle 45^\circ$

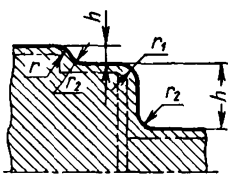


Рис. 19. Внутренние радиусы закругления

Если на углах выполняются фаски  $c \times 45^\circ$  (рис. 17), то размер  $r_1$  в мм следует увеличить на величину  $c$ :

$$r_1 = \frac{n + n_1}{2} + c. \quad (4)$$

При угле фаски, не равном  $45^\circ$ ,  $r_1$  следует определять графически так, чтобы по углу был нормальный припуск на обработку (рис. 18).

Радиус закругления  $r_2$  в мм (рис. 19), в зависимости от высоты бурта  $h$  в мм, следует подсчитывать по формуле

$$r_2 = 0,2h + 1. \quad (5)$$

Если  $r + r_2 > h$  или  $r_1 + r_2 > h$ , то при определении размера  $r_2$  следует исходить из условия получения плавного сопряжения. Радиус закругления  $r_3$  в мм элементов поковки, получаемых выдавливанием  $L_u$  (рис. 20), следует определять по формуле

$$r_3 = 0,1L_u + 1, \quad (6)$$

но не более  $\frac{d_u}{2}$ .

При  $r_3$ , большем нормального среднего припуска  $\frac{n + n_1}{2}$ , припуск по торцу следует увеличить до размера  $n_1'$ ,

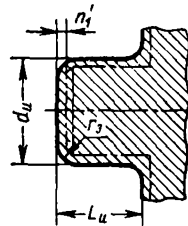


Рис. 20. Наружный радиус закругления на элементе, получаемом выдавливанием

чтобы получить нормальный припуск по углу (рис. 20).

Размеры радиусов закругления, рассчитанные по формулам (3)—(6),

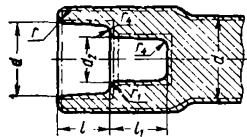


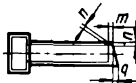

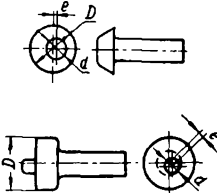
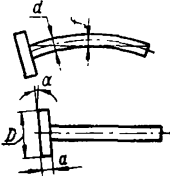
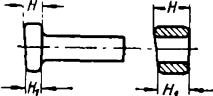
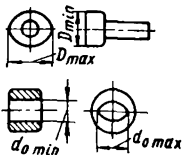
Рис. 21. Радиусы закругления на внутреннем контуре поковки

следует округлить до ближайшего большего значения ряда радиусов, указанных в ГОСТе 7505—55, или взять из следующего ряда: 0,8; 1,0; 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5; 6; 8; 10; 12; 15; 20; 25 мм.

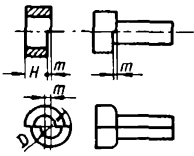
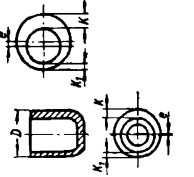
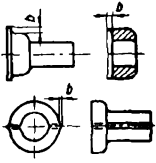
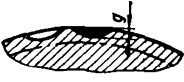
Допуски на радиусы закругления устанавливают по соглашению сторон, обычно не более  $\pm 0,5r$ .

В полостях на выпуклых углах (рис. 21)  $r$  следует определять по

## 5. Допускаемые отклонения в форме поковок

№ по пор.	Характер и пределы отклонения	Эскиз
1	На конце стержня допускаются утяжина и скос в пределах $m = 0,3d$ ; $n = q = 0,05d$	
2	Допускается увеличенный припуск $n_1$ на отрезку торца стержня в случаях, когда $m$ , $n$ и $q$ не обеспечивают получение минимального припуска $n$	
3	Смещение $e$ головки (утолщения) относительно стержня допускается в пределах половины отрицательного отклонения допуска на размер $D$ утолщения	
4	Кривизна стержня $f$ допускается в пределах половины отрицательного допуска на размер $d$ стержня; неперпендикулярность головки к стержню — в пределах $\text{tg } \alpha = \frac{H}{D}$ , где $H$ — нижнее отклонение допуска на размер ( $a$ — толщина бурта)	
5	Непараллельность торцов ( $H - H_1$ ) разрешается в пределах половины положительного допуска на толщину $H$	
6	Овальность $C = D_{\text{max}} - D_{\text{min}}$ разрешается в пределах половины положительного допуска на размер $D$ . Овальность отверстия $C_1 = d_{0 \text{ max}} - d_{0 \text{ min}}$ разрешается в пределах половины положительного допуска на размер $d_0$	

Продолжение табл. 5

№ по пор	Характер и пределы отклонения	Эскиз
7	Ступенчатость и сдвиг $m$ допускаются в пределах половины отрицательного отклонения допуска на соответствующий размер	
8	Разностенность $K - K_1 = 2e$ допускается в пределах 0,4 номинальной величины припуска на сторону	
9	Допускается заусенец без рванин величиной $b$ не более 0,5—1,5 мм	
10	Поверхностные дефекты — трещины, обезуглероженный слой, раковины и забоины — допускаются на величину не более половины минимального припуска на сторону	

формулам (3) и (4), а на вогнутых углах (рис. 21) радиусы  $r_4$  — по формуле

$$r_4 = 0,07 (d + l) \text{ или } (d_2 + l_1), \quad (7)$$

но не менее  $r_4 = 1,5$  мм, где  $d$  — диаметр полости и  $l$  — ее глубина в мм.

На переднем торце поковки, где возможно при штамповке образование заусенца, допускается острая кромка, т. е. радиус закругления может колебаться от 0 до  $r$ , определяемого по формуле (3).

Введение фасок на всех внешних и внутренних кромках детали расширяет возможности применения в поковке больших радиусов закруглений и допусков на них, что благоприятствует получению значительно более технологичной конструкции поковки.

#### Допускаемые отклонения формы поковок

Допускаемые отклонения в форме поковок (разностенность, разнотолщинность, кривизна и пр.), а также расположение и допускаемую величину заусенца определяют по табл. 5.

### Пример составления чертежа поковки [4]

На рис. 22 представлен чертеж детали (фланец), поковки которой надо изготавливать на ГКМ. Характер производства — серийный. Поэтому принимают 2-ю группу точности по ГОСТу 7505—55 (гл. X).

Вес штампованной поковки для расчета припусков, допусков и радиусов закруглений определяют по чистым

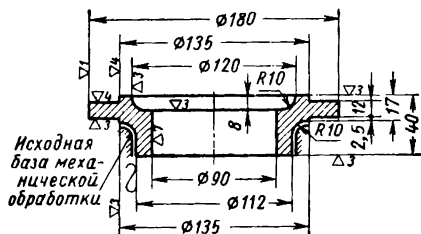


Рис. 22. Чертеж обработанной детали фланца

размерам с учетом напусков и припусков на механическую обработку. Он равен 4 кг.

**Припуски на обработку** (табл. 1 гл. X)

Диаметр	Обработка	Припуск
135	▽4	2,9+0,3=3,2
135	▽3	2,9
90	▽7	2,8+0,5=3,3
180	▽1	3,2
120	▽3	2,8
Высота	Обработка	Припуск
40	▽3	2,6
12	▽3	2,6
12	▽4	2,6+0,3=2,9
8	▽3	2,6

**Напуски.** Штамповочный уклон на отверстия диаметром 90 мм принимаем  $1^{\circ} 30'$ . На наружном контуре поковка не должна иметь штамповочных уклонов.

Окончательные размеры поковки округляем в большую сторону до 0,5 мм.

**Допуски на размеры** (табл. 2, гл. X)

По высотам 2,3 и 25,7 мм  $\pm 0,3$  (графы 10 плюс 9 и 12) округляем до  $\pm 0,7$ .

По высоте 17,5 мм  $\begin{matrix} +1,7 \\ -0,8 \end{matrix}$  (графы 2,3 плюс 10)

По глубине выемки 8 мм  $\begin{matrix} +0,8 \\ -1,7 \end{matrix}$  (графы 2,3 плюс 9 и 10).

По диаметрам 81; 83 и 114 мм  $\begin{matrix} +0,9 \\ -1,8 \end{matrix}$  (графы 12,3 плюс 9, 10 с учетом п. 8).

По диаметру 112 мм  $\begin{matrix} +1,8 \\ -0,9 \end{matrix}$  (графы 2,3 плюс 9, 10).

То же 141,5 мм  $\begin{matrix} +2,0 \\ -1,1 \end{matrix}$  (то же)

» 186,5 »  $\begin{matrix} +2,1 \\ -1,2 \end{matrix}$  ( » )

Радиусы скругления внешних углов в мм определяем по формуле (3):

$$r = \frac{3,2 + 2,9}{2} = 3,05;$$

$$r = \frac{3,2 + 2,6}{2} = 2,9;$$

$$r = \frac{2,8 + 2,6}{2} = 2,7;$$

$$r = \frac{2,9 + 2,6}{2} = 2,75.$$

Округляем все радиусы внешних углов до 3 мм.

Внутренние радиусы на уступах высотой  $h = \frac{180 - 135}{2} \approx 22,5$  мм находим по формуле (5):

$$r_2 = 0,2 \cdot 22,5 + 1 = 5,5 \text{ мм.}$$

Округляем их до 6 мм.

Внутренние радиусы на уступах  $h = \frac{180 - 112}{2} = 34$  мм равны  $0,2 \times 34 + 1 = 7,8$  мм.

Принимаем эти радиусы равными 10 мм, так как на детали дано R10, без механической обработки.

Допуски на размеры радиусов устанавливаем  $\pm 0,5r$  и  $\pm 0,5r_2$ .

**Технические условия на поковку**

1. Вес поковки  $G_p = 4$  кг.
2. Термообработка — нормализация; ИВ 197—156 ( $d_{\text{донн}} = 4,3 \div 4,8$  мм).
3. Очистка в дробеструйном аппарате.
4. Допускается заусенец по разъему матриц до 1,2 мм (гл. X, табл. 2, графа 6).
5. Овальность по наружному контуру и овальность отверстия согласно табл. 5, п. 6 на диаметр 186,5 мм

1,1 мм, на диаметр 141,5 мм 1 мм, на диаметр 112 мм 0,9 мм, на диаметры 81,83 и 114 мм 0,45 мм.

6. Допускаемые внешние дефекты согласно табл. 5, п. 10 составляют  $\frac{2,6}{2} = 1,3$  мм.

7. Эксцентricность отверстий диаметрами 81,83 и 114 к внешним диаметрам поковки до 0,8 мм (гл. X, табл. 2, графа 11).

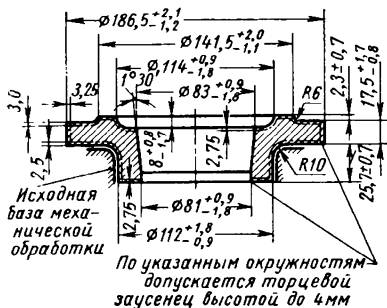


Рис. 23. Форма и размеры поковки фланца с начисленными припусками и допусками

8. Торцовый заусенец по диаметрам 81 и 186,5 мм до 4 мм (гл. X, табл. 2, графа 7).

9. Коробление фланца диаметром 186,5 мм до 0,6 мм (гл. X, табл. 2, графа 13).

10. Смещение по разъему матриц до 0,7 мм (гл. X, табл. 2, графа 5).

Чертеж поковки по данному расчету показан на рис. 23.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ШТАМПОВКИ

### Правила высадки утолщений

**Высадка утолщений.** За один ход ползуна машины в условиях свободной высадки (рис. 24—26) можно высадить



Рис. 24. Ограничение свободной высадки плоским пуансоном

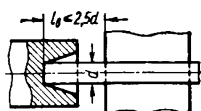


Рис. 25. Ограничение свободной высадки в коническом пуансоне

круглую заготовку (пруток) до большего диаметра, если длина высаживаемой части заготовки  $l_0 \leq 2,5d$ , где  $d$  —

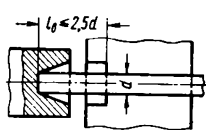


Рис. 26. Ограничение свободной высадки в коническом пуансоне и цилиндрических матрицах

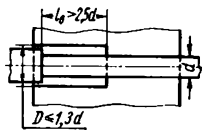


Рис. 27. Ограничение диаметра цилиндрической матрицы при высадке  $l_0 > 2,5d$

диаметр заготовки в мм;  $l_0 > 2,5d$ , то конечный диаметр высадки  $D \leq 1,3d$  (рис. 27).

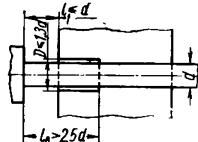


Рис. 28. Ограничение выступающей длины прутка за пределы цилиндрической матрицы с  $D \leq 1,3d$

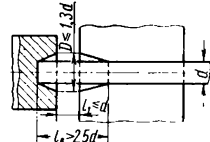


Рис. 29. Ограничение выступающей длины прутка за пределы конических пуансона и матрицы с  $D \leq 1,3d$

При  $l_0 > 2,5d$  и  $D \leq 1,3d$  длина участка заготовки, выступающего из матриц (рис. 28) или находящегося между матрицами и пуансоном (рис. 29),  $l_1 \leq d$ .

Если  $l_0 > 2,5d$  и  $D \leq 1,25d$ , то  $l_1 \leq 1,5d$  (рис. 30).

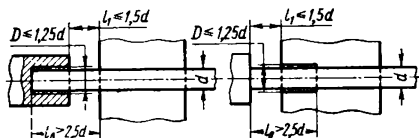


Рис. 30. Ограничение выступающей длины прутка за пределы цилиндрических матриц или пуансона с  $D \leq 1,25d$

Если  $l_0$  не выступает за пределы матрицы (рис. 31), то диаметр утолщения  $D$  можно не ограничивать при условии, что высота утолщения  $H$  будет равна или меньше  $3d$ .



Высадка в коническом ручье пуансона [8]. Если  $11d \geq l_0 \geq 2,5d$ , больший диаметр конического ручья пуансона

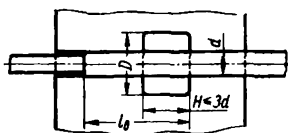


Рис. 31. Ограничение величины  $H$  при высадке прутка во внутренней цилиндрической полости

$D_K \leq 1,5d$ , а меньший диаметр  $d_K \approx d$  (рис. 32 и 33), то длина участка прутка,

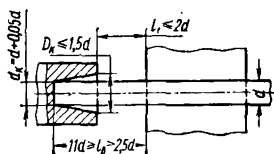


Рис. 32. Ограничение выступающей длины прутка за пределы пуансона при  $D_K \leq 1,5d$

находящегося между торцами матрицы и пуансона в начале высадки,  $l_1 \leq 2d$  для первого перехода,  $l_1 \leq 2d_c$  при

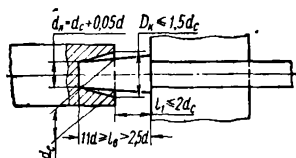


Рис. 33. Ограничение выступающей длины предварительно высаженого конического перехода за пределы конического пуансона при  $D_K \leq 1,5d_c$



Рис. 34. Ограничение выступающей длины прутка за пределы конического пуансона при  $D_K \leq 1,25d$

последующих переходах, где  $d_c = \frac{D_K + d_K}{2}$ , если  $11d \geq l_0 \geq 2,5d$  и  $D_K \leq 1,25d$  (рис.34), то  $l_1 \leq 2,5d$ .

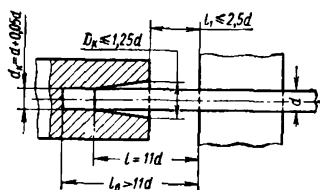


Рис. 35. Высадка в коническом ручье пуансона при  $l_0 > 11d$

Если  $l_0 > 11d$ , то  $D_K = 1,25d$ , а  $l_1 = 2,5d$ ; конструкцию пуансона выполняют в соответствии с рис. 35.

### Определение диаметра исходной заготовки, объема и длины высаживаемой части

Диаметр исходной заготовки  $d$  определяется в зависимости от группы поковок (стр. 122—132). Расчетный диаметр заготовки округляют до ближайшего большего значения, имеющегося в сортаменте.

Объем высаживаемой части прутка  $V_0$  определяют по номинальным размерам поковки с учетом потерь на угар и заусенец, если штамповка производится с поперечным (кольцевым) заусенцем:

$$V_0 = (V_n + V_3) \frac{100 + \delta}{100} = (V_n + V_3) (1 + 0,01 \delta), \quad (8)$$

где  $V_n$  — объем высаживаемой части поковки в  $м^3$  с учетом усадки (увеличенный на значение усадки);  $V_3$  — объем заусенца в  $м^3$ ;  $\delta$  — угар металла в % (см. гл. III).

Размеры поперечного (кольцевого) заусенца находят по табл. 6.

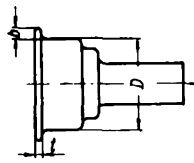
При подогреве заготовки в процессе штамповки угар  $\delta$  увеличивают на 50% против первоначально принятого.

Длину высаживаемой части прутка  $l_0$  определяют по формуле

$$l_0 = \frac{(V_n + V_3) (100 + \delta)}{F \cdot 100} = \frac{V_0}{F}, \quad (9)$$

где  $V_0$  — по формуле (8);  $F$  — площадь сечения заготовки (прутка) в  $м^2$  с учетом усадки.

## 6. Размеры заусенца в мм

Диаметр высаживаемой части поковки $D$					
	До 20	Св. 20 до 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 120	Св. 120 до 160
Ширина заусенца $b$ . . . . .	5	5—8	8—10	10—12	12—14
Толщина заусенца $t$ . . . . .	1	1,5	2,5	3	3,5

### Определение размеров полости наборной части ручья

Объем полости наборной части ручья должен быть больше объема высаживаемой части прутка

$$V_{нп} = uV_b. \quad (10)$$

Коэффициент  $u$  зависит от диаметра заготовки (прутка) и порядкового номера перехода (табл. 7).

### 7. Значение коэффициента $u$

Номер перехода	Исходный диаметр в мм			
	До 20	Св. 20 до 40	Св. 40 до 60	Св. 60 до 80
1	1,07	1,09	1,11	1,13
2	1,05	1,06	1,08	1,09
3	1,04	1,05	1,07	1,08
4	1,03	1,04	1,05	1,06
5 и более	1,02	1,03	1,04	1,05

При определении объема полости наборной части ручья следует придерживаться следующей методики:

а) по чертежу поковки устанавливают примерную форму переходов и диаметр исходной заготовки;

б) по диаметру заготовки и порядковому номеру перехода находят коэффициент  $u$  (табл. 7);

в) пользуясь указанными положениями о высадке утолщений, устанавли-

вают размеры полости наборной части ручья.

При этом, если набор металла производится в пуансоне с конической полостью (рис. 36), размеры полости определяют следующим образом.

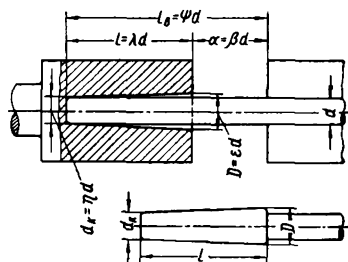


Рис. 36. Схема высадки в коническом ручье пуансона

При  $11 > \psi > 5,4$  вначале определяют  $\psi$  и задаваясь  $\eta$  ( $\approx 1,05$ ) находят  $\epsilon$  по формуле

$$\epsilon = 1,22 - \frac{\psi}{4} +$$

$$+ \sqrt{\frac{\psi^2}{16} - \left(0,625 - \frac{1}{2\eta}\right)\psi + 1,56}, \quad (11)$$

далее подсчитывают  $D$  и  $d_k$  и определяют  $l$

$$l = \frac{V_b u}{0,262 (D^2 + D d_k + d_k^2)}. \quad (12)$$

При  $\psi \leq 5,4$   $\epsilon$  принимают равным 1,5,  $\eta = 1,05$ , подсчитывают  $D$  и  $d_k$  и определяют  $l$  по формуле (12).

г) при наборе металла в конической полости пуансона, имеющего керн (рис. 37), меньший диаметр конуса  $d_k$  должен быть больше  $1,1d$ ;



Рис. 37. Высадка в коническом ручье пуансона с керном

д) необходимость в дальнейших наборных переходах (конических) определяют по величине отношения полученной длины конуса к его среднему диаметру  $d_c$ . Если полученное значение  $\frac{l}{d_c} > 2,5$ , то производят следующий набор в конической полости до тех пор, пока  $\frac{l}{d_c}$  не станет меньше или равно 2,5.

Расчет производят по формулам (11) и (12), причем в качестве исходных берут  $\psi = \frac{l}{d_c}$  и  $\eta = \frac{d_k}{d_c} = 1,05$ . При  $\psi \leq 5,4$   $\epsilon$  принимают равным 1,5.

### Высадка поковок группы I

При выборе варианта штамповки необходимо определить:

1) диаметр заготовки, исходя из диаметра стержня поковки и технических условий;

2) вид заготовки (мерная или прутковая);

3) вариант штамповки и вид окончательного формовочного ручья, т. е. будет ли штамповка производиться в закрытом ручье (без заусенца) или в открытом ручье (с заусенцем).

Исходя из указанного, применяют один из следующих вариантов штамповки (рис. 38):

а — от переднего упора с отделением поковки от прутка (исходной заготовки) сдвигом ее ходом подвиж-

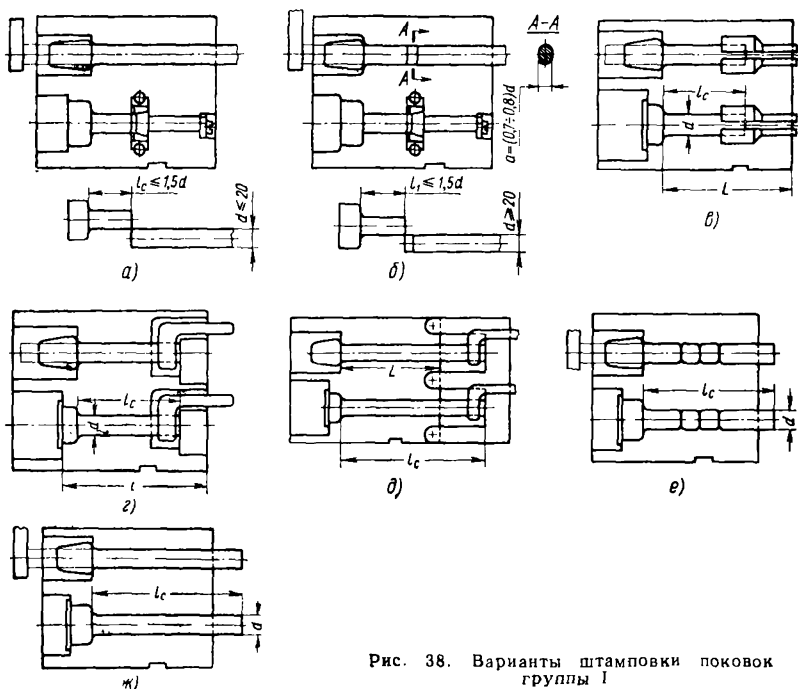


Рис. 38. Варианты штамповки поковок группы I

ной матрицы (при  $d \leq 20$  мм и  $l_c \leq 1,5d$ );

б — от переднего упора с отделением поковки от прутка сдвигом ее после

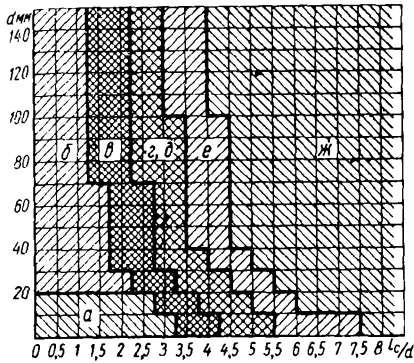


Рис. 39. Диаграмма пределов применения вариантов а—ж (рис. 38) штамповки поковки типа стержня с утолщениями

перезима прутка (при  $d > 20$  мм, а  $l_c \leq 1,5d$ );

в — из штучной (мерной) заготовки с применением упора—клещей (при  $l_c < L$ );

е — из штучной заготовки от переднего упора с применением рифленого зажимного ручья;

ж — из штучной заготовки от переднего упора с применением гладкого зажимного ручья.

При штамповке из штучной заготовки предпочтительно применять варианты в—д, так как они обеспечивают получение стержня с жесткими допусками по длине.

Варианты е и ж не обеспечивают точной длины стержня; кроме того, при штамповке по варианту е на стержне остаются следы от канавок зажимного ручья. Поэтому применять их рекомендуется преимущественно для получения промежуточных заготовок, предназначенных для последующей штамповки на молоте или прессе.

Пределы применения вариантов штамповки указаны в диаграмме на рис. 39, где  $d$  — диаметр прутковой заготовки (стержня) в мм;  $l_c$  — длина стержня поковки в мм.

По способу разъема и расположению фигуры в штампе различают следующие виды окончательных формовочных ручьев (рис. 40).

а — закрытый с расположением фигуры в матрицах; б — открытый с рас-

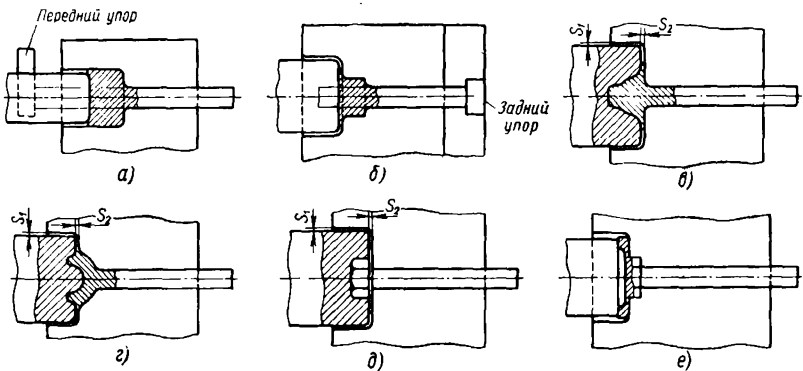


Рис. 40. Виды окончательных формовочных ручьев

г и д — из штучной заготовки от заднего упора, расположенного в штампе (матрице), или от заднего упора, прикрепленного к штампу или станине машины, в зависимости от длины стержня поковки  $l_c$  и матрицы  $L$ ;

положением фигуры в матрицах; в — открытый с расположением фигуры в пуансоне; г — открытый с расположением фигуры в матрицах и пуансоне; д — открытый с расположением фигуры сложной формы в пуансоне

с целью предотвращения образования на поковке трудно удаляемого продольного заусенца;  $e$  — открытый с расположением фигуры сложной формы в матрицах и наличием канавки для заусенца с магазином.

### Высадка поволоков групп II и III

**Высадка колец.** К кольцам условно отнесены поковки со сквозным отверстием и отношением  $\frac{H}{D} \leq 0,7$ .

Штамповку колец производят в ручье, расположенном в пуансоне или в матрицах (рис. 41).

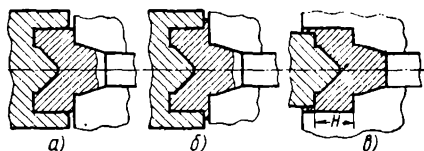


Рис. 41. Штамповка колец: а — в пуансоне без заусенца; б — в пуансоне с заусенцем; в — в матрицах

В поковках, изготовленных в пуансоне, отсутствуют дефекты, свойственные поковкам, изготовленным в матрицах (эллипτικότητα наружного диаметра, смещение и др.). Для штамповки колец без образования заусенца сле-

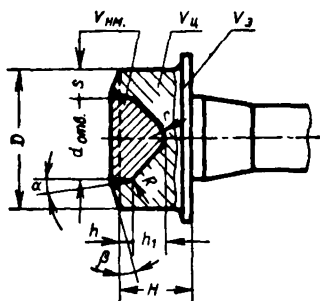


Рис. 42. Схема для расчета объема формовочного перехода

дует применить калиброванные прутки с допусками не ниже 5-го класса точности (ГОСТ 7417—57).

Объем формовочного перехода  $V_{\phi}$  (рис. 42) определяют по формулам:

при штамповке без заусенца

$$V_{\phi} = (V_{ц} - V_{нм}) \frac{100 + \delta}{100}; \quad (13)$$

при штамповке с заусенцем

$$V_{\phi} = (V_{ц} + V_{з} - V_{нм}) \times \frac{100 + \delta}{100}, \quad (14)$$

где  $V_{ц}$  — объем поковки кольца, включая объем наметки  $V_{нм}$ ;  $V_{нм}$  — объем наметки (табл. 8);  $V_{з}$  — объем заусенца (табл. 6);  $\delta$  — угар (гл. III);  $\alpha$  — штамповочный уклон, не более  $1^{\circ}$ ;  $\beta$  — уклон, компенсирующий возможную утяжку при прошивке отверстия в поковке (табл. 8).

Основные виды форм наметок, применяемых в подшипниковой промышленности, при штамповке поволоков из стали ШХ15, ШХ9, ШХ6, ШХ5СГ приведены в табл. 9.

Диаметр исходной заготовки  $d$  определяют по формуле

$$d = \sqrt{\frac{4V_{\phi}}{3,14l_{\theta}}}, \quad (15)$$

где  $l_{\theta}$  — длина высаживаемой части прутка;  $V_{\phi}$  — объем формовочного перехода.

Для качественного заполнения формовочного ручья за один переход отношение  $\frac{l_{\theta}}{d}$  должно удовлетворять следующим условиям:

а) при штамповке в ручье, расположенном в пуансоне без заусенца,

$$0,9 \leq \frac{l_{\theta}}{d} < 1,5;$$

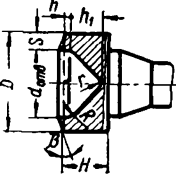
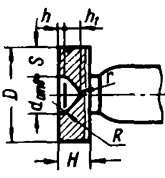
б) при штамповке в ручье, расположенном в пуансоне с заусенцем,

$$1,5 \leq \frac{l_{\theta}}{d} < 1,7;$$

в) при штамповке в закрытом ручье расположенном в матрицах без заусенца

$$\frac{l_{\theta}}{d} < 1,4,$$

8. Размеры наметки и угла  $\beta$  при формовке в пуансоне и матрице

Условия применения		Эскиз	Определение основных расчетных параметров при деформации	
$S/d_{отв}$	$H/D$		в пуансоне	в матрице
До 0,3	До 0,4		$h = (0,15 \pm 0,25) d_{отв}$ $h_1 = (0,25 \pm 0,45) d_{отв}$ $\beta = (2 \div 4)^\circ$ $R \leq 0,2 d_{отв}$ $r = 0,1 d_{отв}$	$h = (0,40 \pm 0,50) d_{отв}$ $h_1 = (0,15 \pm 0,18) d_{отв}$
	Св. 0,4 до 0,7		$h = (0,12 \pm 0,20) d_{отв}$ $h_1 = (0,45 \pm 0,60) d_{отв}$ $\beta = (2 \div 4)^\circ$ $R$ и $r$ — как указано выше	$h = (0,30 \pm 0,40) d_{отв}$ $h_1 = (0,18 \pm 0,25) d_{отв}$
Св. 0,3 до 0,5	До 0,4		$h = (0,10 \pm 0,15) d_{отв}$ $h_1 = (0,45 \pm 0,55) d_{отв}$ $\beta < 2^\circ$ $R$ и $r$ — как указано выше	$h = (0,30 \pm 0,40) d_{отв}$ $h_1 = (0,18 \pm 0,20) d_{отв}$
	Св. 0,4 до 0,7		$h = (0,08 \pm 0,12) d_{отв}$ $h_1 = (0,50 \pm 0,60) d_{отв}$ $\beta < 2^\circ$ $R$ и $r$ — как указано выше	$h = (0,25 \pm 0,35) d_{отв}$ $h_1 = (0,25 \pm 0,50) d_{отв}$
Св. 0,5	До 0,4		$h = (0,05 \pm 0,10) d_{отв}$ $h_1 = (0,55 \pm 0,60) d_{отв}$ $R = (0,2 \div 0,3) d_{отв}$ $r = (3 \div 5) \text{ мм}$	$h = (0,20 \pm 0,30) d_{отв}$ $h_1 = 0,45 d_{отв}$
	Св. 0,4 до 0,7		$h = (0,04 \pm 0,08) d_{отв}$ $h_1 = (0,60 \pm 1,00) d_{отв}$ $R = (0,2 \div 0,3) d_{отв}$ $r = (3 \div 5) \text{ мм}$	$h = (0,15 \pm 0,25) d_{отв}$ $h_1 = (0,5 \div 0,8) d_{отв}$

9. Размеры наметки при формовке в пуансоне  
(подшипниковая промышленность)

Наметка	Эскиз	Определение основных расчетных параметров
При формовке в пуансоне: обычно применяемая		$h = (0,5 \div 1,0) H$ $r = 3 \text{ мм}$ $r_1 = 2 \text{ мм}$ $\beta \leq 4^\circ$
для прошивки высоких и толстостенных поковок		$h = (0,5 \div 0,65) H$ $R = (0,8 \div 0,9) h$ $\alpha_1 \text{ и } \alpha_2 \text{ — конструктивно}$ $r, r_1, \beta \text{ — как указано выше}$
При формовке в матрице		$h = (0,4 \div 0,5) H$ $R = 0,4h$ $\alpha_1 = 6^\circ$ $\alpha_2 = (2 \div 3)^\circ$ $\beta < 4^\circ$

г) при штамповке в открытом ручье, расположенном в матрицах (с поперечным заусенцем), рекомендуется при менять в исключительных случаях,

$$1,4 \leq \frac{l_\theta}{d} \leq 1,6;$$

д) при штамповке в ручьях, расположенных в пуансоне, за два перехода

$$1,7 \leq \frac{l_\theta}{d} \leq 3;$$

е) при штамповке в ручьях, расположенных в матрицах, за два перехода

$$1,5 \leq \frac{l_\theta}{d} \leq 3.$$

Исходя из указанных условий формула (15) может быть представлена так:

$$d = \sqrt[3]{\frac{4V\phi}{3,14 \frac{l_\theta}{d}}}. \quad (16)$$

Фактический диаметр прутка устанавливаются в соответствии с ГОСТом 2590—57, при этом следует стремиться к тому, чтобы он был равен диаметру

отверстия поковки кольца. Если  $\frac{d}{d_{отв}} > 1,2$ , то требуется дополнительный переход — отделение отхода («высечки») от прутка, для чего необходим специальный ручей (рис. 43).

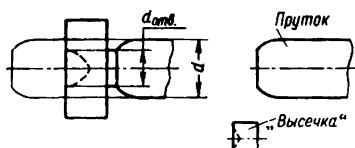


Рис. 43. Отделение «высечки» при штамповке с пережимом

При выборе диаметра прутка необходимо учесть также следующие обстоятельства:

1) прутки с диаметром, большим диаметра отверстия, даст возможность снять с одного нагрева большее количество поковок;

2) большим диаметрам соответствует относительно большая стабильность отбеса;

3) пережим прутка возможен только при наличии наборного перехода;

4) необходимость отрезки отхода затрудняет механизацию и автоматизацию процесса штамповки;

5) при высадке в ручье, расположенном в матрицах, диаметр прутка должен быть подобран таким образом, чтобы он выступал на 5—10 мм за передний край матриц и обеспечивал этим применение переднего упора.

Объем наборного перехода определяют по формуле (10).

Если  $\frac{l_{\theta}}{d} \leq 1,0$ , набор следует производить в полости пуансона (рис. 44).

Размеры наборного перехода равны:

$$H_2 = H_1 + (2 \div 3) \text{ мм}; S_2 \geq S_1;$$

$d_K$  и  $D_K$  подбирают из условия равенства (10). Для поковок со сквозными

отверстиями ( $\frac{H}{D} \leq 0,7$ ) не следует применять более одного наборного перехода, что соответствует отношению  $\frac{l_{\theta}}{d} \leq 2,5$ .

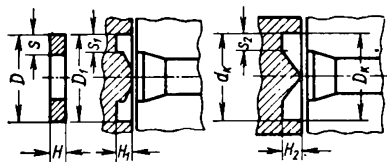


Рис 44. Штамповка без предварительного набора при  $\frac{l_{\theta}}{d} < 1$

Такое отношение обеспечивают подбором диаметра заготовки (прутка).

В табл. 10 приведены рекомендуемые построения наборных и

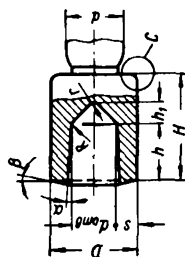
10. Наборные и формовочные переходы при штамповке поковок колец

$\frac{S}{d_{отв}}$	Наборный переход		Формовочный переход <sup>1</sup>
	Эскиз	Соотношения для определения размеров	
До 0,3		$S_K \geq S_1$ $D_K = D_1 - (2 \div 5) \text{ мм}$ $d_K = D_{под} + (1 \div 2) \text{ мм}$ $\gamma_K = \gamma$ $H_K$ — из условия: $V_K = \mu V_{\phi}$ , но не более $H_1$	
Св. 0,3 до 0,5		$S_K$ и $H_K$ — как указано выше $D_K = D_1 - (1 \div 3) \text{ мм}$ $d_K = d + (1 \div 3) \text{ мм}$	
Св. 0,5		$S_K$ и $H_K$ — как указано выше $D_K = D_1$ $d_K = d - (1 \div 3) \text{ мм}$	

<sup>1</sup> Построение перехода согласно табл. 8. Размеры  $S_1$ ,  $H_1$  и  $D_1$  соответствуют  $S$ ,  $H$ ,  $D$  с учетом усадки.



11. Определение размеров прошиваемой наметки



$\frac{H}{d_{отв}}$	h	h <sub>1</sub>	R	r	α	β		
						$S < 0,5d_{отв}$	$S = (0,3 \div 0,5) d_{отв}$	$S > 0,3d_{отв}$
До 1,5	(0,5 ÷ 0,8) d <sub>отв</sub>	(0,2 ÷ 0,3) d <sub>отв</sub>	0,3d <sub>отв</sub>		0° 30'			2°
Св. 1,5 до 2	(0,8 ÷ 1,2) d <sub>отв</sub>	(0,3 ÷ 0,4) d <sub>отв</sub>	(0,4 ÷ 0,5) d <sub>отв</sub>		1°			1°
Св. 2 до 3	(1,2 ÷ 1,6) d <sub>отв</sub>	(0,40 ÷ 0,5) d <sub>отв</sub>	(0,5 ÷ 0,8) d <sub>отв</sub>	0,1d <sub>отв</sub>	1,0 ÷ 1,5°		0°	0°
Св. 3	Св. 1,6d <sub>отв</sub>	Св. 0,5d <sub>отв</sub>	d <sub>отв</sub>		1,5 ÷ 2,0°			

Примечание. Если в наборных ручьях плохо заполняется угол C, табличные значения параметров h, h<sub>1</sub> и R следует изменить.  
Значение h можно увеличить до 1,3 табличного значения, а параметры h<sub>1</sub> и R соответственно уменьшить.

формовочных переходов для колец с различной толщиной стенок ( $S$ ), исходя из условия

$$1,5 \leq \frac{l_a}{d} \leq 2,5.$$

**Высадка втулок.** К втулкам условно относят поковки со сквозным отверстием и отношением высоты поковки  $H$  к наружному диаметру  $D$ , большим 0,7, т. е.  $\frac{H}{D} > 0,7$ .

Формовочные переходы следует производить в ручье, расположенном в матрицах.

Если необходимо выдержать жесткий допуск по высоте втулки  $H$ , штамповку производят с поперечным заусенцем (если высота матриц позволяет разместить такой ручей). Объем формовочного перехода определяют так же, как для колец, по формулам (13) и (14).

В табл. 11 приведены рекомендуемые размеры прошиваемой наметки в зависимости от отношения высоты втулки  $H$  к диаметру отверстия  $d_{омз}$ .

Диаметр и длину исходной заготовки при высадке втулок от прутка торговой длины определяют так же, как для поковок колец.

Потеря металла на первую в прутке штампованную поковку при штамповке с передним упором и пережимом или подъемом прутка не должна быть более диаметра прутка.

С учетом потерь металла на некрайность при наборе в матрице диаметр прутка

$$d = k \sqrt{D^2 - d_{омз}^2} \quad (17)$$

где  $k$  — коэффициент, обеспечивающий выход прутка за пределы матрицы на длину до половины его диаметра и тем самым возможность применения переднего упора ( $k = 0,85 \div 0,95$ );  $D$  — наружный диаметр втулки;  $d_{омз}$  — диаметр отверстия втулки.

При штамповке длинных тонкостенных втулок рационально применять заготовку (пруток), рассчитанную на две поковки, с тем чтобы при изготовлении второй поковки клещевинной для

нее служила «высечка» от первой поковки. Условиями применения заготовки на две поковки являются:

- 1)  $d = (0,85 - 0,95) \sqrt{D^2 - d_{омз}^2}$ ;
- 2) значительный пережим прутка, приблизительно равный  $0,5d$  (для уменьшения длины его зажима);
- 3) длина зажимной части прутка не менее 1,7*d*.

При проектировании наборных или предварительных переходов необходимо учесть следующие положения:

1) прошивку следует производить за счет радиальной раздачи металла. При образовании полости выдавлива-

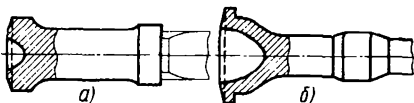


Рис. 45. Заготовка: а — с центрирующим буртом; б — с буртом и воротником

ние металла навстречу движению пуансона должно быть минимальным;

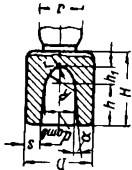
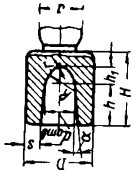
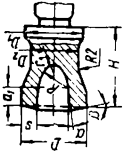
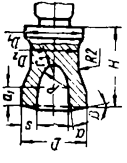
2) для лучшей раздачи металла и повышения стойкости пуансона при прошивке относительно толстостенных поковок следует применять прошивной пуансон со сферической головкой, а при прошивке поковок с небольшой толщиной стенки — с более острой головкой;

3) при необходимости глубокой прошивки ( $\frac{l_{пр}}{d_{омз}} > 1$ ) относительно толстостенных поковок в наборном переходе (ручье) для обеспечения соосности следует предусмотреть центрирующий бурт (рис. 45, а), а для тонкостенных поковок — бурт с воротником (рис. 45, б);

4) при наборе металла в полости матрицы для лучшего оформления поковки следует предусмотреть высадку бурта (угол  $S$ , табл. 11, эскиз).

В табл. 12 приведены рекомендуемые размеры и формы наборных и предварительных переходов в зависимости от толщины стенки  $S$ , диаметра отверстия  $d_{омз}$ , высоты втулки  $H$  и диаметра  $D$ . Окончательную форму наборных и предварительных переходов

## 12. Выбор и размеры предварительных и наборных переходов при штамповке поковок втулок

Условия применения		Формовочный переход		Предварительные переходы	
		I	II		
$\frac{S}{d_{0\text{тв}}}$	$\frac{H}{D}$	Вид заготовки	Цель: образовать центрирующий поясок осадкой и утолщение на заднем торце выдавливанием	Цель: проковать предварительную прошивку и увеличить утолщение на заднем торце	Соотношение для определения основных расчетных размеров
			Эскиз	Эскиз	
Св. 1,4	Св. 1,1 до 1,4	Заготовка на две поковки	Эскиз 	Эскиз 	Соотношение для определения основных расчетных размеров
			Пережим равен $0,5d$ $D_1 < 1,2d$ $h_2 = 0,3d$ $h_3 = (0,15 \div 0,2) d$ $\Delta$ — из условия равенства объемов с учетом коэффициента и (см. табл. 7)	Пережим: $r_1$ ; $R$ — так же, как в предыдущем случае. $a_1 = (0,3 \div 0,4) d_{0\text{тв}}$ $d_2$ — из условия равенства объемов предварительных и окончательных переходов	
До 0,3		Пруток	Пережим: $D_1$ ; $h_2$ и $h_3$ так же, как в предыдущем случае. $D_2$ — из условия равенства площадей сечения поковки и перехода $\Delta = (2 \div 5) \text{ мм}$	Эскиз 	Эскиз 



следует скорректировать в соответствии с вышеприведенными указаниями.

**Высадка поковок сложной формы.** Ввиду многообразия подобных поковок их классификация и рекомендации по изготовлению каждой группы имеют условный характер.

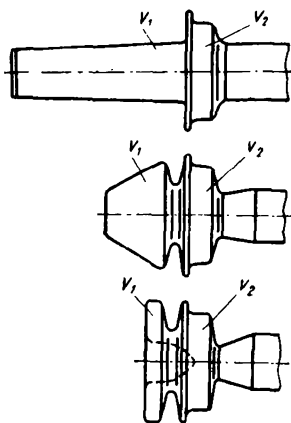


Рис. 46. Требование постоянства объема металла в заготовке по разные стороны от заусенца

При выборе форм и количества переходов руководствуются методикой, приведенной для изготовления гладких колец и втулок с учетом следующих положений:

1) если в каком-либо предварительном переходе высадка производится одновременно в пуансоне и в матрице

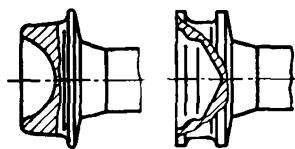


Рис. 47. Специальная форма перехода при штамповке поковки кольца с буртами

и в зазоре между ними возможно образование заусенца, то объемы ( $V_1$  и  $V_2$ ) металла переходов, находящиеся по разные стороны заусенца, должны быть на всех переходах одинаковые (рис. 46);

2) количество переходов, располагаемых по высоте матрицы (штампа), не должно быть более шести (включая прошивку и отрезку «высечки»);

3) при штамповке подобных поковок наиболее часто возникает необходимость применения специальных форм переходов (рис. 47 и 48);

4) поковки с сквозным отверстием, смешанной формы и подвергае-

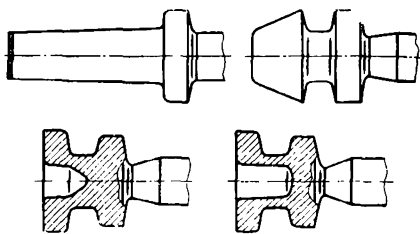


Рис. 48. Переходы при штамповке поковки втулки с буртами

мые дополнительно штамповке на ГКМ, штампуют в соответствии с методикой, указанной для получения утолщений и изготовления поковок со сквозным отверстием.

#### Высадка поковок группы IV

**Варианты высадки.** Схемы процессов получения из трубных заготовок поковок подгрупп 1—5 группы IV представлены на рис. 49.

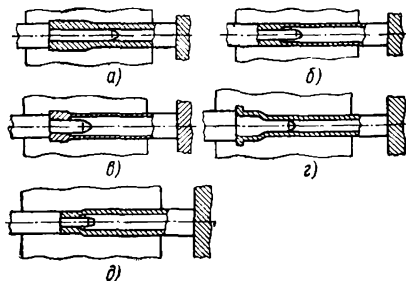


Рис. 49. Схемы получения из трубных заготовок поковок группы IV: а — высадка с увеличением наружного диаметра трубы; б — высадка с уменьшением внутреннего диаметра трубы; в — высадка с увеличением наружного и уменьшением внутреннего диаметра трубы; г — раздача; д — обжим

Процесс обжатия трубы по наружному диаметру целесообразнее производить на ротационно-ковочных машинах.

Отдельные примеры операций обжатия труб на ГKM приведены в конце главы.

Если для поковки окажется невозможным провести операции раздачи и подсадки стенок трубы в один переход, то сначала производят утолщение стенок, а затем раздачу. До начала раздачи, во избежание утяжки, разрывов и эксцентричности, на конце трубы рекомендуется высадить бурт (воротник), который затем удаляют в обрезном ручье штампа (см. рис. 49, е).

**Определение допускаемого увеличения толщины стенки.** На рис. 50 показана высадка трубной заготовки. Здесь  $d$  — внутренний диаметр трубы;  $D$  — наружный диаметр трубы;  $d_0$  и  $D_0$  — соответственно внутренний и наружный диаметр высаженной поковки;  $S$  — толщина стенки трубы до высадки;  $S_0$  — толщина стенки трубы

только за счет увеличения наружного диаметра для перехода, в котором внутренний диаметр тоже изменяется (уменьшается).

При высадке участка трубы длиной  $l_0 \leq 2,5S$  можно получить на переднем конце трубы фланец любого диаметра за один переход.

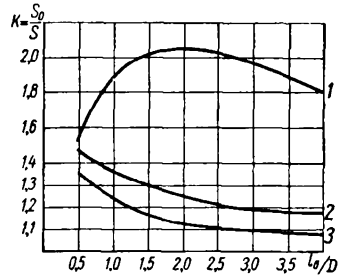


Рис. 51. Зависимость  $\frac{S_0}{S}$  от  $\frac{l_0}{D}$  при различных вариантах высадки трубы

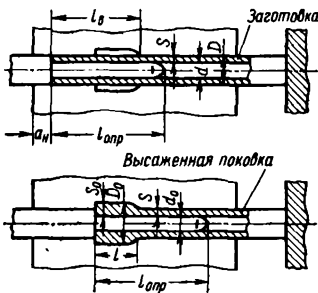


Рис. 50. Схема высадки трубной заготовки

после высадки;  $l_0$  — длина высаживаемой части трубы;  $l$  — длина высаженного участка поковки;  $l_{опр}$  — длина оправки;  $a_n$  — направляющая часть матрицы ( $a_n = 10 \div 15$  мм).

На рис. 51 приведены кривые, дающие возможность определить допустимое увеличение толщины стенки трубы за один переход для различных вариантов высадки: 1 — при уменьшении внутреннего диаметра; 2 — при увеличении наружного диаметра; 3 —

**Расчет количества и размеров переходов.** Сечение исходной трубной заготовки следует выбирать по размерам поперечного сечения той части поковки, которая не подвергается высадке. Объем высаживаемой части поковки  $V_\phi$  определяют по ее чертежу с учетом угара и половины положительного допуска на размеры, а длину — по формуле

$$l_0 = \frac{V_\phi}{F_0} \quad (18)$$

Ввиду того, что в процессе высадки происходит вытекание металла из зоны деформации и утолщение стенок трубы за пределами деформируемого участка,  $l_0$  необходимо несколько увеличить, в зависимости от  $\frac{d_0 - d_1}{2S_0}$ .

При отрицательном значении  $\frac{d_0 - d_1}{2S_0}$  или равном нулю,  $l_0$  увеличивают на 10%; если же  $\frac{d_0 - d_1}{2S_0}$  приближается к единице, а предполагаемое количество переходов больше одного, то  $l_0$  повышают на 15—20%.

Дальнейшие расчеты производят в зависимости от способа высадки с учетом следующих рекомендаций:

1) *утолщение стенок только за счет уменьшения внутреннего диаметра трубы.* При большой длине высаживаемой части в первом переходе следует увеличить толщину стенок на 0,75 суммарного утолщения, а во втором переходе — на 0,25. Такое ведение процесса предотвращает образование продольного и торцового заусенцев и способствует лучшему удалению окалины;

2) *утолщение стенок за счет увеличения наружного диаметра трубы.* Утолщение стенок до 1,25S можно произвести в один переход. При значительном утолщении стенки первый наборный переход делают с небольшим увеличением наружного и значительным уменьшением внутреннего диаметра трубы. В последующих переходах производится постепенное и равномерное увеличение внутреннего диаметра до диаметра трубы, а утолщение стенок происходит за счет увеличения наружного диаметра;

3) *утолщение стенок за счет внутреннего и наружного диаметров трубы.* В первом переходе утолщение стенок следует производить за счет уменьшения внутреннего диаметра трубы.

Для последующих переходов остаются в силе предыдущие указания.

Допустимое изменение наружного и внутреннего диаметров определяют по отношению  $\frac{S_0}{S}$ , взятому из графика (рис. 51), а длину наборного перехода  $l_1$  определяют по размерам допустимого сечения:

$$l_1 = \frac{V_{\phi} u}{F_1}, \quad (19)$$

где  $u$  — коэффициент запаса пространства в наборных ручьях, равный 1,07;

$F_1 = \frac{\pi}{4} (D_1^2 - d_1^2)$  — площадь поперечного сечения первого наборного перехода.

Аналогичным образом рассчитывают все последующие переходы. При этом за размеры исходной заготовки при-

нимают размеры первого наборного перехода. Размеры последнего перехода должны соответствовать «горячим» размерам окончательной поковки.

При проектировании штампов для высадки труб необходимо следующее:

а) фиксацию трубы следует производить по заднему упору;

б) длина оправки  $l_{опр}$  должна быть больше длины высаживаемой части

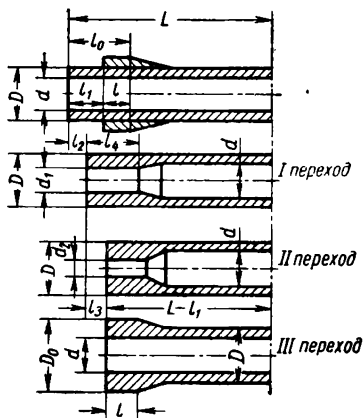


Рис. 52. Схема к расчету элементов высаживаемого конца трубы

трубы  $l_6$ , а центрирующая часть пуансона до начала высадки должна заходить в направляющую часть матрицы на 10—15 мм ( $a_n = 10 \div 15$  мм, см. рис. 50);

в) оправку рекомендуется изготовлять с уклоном до  $1^\circ$ .

Расчет элементов высаживаемого конца трубы можно выполнять также по методу, в основе которого лежат линейные размеры исходной заготовки.

При исходной длине трубы  $L$ , наружном диаметре  $D$ , внутреннем  $d$ , конечном диаметре (после утолщения)  $D_0$  и длине утолщенной части заготовки  $l$ , длину участка трубы  $l_1$ , образующую утолщение (рис. 52), определяют по формуле

$$l_1 = \frac{D_0^2 - D^2}{D^2 - d^2} l. \quad (20)$$

Для образования наружного утолщения большого диаметра высадку следует производить по другому варианту технологического процесса по сравнению с показанным на рис. 52, в 3—4 перехода; в первом переходе высаживают металл внутрь трубы с уменьшением внутреннего диаметра  $d$  на 25%; во втором — одновременно внутрь и наружу трубы с уменьшением  $d$  на 50%; в третьем — происходит утолщение стенок трубы только наружу, а внутренний диаметр не меняется (остается  $0,5d$ ).

В последнем переходе производится раздача металла до первоначального диаметра  $d$  и заданного наружного диаметра  $D_0$ .

Количество переходов зависит от размеров  $D_0$  и  $l$ .

Этим способом можно высаживать трубы с наружным утолщением диаметром  $D_0 = (1,5 \div 2) D$  и длиной  $l = (1 \div 2,5) D$ .

При  $l = (0,5 \div 1) (D - d)$  на концах труб можно высаживать фланцы с  $D_0 = (2 \div 2,5) D$ .

Опыты показали, что при  $l \leq 0,75D$  и  $D_0 \leq \sqrt{D^2 + 0,75d^2}$  можно производить утолщение стенок трубы в два перехода, причем первым переходом осуществляется высадка внутрь с уменьшением первоначального внутреннего диаметра не более чем в 2 раза, а во втором — раздача трубы до первоначального внутреннего диаметра и требуемого наружного. При  $l > 0,75D$  и  $D_0 \leq \sqrt{D^2 + 0,75d^2}$  высадку нужно выполнять в три перехода с двумя-тремя нагревами.

Внутренний диаметр трубы после высадки металла внутрь определяют по формуле

$$d_2 = \sqrt{(D^2 + d^2) - D_0^2}. \quad (21)$$

Если утолщение трубы производят за счет уменьшения внутреннего диаметра  $d$  в два перехода (рис. 52), то длину  $l_1$  следует разбить на две части  $l_2$  и  $l_3$ , причем  $l_2 \leq l_3$ . В этом случае, задавшись величиной  $d_1 \approx \frac{d + d_2}{2}$ , промежуточную длину внутреннего

утолщения  $l_4$  находят по формуле

$$l_4 = \frac{D^2 - d^2}{d^2 - d_1^2} l_2. \quad (22)$$

Общая длина высаживаемого конца трубы

$$l_0 = (l + l_1) k\psi, \quad (23)$$

где  $k$  — коэффициент, учитывающий угар металла в процессе нагрева (обычно  $k = 1,03 \div 1,05$ );  $\psi$  — коэффициент, учитывающий форму наружного утолщения (для цилиндрического утолщения  $\psi = 1$ , для утолщения другой формы  $\psi \leq 1$ ).

Из формулы (21) следует, что чем больше диаметр  $D_0$ , тем меньше  $d_2$  и при  $D^2 + d^2 = D_0^2$  диаметр  $d_2 = 0$ , т. е. при втором переходе произойдет заковка конца трубы.

Указанный расчет высадки труб применим при условии, что

$$d_2 \leq \sqrt{(D^2 + d^2) - D_0^2} \leq 0,5d \quad (24)$$

или

$$D_0 \leq \sqrt{D^2 + 0,75d^2}. \quad (25)$$

Технологический процесс горячей высадки утолщений стенок на концах труб рекомендуется производить по схеме, указанной на рис. 52, т. е. в первом и втором переходах металл высаживают внутрь трубы, а в третьем производят раздачу высаженного металла до первоначального внутреннего диаметра трубы и заданной наружной ее утолщенной части. Нагрев трубы следует произвести перед первым и третьим переходами.

В последнем переходе производят раздачу металла до первоначального диаметра  $d$  и заданного наружного диаметра  $D_0$ .

Количество переходов зависит от размеров  $D_0$  и  $l$ .

Условия применения этого метода такие же, как и предыдущего.

Ниже приведены практически полученные данные высадки наружных утолщений на концах стальных бесшовных труб указанным методом.



## Практические данные по высадке труб

d	D	D <sub>0</sub>	l	Количество	
				пере- ходов	нагре- вов
в мм					
32		44	20	2	
31	35	43	25		
30		42	48	3	2
42,5		58	33	2	
38,5	45	55	70		
30		51	93		3
52,5		70	44		2
48,5	55	68	107		3
41		65	63	3	
42	60	70	60		2
62		82	56		
56	65	81	127		3
47		75	40	2	
67	73	91	84	3	2
63		90	45	2	
55	73	86	137	3	3
81	89	112	90		
89	95	120	60	2	2

Обозначения, принятые для определения расчетных параметров последующих частей ручьев:

- $D_n$  — диаметр пуансона;
- $D_m$  — диаметр полости матрицы;
- $l_n$  — длина пуансона;
- $l_m$  — длина полости матрицы;
- $l_p$  — длина зажимной, зажимной и пережимной или зажимной и подъемной частей ручья;
- $l_z$  — закрытая высота штампа;
- $d_y$  — диаметр упора.

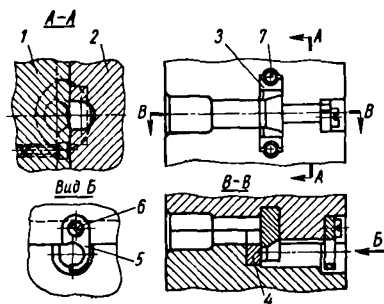


Рис. 54. Отрезной ручей для прутков диаметром менее 30 мм

### КОНСТРУИРОВАНИЕ ШТАМПОВ, ИХ РУЧЬЕВ И ДЕТАЛЕЙ

При конструировании ручьев штампов и их элементов следует пользо-

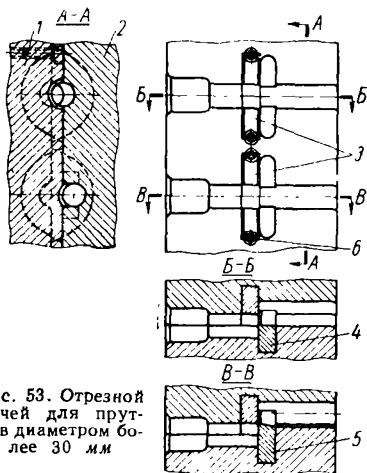


Рис. 53. Отрезной ручей для прутков диаметром более 30 мм

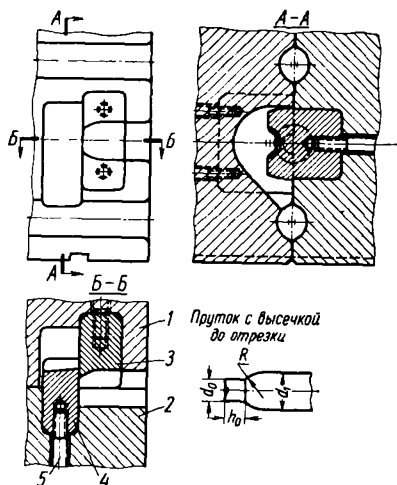


Рис. 55. Отрезной ручей для отрезки «высечки»

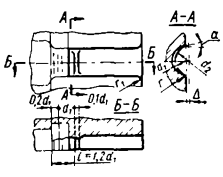
ваться в качестве исходных данных расчетов по переходам штамповки, а также рис. 53—67 и табл. 13—38.

Зажимная часть ручья

13. Конструкция зажимной части ручья

Способ штамповки	Конструкция	Определение основных расчетных размеров
<i>Гладкий ручей</i>		
С передним упором без пережима прутка		
С задним упором без пережима прутка		<p><math>d_1</math> — номинальный диаметр прутка с учетом усадки с точностью до 0,1 мм. При штамповке с задним упором в клещах возможно <math>\Delta = 0</math>, если установлен жесткий допуск на стержневую часть.</p>
С упор-клещами без пережима прутка		<p>Длина ручья <math>l</math> равна длине стержня <math>l_c</math> поковки при штамповке с задним упором</p>
С передним упором и пережимом прутка		
<i>Рифленый ручей</i>		
С передним упором, без пережима прутка		<p><math>d_2 = d_1 - 2,5 \text{ мм}</math></p>
С передним упором и пережимом прутка		<p>В многоручьевом штампе зажимные пояски располагать в шахматном порядке, чтобы расстояние от оси первого пояска до переднего конца зажимной части ручья было: в 1-м ручье <math>C</math>; во 2-м ручье <math>C + \frac{a}{2}</math>; в 3-м ручье <math>C</math> и т. д.</p>

Продолжение табл. 13

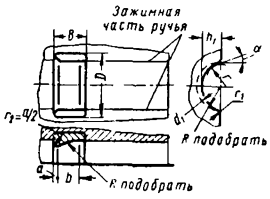
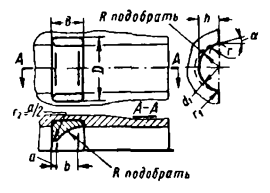
Способ штамповки	Конструкция	Определение основных расчетных размеров
С передним упором и поворотом заготовки, рассчитанной на изготовленные двух поковок		$d_2 = d_1 - 2,5 \text{ мм}$ В многоручьевом штампе зажимные пояски располагать в шахматном порядке, чтобы расстояния от оси первого пояска до переднего конца зажимной части ручья было: в 1-м ручье С; во 2-м ручье $C + \frac{a}{2}$ ; в 3-м ручье С и т. д.

14. Размеры зажимной части ручья  
Размеры в мм

Диаметр прутка $d$	$\Delta$	$\alpha$	$r$	$r_1$	$l$	$l_1$	$l_2$	$l_3$	$a$	$b$	$C$
До 10	0,1	20°	1,0	2	60	$l_1 \geq 1$ $l_2 \geq 1$ $l_3 \geq 1$	50	40	8	3	6
Св. 10 до 20	0,2			3	100		80	60	10	4	8
» 20 » 30	0,3		1,5	5	120		100	80	16	5	10
» 30 » 40	0,4		2,0	6	160		120	100	20	6	12
» 40 » 50	0,5	15°	2,5	6	200	160	100	25	8	15	
» 50 » 60	0,6		3,0	8	250	200	120	10	20		
» 60 » 70	0,7		3,5	10	320	250	160	32	12	25	
» 70 » 80	0,8					250	160	36	12	25	

## Пережимная часть ручья

15. Конструкция пережимной части ручья

Пережим	Конструкция	Определение основных расчетных размеров
Первый		$d_1$ — номинальный диаметр прутка с учетом усадки; $d_0$ — номинальный диаметр отверстия поковки с учетом усадки или диаметр окончательного пережима заготовки (перед отделением от нее поковки боковым срезом). При $\frac{d_1}{d_0} < 1,8$ применять один предварительный пережим (второй) $h = \frac{d_0}{2} - 0,3.$
Второй (на овал)		При $\frac{d_1}{d_0} = 1,8 \div 2,2$ применять два предварительных пережима. При первом пережиме $h_1 = \frac{d_1 + d_0}{4} - 0,3;$ при втором пережиме $h = \frac{d_0}{2} - 0,3$

Продолжение табл. 15

Пережим	Конструкция	Определение основных расчетных размеров
Окончательный (на круг)		$d_2 = d_0 - 0,5$

16. Размеры пережимной части ручья  
Размеры в мм

Диаметр прутка $d$	$D$	$B$	$a$	$b$	$\alpha$	$r$	$r_1$	$r_2$
До 20	60	25	3	20	20°	4	1.5	$\frac{a}{2}$
Св 20 до 30	70	32	4	25	15°	5	2.0	
» 30 » 40	80	40		32		6		2.5
» 40 » 50	100		50	5	40	8	3.0	
» 50 » 60	110	10						
» 60 » 70	120	12						
» 70 » 80	140	16						

Подъемная часть ручья

17. Конструкция подъемной части ручья

Конструкция	Определение основных расчетных размеров
	<p><math>d_1</math> — номинальный диаметр прутка с учетом усадки; <math>d_0</math> — номинальный диаметр отверстия поковки с учетом усадки;</p> <p><math>d_2 = d_0 - 0,5</math>;</p> <p><math>D</math> — диаметр вставки</p>

## 18. Размеры подъемной части ручья

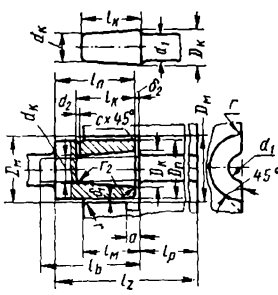
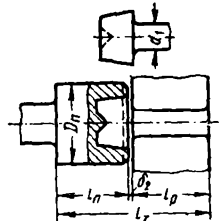
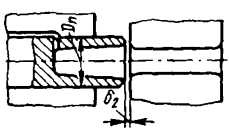
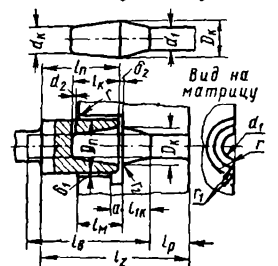
Размеры в мм

$d_2$	$D$	$B$	$a$	$b$	$r_1$	$r_2$	$\alpha$
До 20	$d_2 + (20 \div 30)$ с округлением до ближайшего большего диаметра по МН 1278-60	25	5	16	1,5	1,5	20°
Св. 20 до 30		32	6	20			
» 30 » 40		40	7	25	2,0	2,0	15°
» 40 » 50					2,5		
» 50 » 60					3,0		
» 60 » 80	50	8	32	2,5			

## Наборная часть ручья

## 19. Конструкция наборной части ручья

Набор металла (условия применения)	Конструкция	Определение основных размеров
	<i>Ручей в матрице</i>	
При наружном переднем упоре		$D_H$ ; $l_H$ — размеры требуемого наборного перехода с учетом усадки; $l_P$ — высаживаемая длина прутка: $l_G > (l_M + 10)$ мм; $D_M = D_H$ ; $D_n = D_M - 2\delta$ , где $\delta$ — по табл. 20. $l_M = l_G - f$ , где $f \leq d$ , но не менее 5 мм. $l_n = l_Z - (l_P + l_H)$
При внутреннем переднем упоре		$l_G < (l_M + 10)$ мм $l_M = l_G + (5 \div 10)$ мм $m = l_M - (l_G - 0.1d_1)$ $n = m + (10 \div 20)$ мм
При заднем упоре		$l_M = l_G + (10 \div 15)$ мм

Набор металла (условия применения)	Конструкция	Определение основных размеров
<p>При направлении пуансона в матрице</p>	<p style="text-align: center;">Ручей в пуансоне</p> 	<p><math>D_K</math>: <math>d_K</math> и <math>l_K</math> — размеры требуемого наборного перехода с учетом усадки;</p> $D_n \geq D_K + 0,2 (D_K + l_K) + 5 \text{ мм}$ <p>применяются в трех случаях:</p> <p>а) при наборе металла в пуансоне с направлением его в матрице;</p> <p>б) когда наружный диаметр наборного пуансона значителен;</p> <p>в) при наборе металла в пуансоне и в матрице;</p> $D_n \geq D_K + 0,1 (D_K + l_K) + 5 \text{ мм}$
<p>При значительном наружном диаметре <math>D_n</math></p>		<p>при наборе металла в пуансоне, закрепленном в обойме;</p> $D_M = D_n + 2\delta_1$ <p>— при наборе металла в пуансоне с направлением его в матрице и при наборе в пуансоне и матрице, где <math>\delta_1</math> — по табл. 20.</p> $l_M \geq (l_B + 0,5d) - l_K$ <p>— когда пуансон направляется в матрице;</p> $l_M \geq (l_B + 0,5d) - (l_K + l_{1K})$ <p>— при наборе в пуансоне и матрице;</p> <p><math>a = 0,4l_M</math>; если <math>0,4 l_M &lt; 15 \text{ мм}</math>, то <math>a = l_M</math>;</p>
<p>При закреплении пуансона в обойме для обеспечения строгой соосности между частями ручья пуансона и матрицы</p>		$l_n = l_z - (l_p + \delta_2)$ <p>— при направлении пуансона в матрице и значительном наружном диаметре, где <math>\delta_2</math> — по табл. 20;</p> $l_n = l_z - (l_p + l_K + \delta_2)$ <p>— при наборе в матрице и пуансоне</p>
	<p style="text-align: center;">Ручей в пуансоне и матрице</p>  <p style="text-align: right;">Вид на матрицу</p>	<p>Размеры те же, что и для набора металла в пуансоне</p>

## 20. Размеры наборной части ручья

Размеры в мм

$D_H$ или $D_K$	$\delta$	$\delta_1$	$\delta_2$	$r$	$r_1$	$r_2$	$C$	$d_2$
До 50	0,3	0,6	2,5	3	2	2	2	3
Св. 50 до 80	0,35	0,7	3,0	4				
» 80 » 100	0,4	0,8	3,5	5	3	3	3	4
» 100 » 120	0,5	1,0	4,0	6				
» 120 » 160	0,6	1,2	5,0	8	4	5	5	5

## Формовочная часть ручья

## 21. Конструкция формовочной части ручья

Условия применения	Конструкция	Определение основных расчетных размеров
В закрытом ручье	<p>Формовочный ручей в матрице или в матрице и пуансоне</p> <p>Наборный переход</p>	<p><math>l_n</math>; <math>l_{HM}</math> — размеры наборного перехода; <math>D_\phi</math>; <math>l_\phi</math>; <math>d_{np}</math>; <math>l_{np}</math> — размеры требуемого формовочного перехода; <math>D_M = D_\phi</math>; <math>D_n = D_M - 2\delta</math>, где <math>\delta</math> — по табл. 22.</p> $l_n = l_z - (l_p + l_\phi)$ $l_M = (l_n + l_{np} + 0,5d_1) - l_{HM}$
В открытом ручье		<p><math>D_n = D_\phi + 2b</math>, где <math>b</math> — по табл. 22.</p> $D_M = D_n + 2\delta$ $l_n = l_z - (l_p + l_\phi)$ $l_M = (l_n + l_{np} + 0,5d_1) - l_{HM}$

Продолжение табл. 21

Условия применения	Конструкция	Определение основных расчетных размеров
С направлением в матрице	<p style="text-align: center;">Формовочный ручей в пуансоне</p>	$D_n \geq D_\phi + 0,4 (D_\phi + l_\phi) + 10 \text{ мм}$ $D_m = D_n + 2\delta, \text{ где } \delta \text{ — по табл. 22}$ $l_m = (l_n + l_{пр} + 0,5d_1) - l_{нм}$ $l_n = l_2 - (l_\rho + \delta_1), \text{ где } \delta_1 \text{ — по табл. 22}$
Без направления в матрице		

22. Размеры формовочной части ручья

Размеры в мм

$D_\phi$	$\delta$	$\delta_1$	$c$	$b$	$r$
До 20	0,25	1,0	2	5	2
Св. 20 до 50	0,3	1,2	3	7	3
» 50 » 80	0,35	1,5	4	8	4
» 80 » 100	0,4	1,7	5	10	5
» 100 » 120	0,5	2,0	6	12	6
» 120 » 160	0,6	2,5	7	14	8



## Прошивная часть ручья

23. Конструкция прошивной части ручья

Способ изготовления поковки	Конструкция	Определение основных расчетных размеров
В открытом ручье с пережимом прутка		<p><math>d_0</math>; <math>d_n</math>; <math>h_n</math> — размеры поковки (формовочного перехода с учетом усадки); <math>t</math>; <math>b</math> — размеры заусенца; <math>d_2 = d_0 + (1 \div 2)</math> мм; <math>d_3 = d_n + x</math>, где <math>x</math> — верхнее отклонение допуска на размер <math>d_n</math>;</p> $d_4 = d_{1n} + x$ $d_5 = d_0$ $d_6 = 1,01 d_0 + 0,1 \text{ мм}$ $d_7 = 1,02 d_1 + 1 \text{ мм}$ $d_8 = d_6 + 0,17 b$ $d_K = d_n + 3b + 5 \text{ мм}$ <p><math>h_1 = h_{1n} + y</math>, где <math>y</math> — нижнее отклонение допуска на размер <math>h_{1n}</math></p> $h_2 = h_{2n} - (5 \div 10) \text{ мм}$ $h_K = 10 \div 15 \text{ мм}$ $h_3 = 25 \div 35 \text{ мм}$ <p><math>a</math>; <math>a_1</math> и <math>b_1</math> — по табл. 25</p> $l_1 = 0,3 h_n + (10 \div 20) \text{ мм}$ $l_2 = (l_{np} - b_1) + 20 \text{ мм}$ $l_n = (l_z - l_p) + (10 \div 15) \text{ мм}$ $r_1 = r_{1n} + (2 \div 3) \text{ мм}$ $r_2 = r_{2n} - (0,5 \div 1) \text{ мм}$ $r_3 = r_{3n} - 1 \text{ мм}$ $r_4 = 2 \div 3 \text{ мм}$ $r_5 = 0,2 h_3$ $r_6 = 0,2 h_K$
В открытом ручье с подъемом прутка		<p><math>d_0</math>; <math>d_n</math>; <math>h_n</math> — размеры поковки (формовочного перехода с учетом усадки); <math>t</math>; <math>b</math> — размеры заусенца; <math>d_2 = d_0 + (1 \div 2)</math> мм; <math>d_3 = d_n + x</math>, где <math>x</math> — верхнее отклонение допуска на размер <math>d_n</math>;</p> $d_4 = d_{1n} + x$ $d_5 = d_0$ $d_6 = 1,01 d_0 + 0,1 \text{ мм}$ $d_7 = 1,02 d_1 + 1 \text{ мм}$ $d_8 = d_6 + 0,17 b$ $d_K = d_n + 3b + 5 \text{ мм}$ <p><math>h_1 = h_{1n} + y</math>, где <math>y</math> — нижнее отклонение допуска на размер <math>h_{1n}</math></p> $h_2 = h_{2n} - (5 \div 10) \text{ мм}$ $h_K = 10 \div 15 \text{ мм}$ $h_3 = 25 \div 35 \text{ мм}$ <p><math>a</math>; <math>a_1</math> и <math>b_1</math> — по табл. 25</p> $l_1 = 0,3 h_n + (10 \div 20) \text{ мм}$ $l_2 = (l_{np} - b_1) + 20 \text{ мм}$ $l_n = (l_z - l_p) + (10 \div 15) \text{ мм}$ $r_1 = r_{1n} + (2 \div 3) \text{ мм}$ $r_2 = r_{2n} - (0,5 \div 1) \text{ мм}$ $r_3 = r_{3n} - 1 \text{ мм}$ $r_4 = 2 \div 3 \text{ мм}$ $r_5 = 0,2 h_3$ $r_6 = 0,2 h_K$

Продолжение табл. 23

Способ изготовления поковки	Конструкция	Определение основных расчетных размеров
В закрытом ручье с перемещением прутка		$h_2 = h_{2n} + (15 \div 20) \text{ мм}$ <p>Остальные размеры те же, что для открытого ручья</p>
В закрытом ручье с подъемом прутка		$h_2 = h_{2n} + (15 \div 20) \text{ мм}$ <p>Остальные размеры те же, что для открытого ручья</p>

24. Размеры прошивной части ручья в мм

$d_3$	$D$	$B$	$a$	$a_1$	$b_1$
До 20	От 55 до 60	25	3	5	20
Св. 20 до 40	Св. 60 » 90	32	4	6	25
» 40 » 60	» 90 » 120	40	4	7	32
» 60 » 80	» 120 » 160	50	5	8	40

## 25. Вставки прошивной части ручья

Условия применения	Конструкция	Определение основных расчетных размеров
После пережима прутка		<p><math>d_1</math> — номинальный диаметр прутка с учетом усадки; <math>d_0</math> — номинальный диаметр отверстия с учетом усадки</p>
После подъема прутка		<p><math>d_2 = 1,02d_1 + 1 \text{ мм}</math>  <math>d_3 = 1,01d_0 + 0,1 \text{ мм}</math>  <math>D</math> — диаметр вставки</p>

## Обрезная часть ручья

## 26. Обрезная часть ручья

Расположение заусенца на поковке	Конструкция	Определение основных расчетных размеров
На переднем торце		<p><math>d_1; h_1; l_c</math> — размеры окончательного формовочного перехода с учетом усадки; <math>t, b</math> — размеры заусенца</p> <p><math>d_2 = d_n + 0,5x</math>,  где <math>x</math> — верхнее отклонение допуска на размер <math>d_n</math></p> <p>где <math>\delta = d_3 - d_2 - 2\delta</math>,  где <math>\delta</math> — по табл. 27</p> <p><math>d_4 = d_n + 3b + 5 \text{ мм}</math>  <math>d_5 = 1,01d_2</math> — округлять в большую сторону до <math>0,1 \text{ мм}</math>  <math>d_6 = d_2 + 0,17(B - a)</math>,  где <math>a</math> и <math>B</math> — по табл. 28</p> <p><math>d_7 = 1,02d_1</math> — округлять до <math>0,1 \text{ мм}</math>  <math>h = 0,1d_n + 10 \text{ мм}</math>; <math>h_1 = 5t</math>  <math>h_2 = h_n + 20 - B</math>, но <math>\geq 10 \text{ мм}</math>  <math>l_p = l + 0,5(d_6 - d_7) + h_2 + B</math>  <math>l_n = (l_z - l_p) + (10 \div 15) \text{ мм}</math></p>
На незначительном расстоянии от переднего торца		<p><math>D_1 = d_{1n} + (1 \div 2) \text{ мм}</math>  <math>D_2 = d_{2n} + (1 \div 2) \text{ мм}</math>  <math>H_1 = h_{1n} + 1 \text{ мм}</math></p> <p>Остальные параметры, как для случая расположения заусенца на переднем торце</p>

Продолжение табл 26

Расположение заусенца на поковке	Конструкция	Определение основных расчетных размеров
<p>На значительном расстоянии от переднего торца</p>		<p><math>d_3 = d_{2n} + (1 \div 2) \text{ мм}</math>, но не более, чем указано для случая расположения заусенца на переднем торце</p> <p><math>h_2 = h_{1n} + h_{2n} + 20 - B</math>, но <math>\geq 10 \text{ мм}</math></p> <p><math>D_1 = d_n + 5 \text{ мм}</math></p> <p><math>H_1 = t + t_1 + 5 \text{ мм}</math></p> <p><math>H_2 = t + t_1 + h_{3n} + 5 \text{ мм}</math></p> <p><math>l_n = l_z - (l_p + h_{3n} - 5)</math></p> <p>Остальные параметры, как для случая расположения заусенца на переднем торце</p>
<p>На заднем торце</p>		<p><math>d_2 = d_5 = d_1 + 0,5x</math>; <math>h_1 = 5t</math>, но <math>\leq 0,5h_n</math></p> <p><math>h = (h_n - h_1) + 10 \text{ мм}</math></p> <p>Остальные параметры, как для случая расположения заусенца на переднем торце</p>

27. Значения зазора

Размеры в мм

Диаметр поковки $d_n$	До 20	Св. 20 до 80	Св. 80 до 160	Св. 160
$\delta$	0,3	0,5	0,8	1,0

28. Размеры вставки — обрезной полуматрицы

Размеры в мм

Диаметр прутка $d$	До 20	Св. 20 до 40	Св. 40 до 60	Св. 60 до 80
$a$	5	6	7	8
$B$	25	32	40	50

## Отрезной ручей

В зависимости от назначения различают три вида отрезных ручьев:

1) для резки прутков диаметром свыше 30 мм в два перехода — ручья (рис. 53 и табл. 29): в первом пруток надрезается, а во втором — отрезается окончательно;

2) для резки прутков диаметром до 30 мм за один переход (рис. 54 и табл. 30);

3) для отрезки отхода «высечки» от прутка, получающегося после прошивки отверстия в поковках со сквозным отверстием (рис. 55 и табл. 31).

## Блоки матриц и вставки

При конструировании штампа проверяют возможность применения конструкции блоков-матриц типа I (см. табл. 32), и только в случаях, когда не удастся расположить все вставки в одном блоке, применяют другие конструкции блоков. Тип II (см. табл. 32) является менее рациональным, так как требует применения зажимных частей ручьев без вставок и крепление соседних вставок общим болтом, что вызывает неудобства при наладке штампов.

Конструкция блоков типов III—VI показана на рис. 56.

Размеры рабочей полости вставок  $D_m$ ,  $D'_m$ ,  $l_m$ ,  $l'_m$  и т. д. определяют по правилам конструирования ручьев (см. рис. 53—67 и табл. 14—39).

## Габаритные размеры вставок

$$D_{вс} = D_m + 2t,$$

где  $t$  соответственно равно  $t_1$  (минимально допускаемой толщине стенки наборной вставки),  $t_2$  — то же формовочной вставки,  $t_3$  — то же поддерживающей вставки (табл. 32).

Минимально допускаемые размеры пережимных, подъемных и прошивных вставок определяются по табл. 16—19 и 23—25.

Диаметр зажимной вставки (табл. 32) следует принимать равным диаметру пережимной или подъемной вставки.

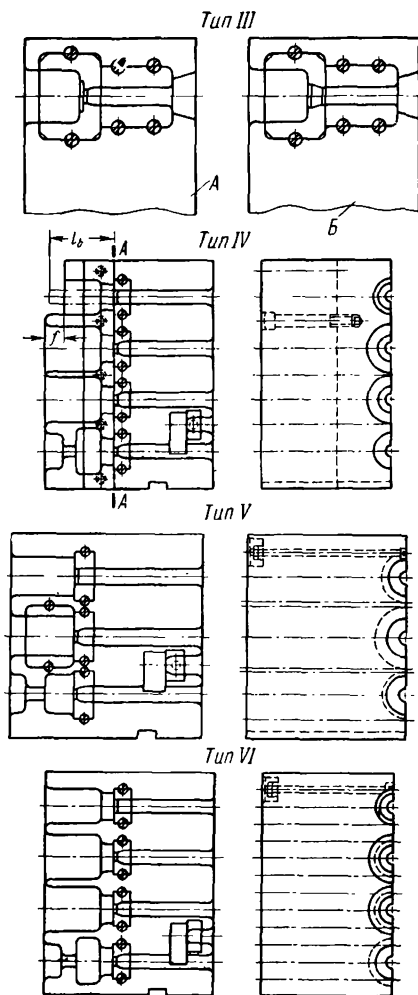
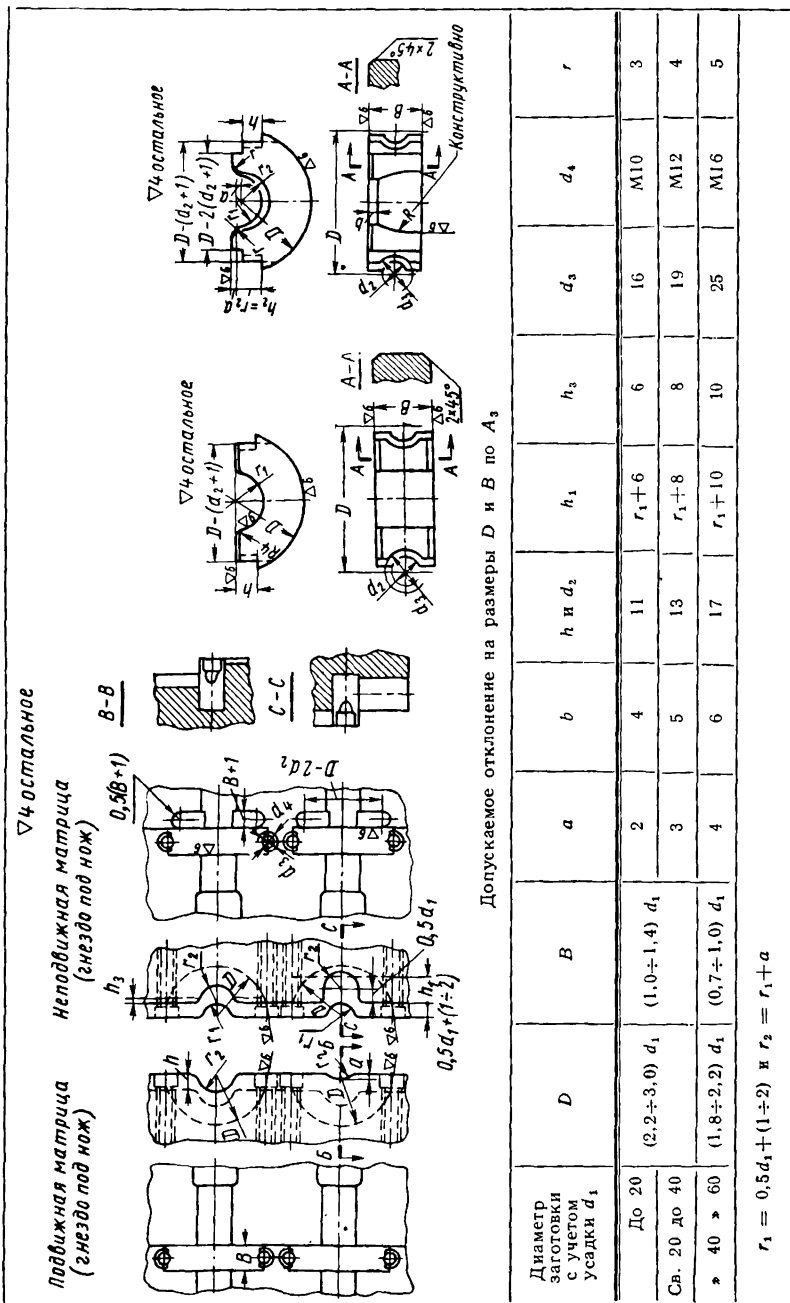


Рис. 56. Варианты конструкций матриц со вставками: тип III — с общими вставками для формовочной и пережимной А, формовочной и подъемной Б или наборной и пережимной (подъемной) частей ручья; тип IV — с одной общей вставкой для наборных, формовочных и прочих ручьев; тип V — с рабочими вставками только для формовочной, пережимной, просечной и отрезной частей ручьев; тип VI — с рабочими вставками только для пережимных, просечной и отрезной частей ручьев

Длину зажимной вставки  $l_{зж}$  определяют в зависимости от необходимой длины зажимного ручья.

29. Размеры деталей ручья для резки прутков диаметром св. 30 мм  
Размеры в мм



Допускаемое отклонение на размеры D и B по A<sub>3</sub>

Диаметр заготовки с учетом усадки $d_1$	D	B	a	b	h и $d_2$	$h_1$	$h_2$	$d_3$	$d_4$	r
До 20	$(2,2 \pm 3,0) d_1$	$(1,0 \div 1,4) d_1$	2	4	11	$r_1 + 6$	6	16	M10	3
Св. 20 до 40			3	5	13	$r_1 + 8$	8	19	M12	4
» 40 » 60	$(1,8 \pm 2,2) d_1$	$(0,7 \div 1,0) d_1$	4	6	17	$r_1 + 10$	10	25	M16	5

$r_1 = 0,5d_1 + (1 \pm 2)$  и  $r_2 = r_1 + a$

30. Размеры деталей ручья для резки прутка диаметром до 30 мм  
Размеры в мм

Диаметр заготовки с учетом усадки $d_1$	$D$ $B$		$L$	$H_1$	$h$	$h_1$	$h_2$	$d_2$	$d_3$	$r_2$	$r_3$	$r_4$
	Допускаемое отклонение по $A_3$											
До 20	(2,2÷3,0) $d_1$	(1,0÷1,4) $d_1$	$3r_1 + 0,5d + 18$	$r_1 + 16$	11	2	$r_1 + 6$	M10	16	$r_1 + 2$	$r_1 + 12,5$	$r_1 + 12$
Св. 20 до 40			$3r_1 + 0,5d + 20$	$r_1 + 20$	13	3	$r_1 + 8$	M12	19	$r_1 + 3$	$r_1 + 16$	$r_1 + 14$
Св. 40 до 60	(1,8÷2,2) $d_1$	(0,7÷1,0) $d_1$	$3r_1 + 0,5d + 24$	$r_1 + 24$	17	4	$r_1 + 10$	M16	25	$r_1 + 4$	$r_1 + 20$	$r_1 + 16$

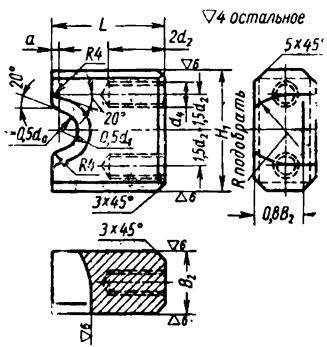
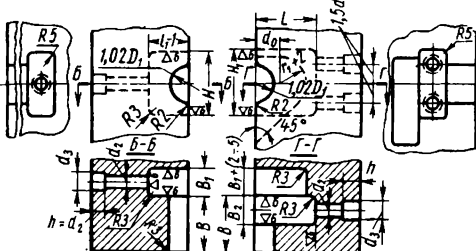
$r_1 = 0,5d_1 + (1 \div 2)$ ;  $h_3 = 0,6d_1$ , но не менее 20;  $b = 0,3d_1$ , но не менее 10.

31. Размеры ручья для отрезки «высечки»

Размеры в мм

Подвижная матрица  
(гнездо под нож)

Неподвижная матрица  
(гнездо под нож)



Допускаемые отклонения на размеры  $H_1$ ,  $B_1$ ,  $B_2$  и  $L$  по  $A_3$

Допускаемые отклонения на размеры  $H_1$ ,  $B_2$  и  $L$  по  $C_3$

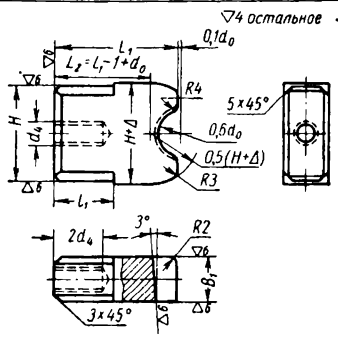
Диаметр заготовки с учетом усадки $d_1$	Допускаемые отклонения						
	$H_1$	$B$	$B_2$	$L$	$d_2$	$d_3$	$d_4$
До 30	$(2,0 \div 3,0) d_1$	$(2,0 \div 2,5) d_1$	$(1,2 \div 1,4) d_1$	$(2,5 \div 3,2) d_1$	13	21	M12
Св. 30 до 50							
Св. 50 до 70	$(1,8 \div 2,0) d_1$	$(1,3 \div 1,5) d_1$	$(0,7 \div 0,8) d_1$	$(1,7 \div 2,0) d_1$	21	32	M20

Диаметр «высечки»  $d_0$

$a$

- Св. 16 до 25
- » 25 » 30
- » 30 » 40
- Св. 40 » 50
- » 50 » 60

- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

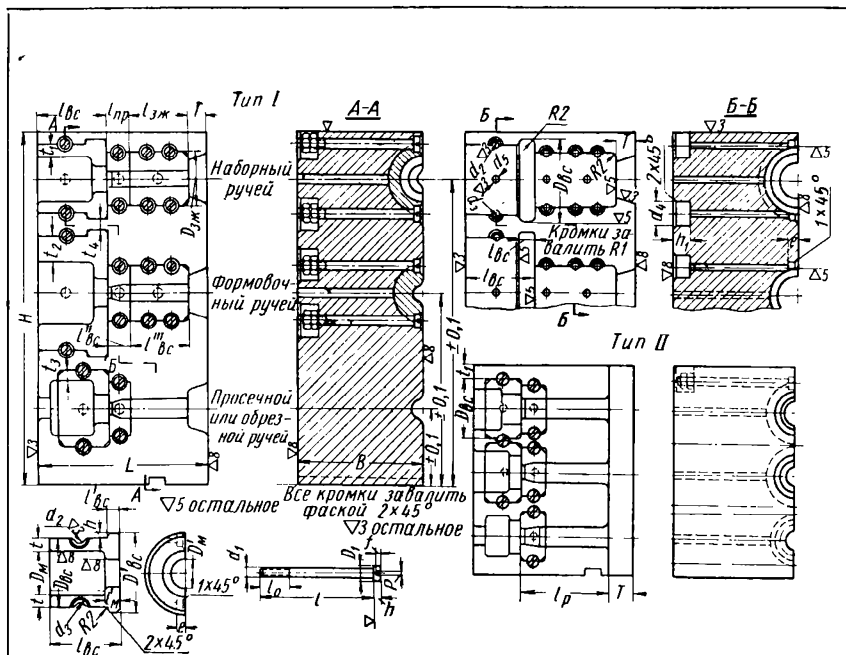


Диаметр высечки $d_0$	Допускаемые отклонения по $C_2$			$\Delta$	$l_1$
	$H$	$B_1$	$L_1$		
Св. 16 до 25	$(1,8 \div 2,2) d_0$	$(1,1 \div 1,2) d_0$	$(3,0 \div 3,5) d_0$	5	$(1,4 \div 1,8) d_0$
» 25 » 40					
» 40 » 60					
	$(1,2 \div 1,5) d_0$	$(0,8 \div 0,9) d_0$	$(2,0 \div 2,5) d_0$	10	$(0,8 \div 1,0) d_0$ , но больше $2 d_4$



## 32. Блоки матриц и вставки

Размеры в мм



Максимальный диаметр ручья матрицы	Толщина стенок и бурта				Размеры винта и отверстий в блоке						
	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$h$	$d_1$ (min)	$d_2$	$d_3$	$d_4$	$d_5$	$h_1$	$e$
До 20	8	10	8	5	M12	13	19	40	10	30	10
20—40	10	12	8	6	M12	13	19	40	10	30	10
40—50	12	14	10	7	M14	15	22	40	10	33	12
50—70	13	15	11	8	M14	15	22	40	10	33	12
70—90	15	17	13	9	M16	17	25	46	12	35	13
90—120	18	20	17	10	M16	17	25	46	12	35	13
120—150	23	25	20	11	M20	21	31	52	15	40	16
150—200	28	30	26	12	M20	21	31	52	15	40	16
200—250	30	32	28	13	M24	25	37	60	15	50	19
250—300	32	35	30	14	M24	25	37	60	15	50	19

Примечание. Тип I — рабочие части ручьев расположены во вставках; тип II — отсутствуют вставки для зажимной части ручьев; некоторые рабочие вставки крепят общими винтами.

**Размеры блоков матриц.** Минимально допускаемая толщина стенки блока матриц (табл. 32)  $t = 10 \div 15$  мм;  $T \geq 15 \div 20$  мм в зависимости от длины матриц  $L$ .

Размеры высоты блока  $H$  определяют как сумму размеров диаметров вставок и минимально допускаемых толщин стенок. Полученную таким образом величину уточняют в соответствии с характеристикой штампового пространства ГKM (см. табл. 2).

Размер блока по длине  $L$  находят как сумму размеров длин вставок с учетом толщины стенки в долевом направлении блока  $L = l_{gc} + l_{np} + l_{ож} + T$  и уточняют по размерам штампового пространства данной ГKM (см. рис. 2). Размер блока по толщине  $B$  определяют по характеристике штампового пространства ГKM, для которой предназначается данный штамп (табл. 2). Остальные размеры отверстий в блоках матриц и винтов крепления вставок следует принимать по табл. 32.

### Хвостовики пуансонов

Хвостовики пуансонов конструируют в соответствии с табл. 33.

### Сборные пуансоны

**Пуансоны формовочные.** В зависимости от диаметра пуансона (или диаметра поковки), диаметра и длины прошиваемой полости (если требуется прошить полость) рекомендуются три различные конструкции сборного формовочного пуансона (рис. 57 и табл. 34 и 35).

**Пуансоны прошивные.** В зависимости от диаметра пуансона (или диаметра поковки), диаметра и длины прошиваемой полости рекомендуются две различные конструкции сборного прошивного пуансона (рис. 58 и табл. 36).

**Пуансоны обрезные.** Конструкция сборного обрезного пуансона, его деталей и их размеры при диаметре пуансона (поковки)  $D_n = 80 \div 160$  мм даны на рис. 59 и в табл. 37.

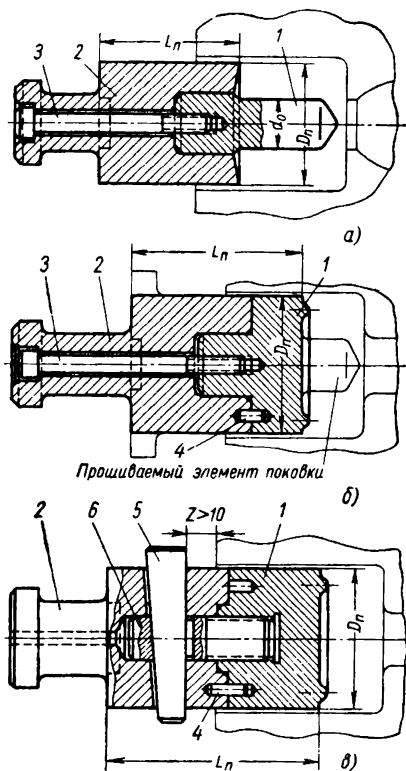


Рис. 57. Сборный формовочный пуансон: а —  $D_n < 80$  мм; б —  $D_n = 80 \div 160$  мм; а —  $D_n > 160$  мм; 1 — пуансон; 2 — державка; 3 — винт; 4 — штифт; 5 — клин; 6 — штырь

### Задние упоры

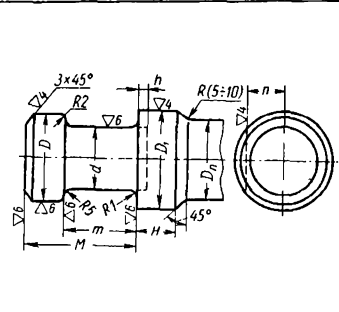
Задние упоры применяют при изготовлении поволоков из штучных заготовок (прутков).

В зависимости от длины стержня  $l_c$ , диаметра  $d$ , отношения  $\frac{l_c}{d}$  и количества переходов штамповки применяют следующие виды задних упоров (табл. 38):

а) располагаемые в штампе (если стержень поковки или прутка не выступает за задний край блока матриц, при небольшом весе поволоков, штампуе-

## 33. Хвостовики пуансонов

Размеры в мм



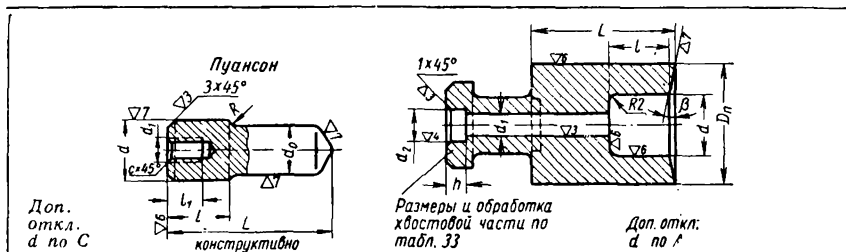
Усилие ГКМ в т	D	d	m	M	H	n	h
	Допускаемые отклонения						
	по C <sub>6</sub>	по C <sub>3</sub>	по A <sub>6</sub>	+0,05	по B <sub>7</sub>	по C <sub>4</sub>	по A <sub>7</sub>
100	50	36	39	55	12	23	4
160	55	40	42	60		25	
250	60	45	50	70	16	28	6
400	70	50	58	80		32	
630	80	55	65	90		36	
800	90	60	72	100	20	40	8
1000	100	70	78	110		50	
1250	110	80	79	115	60	60	

Примечание.  $D_n$  — диаметр пуансона — конструктивный размер, зависящий от размеров поковки.

При  $D_n > (1,5 \div 2,0) d$  утолщение  $D_1$  не делать.  $D_1 = (1,5 \div 2,0) d$ , но не более ширины блока пуансонов.

34. Размеры деталей формовочного пуансона при  $D_n \leq 80$  мм и  $\frac{D_n}{d_0} > 1,5$ 

Размеры в мм



Диаметр прошиваемого отверстия $d_0$	d	Пуансон					Державка			
		$d_1$	l	$l_1$	C	R	$d_1$	$d_2$	l	h
До 32	$d_0 + 3$	M16	40	25	1,5	R	17	26	42	16
Св. 32 до 40	$d_0 + 4$			32					20	
» 40 » 50	$d_0 + 5$	M20	50	36	2	$\frac{d - d_0}{2}$	21	32	52	20
» 50 » 60	$d_0 + 6$								60	
» 60 » 80	$d_0 + 8$	M24	80	36	2	$\frac{d - d_0}{2}$	25	38	63	24
									80	

L — конструктивный размер;  $\beta$  — по эскизу перехода.

35. Размеры деталей формовочного пуансона при  $D_n = 80 \div 160$  мм

Размеры в мм

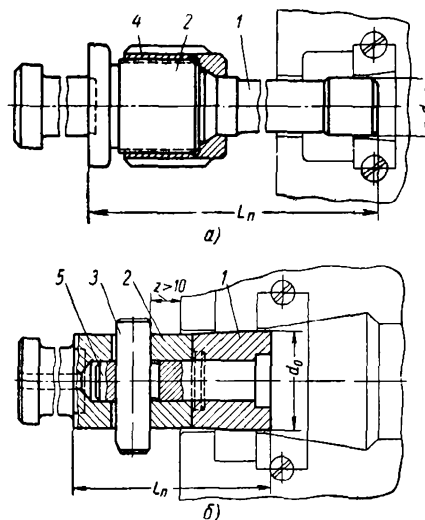
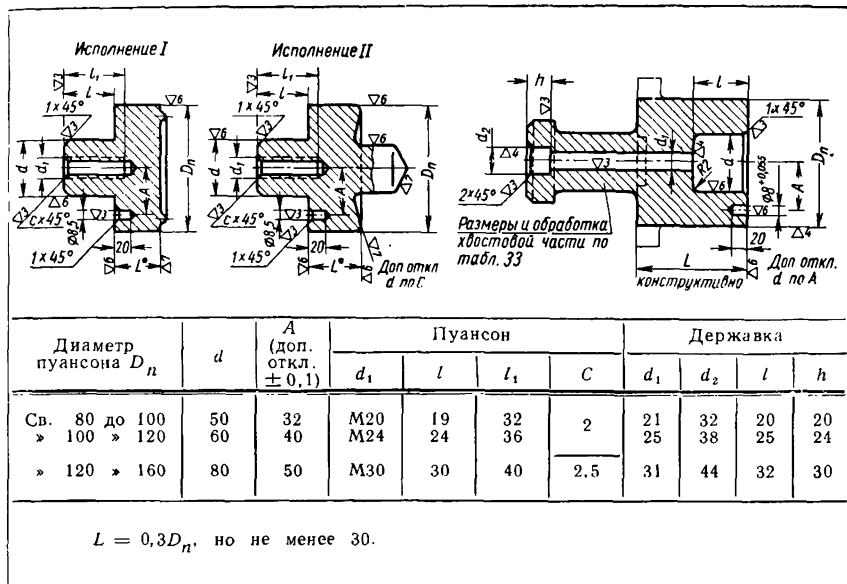


Рис. 58. Сборный прошивной пуансон: а — при  $d_o \leq 80$  мм; б — при  $d_o > 80$  мм; 1 — пуансон; 2 — державка; 3 — клин; 4 — гайка; 5 — штырь

мых не более чем в трех ручьях. Отношение  $\frac{l_c}{d} = 2 \div 3$ );

б) прикрепляемые к штампу, когда стержень поковки или прутка не-

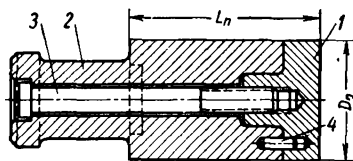


Рис. 59. Сборный обрезной пуансон ( $D_n = 80 \div 160$  мм): 1 — пуансон; 2 — державка; 3 — винт; 4 — штифт

сколько выступает за задний край блока матриц;

в) прикрепляемые к станине машины (если стержень поковки или прутка выступает за передний край машины).

36. Размеры деталей прошивного пуансона при  $d_0 \leq 80$  мм

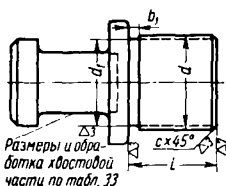
Размеры в мм

	Диаметр прошиваемого отверстия $d_0$					
	$D$	$D_1$	$l$	$l_1$	$c$	$R$
До 30 Св. 30 до 38 » 38 » 48 » 48 » 68 » 68 » 78	32	40	10	16	0,4	$D - d_1$
	40	50	12	16	0,6	
	50	65	16	20		0,6
	70	85	20	20	2	
80	100	20	20			

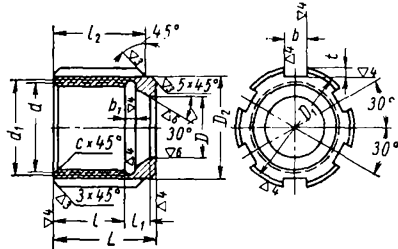
Допускаемое отклонение  $D$  по  $C_3$

\*  $h$  — высота прошиваемой поковки

Державка



Гайка

Допускаемое отклонение  $D$  по  $A_3$ 

Диаметр прошиваемого отверстия $d_0$	$d$	Державка		Гайка										
		$d_1$	$l$	$d_1$	$D_1$	$D_2$	$L$	$l$	$l_1$	$l_2$	$t$	$b$	$b_1$	$c$
До 30 Св. 30 до 38 » 38 » 48 » 48 » 68 » 68 » 78	M48×3	43,5	55	48,6	80	60	70	45	14	60	8	20	6	2
	M60×4	54	65	60,8	90	70	80	50	18	65				
	M76×4	70	75	76,8	110	90	100	60	22	80	10	25	8	3
	M95×4	89	85	95,8	130	110	110	70	26	90				
M115×4	109	100	115,8	150	130	125	85	26	100					

## 37. Размеры деталей обрезающего пуансона

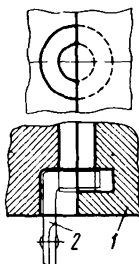
Размеры в мм

Диаметр пуансона $D_n$	$d$	$A$ (доп. откл. $\pm 0,1$ )	Пуансон					Державка			
			$d_1$	$L$	$l$	$l_1$	$c$	$d_1$	$d_2$	$l$	$h$
Св. 80 до 100 » 100 » 120 » 120 » 160	50	32	M20	54	19	32	2	21	32	20	22
	60	40	M24	58	24	36		25	38	25	26
	80	50	M30	62	30	40	2,5	31	44	32	32

38. Виды задних упоров

Упоры, располагаемые в штампе

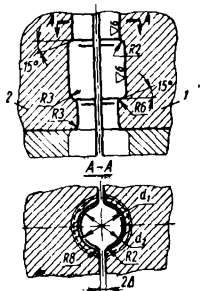
Упор в неподвижной матрице



1 — неподвижная матрица; 2 — клещи

Гнездо под упор

▽4 остальное

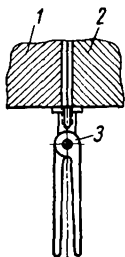


1 — неподвижная матрица;  
2 — подвижная матрица.

Упоры, прикрепляемые к штампу

Упор клещи-фиксатор

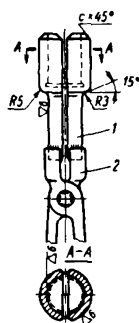
(применяют, если не требуется точно выдерживать заданную длину стержня)



1 — подвижная матрица; 2 — неподвижная матрица; 3 — клещи

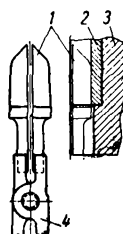
Упор-клещи

▽4 остальное



1 — упор; 2 — клещи

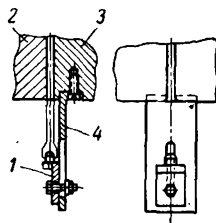
Схема штамповки кольца в матрице с упором в заднюю стенку и с клещами оправкой



1 — оправка; 2 — поковка;  
3 — матрица; 4 — клещи

Упор «с переставляемой ползушкой»

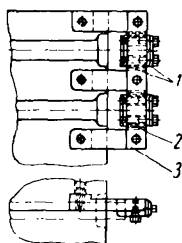
(применяют, когда необходимо фиксировать положение поковки при штамповке ее противоположного конца)



1 — упор-ползушка; 2 — подвижная матрица;  
3 — неподвижная матрица; 4 — планка

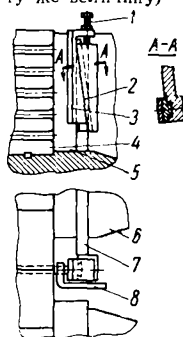
**Упор-«рамка»**

(применяют, когда необходимо регулировать длину стержня в нескольких ручьях)



1 — прокладка; 2 — опорная рамка; 3 — рамка-упор

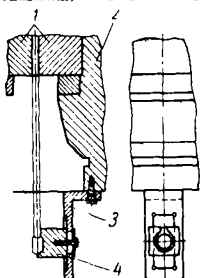
**Упор-рамка с клиновой регулировкой**  
(применяют, если необходимо регулировать длину стержня во всех ручьях на одну и ту же величину)



1 — регулировочный болт; 2 — упор; 3 — опорная планка; 4 — штамп; 5 — опорная грудная плита; 6 — станина; 7 — плита; 8 — клещи

**Упоры, прикрепляемые к станине машины****Упор с «фиксатором-ползушкой»**

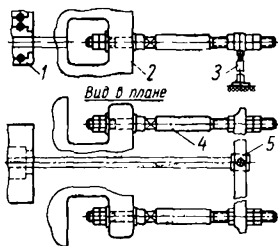
(применяют, если длина стержня поковки или прутка, выступающая за край станины машины, незначительна)



1 — штамп; 2 — станина; 3 — планка; 4 — фиксатор-ползушка

**Внешний упор с регулировкой шпилькой**

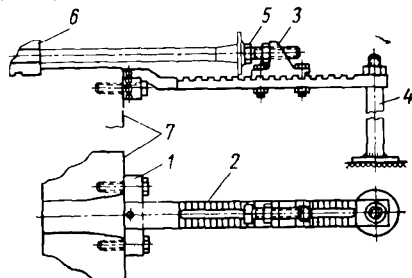
(применяют при значительной длине стержня или прутка)



1 — штамп; 2 — станина; 3 — стойка; 4 — шпилька; 5 — упорная планка

**Внешний упор с регулировкой рейкой и шпилькой**

(универсальный, позволяет устанавливать поковки, значительно отличающиеся по длине)



1 — планка; 2 — рейка; 3 — упор; 4 — стойка; 5 — упорный болт; 6 — штамп; 7 — станина

### Последовательность проектирования штампов

Штампы для ГKM следует проектировать на основании правил и рекомендаций, приведенных выше, в следующем порядке:

1) исходя из чертежа детали и программного задания, составляют чертеж поковки и разрабатывают технические требования, которым она должна удовлетворять;

2) производят расчет и выбор форм штамповочных переходов и определяют диаметр исходной заготовки;

3) определяют необходимое усилие штамповки и выбирают ГKM по максимальному усилию штамповки и по габаритам штампового пространства;

4) в соответствии с произведенными расчетами находят размеры ручьев штампа и устанавливают конструкции отдельных его деталей и элементов, выбирают наиболее рациональное взаимное расположение ручьев, конструкцию и размеры пуансонодержателя (МН 1282-60, МН 1284-60 и МН 1287-60);

5) вычерчивают общий вид штампа, проставляют его габаритные размеры и закрытую высоту, а также другие данные, необходимые для детализации штампа;

6) производят детализацию штампа с указанием марок материала, твердости, допусков на изготовление, шероховатости поверхности и других данных, необходимых для изготовления всех деталей и элементов штампа.

Ручьи штампов для горизонтально-поковочных машин изготавливают, как правило, по 4-му классу точности ОСТ 1014 с шероховатостью поверхности  $\nabla 6$  и  $\nabla 7$ , причем формовочные, формовочно-прошивные ручьи и детали прошивных ручьев (пуансоны и матрицы) должны быть изготовлены с шероховатостью поверхности  $\nabla 7$ . В остальном все узлы и детали штампов должны быть изготовлены в соответствии с техническими требованиями МН 1277-60—МН 1290-60.

### ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА И КОНСТРУИРОВАНИЯ ШТАМПОВ

#### Конструирование штампов для поковок группы I:

1) по чертежу детали составляют чертеж поковки (рис. 60);

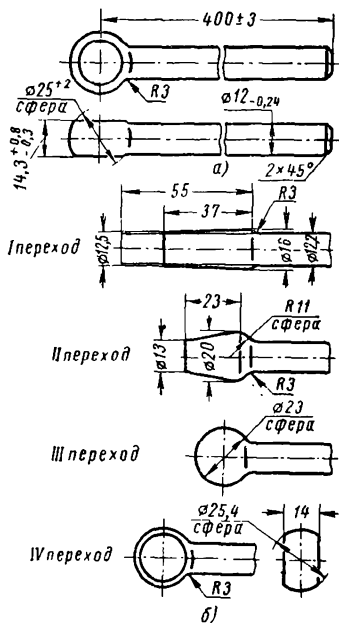


Рис. 60. Поковка вида стержня с утолщением: а — поковка; б — переходы штамповки

2) на основании чертежа поковки находят диаметр и длину заготовки (прутка), а также длину стержня. При определении длины заготовки учитывают угар и объем заусенца, если штамповка производится с заусенцем (размеры заусенца по табл. 6);

3) по длине стержня  $l_c$  и его диаметру  $d$ , пользуясь диаграммой (см. рис. 39), выбирают вариант штамповки, который в данном случае представляет собой штамповку мерной заготовки с применением заднего упора, прикрепляемого к штампу;



4) находят объем формовочного перехода  $V_{\phi}$  и высаживаемую длину прутка  $l_0$ :

$$V_{\phi} = (V_n + V_z) (1 + 0,01 \delta),$$

где  $V_n$  — объем высаживаемой части поковки, определяемый по чертежу;  $V_z$  — объем заусенца, для данной

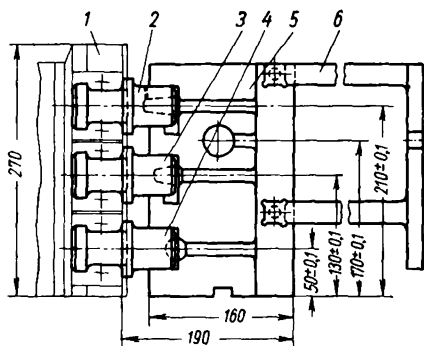


Рис. 61 Высадочный штамп для поковки вида стержня с утолщением: 1 — блок пуансонов; 2 — наборный пуансон; 3, 4 — формовочные пуансоны; 5 — блок матриц; 6 — задний упор-рамка

поковки  $V_z = 0$ ;  $\delta$  — угар, для данной поковки  $\delta = 2\%$ ;

$$l_0 = \frac{V_{\phi}}{\frac{\pi d^2}{4}} \text{ мм.}$$

Исходя из размеров поковки, получают длину высаживаемого прутка  $l_0 = 55 \text{ мм}$ ;

5) определяют количество наборных переходов и их размеры, пользуясь рекомендациями высадки. Для изготовления данной поковки, как показывает расчет, достаточно иметь два наборных ручья и один формовочный, не считая ручья для сплющивания головки;

6) рассчитывают наибольшее усилие, необходимое для изготовления поковки, и выбирают ГKM. Наибольшее усилие штамповки будет при деформировании металла в формовочном ручье в момент окончания штамповки. Для данной поковки, изготовляемой из стали марки 45 при температуре в момент окончания штамповки  $760-800^\circ \text{C}$ , необходимое усилие штамповки,

согласно данным табл. 4 для высадки плоским пуансоном, равно приблизительно  $15 \text{ т}$ .

Выбирают ГKM с усилием  $100 \text{ т}$  (наименьшая по усилию по ГОСТу 7023—56);

7) проверяют габаритные размеры штампового пространства ГKM, в целях выяснения возможности размещения необходимого количества ручьев по высоте блока матриц и блока пуансонов.

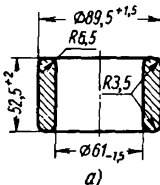
Габаритные размеры блока матриц и блока пуансонов достаточны для изготовления требуемого штампа.

На рис. 61 приведен общий вид высадочного штампа для изготовления заданной поковки.

### Конструирование штампов для повок группы II:

1) по чертежу детали составляют чертеж поковки (рис. 62);

2) выбирают способ штамповки (штамповка без заусенца, с заусенцем, в пуансоне или в матрицах). Пользуясь табл. 8 или 10, составляют эскиз последнего формовочного - прошивного перехода и определяют его объем, в данном случае по



а)

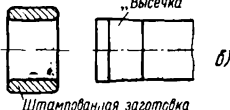
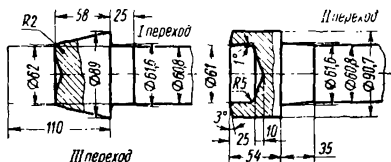


Рис. 62. Поковка вида кольца: а — поковка; б — переходы штамповки

формуле (13), так как поковка, как это следует из табл. 10, штампуется без заусенца в два перехода;

3) определяют диаметр исходного прутка по формуле (15) или (16), принимая во внимание условия  $d$  и  $e$  (стр. 126);

4) определяют длину высаживаемой заготовки по объему формовочно-прошивного перехода и принятому диаметру исходного прутка. Для рассматриваемой поковки длина высаживаемой заготовки равна 110 мм, диаметр 60 мм (см. эскизы технологических переходов на рис. 62, 6);

5) выбирают ГKM, исходя из расчета необходимого усилия штамповки, количества технологических переходов и габаритов штампового пространства машин. Для данной поковки необходима ГKM усилием 630 т;

6) конструируют узлы и детали штампа.

На рис. 63 показан общий вид штампа для изготовления рассматриваемой

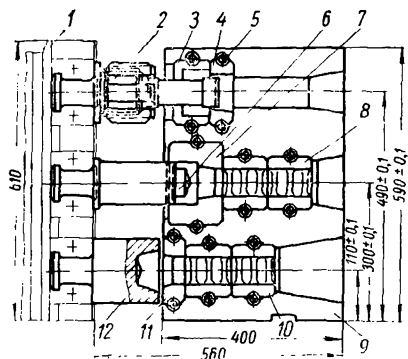


Рис. 63. Высадочный штамп для поковки вида кольца: 1 — блок пуансонов; 2 — сборный прошивной пуансон; 3, 4 — прошивные вставки; 5 — винт для вставок; 6 — формовочный пуансон; 7 — формовочная вставка; 8, 10 — зажимные вставки; 9 — матрица; 11 — подъемная вставка; 12 — наборный пуансон

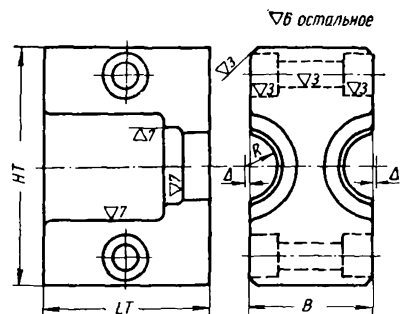


Рис. 64. Вариант прямоугольных вставок к высадочному штампу

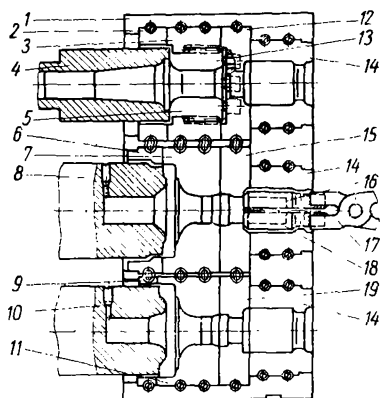


Рис. 65. Высадочный штамп со скользящими вставками: 1 — блок матрицы; 2, 6, 9 — направляющие вставки; 3 — корпус вставки; 4, 8, 10 — пуансоны; 5 — скользящая вставка; 7, 11, 12, 15, 19 — формующие вставки; 13 — пружина; 14 — клещевая вставка; 16 — губка правая; 17 — упор-клецки; 18 — губка клещей левой

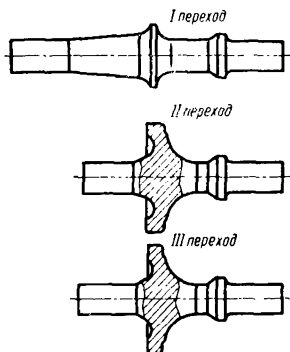


Рис. 66. Переходы штамповки поковки, требующей штампа со скользящими вставками

поковки (вставки цилиндрической формы). Если исходная заготовка или поковка имеет небольшие размеры, то в отдельных случаях представляется более рациональным изготавливать прямоугольные вставки, так как в них можно предусмотреть ручки на двух сторонах (рис. 64), а в отдельных случаях на четырех.

Применение вставок позволяет уменьшить расход штамповой стали и снизить стоимость штампов.

На рис. 65 изображен общий вид штампа со скользящими вставками,

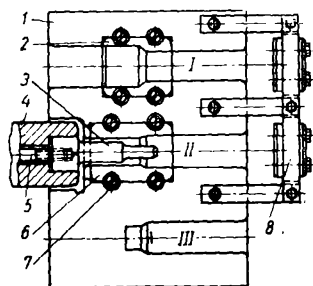


Рис. 67 Высадочный штамп для обжатия концов труб: 1 — блок матриц; 2 — вставка правочная; 3 — пуансон; 4 — державка; 5 — винт; 6 — вставка формовочная; 7 — винт крепления вставок; 8 — упор-планка

а на рис. 66 — формы штамповочных переходов. Штампы подобной конструкции применяют для одновремен-

ного набора двух утолщений, расположенных вдоль стержневой части поковки, что позволяет уменьшить количество переходов и увеличить производительность. Недостатком таких штампов является более высокая стоимость их изготовления (по сравнению со штампами без скользящих вставок), трудность их отладки, более частая смена рабочих элементов штампа (главным образом пружин и скользящих вставок).

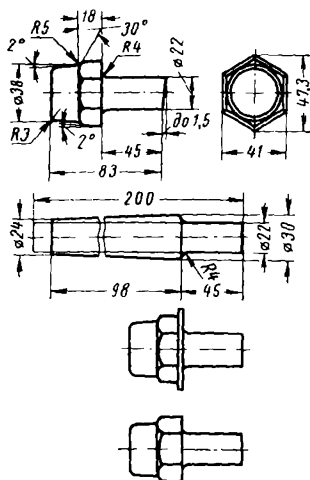
При разработке конструкций скользящих вставок следует предусмотреть возможность смазки трущихся поверхностей последних.

На рис. 67 показан общий вид штампа для обжатия концов трубы. В первом ручье производится правка и предварительное обжатие одного конца трубы, во втором — его формовка и в третьем — калибровка. В таком же порядке обжимают второй конец трубы.

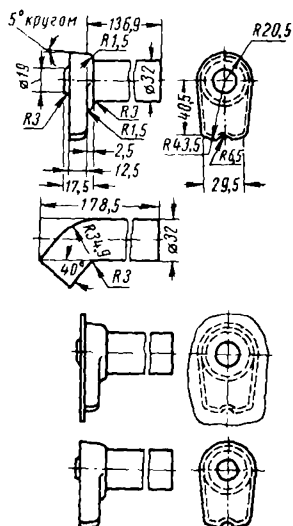
## ПРИМЕРЫ ПРОЦЕССОВ ШТАМПОВКИ

### Примеры переходов штамповки поковки

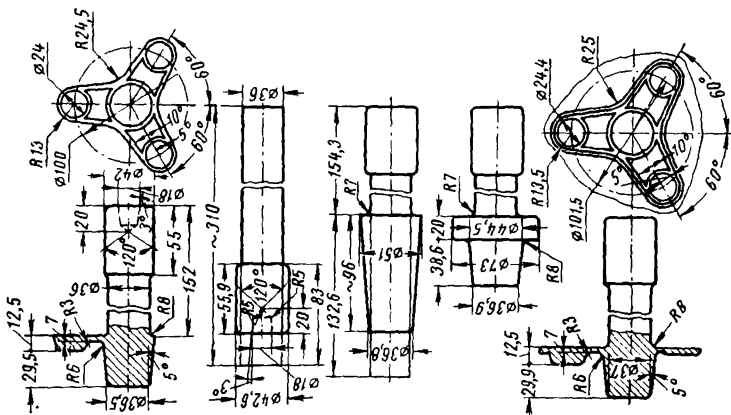
Поковка вида стержня с утолщением на одном конце (точной шестигранной головкой), из мерной заготовки



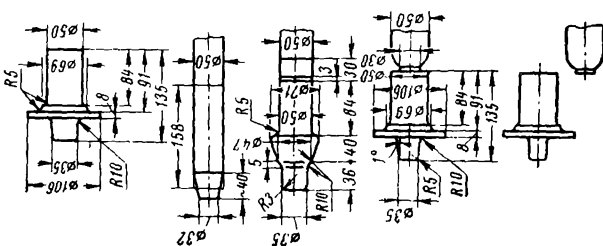
Поковка вида стержня с утолщением (односторонним отрезком), из мерной заготовки



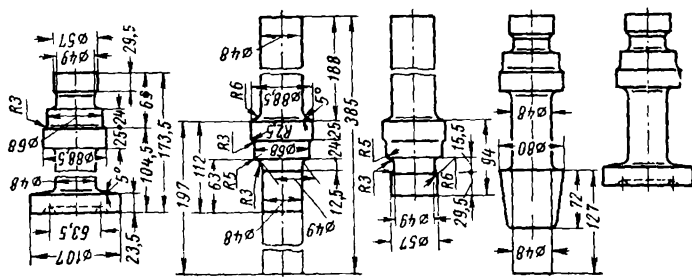
Поковка вида стержня с утолщениями на двух концах (одно утолщение сложной формы с асимметричными оторосками), из жерной заготовки



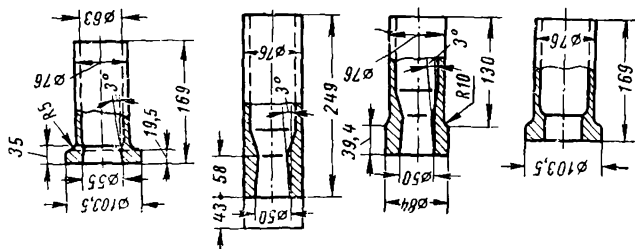
Поковка вида стержня с утолщением, расположенным вдоль стержня, от прутка



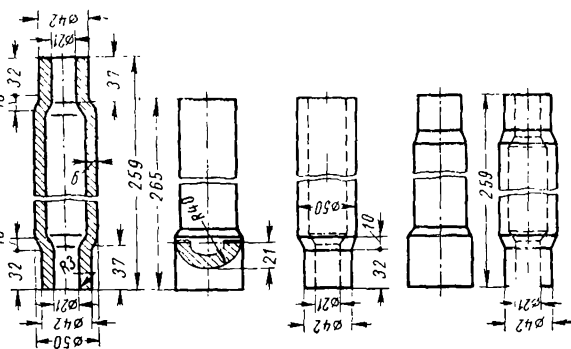
Поковка вида стержня с несколькими утолщениями, из жерной заготовки



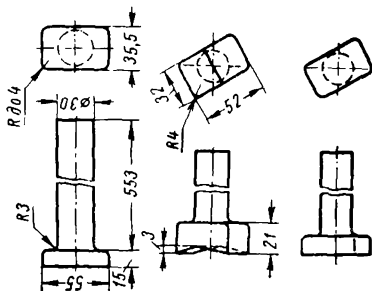
Покровка из труб (выгайка  
Фланца на одном конце.



Покровка из труб (двухстороннее  
обжатие концов)



Покровка вида стержня  
с утолщением на одном конце  
(прямоугольной поковки), из  
мерной заготовки



## ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Бабенко В. А и др. Объемная штамповка. Атлас схем и типовых конструкций штампов. М., «Машиностроение», 1966.
2. Брюханов А. Н., Ребельский А. В. Горячая штамповка. Конструирование и расчет штампов. М., Машгиз, 1952.
3. Гирш И. И. Определение линейных параметров горизонтально-ковочных машин. Сб. «СНИИТМАШ» Кн. 58. М., Машгиз, 1954.
4. Допуски, припуски и кузнечные напуски на детали, изготовляемые горячей объемной штамповкой из черных металлов, ГОСТ 7505—55.
5. Дуняев А. И. Новый метод высадки наружных утолщений на концах труб. «Вестник машиностроения», 1951, № 3.
6. Охрименко Я. М. Технология кузнечно-штамповочного производства М., «Машиностроение», 1966.
7. Шампы для горизонтально-ковочных машин. Детали и узлы. Конструкция и исполнительные размеры. Нормы машиностроения М., Стандартгиз, 1961.
8. Шампы для горизонтально-ковочных машин. Расчеты и конструирование РТМ 39-61. М., Стандартгиз, 1964.

**СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ПРОЦЕССЫ ШТАМПОВКИ**

**ГИБОЧНЫЕ РАБОТЫ**

**Виды гибочных работ и применяемое оборудование**

В кузнечных цехах осуществляется гибка преимущественно крупногабаритных протяженных деталей, для выполнения которой применяют специальные прессы и часто нагрев заготовок.

На прессах первого типа изготавливают преимущественно посредством поперечной гибки детали из полосового и профильного проката и из штампованных заготовок (рис. 1), а на прессах второго типа — путем продольной гибки V-, П-образные и более сложные сравнительно толстостенные детали из полосовых заготовок.

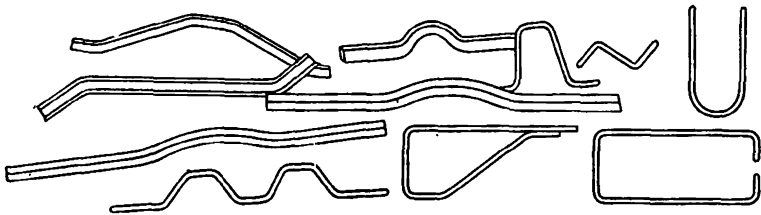


Рис. 1. Типовые детали, изготавливаемые гибкой

товок. Одновременно эти прессы используют при изготовлении штампованных поковок, когда гибочная операция предшествует операциям объемной штамповки или является заключительной.

Для гибочных работ в кузнечных цехах в основном применяют горизонтальные гибочно-штамповочные прессы с механическим и гидравлическим приводом (бульдозеры) и иногда также вертикальные четырехколонные гибочно-штамповочные гидравлические прессы.

**Общие технологические сведения**

При гибке в холодном состоянии полосовых заготовок из углеродистой стали рекомендуется назначать внутренние радиусы изгиба (рис. 2) не меньше указанных в табл. 1.

Горячая гибка позволяет получать детали со значительно меньшими радиусами, но надо учитывать, что при этом в зоне изгиба значительно уменьшается толщина и искажается профиль поперечного сечения заготовки.

1. Минимально допустимые внутренние радиусы  $R_{в}$  при угле между полками, большем  $30^\circ$  (ДИН-6935)

Временное сопротивление в кг/мм <sup>2</sup>	Толщина заготовки $\delta$ в мм														
	1	1,5	2,5	3	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
До 40	1	1,6	2,5	3	5	6	8	10	12	16	20	25	28	36	40
40—50	1,2	2	3	4	5	8	10	12	16	20	25	28	32	40	45
50—65	1,6	2,5	4	5	6	8	10	12	16	20	25	32	36	45	50

Заготовки из листового проката располагают при разрезке так, чтобы линия изгиба проходила поперек направления прокатки, а если заготовку сгибают по двум взаимно перпендикулярным линиям изгиба, то их располагают под углом  $45^\circ$  к направлению прокатки.

При гибке происходит утонение заготовки и смещение нейтрального слоя в местах изгиба.

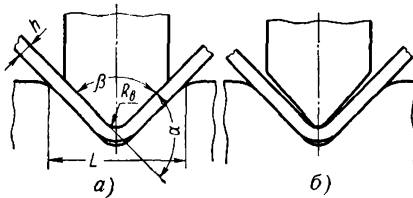


Рис. 2. Схемы V-образной гибки в штампе

Длину исходной заготовки приблизительно определяют по длине развертки нейтральной линии детали:

$$L = L' + L'' + \dots + \frac{\pi\alpha'}{180}(R_g' + a'h) + \frac{\pi\alpha''}{180}(R_g'' + a''h), \quad (1)$$

где  $L'$ ,  $L''$  — длины прямых участков;  $\alpha'$ ,  $\alpha''$  — углы изгиба;  $R_g'$ ,  $R_g''$  — внутренние радиусы;  $a'$ ,  $a''$  — относительное расстояние нейтрального слоя от внутренней поверхности соответствующего согнутого участка;  $h$  — толщина заготовки (рис. 2). Значения величины  $a$  для полосовых или листовых заготовок приведены в табл. 2.

При защемлении концов заготовки в штампе в процессе гибки смещение нейтрального слоя резко увеличивается.

Простые детали, с одним согнутым участком, изготавливают за один переход

путем так называемой V-образной гибки. Изготовление сложных деталей можно производить многопереходной гибкой, при которой за каждый переход сгибается один или два симметрично расположенных участка, или однопереходной гибкой, когда за один ход ползуна осуществляется гибка всей детали.

Выбор технологического процесса гибки в основном зависит от формы и размеров детали, серийности, требуемой точности изготовления и имеющегося оборудования.

Крупногабаритные сложные детали, как правило, изготавливают за несколько переходов, но для уменьшения трудоемкости стремятся все переходы выполнить за одну операцию, для чего применяют многоручьевые штампы. Детали с несколькими гнутыми участками и одинаковыми радиусами и углами сгибают за несколько переходов в одноручьевом штампе, перемещая заготовку после каждого перехода и устанавливая ее под пуансон следующим участком, подлежащим изгибу. Используют также многооперационные комбинированные штампы, в которых наряду с гибкой производят и некоторые другие операции, как-то: пробивку отверстий, вырубку, отрезку.

Более сложные штампы всегда требуют значительно повышенных затрат, поэтому применение их экономически целесообразно при изготовлении деталей большими партиями.

Повышение требований к точности деталей также вызывает усложнение технологического процесса, в частности, вынуждает применять однопереходную гибку в сложном штампе, которая дает более высокую точность, чем многопереходная гибка, осуществляемая за несколько установок

2. Значение коэффициента  $a$

Способ гибки	$R_g/h$					
	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	5,0
Простая в штампе с роликовыми или поворотными опорами или путем обгибания заготовки	0,4	0,44	0,46	0,47	0,48	0,49
Простая в штампе с опорами скольжения, без защемления участков заготовки	0,35	0,4	0,42	0,44	0,46	0,48



заготовки в штампе. Однако для однопереходной гибки требуется в некоторых случаях во много раз большее усилие.

Холодную гибку рекомендуется применять преимущественно для гибки деталей из полосового (при гибке «плашмя») и круглого проката небольшого диаметра, а также деталей из профильного проката, сгибаемых по большому радиусу. Точность изготовления детали при холодной гибке меньше, чем при горячей, вследствие пружинения. Для компенсации его форму и размеры рабочих поверхностей штампов необходимо корректировать. При этом следует иметь в виду, что величина разброса значений угла для деталей, согнутых в одном и том же штампе, зависит от неравномерности прочностных свойств материала и отклонений заготовок по толщине.

Горячая гибка менее производительна, поэтому ее следует применять только для изготовления деталей с относительно малым радиусом изгиба или из малоэластичного в холодном состоянии металла, для получения более точных деталей и при недостаточном усилии прессы для холодной гибки.

Нагревать заготовки из углеродистых конструкционных сталей рекомендуется до  $920-950^{\circ}\text{C}$ , так как в этом случае гнутые детали общего назначения можно не подвергать последующей термической обработке.

### Исходные расчетные данные

Изгибающий момент при изгибе в холодном состоянии на радиус, больший трех- и пятикратной толщины заготовки  $h$ , вычисляются по формуле

$$M = mW\sigma_T \quad (2)$$

Относительный изгибающий момент

$$m = K_1 + \frac{K_0}{2r_0} \quad (3)$$

где  $W$  — момент сопротивления поперечного сечения заготовки;  $\sigma_T$  — предел текучести;  $r_0$  — относительный средний радиус изгиба детали  $R_0$ , отнесенному к ее толщине  $h$ ,  $r_0 = \frac{R_0}{h}$ ;

$K_1$  — коэффициент профиля поперечного сечения заготовки (табл. 3);

### 3. Значение коэффициента $K_1$

Профиль и вид изгиба	$K_1$
Прямоугольный	1,5
Квадратный «на ребро»	2,0
Круглый	1,7
Стандартный двутавровый и швеллерный «вертикально» (относительно оси $x-x$ )	1,2
Стандартный двутавровый «горизонтально»	1,8
Стандартный швеллерный «горизонтально»	1,55
Стандартный угловой полкой наружу и внутрь	1,5
Стандартный равнобокий угловой «на ребро»	1,5
Кольцевой профиль (труба):	
$\frac{d}{D} = 0,4 \div 0,59$	1,6
$\frac{d}{D} = 0,6 \div 0,74$	1,5
$\frac{d}{D} = 0,75 \div 0,89$	1,4
$\frac{d}{D} = 0,9 \div 1,0$	1,3

$K_0$  — относительный модуль упрочнения на начальном участке кривой упрочнения, равный модулю упрочнения, отнесенному к пределу текучести,  $K_0 = \frac{\sigma_T}{\sigma_T}$ .

Уравнения (2) и (3) действительны для  $r_0 > r_{0,p}$  (табл. 4).

При изгибе на относительный радиус, меньший  $r_{0,p}$ , изгибающий момент  $m$  увеличивается незначительно, и поэтому при расчетах можно принимать его наибольшее значение  $m = 3,6$ .

При изгибе в горячем состоянии изгибающий момент рекомендуется определять приближенно по уравнению

$$M = 1,8W\sigma_0 \quad (4)$$

Указанные значения изгибающего момента действительны при изгибе с расстоянием между опорами  $L \geq 6h$ . С уменьшением этого расстояния изгибающий момент снижается и при изгибе в холодном и горячем состоянии с расстоянием между опорами  $L < 4h$  при расчетах усилия гибки следует

4. Значения  $\sigma_T$ ,  $K_0$ ,  $r_{опр}$  и  $C$ 

Группа стали	Марка стали	Среднее значение $\sigma_T$ в кг/мм <sup>2</sup>	$K_0$	$r_{опр}$	$C$
I	10 и 15, Ст.1 и Ст.2	21	10,0	2,7	4,5
II	20 и 25, Ст.3 и Ст.4, 20К, 22К и 25К	26	11,6	3,2	4,0
III	30 и 35, Ст.5	30	14,0	1,0	3,6
IV	40 и 45, Ст.6 15X и 20X	34	17,6	5,2	3,2

исходить из величины поперечной силы

$$Q \approx 0,5F\sigma_s, \quad (5)$$

где  $F$  — площадь поперечного сечения заготовки;  $\sigma_s$  — временное сопротивление разрыву.

При изгибе в холодном состоянии на относительный радиус  $r_0$  ( $2 \div 3$ ) показатели пружинения определяют по уравнениям:

относительный радиус изгиба до пружинения, по которому устанавливают размеры инструмента,

$$r = \frac{r_0}{1 + 2m \frac{\sigma_T}{E} r_0}; \quad (6)$$

угол пружинения

$$\Delta\alpha = 2m \frac{\sigma_T}{E} \alpha, \quad (7)$$

где  $E$  — модуль упругости;  $\alpha$  — угол изгиба заготовки ( $180 - \beta$ );  $\beta$  — угол между полками детали.

#### Типовые технологические процессы

**Гибка V-образных деталей.** Боковые плоскости рабочей поверхности пуансона и матрицы выполняют под углом, равным углу  $\beta$  между полками гнутой детали (рис. 2). При холодной гибке угол штампа назначают меньше угла детали на угол пружинения. Радиус пуансона принимают одинаковым с внутренним радиусом детали, а радиус рабочих закруглений матрицы — равным двух, трехкратной толщине заготовки.

Гибку можно осуществлять двумя способами. При первом способе, на-

зываемом гибкой-штамповкой, заготовка в конце хода ползуна плотно зажимается между пуансоном и матрицей (рис. 2, а) и происходит как бы калибровка согнутой заготовки. Усилие гибки резко возрастает в конце рабочего хода. Его величина определяется по уравнению

$$P = F\sigma_s \left( \cos \frac{\alpha}{2} + \mu \sin \frac{\alpha}{2} \right); \quad (8)$$

$\mu$  — коэффициент трения на контактных поверхностях заготовки с матрицей.

Значения коэффициента  $\mu$  при подсчете усилия гибки стальных заготовок в холодном состоянии принимают для черных непотравленных заготовок 0,4—0,5; для черных протравленных и чистых заготовок со смазкой 0,15—0,2. При горячей гибке  $\mu = 0,5$ .

Угол пружинения составляет  $1-2^\circ$ , если ширина паза матрицы выполнена в соответствии с уравнением (9).

Гибку крупногабаритных, сравнительно толстостенных деталей рекомендуется заканчивать в момент, когда полки заготовки в процессе изгиба соприкоснутся с боковыми поверхностями матрицы (рис. 2, б). При таком способе (гибка до соприкосновения) усилие пресса в несколько раз меньше, чем при гибке-штамповке.

Для обеспечения заданного радиуса изгиба детали необходимо выполнять ширину паза матрицы определенной величины. Внутренний радиус детали прямоугольного сечения связан с шириной паза матрицы следующей зависимостью:

$$R_0 = \frac{Ch}{\beta} \left[ \left( \frac{L}{2h} \right)^2 - \frac{L}{h} + 17 \right], \quad (9)$$

5. Значения радиуса изгиба  $R_g$  и угла пружинения  $\Delta\alpha^\circ$  в зависимости от ширины паза  $L$  матрицы

Ширина паза матрицы $L$	Холодная гибка стали группы								Горячая гибка $R_g$
	I		II		III		IV		
	$R_g$	$\Delta\alpha^\circ$	$R_g$	$\Delta\alpha^\circ$	$R_g$	$\Delta\alpha^\circ$	$R_g$	$\Delta\alpha^\circ$	
6h	1,0h	2,5	0,9h	3,0	0,8h	3,5	0,7h	4,5	1,4h
8h	1,25h	3,5	1,1h	4,0	1,0h	4,5	0,9h	5,5	1,75h
10h	1,6h	4,0	1,45h	4,5	1,3h	5,0	1,15h	6,0	2,25h
12h	2,05h	4,5	1,85h	5,0	1,65h	5,5	1,45h	6,5	2,9h

где  $L$  — ширина паза матрицы;  $C$  — коэффициент, зависящий от механических свойств материала; его значения для холодной гибки стальных деталей приведены в табл. 4. При гибке в горячем состоянии  $C = 6,3$ .

При гибке заготовок на угол  $90^\circ$  ширину паза матрицы (расстояние между опорами) выбирают по табл. 5. В этой же таблице приведены значения угла пружинения при гибке до соприкосновения.

Во время настройки технологического процесса особое внимание надо уделить правильной установке крайнего рабочего положения пуансона. При недостаточном ходе угол между полками согнутой детали получится больший, а при несколько увеличенном ходе — меньший.

В случае гибки нескольких партий деталей из материалов, немного отличающихся по механическим свойствам, угол штампа принимают средним по величине, а переналадку штампа на гибку деталей из другого материала производят путем регулировки крайнего нижнего положения пуансона. Так, при холодной гибке заготовок из углеродистой стали на угол  $90^\circ$  угол штампа берут  $85-86^\circ$ , а для деталей из алюминиевых сплавов  $70-80^\circ$ .

Усилие при гибке до соприкосновения на угол  $90^\circ$  (при рекомендованной ширине паза матрицы) определяют по уравнению

$$P = K_a F \sigma_s \quad (10)$$

Значения коэффициента  $K_a$  приведены в табл. 6.

**Гибка П-образных деталей** за один переход по сравнению с двухпереход-

6. Значения коэффициента  $K_a$  (для стали групп I—IV)

Гибка	Ширина паза матрицы $L$			
	6h	8h	10h	12h
Холодная:				
$\mu = 0,2$	0,26	0,18	0,14	0,11
$\mu = 0,5$	0,30	0,21	0,16	0,14
Горячая	0,25	0,18	0,14	0,12

ной предпочтительнее при изготовлении большой партии деталей, несмотря на необходимость приенения более сложного и менее стойкого штампа. Производительность ее и точность получаемых деталей выше.

Наиболее простым процессом является гибка в штампе с прямоугольными рабочими поверхностями пуансона и матрицы (рис. 3, а). В процессе

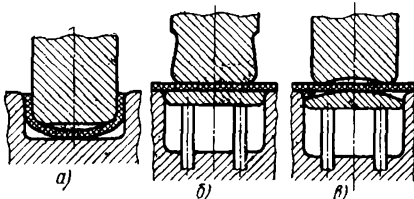


Рис. 3. Схемы П-образной гибки в штампе

гибки участок под пуансоном изгибается, и для его выправления требуется калибровка заготовки в конце хода пуансона. При калибровке происходит также перераспределение напряжений в согнутых участках заготовки и поэтому пружинение детали

становится незначительным; оно может быть компенсировано небольшим поднутрением боковых плоскостей пуансона на угол  $1-2^\circ$ . Однако калибровка требует в несколько раз большего усилия по сравнению с усилием гибки, и при холодной гибке детали получаются сильно наклепанными. Этот способ рекомендуется применять при гибке сравнительно тонкостенных ответственных деталей.

Чтобы избежать калибровки, применяют штамп с нижним прижимом, работающим под действием пружин или пневматического цилиндра (рис. 3, б). Для компенсации сжатия полок детали в пуансоне поднутряют боковые плоскости на угол  $2-3^\circ$  и боковой зазор устанавливают равным или несколько меньшим толщины заготовки. Указанный прием эффективен при  $R_0 = (0,8 \div 1,2) h$ . Если же  $R_0 = (1,25 \div 2,0) h$ , то выполняют по радиусу нижнюю поверхность пуансона и верхнюю поверхность прижима (рис. 3, в).

При гибке деталей с большим радиусом закругления  $R_0 > 2h$  и деталей с углами, меньшими  $90^\circ$ , применяют штампы со специальными перегибающими устройствами, которые выполняют в виде поворотных сухарей, рычажного и клинового типа.

В штампах для П-образной гибки закругления на пуансоне выполняют равными внутреннему закруглению детали, а наружные углы матрицы скругляют или скашивают для облегчения затягивания заготовки в паз матрицы. Радиус закруглений матрицы принимают  $R_M = (2 \div 4) h$ .

Усилие определяют по уравнению

$$P = K_0 F \sigma_0 + Q, \quad (11)$$

где  $Q$  — усилие прижима, которое принимают равным  $(0,1 \div 0,3) P$ ;  $K_0$  — коэффициент (табл. 7).

#### 7. Значения коэффициента $K_0$

$\mu$	$R_M + R_n$						
	$2h$	$3h$	$4h$	$5h$	$6h$	$8h$	$10h$
0,2	0,63	0,53	0,47	0,42	0,39	0,34	0,30
0,5	0,90	0,81	0,76	0,72	0,68	0,61	0,55

Конструкция производственного штампа для двухпереходной П-образной гибки показана на рис. 4. За первый переход сгибаются концы заготовки и формируются карманы, а за второй переход осуществляется гибка внутренних углов детали.

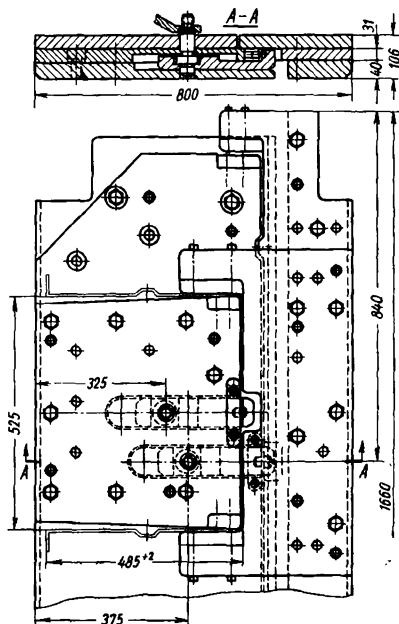


Рис. 4. Штамп для двухпереходной П-образной гибки

Заготовку устанавливают в штампе при обоих переходах по среднему отверстию и прижимают к пуансону посредством ползушки, перемещаемой поворотом эксцентрикового валика посредством рукоятки. Такое крепление заготовки предупреждает ее падение (заготовка ставится на ребро) и служит прижимом. Для возможности размещения прижимных устройств продольные оси пуансонов смещены относительно друг друга. Пуансоны обоих переходов имеют поднутренные боковые плоскости.

**Гибка U-образных деталей.** Эти детали характеризуются наличием среднего участка, согнутого по отношению к большому радиусу на угол  $180^\circ$ ,

и прямых параллельных между собой полок. Возможен также средний прямой участок между закруглениями.

Изгиб на большой радиус сопровождается большим пружинением, поэтому при холодной гибке пуансон вы-

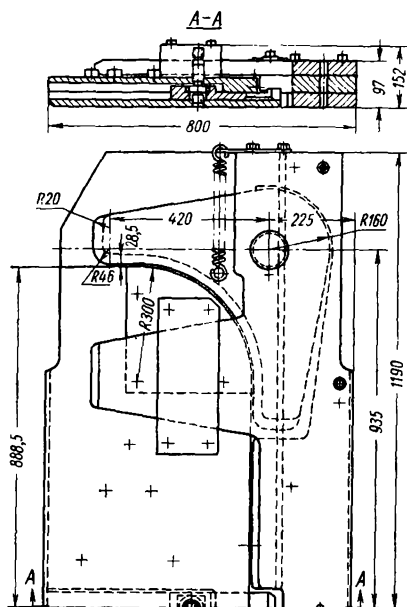


Рис. 5 Штамп с перегибающим рычажным устройством

полняют с меньшим радиусом и подгибают полки преимущественно посредством перегибающего механизма рычажного типа. Радиус пуансона и угол пружинения определяют по уравнениям (6) и (7).

С целью снижения усилия и предупреждения появления следов нажимов в местах соприкосновения заготовки с матрицей часто применяют штампы с роликовыми и секторными опорами.

На рис. 5 показана конструкция однопереходного штампа с перегибающим рычажным устройством для гибки U-образной детали из угловой заготовки полкой наружу. Заготовку устанавливают на пуансоне и центрируют по двум центральным отверстиям. В матрице между нижней и верхней плитами симметрично расположены два двуплечих рычага, торцы передних

плеч которых служат опорами при гибке заготовки.

В конце гибки пуансон через заготовку нажимает на задние плечи рычагов и поворачивает их на заданный угол. При этом передними плечами они подгибают полки заготовки. В начальное положение рычаги устанавливаются пружинами. Для компенсации распорного усилия, возникающего при гибке деталей несимметричного профиля (уголок), у матрицы предусмотрены вытянутые вперед выступы. Для определения усилия гибки действительного уравнение (11).

**Гибка дугообразных и круглых деталей.** Дугообразные детали с центральным углом, меньшим  $120-150^\circ$ , сгибают за один переход в простом штампе с цилиндрическими рабочими поверхностями пуансона и матрицы. При гибке заготовка огибается по пуансону (рис. 6).

Гибку деталей с центральным углом  $150-270^\circ$  осуществляют за два пере-

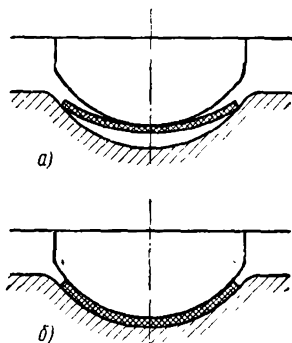


Рис. 6. Схема гибки дугообразного элемента: а — промежуточный момент; б — конечный момент

хода (рис. 7, а). На первом переходе подгибаются крайние участки, а на втором — средний.

Закрытые детали типа хомутов сгибают также за два перехода (рис. 7, б). На первом переходе крайние участки принимают заданную кривизну, а средний участок получает обратную кривизну; на втором — средний участок сгибается на радиус детали. В конце рабочего хода, когда торцы заготовки

сошлись, а гибка среднего участка продолжается, боковые участки разгибаются в пределах упругих деформаций.

Для компенсации пружинения рабочие поверхности пуансона и матрицы

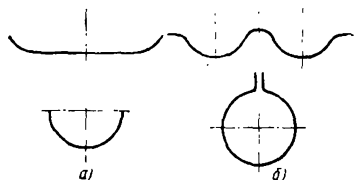


Рис. 7. Способы гибки круглых деталей: а — полузакрытой; б — закрытой

выполняют несколько меньшего радиуса, определяемого по уравнению (6). Усилие гибки подсчитывают по уравнению (8).

**Однопереходная гибка сложных деталей.** Гибка осуществляется в простом штампе, конфигурация рабочего ручья которого выполнена по форме детали. Одновременно за один ход пресса сгибаются все участки заготовки. Такая гибка сопровождается возникновением на средних участках заготовки больших растягивающих усилий и перемещением участков заготовки через рабочие ребра штампа.

По этой причине однопереходную гибку в простых штампах можно успешно применять лишь для деталей, не имеющих глубоких выгибов.

Основным условием конструкции рабочего профиля штампа для несимметричной детали, например Z-образной, является такое его расположение, чтобы при гибке на пуансоне и матрице не возникала горизонтальная составляющая усилия, перпендикулярная движению пуансона. Кроме того, необходимо, чтобы в начальный момент деформирования заготовка опиралась на матрицу (или пуансон) в двух точках, а пуансон производил нажатие между опорами. Если нужно снизить потребное усилие или устранить чрезмерное утонение детали в местах изгиба, переходят на многопереходную гибку.

**Многопереходная гибка сложных деталей.** Гибку сложных деталей с глубокими выгибами производят за два

или несколько переходов. Например, V- и П-образные детали с горизонтальными полками и другие аналогичные детали изготавливаются в два перехода. За первый переход сгибают боковые участки, затем заготовку переворачивают и производят гибку средних углов детали. Штамп для гибки такой детали показан на рис. 4.

Гибку закрытых деталей прямо углового и другого более сложного профиля также производят за два перехода. Вначале посредством П-образной гибки сгибаются средние углы, затем заготовку переносят в другой ручей или штамп, устанавливают в том же положении или поворачивают на  $90^\circ$ , и при втором ходе ползуна осуществляется загибка одного или обоих концов заготовки.

В некоторых случаях бывает затруднительно, например вследствие больших габаритов детали, изготовить штамп двухручьевым или установить на прессе одновременно два штампа. Тогда применяют одноручьевые штам-

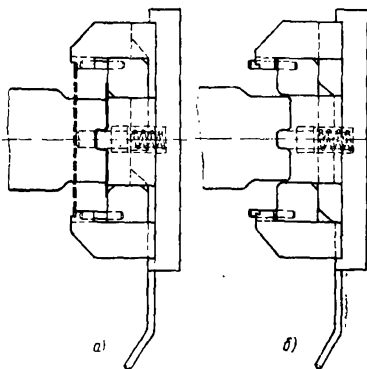


Рис. 8. Двухпереходный одноручьевой штамп: а — первый переход; б — второй переход

пы, в которых предусматривают возможность перемещения элементов штампа после выполнения первого перехода, что позволяет за второй переход производить гибку в других местах заготовки.

Двухпереходный одноручьевой штамп для получения гибкой детали с двойным швеллерным профилем

изображен на рис. 8. При первом переходе боковые матрицы опираются на тонкий участок опорной планки. Перед вторым переходом передвижением опорной планки они перемещаются вперед. Штамп можно использовать на кривошипном прессе, так как крайнее рабочее положение пуансона при обоих переходах одинаково.

**Гибка деталей пространственных форм.** В каждой плоскости заготовка сгибается за самостоятельный переход.

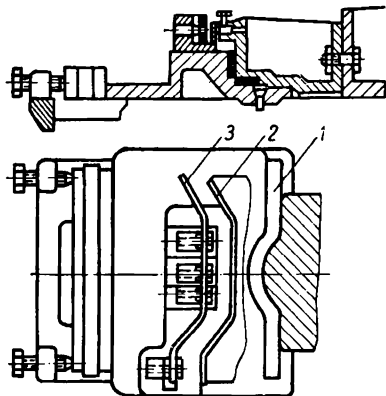


Рис. 9. Комбинированный трехпереходной штамп: 1 — первый переход гибки; 2 — второй переход гибки; 3 — пробивка отверстий

Если деталь прямоугольного сечения, то вначале производят изгиб заготовки на ребро (рис. 9).

При изготовлении П-образных деталей с длинными изогнутыми в параллельных плоскостях концами за первый переход обычно производится П-образный изгиб, а за второй или несколько последующих — одновременная гибка обоих концов. При гибке концов заготовка базируется на штампе средним участком.

Сложноизогнутые пространственные детали, например перила, целесообразно изготавливать посредством многопереходной V-образной гибки. Детали круглого и квадратного сечения с одним радиусом закруглений сгибают в одноручьевом штампе. При этом последовательность проведения гибки участков определяется рациональным раз-

мещением упоров, по которым устанавливают заготовку перед каждым последующим переходом.

**Гибка деталей из профилейных заготовок.** При гибке деталей из полосы на ребро и особенно из несимметричных профилей — углового и швеллерного — необходимо предупреждать потерю устойчивости сгибаемой заготовки и возникновение в процессе гибки побочных деформаций — скручивания и других. С этой целью применяют штампы с закрытыми ручьями и осуществляют гибку в горячем состоянии.

Гибку на сравнительно небольшом радиусе швеллерных и двутавровых заготовок (относительно наибольшего момента сопротивления) производят с сухарями, заполняющими внутреннюю полость профиля в зоне изгиба. Сухари в виде узких чугунных отливок скрепляют тросом. При гибке они расширяют полки профиля и не дают возможность наклоняться внутрь.

#### Дополнительные операции

Основной дополнительной операцией, проводимой при гибке, является пробивка отверстий. Обычно гнутые детали не подвергают механической обработке, поэтому целесообразно пробивку отверстий сделать на той же машине, что и гибку, и по возможности за одну подачу заготовки в штамп.

Отверстия удобнее пробивать в прямой заготовке. Однако при гибке расстояния между отверстиями изменяются неодинаково. Поэтому, когда необходимо точное расположение отверстий, пробивку производят в уже полностью согнутой заготовке.

Второй и наиболее распространенной дополнительной операцией является местная выштамповка углублений на полосовых заготовках и плющение профиля (круглого, трубного) в местах, предусматриваемых для отверстий под болты. В соответствии с формой детали, местом расположения выштамповываемого участка и способом гибки операция штамповки может производиться в конце хода ползуна при гибочной операции или за последующий ход ползуна в отдельном ручье штампа.

Гибочно-штамповочные прессы иногда используют для правильных и некоторых других операций, например для калибровки растяжением расстояния между бобышками у балки передней оси автомобиля.

### Особенности конструкций штампов

Штампы изготовляют литыми, а также из толстолистового проката сварными или соединенными болтами. Наиболее трудоемка механическая обработка рабочих поверхностей. При конструировании штампа особое внимание надо обращать на упрощение его обработки. Просты в изготовлении штампы, собранные из стальных плит. Обработку их рабочих поверхностей можно производить путем газовой резки и зачистки наждачным камнем.

В штампах для крупносерийной гибки целесообразно в наружных углах рабочих поверхностей, которые подвержены интенсивному износу, предусматривать каленые вставки (см. рис. 4).

При подаче сравнительно тяжелых заготовок в продольном направлении следует предусматривать упоры с резиновым или пружинным амортизатором.

В дыропробивных штампах необходимы направляющие колонки, так как необходимо точное совпадение пуансона и матрицы. Обычно заготовка застревает на пробивных пуансонах, поэтому следует устанавливать съемники. Наиболее распространены съемники пружинного типа, монтируемые на пуансоне; они одновременно служат прижимами для удержания заготовки в определенном положении.

## ОБРАБОТКА НА ВЕРТИКАЛЬНО-КОВОЧНЫХ МАШИНАХ

В штампах (бойках) вертикально-ковочной машины рекомендуется производить ковку-штамповку деталей малых сечений (зубья борон, железнодорожные костыли, бородки и зубила, шинные гвозди, веретена и т. п.), для формообразования которых требуется вытяжка и обжимка, пережим с получением заплечиков и утолщений раз-

личной формы, оттяжка концов на конус и заострение их. Быстроходность машин позволяет производить за один нагрев штамповку весьма тонких изделий.

При изготовлении изделий простых форм можно ограничиваться одной

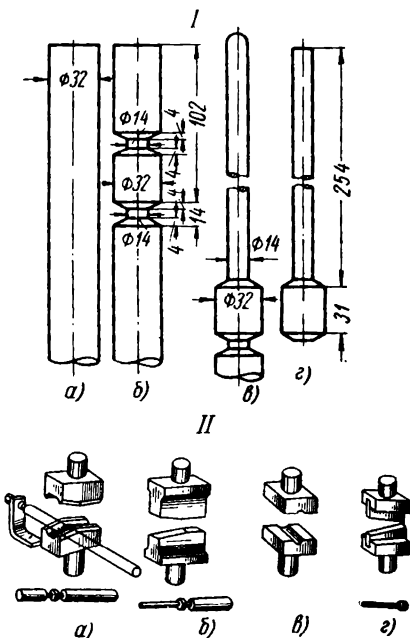


Рис. 10. Пример штамповки на вертикально-ковочной машине: I — переходы штамповки; II — бойки для них; I-a — заготовка; I-b — заготовка обработана в ручье II-a; I-в — конец протяннут в ручье II-b и отделан в ручье II-в; I-г — готовая поковка (конец обрезан и отделан от прутка в ручье II-г)

парой фасонных бойков, для изделий более сложных форм применяют несколько пар заготовительных, пару черновых и пару чистовых бойков, штамповка в которых может производиться как с образованием ззусенца, так и без него.

В зависимости от вида поковки разработку переходов штамповки и определение размеров заготовки производят, как при штамповке на молотах или как при машинной ковке (рис. 10). При этом, несмотря на аналогичность



переходов ковки, машина обеспечивает идентичность изделий и точность их размеров, значительно более высокую, чем при ковке на молотах.

Машины подбирают по количеству ползунов (от одного до шести) в соответствии с количеством требуемых переходовковки-штамповки. Размер машины определяется наибольшим диаметром обрабатываемой исходной заготовки, указанным в характеристике машины. Рабочий ход составляет обычно 12—16 мм.

Заготовительные и черновые бойки обычно делают шириной 20—25 мм и длиной до 125 мм в зависимости от длины обрабатываемого участка поковки. Чистовые бойки имеют ширину 50 мм, длину 50—125 мм. При необходимости применяют бойки с ножами. Каждый боек имеет цилиндрический хвостовик обычно диаметром 45 мм, длиной 40 мм. Верхние бойки крепят с помощью стопорных болтов в соответствующих гнездах ползунов, нижние — в гнездах нижних колодок машины.

Кроме бойков, применяют упоры, устанавливаемые на специальном столе прогиб нижних бойков, а на некоторых машинах — ножной привод для изменения расстояния между бойками.

Штамповое пространство по высоте регулируют изменением положения нижних колодок машины при помощи винтов у машин малых размеров или клинового приспособления у машин большого размера, а также с помощью ножного привода.

## ОБРАБОТКА НА РОТАЦИОННО-ОБЖИМНЫХ И РАДИАЛЬНО-ОБЖИМНЫХ МАШИНАХ

**Общие сведения.** Схема действия ротационно-обжимных и радиально-обжимных машин показана на рис. 11.

Обработка производится способами (табл. 8) раздельного (на машинах

с постоянной степенью обжатия) и профильного обжатия (на машинах с переменной степенью обжатия). Форма и точность поковки обеспечиваются при первом способе формой и размерами ручья бойков в закрытом состоянии, при втором — периодическим изменением закрытой высоты между бойками и величины подачи заготовок.

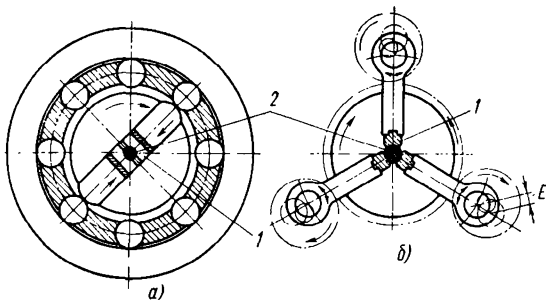


Рис. 11. Схема действия ротационно-обжимных (а) и радиально-обжимных (б) машин: 1 — боек; 2 — заготовка; Е — регулируемый эксцентрик

Степень обжатия определяют из отношения

$$q = \frac{d - d_1}{d} 100\%, \quad (12)$$

где  $d$  — диаметр заготовки до обжатия;  $d_1$  — диаметр заготовки (поковки) после обжатия.

Технические характеристики машин приведены в табл. 9, а классификация поковок — в табл. 10.

К I классу отнесены поковки, изготавливаемые раздельным способом на машинах с постоянной степенью обжатия, а также поковки с переменным сечением, когда длина обрабатываемой части не превышает длины бойка. II класс составляют детали, изготавливаемые раздельным и профильным способами на машинах с переменной степенью обжатия.

Точность обработки при горячем обжатии соответствует 4—5-му классам, а при холодном — 2—3-му классам и даже выше. Шероховатость поверхности достигает при горячем обжатии  $\nabla 5$ — $\nabla 6$ , при холодном —  $\nabla 8$ — $\nabla 9$ .

**Инструмент.** В комплект инструмента входят бойки (рис. 12) и оправки.

8. Способы обработки

Обжатие	Раздельное обжатие		Профильное обжатие	
	Эскиз поковки	Исходная поковка	Исходная поковка	Исходная поковка
Захват: 1 Цилинд- р с по- воротом				
Захват: 2 Цилинд- ра с по- воротом				
Захват: 3 Цилинд- ра с по- воротом				

Форма и размеры бойков для раздельного обжатия приведены в табл. 11.

Второй «заходной» конус предусматривают с целью его использования после износа первого. С этой же целью изготавливают рабочие полости на двух противоположных гранях бойков.

При обработке тремя и более бойками зазор для истечения избыточного металла не предусматривают и ручки выполняют равными диаметру изделия, но с сохранением овальности.

Диаметр бойков, предназначенных для переменного обжатия, принимают по наибольшему диаметру изделия, а закрытую высоту — по наименьшему.

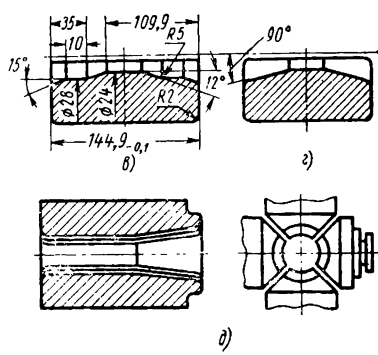
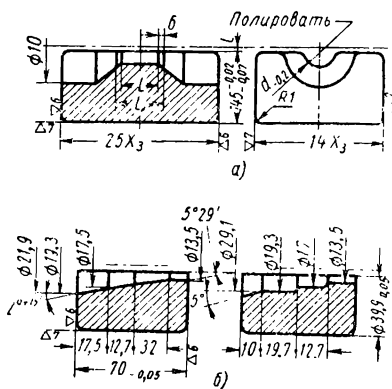


Рис 12. Бойки ротационных машин: а — для обжатия прутков; б — для поковки вала рулевого управления; в — для поковки рулевого вала трактора; г — для обжатия концов труб; д — для поковки ступенчатых валов

## 9. Характеристика ротационно-

Показатели	Ротационно-обжимные								Рычажные горизонтальные			
	4	8	12	20	40	60	90	110	—	—	—	—
Начальный диаметр в мм:												
прутка . . . . .	10	16	35	55	100	140	160	200	10	25	120	200
трубы . . . . .												
Диаметр после обработки в мм:												
прутка . . . . .	1,2	4	6	10	28	35	55	70	—	—	—	—
трубы . . . . .	3,5	6	12	20	60	85	100	120	4	9	64	136
Наибольшая длина обработки в мм:												
прутка . . . . .												
трубы . . . . .												
Число обжатий в секунду	100	50	70	55	30	25	20	12	500	500	500	500
Максимальные размеры бойков в мм:									12	12	12	10
длина . . . . .	45	60	80	100	350	200	400	400	—	—	—	—
ширина . . . . .	28	36	42	60	160	120	250	360	—	—	—	—
Регулируемая глубина обжатия в мм . . . . .	—	—	2,5	4,0	8,0	—	—	—	17,5	20	20	25
Число уступов за один проход . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Характеристика подачи <sup>1</sup>	Р	Р	М	М, Г	М, Г	М, Г	Г	Г	М	М	М	М
Наименьшая мощность привода в квт . . . . .	1,0	1,7	2,2	3,7	7,0	14	28	35	9,2	9,2	15	24
Наименьшие габариты машины в плане в мм:												
длина . . . . .	1040	850	800	1020	1360	1540	2600	3400	—	—	—	—
ширина . . . . .	730	745	710	880	1130	1310	1800	2500	—	—	—	—

<sup>1</sup> Р — роликовая; М — механическая (винтовая, реечная); Г — гидравлическая;

## 10. Классификация изделий, изготовляемых обжатием

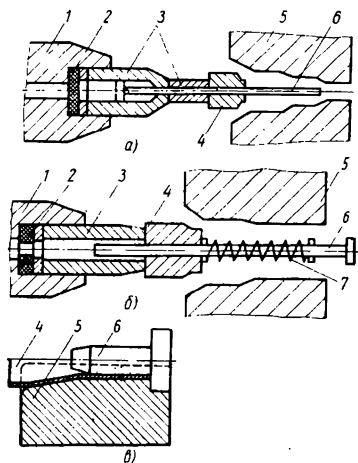


Рис. 13. Установка оправок: а — в толкателе; б — в шпинделе; в — в бойках; 1 — подающее устройство; 2 — амортизирующие прокладки; 3 — толкатель; 4 — заготовка; 5 — бойки; 6 — оправка; 7 — пружина

Группа	Класс		
	I	II	
1	a		
	б		
2	a		
	б		
3	a	—	
	б	—	
4	a		
	б		
5	a		
	б		

и радиально-обжимных машин

## Радиально-обжимные

Шатунные горизонтальные							Шатунные вертикальные						
10÷50	50	65	80	150	200	—	—	18	40	60	80	90	—
—	—	—	80	150	200	270	320	—	—	—	—	130	150
6÷30	4	30	40	80	120	—	—	9	12	24	15	20	—
—	—	—	40	80	120	180	200	—	—	—	—	50	80
160	—	1300	10 000	10 000	10 000	1000	1000	—	800	600	800	1000	1200
11	20	14	14	9	8	8	6	10	10	—	8	9	—
—	—	250	160	200	250	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7,5	—	17,5	15	27,5	35	32,5	40	—	7,5	6	32	27,5	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	7	17	7	—
П	—	Г	М	М	М	М, Г	М, Г	—	П-М	П-М	П-М	П-М	—
15	—	28	18	40	75	60	95	—	20	—	32	22	—
3900	—	7000	9000	9000	—	—	12 400	—	2100	—	2700	2500	—
1900	—	2500	2600	2600	—	—	4700	—	1410	—	3300	2200	—

11 — пневматическая

Материалом для бойков служат стали 5ХНМ, 5ХГМ, 5ХНВ, 5ХНТ, 5ХГС, 3ХВ8, ШХ15; наплавку рабочей поверхности производят твердыми сплавами. Твердость после термообработки  $HRC\ 42-48$ .

Оправки (табл. 12) следует устанавливать в механизме подачи, в бойках или в корпусе механизма обжатия так, чтобы они могли свободно вращаться вокруг своей оси (рис. 13).

Сравнительные данные по стойкости бойков и оправок приведены в табл. 13.

**Технологический процесс** разработывают, руководствуясь следующими указаниями.

Чертеж поковки выполняют с учетом припусков на последующую обработку, возможных углов перепадов ступеней и степени обжатия материала.

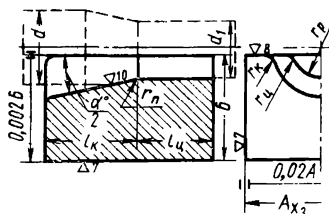
При обработке полых заготовок без оправки следует учитывать, что толщина стенки в процессе обжатия увеличивается пропорционально изменению наружного диаметра.

Размеры исходной заготовки определяют из условий закона постоянства объемов с суммированием расхода металла на угар при нагреве (см. гл. III) и отход на подрезку вогнутого торца заготовки (при раздельном способе и диаметре свыше 30 мм отход составляет 0,5—2,5% от объема заготовки при соответственных степенях обжатия 20—80%).

Для горячего обжатия используют горячекатаный прокат. В зависимости от формы изделий и технических условий на них возможно получение заготовки под обжатие также штамповкой, сваркой или механической обработкой. Полые детали, как правило, изготавливают из трубчатых заготовок на оправках и без них (если внутренние размеры и толщина стенок детали не оговорены в чертеже).

При выборе числа переходов и операций исходят из суммарной степени обжатия, определяемой по уравнению (12), и технологических возможностей оборудования. Значения

## 11. Бойки для раздельного обжатия



Показатели	Холодная обработка стали с HRC		Горячая обработка
	≤10	>10	
Угол «заходного конуса» $\alpha$ . . . . .	12—16°	4—12°	До 90°
Профиль ручья $2r_p/d$ . . . . .	1,15	1,25	1,10
Радиус закругления $r_k/d_1$ . . . . .	0,25	0,35	0,25
Радиус закругления $r_{ц}/d_1$ ** . . . . .	0,15	0,25	0,15
Длина «заходного конуса» $l_k$ . . . . .	Не менее $\frac{d-d_1}{\operatorname{tg} \alpha/2}$ и не более $5(d-d_1)$		
Длина калибрующего пояска $l_{ц}$ . . . . .	$\epsilon \leq 0,25 l_{ц} - 0,8d_1$ , $\epsilon > 0,25 l_{ц} = 1 \div 1,2d_1$		
Радиус перехода $r_n$ . . . . .	$r_p$	$1,2r_p$	$(0,5 \div 0,8) r_p$

Угол охвата заготовки бойками при обработке хрупких сплавов должен быть  $\cdot 150^\circ$ .

\* При  $\operatorname{tg} \alpha/2 > \mu$  применяют механическую подачу заготовок; для тонкостенных профилей  $\alpha$  не более  $10-11^\circ$ .

\*\* При обжатии труб  $r_k$  и  $r_{ц}$  должны быть больше или равны толщине стенки трубы.

## 12. Характеристика оправок

Эскиз	Назначение	Размеры			Материал
		$d$	$l$	$\alpha^\circ$	
	Разъемная оправка	$1,02d_n$	$\sim l_n$	3—5	Жаропрочные сплавы
	Пуансон-оправка	$1,02d_n$	$\leq 3d$	—	5ХНВ, 7ХЗ, 3Х2В8, ЭИ160, ЭИ190 и др.
	Цельная оправка для калибровки профиля	Наружный $0,98d_n$ Внутренний $d_n$	$> l_{ц}$ (См. табл. 11)	1,5—3	5ХНМ, 5ХНВ, 3Х2ВС, 5ХТС и др.

## 13. Сравнительные данные по стойкости обжимных бойков

Материал рабочей поверхности бойков	Обрабатываемый материал (сталь)	Вид обработки	Наибольшая степень обжатия в %	Твердость инструмента	Стойкость	
					до роста износа	полная
<i>Бойки</i>						
Сталь ЭХ12М	ШХ9	Холодная	40	60—62	4000	—
» ХВГ	ШХ9	То же	40	62—64	6000—8000	—
» У10	ШХ9	»	40	62—64	1500—2000	—
Твердый сплав: ВК8В	ШХ9	»	40	—	30 000—40 000	—
ВК15	У7—У10	»	60	—	30 000—40 000	—
Твердый сплав	Конструкционная	»	30	61—63	—	200 000
Сталь 5ХНВ	Труба из стали 45	Горячая	35	41—46	2500	—
Стеллит	Валы из конструкционной стали	»	До 80	—	1500	15 000
Твердый сплав «цельзит»	Трубы из конструкционной стали	»	> 60	—	2000	15 000
<i>Оправки</i>						
Быстрорежущая сталь	Конструкционная сталь	Холодная	30	58—59	6000—8000	—

## 14. Значения допустимых степеней обжатия за один переход

Заготовки	Профиль бойка	Степень обжатия в %	
		без нагрева	с нагревом
Сплошная	Цилиндрический «заходного» конуса без	5—10 *	30—40
	С «заходным» конусом	25—35	35—50
Полая с отношением толщины стенки $\delta$ к среднему диаметру $d_{cp}$ более 0,25	Цилиндрический «заходного» конуса без	15—30 **	35—50
	С «заходным» конусом	25—45	40—65
То же, с $\delta/d_{cp} = 0,25 \div 0,1$	Цилиндрические «заходного» конуса без	Не рекомендуется	
	С «заходным» конусом $\alpha = 15 \div 25^\circ$	15—20	20—25

\* Меньшие значения — для заготовок диаметром более 40 мм.  
 \*\* Меньшие значения — для заготовок диаметром более 70 мм.

допустимых степеней обжатия за один проход приведены в табл. 14.

Изделия типа валов с несколькими перепадами сечения по длине или с удлиненными коническими участками изготавливают на радиально-обжимных

машинах (около 1000 мм). Горизонтальные машины позволяют обрабатывать заготовки практически неограниченной длины.

Горячая обработка на радиально-обжимных машинах ступенчатых изде-

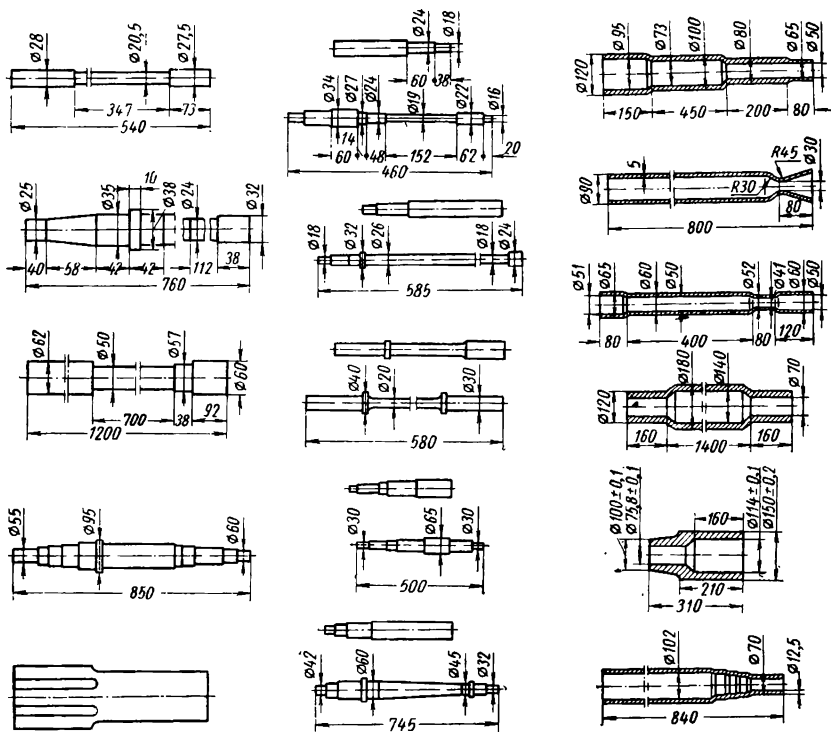


Рис. 14. Типовые поковки, получаемые на радиально-обжимных машинах

машинами с переменной степенью обжатия.

Обжатие на один размер (калибровка прутков, обработка заготовок с целью улучшения структуры и т. п.), а также раздельное обжатие коротких заготовок целесообразно производить на более простых по конструкции машинах с постоянной степенью обжатия.

Изделия малых размеров (до 20 мм диаметром) экономически выгоднее обрабатывать на ротационно-обжимных машинах.

На вертикальных машинах удаление окалины проще, однако длина обра-

ботки по нисходящей ступени в одну сторону от исходного диаметра является наиболее отработанным процессом. Если требуемая степень обжатия не превышает  $q_{дон}$ , то вся обработка осуществляется за один проход, если превышает, то последовательно на очередной диаметр с возвращением заготовки после каждого прохода в исходное положение. Обжатие с двух сторон производится с поворотом и перестановкой заготовки в зажимном патроне подающего устройства в такой же последовательности, как и одностороннее. Возможен дополнитель-

ный нагрев второй половины заготовки. Индукционные нагреватели можно встроить в зону механизма обжатия. При нагреве полых заготовок необходимо избежать образования окалины, так как последняя, находясь на внутренней поверхности, при обжатии на оправке внедряется в металл. Образование окалины на внешней поверхности влияет на качество поверхности значительно меньше. Конечная температура нагрева стальных заготовок может быть снижена по сравнению с принятой ковочной на 100—150° С. Для обработки прутков диаметром около 25 мм, у которых зажатые в зажимном патроне концы могут быстро охладиться, применяют радиально-обжимные машины без подающих устройств.

Типовые поковки, полученные на радиально-обжимных машинах, приведены на рис. 14.

Механизация и автоматизация процесса обжатия осуществляется посредством устройств, подающих заготовку в зону обжатия, систем управления движениями заготовки и бойков и механизмов подачи заготовок и съема поковок.

При незначительном обжатии малых изделий в мелкосерийном производ-

стве машины оборудуют ручным управлением и применяют ручной привод реечного, винтового типа или пневматического.

В серийном производстве, а также для обработки изделий относительно больших размеров, когда осевые усилия принимают значительную величину, широкое применение находят механические, гидравлические и пневмогидравлические подачи.

Подающие устройства обеспечивают жесткую или гибкую связь заготовки с механизмом обжатия. Жесткое закрепление применяют при угле «заходного» конуса  $\operatorname{tg} \alpha/2 > \mu$ , гибкую — при  $\operatorname{tg} \alpha/2 < \mu$ , когда не ожидается отжим заготовки.

Радиально-обжимные машины имеют программное управление, синхронизирующее работу механизма обжатия, подачу и нагрев заготовок.

В некоторых типах вертикальных радиально-обжимных машин применяется электронная система управления и поковка обрабатывается по чертежу.

Горизонтальные машины оборудуют устройствами для автоматической загрузки и разгрузки заготовок.

Сравнительные данные, характеризующие производительность обжимных машин, представлены в табл. 15.

15. Характеристика производительности ротационно- и радиально-обжимных машин

Диаметр исходной заготовки в мм	Скорость обработки машин в м/мин					
	ротационно-обжимных		вертикальных радиально-обжимных		горизонтальных радиально-обжимных	
	без нагрева	с нагревом	без нагрева	с нагревом	без нагрева	с нагревом
2	0,4	0,5	—	—	—	—
8	0,6	0,9	—	—	0,2	0,3
20	1,2	1,9	0,4	0,5	0,4	0,5
40	1,2	1,8	0,6	0,9	0,8	1,0
60	1,2	1,5	0,6	0,8	1,0	1,2
90	—	—	—	1,2	—	1,8
150	—	—	—	—	—	2,0
200	—	—	—	—	—	2,4
250	—	—	—	—	—	2,0

Примечание. Скорости приведены для случаев максимально допустимых обжатий за один проход (25—50%), при угле «заходного» конуса  $\alpha = 15^\circ$ , подаче  $s = 2\%$  от длины «заходного» конуса, применительно к существующим машинам.



## ВАЛЬЦОВКА

Вальцовку применяют как в качестве заготовительной операции для последующей штамповки на другом оборудовании, так и в качестве окончательной, когда после вальцовки получают готовую поковку.

Классификация процессов вальцовки приведена в табл. 16, а применяемые типы вальцов — в табл. 17.

### Формовочная вальцовка

**Одноручьевая вальцовка.** Одноручьевую вальцовку производят в ковочных вальцах с валками диаметром 200—500 мм, при окружной скорости валков 0,5—0,8 м/сек и температуре

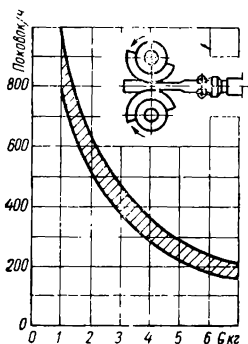


Рис. 15. График производительности при одноручьевой вальцовке;  $G$  — вес заготовок

1100—1200° С. Применяется при оттяжке части заготовок, а также при изготовлении фасонных заготовок для последующей штамповки их на штамповочных молотах или прессах [1, 2].

Одноручьевая вальцовка, особенно в закрытых ручьях, отличается высокой производительностью (рис. 15) и обеспечивает изготовление заготовок высокого качества.

*Вальцовка в открытом ручье в два или несколько проходов.* С помощью этого способа производят оттяжку концов и вытяжку части фасонных заготовок в ромбическом (рис. 16) или (реже) в гладком (рис. 17) ручьях. После каждого прохода заготовку поворачивают вокруг оси на 90°.

## 16. Классификация процессов вальцовки

Вид вальцовки, характеристика процесса и эскиз поковки

### I. Формовочная

Одноручьевая:  
в открытом ручье в два или несколько проходов



в закрытом ручье в один проход



Многоручьевая:  
в открытых ручьях



комбинированная в закрытых и открытых ручьях



Периодическая:  
с образованием заусенца



без образования заусенца



### II. Отделочная

В открытом ручье в один или два прохода



### III. Штамповочная

За один проход



## 17. Типы ковочных валцов и их применение

Группа	Тип	Описание и назначение
Двухроликовые	Одноклетевые формовочной вальцовки	Позволяют использовать секторы-штампы с 4—6 ручьями. Применяются при мелко- и крупносерийном производстве преимущественно для многоручьевой вальцовки заготовок под штамповку с выдачей заготовок на вальцовщика. Длина заготовок составляет не более $\frac{1}{2}$ длины окружности сектора-штампа
	Одноклетевые штамповочной вальцовки	Имеют большой диаметр валков. Применяются при крупносерийном и массовом производстве для получения окончательно отштампованных поковок с подачей заготовок одну за другой на проход
Консольные	Одноклетевые формовочной вальцовки	Валцы позволяют использовать штампы с 2—3 ручьями. Применяются при мелко- и крупносерийном производстве для многоручьевой вальцовки заготовок под штамповку с выдачей заготовок на вальцовщика. Длина заготовок составляет не более $\frac{3}{4}$ длины окружности штампа
	Двухклетевые непрерывной формовочной вальцовки	Валцы имеют две пары валков, расположенные под углом 90°. Передача заготовки от клетки к клетке осуществляется самими валками. Применяются при крупносерийном и массовом производстве
	Двух- и трехклетевые последовательной формовочной вальцовки	Валцы имеют две или три клетки, расположенные под углом 90° друг к другу. Нагретая заготовка с помощью толкателя подводится последовательно к валкам первой, второй и третьей клеток. Применяются при крупносерийном и массовом производстве, а также в автоматических линиях

Вытяжка заготовок в ромбическом ручье. При вытяжке заготовок в ромбическом ручье величина коэффициента вытяжки  $\mu_0 =$

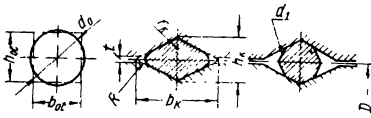


Рис. 16. Двухкратная вальцовка заготовки в ромбическом ручье

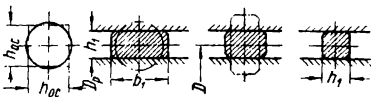


Рис. 17. Вальцовка в гладком ручье

$= \frac{F_0}{F_1}$  возрастает с увеличением отношения диагоналей ручья  $\frac{b_K}{h_K}$  (рис. 16),

которое во избежание свертывания заготовки должно быть  $a \leq 2,5$ .

Размеры ромбического ручья рассчитывают после определения общего коэффициента вытяжки

$$\mu_0 = \frac{F_0}{F_1}, \quad (13)$$

где  $F_0$  — площадь поперечного сечения исходной заготовки;  $F_1$  — площадь поперечного сечения заготовки после

вальцовки  $\left( F_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} \right)$ .

Фактическая площадь заготовки несколько больше, так как после двухкратной вальцовки в ромбическом ручье заготовка приобретает в поперечном сечении заметную восьмигранность с диаметром вписанной окружности  $d_1$ .

Ориентировочные значения возможных коэффициентов вытяжки, обеспечивающих успешную вальцовку, при  $a = 1,5$  даны в табл. 18. При

18. Коэффициенты вытяжки при вальцовке заготовки в ромбическом ручье

Диаметр $d_1$ заготовки после вальцовки в мм . . . . .	10	20	30	40	50	60	70
Общий коэффициент вытяжки $\mu_0$ . . . . .	1,1— 1,5	1,2— 1,6	1,3— 1,8	1,4— 1,9	1,5— 2,0	1,6— 2,1	1,7— 2,2

пользовании данными табл. 18 следует иметь в виду, что в пределах изменения  $a = 1 \div 2,5$  величина коэффициента вытяжки  $\mu_0$  изменяется незначительно [14].

Если величина  $\mu_0$  равна или меньше указанной в табл. 18, то оттяжка конца и вытяжка части фасонной заготовки возможны путем двукратной вальцовки в одном ромбическом ручье, если же общая вытяжка  $\mu_0$ , полученная в результате подсчета по выражению (13), окажется больше указанной в табл. 18, то необходимо применить вытяжку в двух (или больше) ромбических ручьях. Общий коэффициент вытяжки  $\mu_0$  в этом случае необходимо разбить на два коэффициента ( $\mu_1$  и  $\mu_2$ ):

$$\mu_0 = \frac{F_0}{F_1} \cdot \frac{F_1}{F_2} = \mu_1 \mu_2, \quad (14)$$

где  $F_1$  и  $F_2$  — соответственно площади поперечного сечения заготовок после вальцовки в первом и втором ручьях;  $\mu_1$  и  $\mu_2$  — соответственно общие коэффициенты вытяжки в первом и втором ручьях.

Размеры ромбического ручья определяют следующим образом:

1. Вычисляют размеры сторон так называемой соответственной исходной заготовки по формулам:

для круглой заготовки

$$h_{0c} = b_{0c} = 0,885d_0; \quad (15)$$

для квадратной заготовки

$$h_{0c} = b_{0c} = h_0; \quad (16)$$

для ромбической и овальной заготовок

$$h_{0c} = \sqrt{\frac{F_0}{a_0}} \text{ при } a_0 = \frac{b_0}{h_0} \geq 1; \quad (16a)$$

$$h_{0c} = a_0 \sqrt{\frac{F_0}{a_0}} \text{ при } a_0 = \frac{h_0}{b_0} \geq 1; \quad (16b)$$

$$b_{0c} = h_{0c} \left( \frac{b_0}{h_0} \right), \quad (16b)$$

где  $d_0$  — диаметр круглой исходной заготовки;  $h_0$  — высота прямоугольной исходной заготовки;  $h_{0c}$ ,  $b_{0c}$  — высота и ширина соответственной заготовки до вальцовки (рис. 16);  $\frac{h_0}{b_0}$  —

отношение диагоналей ромбической (овальной) заготовки до вальцовки.

2. Определяют размеры ромбического ручья.

Площадь ручья  $F_K$  вычисляют по формуле

$$F_K = \frac{h_{0c} h_{1c}}{\sqrt{K_{\Delta b}}}, \quad (17)$$

где  $h_{1c}$  — высота соответственной заготовки после вальцовки;

для круглой заготовки

$$h_{1c} = b_{1c} = 0,885d_1; \quad (17a)$$

для квадратной заготовки

$$h_{1c} = b_{1c} = h_1; \quad (17b)$$

для ромбической или овальной заготовок

$$h_{1c} = \sqrt{\frac{F_1}{a_1}} \text{ при } a_1 = \frac{b_1}{h_1} \geq 1; \quad (17b)$$

$$h_{1c} = a_1 \sqrt{\frac{F_1}{a_1}} \text{ при } a_1 = \frac{h_1}{b_1} \geq 1; \quad (17c)$$

$$b_{1c} = h_{1c} \left( \frac{b_1}{h_1} \right), \quad (17d)$$

где  $h_1$  и  $b_1$  — соответственно высота и ширина ромбической (овальной) за-

готовки после вальцовки;  $b_{1c}$  — ширина соответственной ромбической (овальной) заготовки после вальцовки;  $K_{\Delta\sigma}$  — отношение вытяжки в прямоугольнике к вытяжке в квадрате при вальцовке со свободным уширением.

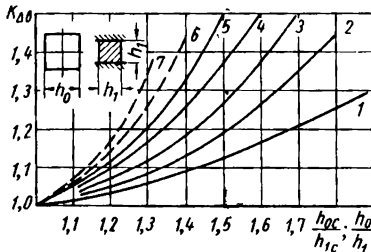


Рис 18. Зависимость  $K_{\Delta\sigma}$  от средней вытяжки

Кривая	$h_0$ в мм	$D$ в мм
1	120	300
2	60	300
3	60	350
4	30	400
5	20	250
6	15	250
7	10	250

Для расчетов значение  $K_{\Delta\sigma}$  берут из графика рис. 18.

Высота ручья

$$h_K = \frac{d_1}{0,84}, \quad (18)$$

где  $d_1$  — диаметр заготовки после вальцовки (рис. 16).

Ширина ручья

$$b_K = \frac{2F_K}{h_K}. \quad (19)$$

Величину радиуса закругления у вершины ручья  $r_K$  вычисляют по формуле

$$r_K = (0,05 \div 0,1) \sqrt{h_K^2 + b_K^2}. \quad (20)$$

Величина радиуса скругления кромки ручья

$$R = (0,2 \div 0,5) b_K. \quad (21)$$

В связи с так называемым опережением длину ручья берут несколько меньше длины заготовки.

Длину участков ручья определяют по формуле

$$l_p = \frac{l_n}{S + 100} 100, \quad (22)$$

где  $l_n$  — длина соответствующего участка нагретой заготовки после вальцовки в мм;  $S$  — опережение металла на этом участке в %.

Для ромбических ручьев

$$S = 24 \left( \frac{h_{0c} - \frac{h_K}{2}}{h_{0c}} \right)^3, \quad (23)$$

а для гладких ручьев

$$S = 24 \left( \frac{h_{0c} - h_1}{h_{0c}} \right)^3, \quad (24)$$

где  $h_{0c}$  — высота соответственной заготовки до вальцовки в мм (рис. 16);  $h_K$  — высота ручья в мм (рис. 16);  $h_1$  — высота заготовки после вальцовки в мм (рис. 17).

Центральный угол любого участка ручья рассчитывают по формуле

$$\alpha = \frac{2l_p}{D} \text{ рад}, \quad (25)$$

где  $l_p$  — длина участка ручья по начальному диаметру в мм;  $D$  — начальный диаметр штампов в мм.

Процесс вытяжки поковок в вальцах рекомендуется вести при  $l_n \geq 5d_1$ .

*Пример 1.* Рассчитать размеры ромбического ручья для оттяжки конца круглой заготовки с исходным диаметром 30 мм до диаметра 24 мм (рис. 19) на вальцах со

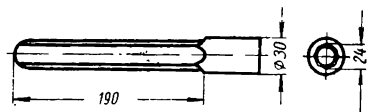


Рис 19. Размеры заготовки (к примеру расчета ромбического ручья)

штампами с начальным диаметром  $D = 300$  мм. Вальцовка производится в горячем состоянии.

1. Определяем общий коэффициент вытяжки от круга 30 мм к кругу 24 мм:

$$\mu_0 = \frac{706,8}{452,3} = 1,56,$$

что допустимо для двукратной вальцовки в ромбическом ручье (табл. 18).

2. Вычисляем площадь ромбического ручья по формуле (17):

$$F_K = \frac{26,5 \cdot 21,2}{\sqrt{1,13}} \approx 530 \text{ мм}^2.$$

3. По формуле (18) высоты ручья

$$h_K = \frac{24,0}{0,84} \approx 28,6 \text{ мм}.$$

4. Ширина ручья по формуле (19)

$$b_K = \frac{2 \cdot 530}{28,6} \approx 37 \text{ мм}.$$

5. Проверяем отношение диагоналей ромбического ручья:

$$a = \frac{37}{28,6} = 1,3 < 2,5.$$

Следовательно, отношение диагоналей ромбического ручья условию устойчивости заготовки соответствует.

6. Радиус закругления у вершины ручья определяем по формуле (20):

$$r_K \approx 0,1 \sqrt{28,6^2 + 37^2} \approx 4,6 \text{ мм}.$$

7. Радиус закругления кромки ручья находим по выражению (21):

$$R = 0,3 \cdot 37 \approx 11 \text{ мм}.$$

8. Опрещение металла при двукратной вальцовке заготовки в ромбическом ручье определяем по формуле (23).

В первом проходе

$$S_1 = 21 \left( \frac{26,5 - \frac{28,6}{2}}{26,5} \right)^3 \approx 2,4\%.$$

Во втором проходе

$$S_2 = 24 \left[ \frac{1,3 \sqrt{\frac{530}{1,3}} - 21,2}{1,3 \sqrt{\frac{530}{1,3}}} \right]^3 \approx 0,2\%.$$

9. Длина ручья по формуле (22)

$$l_p = \frac{190 \cdot 1,012}{2,6 + 100} 100 = 187,3 \text{ мм}.$$

10. Центральный угол ручья находим по формуле (25)

$$\alpha_p = \frac{2 \cdot 187,3}{300} = 1,248 \text{ рад } (71^\circ 30').$$

Вытяжка заготовок в гладких ручьях (рис. 17). Вытяжку части фасонной или прутковой заготовки в гладких ручьях производят за два или несколько проходов.

Вальцовка в гладких ручьях протекает успешно, если отношение размеров заготовки  $\frac{b_1}{h_1}$  в первом проходе не

превышает 1,5, если же  $\frac{b_1}{h_1} > 1,5$ , заготовка при кантовке на ребро занимает неустойчивое положение и сваливается.

Стороны меньшего (конечного) квадрата  $h_1$  рекомендуется определять по формуле [3]

$$h_1 = h_0 - \frac{1,5h_0 - b_0}{1,5 + \frac{\Delta b}{\Delta h}}, \quad (26)$$

где  $h_0$  — высота прямоугольной исходной заготовки в мм;  $b_0$  — ширина прямоугольной исходной заготовки в мм;  $\frac{\Delta b}{\Delta h}$  — коэффициент уширения, предварительно принимаемый равным 0,5.

Практически применяемые значения  $h_1$  по этой формуле получаются после первого пересчета.

Коэффициент уширения  $\frac{\Delta b}{\Delta h}$ , подставляемый при повторных пересчетах в формулу (26), можно также определить с помощью номограммы (рис. 20) по предварительно определенному при  $\frac{\Delta b}{\Delta h} \approx 0,5$  относительному обжатию  $\frac{\Delta h}{h_0}$  (где  $\Delta h = h_0 - h_1$ ), отношению ширины к высоте заготовки  $\frac{b_0}{h_0}$  и отношению рабочего диаметра штампов к высоте исходной заготовки  $\frac{D_p}{h_0}$ .

Величину рабочего диаметра штампов определяют по равенству

$$D_p = D - h_1,$$

где  $D$  — начальный диаметр штампов (рис. 17);  $h_1$  — высота заготовки после вальцовки, определяемая по формуле

$$h_1 = h_0 - \Delta h.$$

При отношениях размеров сторон исходной заготовки  $\frac{b_0}{h_0} \geq 1$  пользуются только правой частью номограммы, а при  $\frac{b_0}{h_0} < 1$  — и правой, и левой частями номограммы. Во вто-

ром случае значения  $\frac{\Delta b}{\Delta h}$  определяют по горизонтальной шкале.

Последовательность графического расчета по номограмме показана «ключом», изображенным на рис. 20.

Подобным же образом определяют стороны меньшего (конечного) квадрата при протяжке круглой заготовки в гладких штампах. Для такого случая вальцовки

$$h_1 = 0,885d_0 - \frac{0,44d_0}{1,5 + \frac{\Delta b}{\Delta h}}, \quad (27)$$

где  $\frac{\Delta b}{\Delta h}$  — коэффициент уширения, предварительно принимаемый равным 0,5 или уточняемый по номограмме (рис. 20);  $d_0$  — диаметр круглой исходной заготовки.

При определении размеров конечного квадрата в гладких ручьях за основу принимают предельное отношение осей заготовки  $\frac{b_1}{h_1}$ , которое не должно превышать 1,5. Для этого производят следующие расчеты:

1. По номограмме (рис. 20) определяют коэффициент уширения  $\frac{\Delta b}{\Delta h}$ , исходя из значений относительного обжатия  $\frac{\Delta h}{h_0}$ ; отношения ширины соответственной заготовки к ее высоте  $\frac{b_{oc}}{h_{oc}}$ ; отношения рабочего диаметра штампов к высоте соответственной заготовки  $\frac{D_p}{h_{oc}}$  (рис. 17).

2. Находят уширение в первом проходе

$$\Delta b = q\Delta h,$$

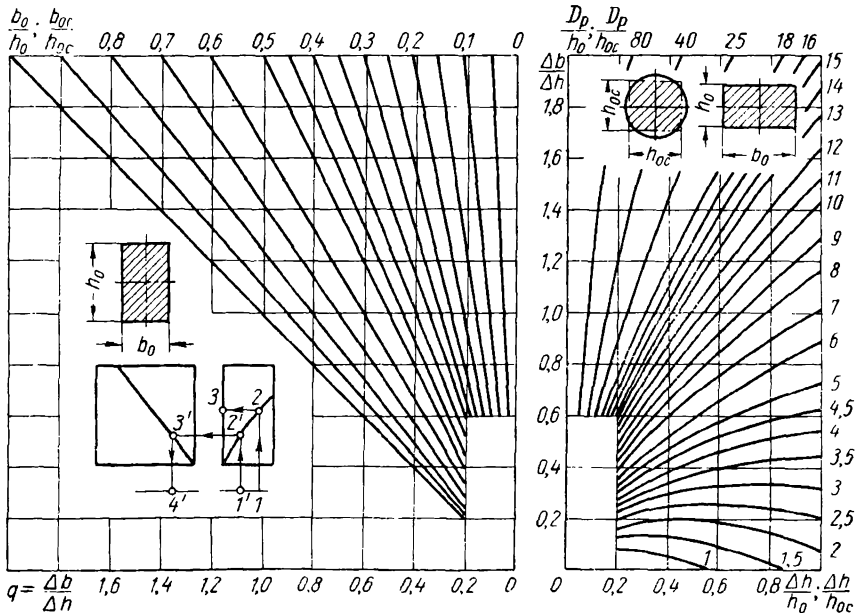


Рис. 20 Номограмма для определения коэффициента уширения по формуле С. И. Губкина [7]

$$\frac{\Delta b}{\Delta h} = \frac{b_0}{h_0} \left( 1 + \frac{\Delta h}{h_0} \right) \left( 1,271 \sqrt{\frac{\Delta h}{h_0} \cdot \frac{D_p}{h_0} - \frac{\Delta h}{2h_0}} \right) \text{ при коэффициенте трения } f = 0,3$$

где  $q$  — коэффициент уширения берут из номограммы (рис. 20);  $\Delta h$  — обжатие ( $\Delta h = h_0 - h_1$ ).

По уширению  $\Delta b$  определяют ширину заготовки после вальцовки

$$b_1 = h_{0c} + \Delta b.$$

Если ширина заготовки после вальцовки в первом проходе  $b_1 \leq 1,5h_1$ , то это показывает, что вальцовка с поворотом заготовки в гладких ручьях вполне возможна, если же ширина заготовки после вальцовки в первом проходе  $b_1 > 1,5h_1$ , то осуществить одноручьевую вальцовку нельзя.

*Пример 2.* Проверить возможность получения заготовки сечением  $30 \times 30$  мм из исходной заготовки сечением  $40 \times 40$  мм при одноручьевой вальцовке в гладких

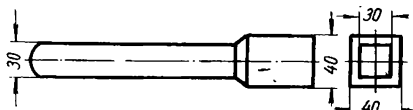


Рис. 21. Вид отвальцованной заготовки (к примеру расчета гладкого ручья)

ручьях на вальцах с рабочим диаметром штампов  $D_p = 300$  мм (рис. 21).

1. Определяем коэффициент уширения

$$\frac{\Delta b}{\Delta h}.$$

Предварительно находим относительное обжатие

$$\frac{\Delta h}{h_0} = \frac{40 - 30}{40} = 0,25.$$

Отношение ширины заготовки к ее высоте

$$\frac{b_0}{h_0} = \frac{40}{40} = 1.$$

Отношение рабочего диаметра штампов к высоте заготовки

$$\frac{D_p}{h_0} = \frac{300}{40} = 7,5.$$

По номограмме (рис. 20) имеем

$$\frac{\Delta b}{\Delta h} = 0,45.$$

2. Находим уширение заготовки:

$$\Delta b = 0,45 (40 - 30) = 4,5 \text{ мм.}$$

3. Подсчитываем ширину заготовки после первого прохода:

$$b_1 = 40 + 4,5 = 44,5 \text{ мм.}$$

4. Проверяем полученную заготовку на устойчивость:

$$\frac{b_1}{h_1} = \frac{44,5}{30} = 1,48 < 1,5.$$

Следовательно, заготовку можно вальцевать в гладких ручьях с поворотом вокруг оси на  $90^\circ$ .

*Пример 3.* Определить наименьший размер квадрата  $h_1$ , который можно получить при одноручьевой вальцовке круглой заготовки диаметром  $d_0 = 35$  мм. Рабочий диаметр штампов  $D_p = 350$  мм.

Вальцовка осуществляется в горячем состоянии.

1. Предварительный расчет по формуле (27):

$$h_1 = 0,885 d_0 - \frac{0,44 d_0}{1,5 + \frac{\Delta b}{\Delta h}};$$

принимая

$$\frac{\Delta b}{\Delta h} = 0,5;$$

тогда

$$h_1 = 0,885 \cdot 35 - \frac{0,44 \cdot 35}{1,5 + 0,5} = 23,2 \text{ мм.}$$

2. Заменяя исходную заготовку диаметром  $d_0$  равновеликой по площади соответственной квадратной заготовкой, получим

$$h_{0c} = b_{0c} = 0,885 \cdot d_0 = 0,885 \cdot 35 = 31 \text{ мм.}$$

3. Относительное обжатие

$$\frac{\Delta h}{h_{0c}} = \frac{31 - 23,2}{31} = 0,251.$$

4. Отношение рабочего диаметра штампов к высоте соответственной заготовки

$$\frac{D_p}{h_{0c}} = \frac{350}{31} = 11,3$$

5. Отношение ширины исходной соответственной заготовки к ее высоте

$$\frac{b_{0c}}{h_{0c}} = \frac{31}{31} = 1.$$

6. По номограмме (рис. 20) получаем

$$\frac{\Delta b}{\Delta h} = 0,62.$$

7. По формуле (27) находим

$$h_1 = 0,885 \cdot 35 - \frac{0,44 \cdot 35}{1,5 + 0,62} = 23,7 \text{ мм.}$$

Следовательно, наименьший размер квадрата, который можно получить из круглой заготовки  $d_0 = 35$  мм при одноручьевой вальцовке в гладких ручьях, будет  $23,7 \times 23,7$  мм.

*Оттяжка конусных концов заготовок.* Для оттяжки концов применяют овальные (рис. 22, б), реже плоские ручки с переменным сечением по длине

Концы заготовок в овальных ручьях оттягивают постепенно с последовательной подачей заготовки вдоль ручья и с кантовкой на  $90^\circ$  после каждого прохода.

Радиусы скругления у краев ручья принимают  $R = 0,1b_k$ , где  $b_k$  — ширина соответствующего участка ручья штампа в мм.

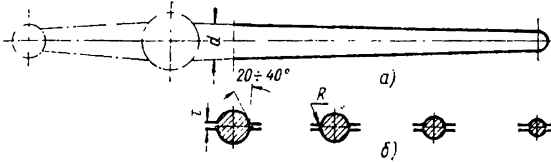


Рис. 22. Конусный участок заготовки (а), полученный одноручьева вальцовкой в открытом ручье (б)

Величина зазора  $t$  между штампами зависит от диаметра заготовки:

Диаметр исходной заготовки в мм	Зазор между штампами в мм
9—15	1,0—1,5
15—40	1,2—2,0
40 и более	2—10

Длину ручья штампа  $l_p$  определяют по формуле (22) для одноручьева вальцовки.

Вальцовка в закрытом ручье в один проход. При изготовлении фасонных заготовок для последующей штамповки на молотах или прессах в закрытом ручье им придается форма, близкая к форме поковки в плоскости разреза. Профиль ручья строится так, чтобы контур фасонной заготовки не перекрывал контура готовой поковки. Высоту ручьев штампа на отдельных участках определяют по формуле

$$h_k = \frac{F_n + F_з}{b_k} 1,02, \quad (28)$$

где  $F_n$  — площадь поперечного сечения поковки в  $мм^2$ ;  $F_з$  — площадь поперечного сечения заусенца в  $мм^2$ ;  $b_k$  — ширина ручья в мм.

В местах резких переходов контура поковки контур фасонной заготовки должен перекрывать его плавными переходами. Боковые поверхности ручья обычно выполняют с некоторым наклоном к плоскости вращения вал-

ков (рис. 23). Угол наклона целесообразно принимать  $7-10^\circ$ .

Ручей размещают в вальках таким образом, чтобы центры тяжести площади фигуры совпадали со средней линией вальков.

Длину участков ручья определяют по формуле (22).

Опережение металла в % находят по формуле

$$S = 24 \left( \frac{h_0 - h_1}{h_0} \right)^3, \quad (29)$$

где  $h_0$  — высота прямоугольной исходной заготовки в мм;  $h_1$  — высота соответствующего участка фасонной заготовки после вальцовки в мм.

В закрытом ручье чаще всего вальцуют полосу прямоугольного, реже квадратного сечения.

Для получения в закрытом ручье фасонной заготовки без заусенца или

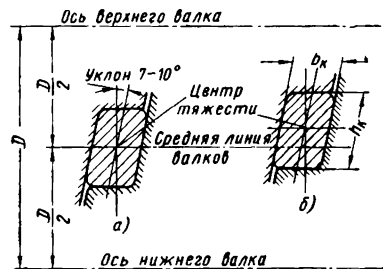


Рис. 23. Расположение закрытых ручьев в штампах ковочных вальцов: а — правильное; б — неправильное

с незначительным заусенцем необходимо соблюдать следующие условия:

1. Прямоугольная исходная заготовка должна иметь высоту  $h_0$  не более пяти толщин  $b_0$ , т. е.

$$\frac{h_0}{b_0} \leq 5$$

Если отношение высоты  $h_0$  к толщине  $b_0$  исходной заготовки больше 5, то в закрытом ручье штампа произойдет изгиб полосы.

2. Ширина ручья штампа  $b_k$  должна быть больше толщины исходной



заготовки  $b_0$  на величину, определяемую по формуле

$$\Delta b = 0,00015b_0 \varepsilon^2, \quad (30)$$

где  $\varepsilon = \frac{h_0 - h_1}{h_0} 100$  — относительное обжатие в %;  $b_0$  — толщина исходной заготовки в мм.

Для удобства изготовления закрытых ручьев их ширину  $b_K$  делают постоянной по всей длине ручья. Поэтому ширину ручья рассчитывают по наиболее обжатому участку фасонной заготовки. Максимальную ширину ручья  $b_K$ , обеспечивающую вальцовку высокой прямоугольной заготовки, определяют из равенства

$$b_K \leq 1,6b_0. \quad (31)$$

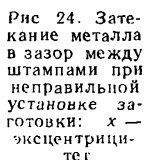


Рис. 24. Затекание металла в зазор между штампами при неправильной установке заготовки:  $x$  — эксцентриситет

Если разница между шириной ручья штампа  $b_K$  и толщиной исходной заготовки  $b_0$  меньше величины  $\Delta b$ , определяемой по формуле (30), или больше величины, допускаемой в выражении (31), то при проходе через ручей заготовка будет свертываться, образуя большой торцовый заусенец.

Если заготовку устанавливают не по центру ручья (рис. 24), то происходит затекание металла в зазор между верхним и нижним штампами и свертывание заготовки.

**Многоручьевая вальцовка.** Много-ручевую вальцовку целесообразно применять лишь в том случае, когда необходимо получить фасонную заготовку со значительным изменением поперечного сечения по ее длине.

Вальцовку производят в двух или более ручьях, причем после каждого прохода при переносе из ручья в ручей заготовку поворачивают на 45 или 90° вокруг ее оси.

Производительность многоручьевой вальцовки зависит от количества ручьев и размеров заготовок и обычно колеблется от 125 до 300 заготовок в час. При использовании автоматиза-

ции подачи заготовок из одного ручья в другой производительность ковочных валцов обычно возрастает в 1,5—2 раза.

Диаметр валков, их окружную скорость и температуру выбирают, как и при одноручьевой вальцовке.

Основные данные при проектировании ручьев берут из чертежа фасонной заготовки.

Для определения площадей сечений фасонной заготовки делают расчет по формуле

$$F_K = (F_n + F_s) K, \quad (32)$$

где  $F_n$  — площадь поперечного сечения поковки в мм<sup>2</sup>;  $K$  — коэффициент угара, который для расчетов можно принять при нагреве в мазутных печах 1,02—1,03; в газовых — 1,015—1,02; при индукционном нагреве — 1,005—1,01;  $F_s$  — площадь поперечного сечения заусенца в мм<sup>2</sup>.

Форму сечений выбирают по возможности близкой к форме сечений поковки, чтобы фасонная заготовка, отвальцованная в ковочных валцах, легко укладывалась в ручей штампа.

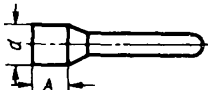
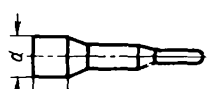
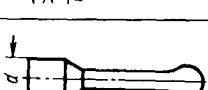
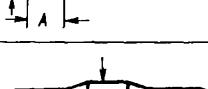
Для поковок или участков поковок простой формы ширину фасонной заготовки делают на 1—2 мм меньше ручья штампа; для поковок сложной формы, с резким изменением поперечного сечения по длине, ширину фасонной заготовки можно выбирать равной ширине поковки или даже шире на величину штамповочного уклона.

В зависимости от формы фасонных заготовок различают два способа многоручьевой вальцовки: вальцовку в открытых ручьях и комбинированную — в закрытых и открытых ручьях.

Первый способ применяют главным образом для фасонных заготовок тел вращения. По второму способу можно получить фасонные заготовки несимметричной формы.

**Многоручьевая вальцовка фасонных заготовок в открытых ручьях.** Характерные формы заготовок показаны в табл. 19. Сюда относятся фасонные заготовки для шатунов, кулачковых валов, коленчатых валов, рычагов и других подобных поковок штамповки на молотах или прессах.

19. Типовые фасонные заготовки, изготавливаемые в открытых ручьях

№ по пор.	Формы фасонных заготовок	Длина необжатой части $A$ заготовки в мм
I		$> 0,5d$
II		$> 0,5d$
III		$> 0,5d$
IV		—

Размеры исходной заготовки выбирают по участку с наибольшей площадью поперечного сечения, который остается при вальцовке необжимаемым и служит частью, за которую заготовка

удерживается задающим механизмом.

По условиям закрепления заготовки задающим механизмом при вальцовке необходимо, чтобы длина необжимаемой части была не менее указанной в табл. 19.

На рис. 25 изображена фасонная заготовка шатуна. Ручьи имеют форму и размеры, соответствующие ее форме. Величину общей вытяжки  $\mu_0$  определяют по формуле (рис. 25, а):

$$\mu_0 = \frac{F_0}{F_{1,3}} = 1;$$

для участка 2

$$\mu_0 = \frac{F_0}{F_2},$$

где  $F_0$  — площадь поперечного сечения исходной заготовки в  $\text{мм}^2$ ;  $F_{1,2,3}$  — площадь поперечного сечения соответствующего участка фасонной заготовки после вальцовки в  $\text{мм}^2$ .

В зависимости от величины наибольшей вытяжки намечают общую схему вальцовки.

Вытяжку участков круглой или квадратной заготовки можно произвести в овальных и квадратных, а также в овальных и круглых ручьях, а участков прямоугольного профиля — в прямоугольных и гладких, прямоугольных и квадратных, а также закрытых ручьях (рис. 26).

Вальцовку по варианту рис. 26, а применяют только для круглой заготовки при большой вытяжке, по варианту рис. 26, б — при вальцовке круглой и квадратной заготовок, когда необходимо высокое качество поверхности и не допускаются большие коэффициенты вытяжки.

Вытяжку в гладких и прямоугольных ручьях (рис. 26, в) производят, когда требуется получить однородную волокнистую структуру по всему сечению заготовки и использовать в некоторых случаях одни и те же ручьи для вальцовки заготовок различного сечения.

Ромбические и квадратные ручьи (рис. 26, г) применяют при большой

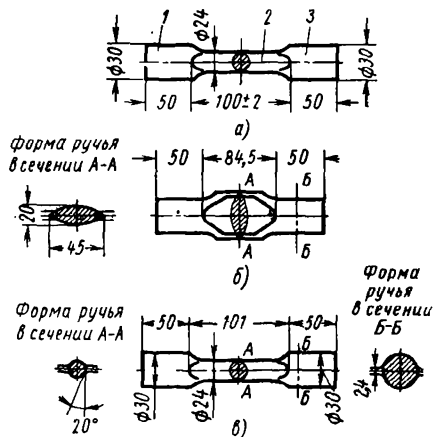


Рис. 25. Фасонная заготовка шатуна: а — чертеж заготовки; б и в — заготовка после первого и второго проходов в вальцах

вытяжке и когда надо получить геометрически точные квадраты с правильно выполненными углами.

Сечения  
исходной  
заготовки

Последовательность ручьев

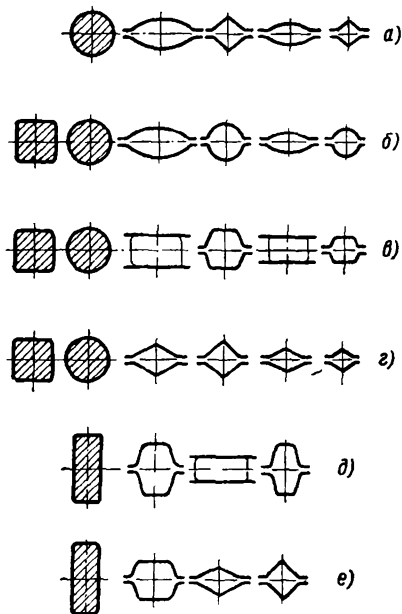


Рис. 26. Варианты вальцовки участков заготовок круглого, квадратного и прямоугольного сечения

Вальцовку по варианту рис. 26, д, е применяют только для заготовки пря-

моугольного сечения, когда необходимо получить из последнего ручья квадратные или прямоугольные сечения.

Вальцовку заготовок в ручьях с переменным поперечным сечением (табл. 19, II) следует производить в такой системе ручьев, чтобы средний участок заготовки деформировался в промежуточном ручье этой системы.

Применение ручьев с переменным поперечным сечением приводит к несовпадению профиля с контуром фигуры ручья и образованию заусенцев.

Число ручьев  $n$  при вальцовке определяют по формуле

$$n = \frac{\lg \mu_0}{\lg \mu_c},$$

где  $\mu_0$  — общая вытяжка заготовки, равная отношению наибольшей площади поперечного сечения заготовки  $F_{\max}$  к наименьшей площади поперечного сечения  $F_{\min}$ ;  $\mu_c$  — средняя вытяжка за проход.

Ориентировочные пределы возможных вытяжек приведены в табл. 20. Они действительны лишь при отношении диаметра валков к диаметру исходной заготовки  $\frac{D}{d_0}$  или  $\frac{D}{h_0} = 10 \div 20$  и при указанных в табл. 20 отношениях  $\frac{b}{h_k}$  осей овальной полосы.

В других случаях значение коэффициента вытяжки  $\mu_c$  определяют по графикам рис. 27.

20. Ориентировочные пределы возможных вытяжек

От квадрата (круга) к квадрату		От квадрата (круга) к кругу		От квадрата (круга) к квадрату		От прямоугольника (квадрата) к прямоугольнику	
$\mu_0$	$\mu_c$	$\mu_0$	$\mu_c$	$\mu_0$	$\mu_c$	$\mu_0$	$\mu_c$
2,5—3,6	1,6—1,9	2,2—2,9	1,5—1,7	2,4—3,2	1,5—1,8	1,8—2,0	1,8—2,0
При $\frac{b}{h_k} = 3 \div 4$		При $\frac{b}{h_k} = 2,5 \div 3,5$		При $\frac{b}{h_k} = 2,0 \div 3,0$		При $\frac{h_k}{b_k} = 3 \div 5$	

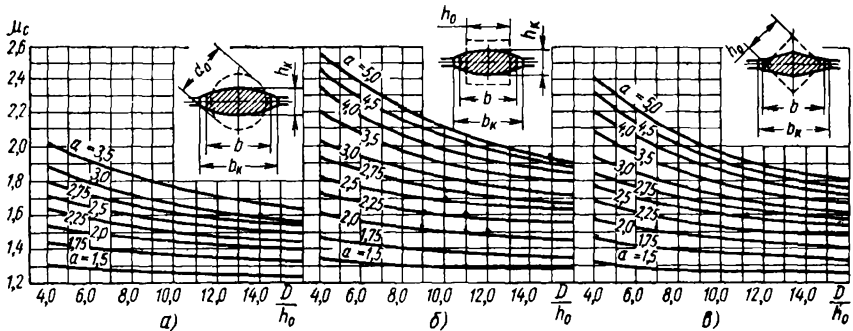


Рис. 27. График для определения коэффициента вытяжки  $\mu_c$ : а — от круга к овалу; б — от квадрата к овалу; в — от квадрата к ромбу, при  $\delta = \frac{b}{b_k} = 0,9$  (по В. К. Смирнову)

В табл. 21 приводятся предельно допустимые отношения осей заготовок.

21. Предельное отношение осей заготовок вальцовых в квадратных, круглых, овальных и ромбических ручьях [19, 20]

Системы ручьев	Эскиз ручья	Предел отношения осей $a = \frac{b}{h_k}$
Овал—квадрат		5,0
Овал—круг		3,5
Ромб—квадрат		5,0
Ромб—ромб		2,5
Овал—овал		2,5

Вальцовка заготовок допускается только в случае применения жестких проводов, обеспечивающих точность

фиксации поперечного сечения заготовки при входе в валки.

Площади всех промежуточных квадратов (кругов) определяют по уравнениям

$$F_2 = \frac{F_0}{\mu_{01}}; \quad F_4 = \frac{F_2}{\mu_{02}} \quad (33)$$

и т. д., где  $F_{2,4}$  — площади поперечного сечения фасонной заготовки после вальцовки в каждой паре ручьев в мм<sup>2</sup>;  $\mu_{01}, \mu_{02}$  — общий коэффициент вытяжки в каждой паре ручьев.

Отсюда стороны квадрата

$$h_1 = \sqrt{F_2};$$

$$h_2 = \sqrt{F_4}$$

и т. д.

Высота  $h$  и ширина  $b$  квадратного ручья

$$h = b = \sqrt{2F},$$

где  $F$  — площадь поперечного сечения квадрата в мм<sup>2</sup>.

Высота квадратного ручья с учетом закруглений (рис. 28)

$$h_k = h - 0,83r_k, \quad (34)$$

где  $r_k$  — радиус закругления у вершины ручья;

$$r_k = (0,15 \div 0,2) h.$$

Для вычисления площадей промежуточных овалов находят отноше-

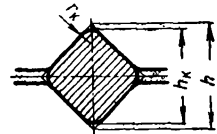


Рис. 28. Схема к определению величины  $h_k$

вытяжек внутри каждой пары овальных и квадратных (круглых) ручьев по формуле

$$\frac{\mu_1}{\mu_2} = K_{\Delta\theta} K_{\phi}, \quad (35)$$

где  $K_{\Delta\theta}$  — отношение вытяжки в прямоугольнике к вытяжке в квадрате при вальцовке со свободным уширением, берется из графика (рис. 18);  $K_{\phi}$  — коэффициент, учитывающий влияние формы ручья:

$$K_{\phi} = \frac{5,37}{\left(2 + \frac{m}{h_k}\right)^2}, \quad (36)$$

где  $\frac{m}{h_k}$  — степень притупления овала (см. рис. 31).

Значение  $\frac{m}{h_k}$  приближенно определяют по графику (рис. 29).

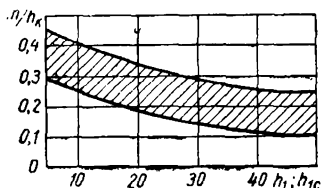


Рис. 29. График для выбора степени притупления овала

По найденному отношению вытяжек определяют площади овала в каждой паре ручьев

$$F_1 = \frac{h_{0c} h_{1c}}{\sqrt{\frac{\mu_1}{\mu_2}}}, \quad (37)$$

где  $h_{0c}$  — сторона соответственной исходной заготовки в мм (для круглой заготовки  $h_{0c} = 0,885d_0$ , для квадратной  $h_{0c} = h_0$ );  $h_{1c}$  — сторона соответственной конечной заготовки в мм (для круглой заготовки  $h_{1c} = 0,885d_1$ , для квадратной  $h_{1c} = h_1$ ).

Высоту овала находят по формуле

$$h_k = (1,05 \div 1,1) h_{1c} - \frac{h_{0c} - h_{1c}}{2h_{0c}} \times \left( \sqrt{\frac{D_p}{2} (h_{0c} - h_{1c})} - \frac{h_{0c} - h_{1c}}{2f} \right), \quad (38)$$

где  $D_p$  — рабочий диаметр штампов в мм (рис. 30);  $f$  — коэффициент трения.

Значение  $f$  приближенно получают из уравнения [5]:

$$f = 1,05 - 0,0005t - 0,056v, \quad (39)$$

где  $t$  — температура вальцовки в °С;  $v$  — окружная скорость валков в м/сек.

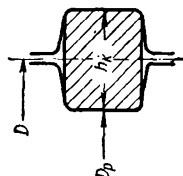


Рис. 30. Схема к определению величины  $D_p$

Фактическую (расчетную) ширину овала подсчитывают по формуле

$$b = \frac{3F_1}{h_k \left( \frac{m}{h_k} + 2 \right)}, \quad (40)$$

где  $F_1$  — площадь овала в мм<sup>2</sup>;  $h_k$  — высота овала в мм;  $\frac{m}{h_k}$  — степень притупления овала.

Отношение  $\frac{m}{h_k}$  (рис. 31) приближенно определяют по графику (рис. 29).

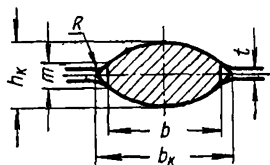


Рис. 31. Схема к определению величины  $m$

Радиус для построения овального ручья

$$R_p = \frac{b^2 + (h_k + m)^2}{4(h_k - m)} \quad (41)$$

Ширина овального ручья

$$b_k = 2 \sqrt{(h_k - t) R_p - \left( \frac{h_k - t}{2} \right)^2}. \quad (42)$$

Зазор между штампами

$$t = (0,008 \div 0,01) D, \quad (43)$$

где  $D$  — начальный диаметр штампов  
в мм.

Фасонных заготовок пользуются номограммами (рис. 32—34). При этом исходят из  $d_0$  и  $\mu_0$  (в нашем примере  $d_0 = 40$  мм и  $\mu_0 = 2,38$ ). Промежуточные значения определяют путем ин-

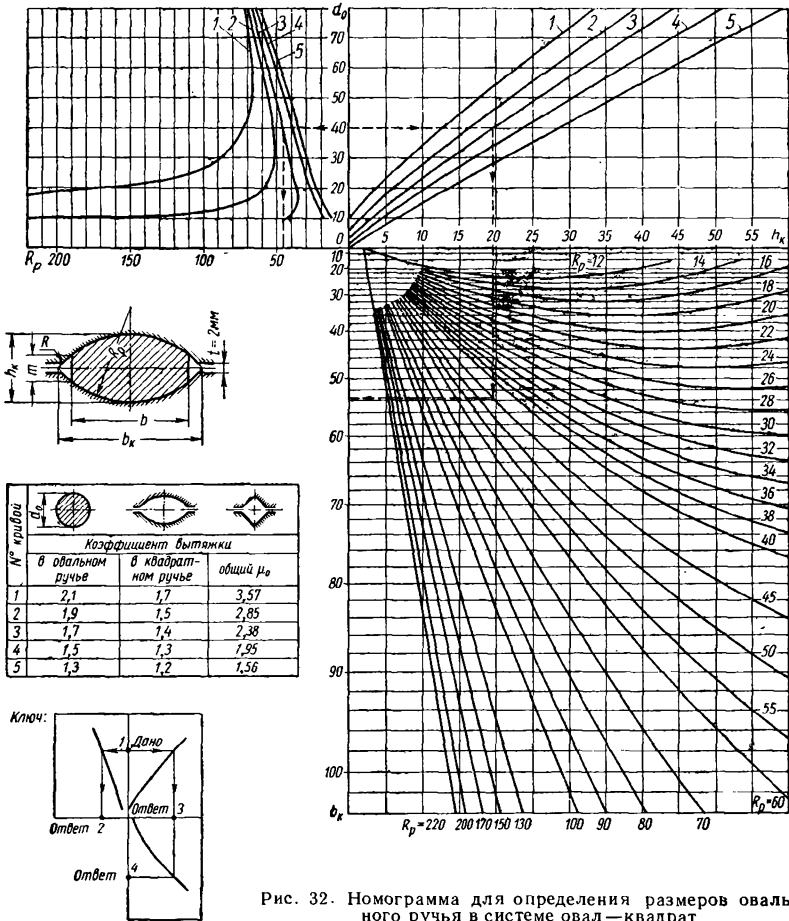


Рис. 32. Номограмма для определения размеров овального ручья в системе овал—квадрат

Радиус закругления кромок ручья

$$R = 0,1b_k, \quad (44)$$

где  $b_k$  — ширина овального ручья  
в мм.

Для облегчения расчета размеров овальных и квадратных (круглых) ручьев при многоручевой вальцовке

терполяции. Находим на номограммах точку  $d_0 = 40$  мм (см. ординату сверху). Двигаясь от нее по стрелке влево, легко находим на абсциссе при  $\mu_0 = 2,38$  значение радиуса для построения овального ручья  $R_p = 45$  мм.

Следуя от точки  $d_0 = 40$  мм по стрелке вправо до пересечения с кривой

при  $\mu_0 = 2,38$ , находим  $h_k = 19,6$  мм. Двигаясь от нее вниз до пересечения с лучом при  $R_D = 45$  мм, находим  $b_k = 53,6$  мм.

здесь  $F_1$  — площадь поперечного сечения соответствующего участка заготовки до вальцовки в мм<sup>2</sup>;  $l_1$  — длина соответствующего участка заготовки

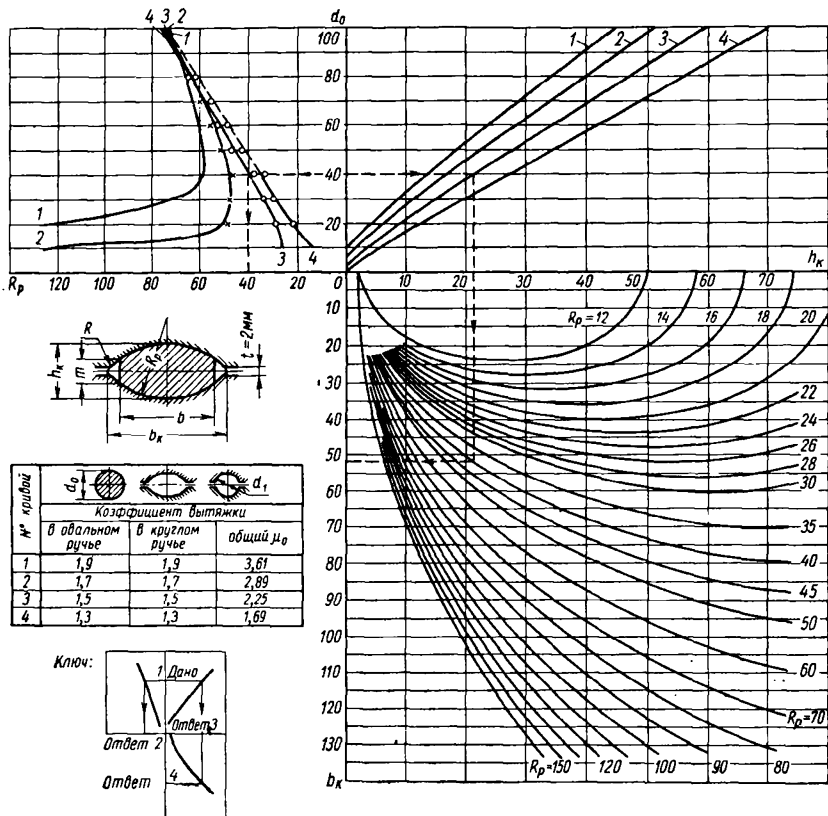


Рис. 33. Номограмма для определения размеров овального ручья в системе овал — круг

Расчет овального ручья в системе овал — круг по номограмме рис. 33 ведется аналогично.

Длину участков ручья определяют по формуле

$$l_p = \frac{l_n}{S + 100} 100,$$

где  $S$  — опережение металла на участке в %;  $l_n$  — длина участка нагретой фасонной заготовки после вальцовки в мм;

$$l_n = \frac{F_1 l_1}{F_n}; \quad (45)$$

до вальцовки в мм;  $F_n$  — площадь поперечного сечения соответствующего участка фасонной заготовки после вальцовки в мм<sup>2</sup>.

Опережение металла  $S$  на участках заготовки находят по формуле (24).

При вальцовке заготовок с нарастающим давлением опережение значительно возрастает. Максимальное значение его при вальцовке конусных заготовок в зависимости от деформаций приближенно можно получить по номограмме (рис. 35).

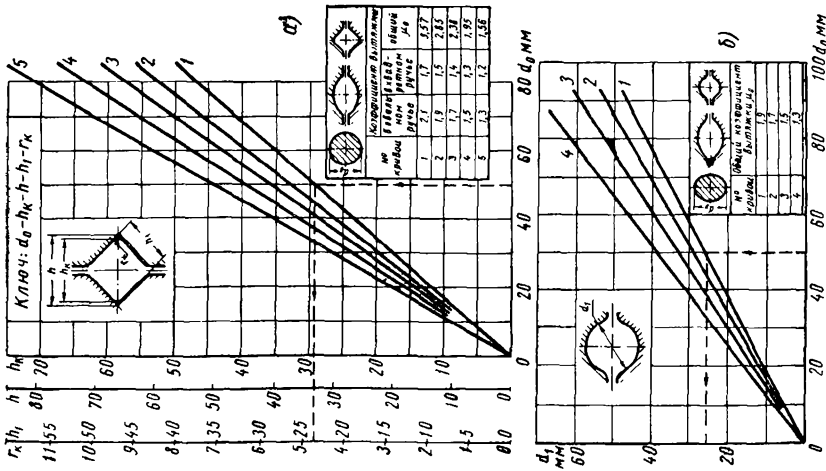


Рис. 34. Номограмма для определения размеров: а — квадратного ручья в системе овал — квадрат; б — круглого ручья в системе овал — круг

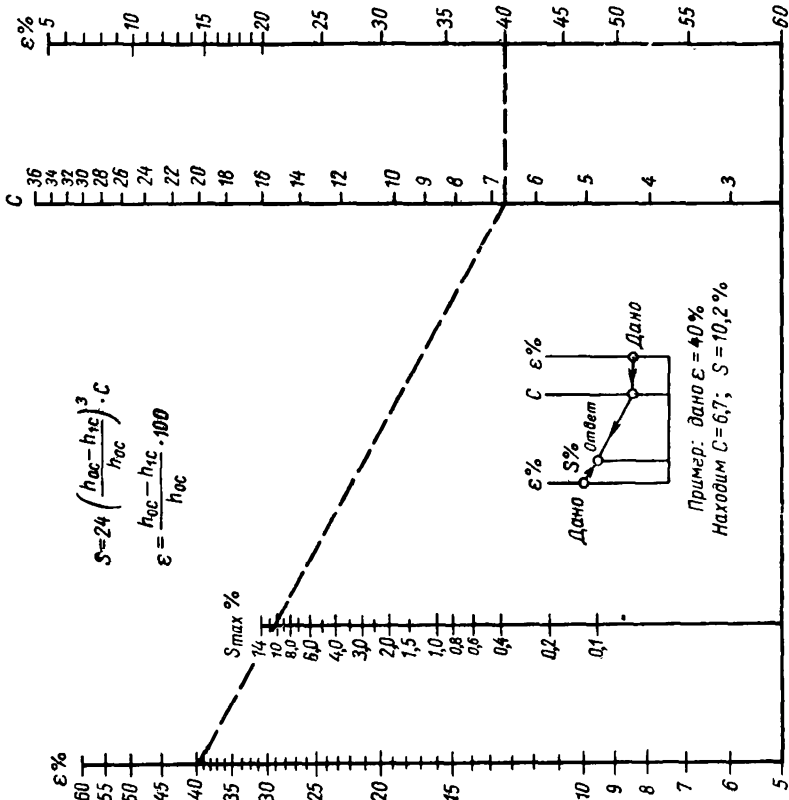


Рис. 35. Номограмма для определения опережения при вальцовке заготовок с нарастающим давлением



Изменение опережения по длине конусной заготовки может быть определено по формуле

$$S = \frac{S_{\max} l' n}{l'} \quad (46)$$

где  $l'$  — длина конусной заготовки в мм;  $l' n$  — длина участка конусной заготовки в мм.

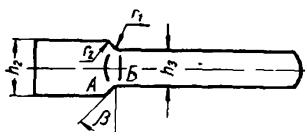


Рис. 36. Схема с обозначениями радиусов закруглений

При вальцовке с убывающим давлением величина опережения получается всегда меньше, чем при вальцовке заготовок с равномерным давлением, и в отдельных случаях может иметь даже отрицательное значение.

Крутой переход АБ (рис. 36) и уменьшение радиусов закругления при переходе от тонкой к толстой части заготовки приводит к зажимам при вальцовке и последующей штамповке.

## 22. Углы наклона $\beta$ на переходном участке фасонной заготовки

$\frac{\Delta h}{h_0} 100$	$\beta$ в град при вальцовке	
	одно-ручье	много-ручье
До 20	20	45
21—50	30	45
Выше 50	45	60

В табл. 22 приведены рекомендуемые углы  $\beta$  в переходном участке заготовки при одноручье и многоручье вальцовке в зависимости от относительного обжатия  $\epsilon = \frac{\Delta h}{h_0} 100$  (где  $\Delta h = h_0 - h_1$ ).

Ориентировочно величину радиусов закруглений принимаю

$$\left. \begin{aligned} r_1 &= (0,6 \div 0,8) \frac{h_2 - h_3}{2}; \\ r_2 &= (0,4 \div 0,5) \frac{h_2 - h_3}{2}, \end{aligned} \right\} \quad (47)$$

где  $h_2$  и  $h_3$  — высота заготовки в переходном сечении (рис. 36).

**Пример 4.** Определить размеры ручьев для многоручье вальцовки фасонной заготовки (см. рис. 25). Начальный диаметр штампов  $D = 300$  мм. Поперечное сечение исходной заготовки  $30 \times 30$  мм. Вальцовка производится в горячем состоянии.

1. Заготовку (рис. 25, а) разбиваем на участки и размеры переводим в размеры нагретой заготовки (см. табл. 23).

### 23. Размеры участков

Участок заготовки (см. рис. 25)	1	2	3
Длина участка в мм	50,6	101,2	50,6
Высота участка в мм	30,3	24,2	30,3

2. Определяем размеры исходной заготовки после нагрева и общую вытяжку в двух проходах:

$$h_0 = 1,012 \cdot 30 = 30,3 \text{ мм.}$$

тогда

$$\mu_0 = \frac{F_0}{F_2} = \frac{30,3^2}{\pi 24,2^2} = 2,0.$$

При полученном коэффициенте вытяжки возможно применение вальцовки заготовки в двух ручьях (овальной и круглой формы) согласно табл. 20.

3. По графику рис. 18 получаем отношение вытяжек в первом и втором ручьях  $K_{\Delta\epsilon} = 1,26$

$$\text{По рис. 29 принимаем } \frac{m}{h_K} = 0,25.$$

После подстановки значения  $K_{\Delta\epsilon}$  и

$\frac{m}{h_K}$  находим

$$\frac{\mu_1}{\mu_2} = K_{\Delta\epsilon} \frac{5,37}{\left(2 + \frac{m}{h_K}\right)^2} = 1,26 \frac{5,37}{(2 + 0,25)^2} = 1,34.$$

4. Площадь овала определяем по формуле (37):

$$F_1 = \frac{30,3 \cdot 21,2}{\sqrt{1,34}} = 550 \text{ мм}^2;$$

$$h_{1c} = 0,885 d_1 = 0,885 \cdot 24,2 = 21,2 \text{ мм.}$$

5. Определяем высоту овала по формуле (38). Рабочий диаметр штампов

$$D_p = D - h_k = 300 - 24,2 \approx 276 \text{ мм.}$$

После подстановки значения  $D_p$  находим

$$h_k = 1,08 \cdot 21,2 - \frac{30,3 - 21,2}{2 \cdot 30,3} \times \\ \times \left( \sqrt{\frac{276}{2} (30,3 - 21,2) - \frac{30,3 - 21,2}{2 \cdot 0,35}} \approx 20 \text{ мм.} \right.$$

6. Ширину овала определяем по формуле (40):

$$b = \frac{3 \cdot 550}{20 (0,25 + 2)} \approx 36,5 \text{ мм.}$$

7. Толщина притупленной части овала при  $\frac{m}{h_k} = 0,25$

$$m = 0,25 \cdot 20,0 = 5,0 \text{ мм.}$$

8. Радиус для построения овала по формуле (41)

$$R_p = \frac{36,5^2 + (20 + 5,0)^2}{4 (20 - 5,0)} \approx 32,5 \text{ мм.}$$

9. Ширина овального ручья  $b_k$  (см. рис. 31) при зазоре  $t = 0,008 \cdot 300 = 2,4$  мм по формуле (42) равна

$$b_k = 2 \sqrt{(20,0 - 2,4) 32,5 - \left( \frac{20 - 2,4}{2} \right)^2} \approx 45 \text{ мм.}$$

10. Радиус закругления у края ручья по формуле (44)

$$R = 0,1 \cdot 45 = 4,5 \text{ мм.}$$

11. Длина второго участка заготовки после первого прохода по формуле (45)

$$l_n = \frac{459,9 - 101,2}{550} = 84,5 \text{ мм.}$$

12. Определяем величину опережения на втором участке заготовки: в первом проходе

$$S = 24 \left( \frac{h_{0c} - h_{1c}}{h_{0c}} \right)^3 = 24 \left( \frac{30,3 - 17,5}{30,3} \right)^3 = 1,7\%;$$

во втором проходе

$$S = 24 \left( \frac{h_{1c} - h_{2c}}{h_{1c}} \right)^3 = 24 \left( \frac{31,5 - 21,2}{31,5} \right)^3 = 0,8\%.$$

13. Длина ручья на втором участке заготовки с учетом опережения по формуле (22): во втором проходе

$$l_p = \frac{101,2}{100,8} 100 \approx 100,4 \text{ мм;}$$

в первом проходе

$$l_p = \frac{84,5}{101,7} 100 \approx 83 \text{ мм.}$$

**Пример 5.** Определить размеры ручьев при вальцовке за два прохода круглой заготовки диаметром  $d_0 = 61$  мм по системе круг—овал—квадрат. Сторона квадратной заготовки после вальцовки  $h_1 = 37$  мм. Вальцовка производится в горячем состоянии.

Площадь поперечного сечения исходной заготовки

$$F_0 = 2922 \text{ мм}^2.$$

Площадь поперечного сечения квадратной заготовки после вальцовки

$$F_1 = 1369 \text{ мм}^2.$$

Общий коэффициент вытяжки за два прохода

$$\mu_0 = \frac{F_0}{F_1} = \frac{2922}{1369} = 2,1.$$

При  $\mu_0 = 2,1$  и  $d_0 = 61$  мм по номограмме для определения размеров оваль-

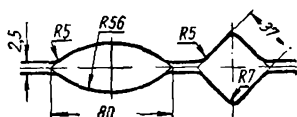


Рис. 37. Размер ручьев при вальцовке круглой заготовки

ного ручья (см. рис. 32) находим, что  $R_p = 56$  мм;  $h_k = 34$  мм;  $b_k = 80$  мм.

По номограмме (см. рис. 34, а) определяем размеры квадратного ручья:

$$h_1 = 37 \text{ мм; } r_k = 7,2 \text{ мм.}$$

Общий вид рассчитанных ручьев изображен на рис. 37.

**Многоручьевая вальцовка в открытых и закрытых ручьях.** Если площади поперечных сечений фасонной заготовки значительно отличаются и поверхность ее в плане имеет несимметричную форму, то применяют многоручьевую вальцовку попеременно в закрытых и открытых ручьях.

Обычно исходной заготовкой для вальцовки этого вида служит прямоугольная, реже квадратная полоса.

Правила конструирования закрытых и открытых ручьев для вальцовки фасонной заготовки те же, что и при одноручьевой вальцовке.

**Периодическая вальцовка.** Периодической вальцовкой можно получить фасонные заготовки с периодически повторяющейся формой.

Различают два вида периодической вальцовки:

с переполнением ручья, т. е. образованием заусенцев, когда форма заготовки приближается к форме готового изделия;

без образования заусенцев, когда сечения периодических профилей не соответствуют точно сечениям окон-

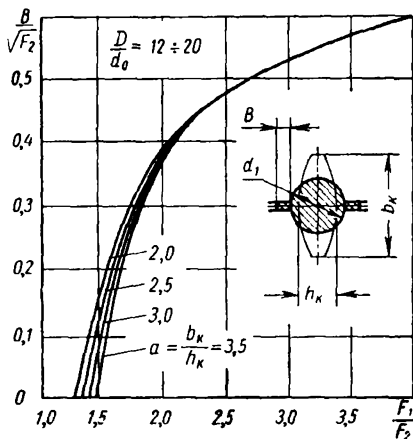


Рис. 38. График для определения ширины заусенца  $B$  при вальцовке по системе овал—круг (по В. К. Смирнову):  $F_1$  — площадь овала;  $F_2$  — площадь круглого ручья;  $\frac{D}{d_0}$  — отношение диаметра вала к диаметру исходной заготовки

чательных изделий и лишь весьма отдаленно приближаются к их форме.

Вальцовка периодических профилей производится всегда за один проход и применяется только для производства массовых изделий.

Производительность такой вальцовки 600 заготовок в 1 ч и более.

**Вальцовка с заусенцем.** Этот способ вальцовки позволяет получать сложные профили и доводить коэффициент вытяжки  $\mu$  до 3,5. Для определения длины участка ручья штампа можно пользоваться выражением (22), а для определения опережения металла — формулами (23) и (24). Ширину заусенца заготовки при  $\frac{h_k}{d_1} > 0,9$  для

системы овал—круг можно приближенно найти по графику (рис. 38).

При  $\frac{h_k}{d_1} < 0,9$  найденную по графику (рис. 38) величину умножают на коэффициент  $C$  [19]:

$$C = 3,3 \frac{h_k}{d_1} - 2, \quad (48)$$

где  $h_k$  — высота овала в мм;  $d_1$  — диаметр ручья в мм.

Длину  $l_d$  очага деформации определяют из выражения

$$l_d \approx \sqrt{\frac{D}{2} (h_{0c} - h_{1c})}. \quad (49)$$

Для ковочных вальцов С-162, конструкции Воронежского завода КПО имени М. И. Калинина с диаметром штампов  $D = 320$  мм зависимость  $l_d$  от  $\Delta h$  можно определить из табл. 24.

24. Зависимости  $l_d$  от  $\Delta h$

$\Delta h$ в мм	55	50	45	40	35
$l_d$ в мм	93,8	89,4	84,8	80	74,8
$\Delta h$ в мм	30	25	20	15	10
$l_d$ в мм	69,3	63,2	56,6	49	40

**Вальцовка без заусенцев.** Вальцовка в открытых ручьях производится из любого полосового материала, а в закрытых — из квадратного или прямоугольного профиля.

Вальцовка в открытом ручье позволяет получить заготовку периодического профиля круглого или квадратного сечения в толстой части заготовки и овального сечения в тонкой части.

Отношение осей овального ручья надо подобрать так, чтобы заготовка при последующей штамповке на молотах или прессах не изогнулась. Обычно  $\frac{b_k}{h_k}$  (рис. 31) равно 1,1—2,5.

Заготовки периодического профиля вальцуют за один проход, поэтому длину ручья и опережение металла на отдельных участках заготовки можно подсчитать, как и при одноручьевого вальцовке, по формулам (22)—(24).

Калибровка для периодических профилей в открытых ручьях сводится в основном к определению размеров овальных ручьев, длины участков профильной заготовки и проводится в такой последовательности:

1. Определяют длину участков периодического профиля в горячем состоянии:

$$l_n = l \cdot 1,012 \text{ мм.} \quad (50)$$

2. Диаметр круглой исходной заготовки пересчитывают на размер соответственной заготовки:

$$h_{oc} = b_{oc} = 0,885 d_0.$$

3. Рассчитывают деформацию заготовки, исходя из предположения, что она вальцуется в гладком ручье:

для квадратной заготовки

$$\Delta h = \frac{(a_1 - 1) h_0}{a_1 + \frac{\Delta b}{\Delta h}}, \quad (51)$$

для круглой заготовки

$$\Delta h = \frac{a_1 h_{oc} - b_{oc}}{a_1 + \frac{\Delta b}{\Delta h}}, \quad (52)$$

где  $a_1 = \frac{b}{h_{oc}}$  — отношение осей овала;  $h_{oc}$  и  $b_{oc}$  — высота и ширина соответственной заготовки до вальцовки в мм;  $\frac{\Delta b}{\Delta h}$  — коэффициент уширения, который предварительно принимают равным 0,5.

4. По номограмме (см. рис. 20) после первого пересчета окончательно устанавливают коэффициент уширения  $\frac{\Delta b}{\Delta h}$ , соответствующий вальцовке в гладком ручье, исходя из значений  $\frac{\Delta h}{h_{oc}}$ ;  $\frac{b_{oc}}{h_{oc}}$ ;  $\frac{D_p}{h_{oc}}$ , где  $\frac{\Delta h}{h_{oc}}$  — относительное обжатие;  $\frac{b_{oc}}{h_{oc}}$  — отношение ширины исходной соответственной заготовки к ее высоте;  $\frac{D_p}{h_{oc}}$  — отношение рабочего диаметра штампов к высоте исходной соответственной заготовки.

Рабочий диаметр штампов находят по формуле

$$D_p = D - h_{oc},$$

где  $D$  — начальный диаметр штампов;  $h_{oc}$  — высота ручья, определяемая из равенства  $h_{oc} = h_0 - \Delta h$ .

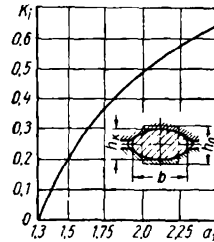


Рис. 39. График для определения коэффициента уширения  $K_i$  для квадратной заготовки

5. Находят поправочный коэффициент уширения  $K_i$  по графику для квадратной заготовки (рис. 39) и для круглой заготовки (рис. 40).

6. Определяют коэффициент уширения при вальцовке в овальном ручье:

$$\frac{\Delta b_c}{\Delta h_c} = K_i \frac{\Delta b}{\Delta h}. \quad (53)$$

7. Рассчитывают деформацию заготовки при вальцовке в овальном ручье:

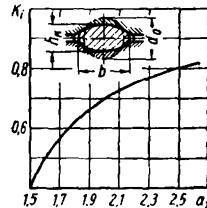


Рис. 40. График для определения коэффициента уширения  $K_i$  для круглой заготовки

для квадратной заготовки

$$\Delta h_c = \frac{(a_1 - 1) h_0}{a_1 + \frac{\Delta b_c}{\Delta h_c}}, \quad (54)$$

для круглой заготовки

$$\Delta h_c = \frac{a_1 h_{oc} - b_{oc}}{a_1 + \frac{\Delta b_c}{\Delta h_c}}. \quad (55)$$

8. Определяют уширение  $\Delta b_c$  при вальцовке в овальном ручье:

$$\Delta b_c = K_i \frac{\Delta b}{\Delta h} \Delta h_c.$$

9. Находят соответствующую высоту  $h_{1c}$  заготовки после вальцовки:

$$h_{1c} = h_{0c} - \Delta h_c. \quad (56)$$

10. Находят соответствующую ширину  $b_{1c}$  заготовки после вальцовки:

$$b_{1c} = b_{0c} + \Delta b_c. \quad (57)$$

11. По величинам  $h_{1c}$  и  $b_{1c}$  определяют размеры овального ручья.

Площадь ручья подсчитывают по формуле

$$F_K = \frac{h_{1c} b_{1c}}{i}, \quad (58)$$

где  $i$  — коэффициент заполнения ручья; в частном случае для наибольшей вытяжки металла величина  $i$ , по опытным данным, равна 0,96—0,98.

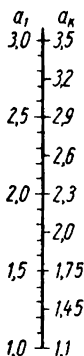
Высоту ручья для квадратной заготовки определяют по формуле

$$h_K = \sqrt{0,64 F_K}, \quad (59)$$

а для круглой заготовки — по формуле

$$h_K = \sqrt{0,53 F_K}.$$

Рис. 41. Зависимость отношений осей овального ручья  $a_K$  от отношения осей овала  $a_1$



Ширину ручья находят по формуле

$$b_K = a_K h_K. \quad (60)$$

Отношение осей овального ручья  $a_K$  получают из зависимости (рис. 41).

Радиус закругления кромок ручья находят по формуле (44), а зазор между штампами — по формуле (43).

**Пример 6.** Определить размеры периодической заготовки и профиля открытого периодического ручья для поковки, изображенной на рис. 42. Начальный диаметр валков  $D = 300$  мм.

1. Так как площадь максимального сечения поковки (рис. 42)  $F_n = 855$  мм<sup>2</sup>, то принимаем по сортаменту заготовку сечением  $30 \times 30$  мм.

2. Путем вальцовки в открытом ручье заготовку периодического профиля круглого сечения получить затруднительно, по-

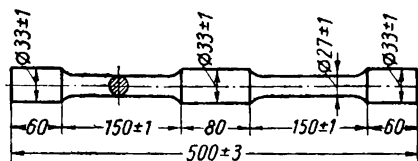


Рис. 42. Чертеж поковки к примеру расчета ручьев для вальцовки заготовки

этому назначаем овальное сечение в тонкой части заготовки и прямоугольное в толстой части.

Принимаем в тонкой части поковки овальное сечение, по площади равновеликое круглому (диаметром 27 мм), а в толстой — прямоугольное  $32 \times 27$  мм.

3. Задаемся отношением осей овала  $a_1 = 2,5$  и рассчитываем деформацию заготовки при условии, что она вальцуется в гладком ручье.

Коэффициент уширения  $\frac{\Delta b}{\Delta h}$ , соответствующий вальцовке в гладком ручье, предварительно принимаем равным 0,5. По формуле (51) найдем

$$\Delta h = \frac{(2,5 - 1) 30}{2,5 + 0,5} = 15 \text{ мм.}$$

Высота заготовки после вальцовки

$$h_K = h_0 - \Delta h = 30 - 15 = 15 \text{ мм.}$$

Рабочий диаметр штампов

$$D_p = D - h_K = 300 - 15 = 285 \text{ мм.}$$

Относительное обжатие

$$\frac{\Delta h}{h_0} = \frac{15}{30} = 0,5.$$

Отношение рабочего диаметра штампов к высоте исходной заготовки

$$\frac{D_p}{h_0} = \frac{285}{30} = 9,5.$$

По номограмме (рис. 20)  $\frac{\Delta b}{\Delta h} = 0,85$ ; пересчитываем по формуле (51):

$$\Delta h = \frac{(2,5 - 1) 30}{2,5 + 0,85} = 13,4 \text{ мм.}$$

Относительное обжатие

$$\frac{\Delta h}{h_0} = \frac{13,4}{30} = 0,45 \text{ мм.}$$

Отношение рабочего диаметра штампов к высоте исходной заготовки  $\frac{D_p}{h_0} = 9,5$ ;

по номограмме (рис. 20)  $\frac{\Delta b}{\Delta h} = 0,78$ .

4. Находим поправочный коэффициент уширения.

По номограмме (рис. 39) при степени заполнения ручья  $i = 0,98$   $K_i = 0,63$ .

5. Определяем коэффициент уширения при вальцовке в овальном ручье:

$$\frac{\Delta b_c}{\Delta h_c} = K_i \frac{\Delta b}{\Delta h} = 0,63 \cdot 0,78 = 0,49.$$

6. Рассчитываем деформацию при вальцовке в овальном ручье по формуле (54):

$$\Delta h_c = \frac{(2,5 - 1) 30}{2,5 + 0,49} = 15 \text{ мм.}$$

7. Высота соответственной овальной части заготовки после вальцовки

$$h_{1c} = h_0 - \Delta h_c = 30 - 15 = 15 \text{ мм.}$$

8. Ширина соответственной овальной части заготовки после вальцовки

$$b_{1c} = a_1 h_{1c} = 2,5 \cdot 15 = 37,5 \text{ мм.}$$

9. Площадь поперечного сечения овальной части заготовки

$$F = h_{1c} b_{1c} = 15 \cdot 37,5 \approx 560 \text{ мм}^2,$$

т. е. площадь сечения овальной части заготовки соответствует площади поперечного сечения тонкой части поковки (диаметром 27 мм). Следовательно, принятое отношение осей овала  $a_1 = 2,5$  правильно.

10. Определим размеры овального ручья.

По формуле (58) площадь ручья

$$F_K = \frac{F}{i} = \frac{560}{0,98} = 570 \text{ мм}^2.$$

Высота ручья по формуле (59)

$$h_K = \sqrt{0,64 F_K} = \sqrt{0,64 \cdot 570} \approx 19 \text{ мм.}$$

Ширина ручья по формуле (60)

$$b_K = a_K h_K = 2,9 \cdot 19 \approx 55 \text{ мм.}$$

11. Определяем длину участков ручья штампа.

Опережение подсчитываем по формуле (24):

$$S_2; 4 = 24 \left( \frac{30 - 15}{30} \right)^3 \approx 3\%;$$

на толстых участках

$$S_1; 3; 5 = 24 \left( \frac{30 - 27}{30} \right)^3 \approx 0.$$

Требуемую длину участков ручья для тонкой части заготовки получим по формуле (22):

$$l_{p2}; 4 = \frac{150 \cdot 1,012}{3 + 100} 100 = 147 \text{ мм.}$$

Длина участков ручья для толстой части заготовки

$$l_{p1}; 5 = 60 \cdot 1,012 = 60,7 \text{ мм.}$$

$$l_{p3} = 80 \cdot 1,012 = 80,9 \text{ мм}$$

На рис. 43 показаны размеры периодического ручья с учетом опережения.

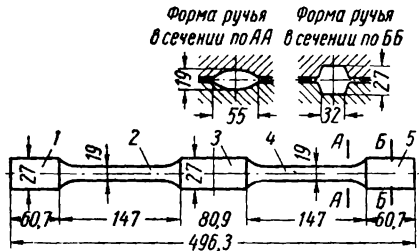


Рис. 43. Размеры периодического ручья в развернутом виде с учетом опережения

Вальцовка в закрытом ручье применяется для периодической вальцовки заготовок без заусенцев и с большим изменением площади поперечного сечения по длине.

Исходной для такой вальцовки обычно служит заготовка прямоугольного, реже квадратного сечения. В закрытом ручье заготовку осаживают по ширине на ребро. Заготовки с отношением сторон более 5 не вальцуют. Для облегчения вальцовки без заусенцев целесообразно конструировать ручей с незначительным наклоном ( $7-10^\circ$ ) к вертикальной оси.

Установка заготовки по центру ручья достигается посредством направляющих.

Чтобы уменьшить искривление заготовки, целесообразно центр тяжести контура наиболее обжатой и длинной части заготовки располагать на средней линии вала (см. рис. 23, а).

Расчет ручьев для вальцовки заготовок периодического профиля ничем не отличается от расчета закрытых ручьев для одноручьевого вальцовки.

**Пример 7.** Определить ширину прямоугольной заготовки при вальцовке за один проход в закрытом ручье штампа полосы высотой  $h_0 = 40$  мм и шириной  $b_0 = 14$  мм, если высота вальцованной части заготовки  $h_1 = 18$  мм.

1. Определяем относительное обжатие полосы

$$\epsilon = \frac{h_0 - h_1}{h_0} 100 = \frac{40 - 18}{40} 100 = 55\%.$$

2. По формуле (30) находим уширение

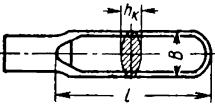
$$\Delta b = 0,00015 \cdot 14 \cdot 55^2 = 6,3 \text{ мм.}$$

3. Ширина заготовки после вальцовки

$$b_1 = b_0 + \Delta b = 14 + 6,3 = 20,3 \text{ мм.}$$

**Допуски на размеры заготовок.** Величины допусков на размеры фасонных заготовок приведены в табл. 25.

25. Допуски на размеры фасонных заготовок [18]  
Размеры в мм

			
Допуски на длину $l$			
$l$	Допуск	$l$	Допуск
До 200	$\pm 5$	801—1000	$\pm 10$
201—500	$\pm 8$	Св. 1000	$\pm 12$
501—800	$\pm 9$		
Допуски на высоту $h_k$			
$h_k$	Допуск	$h_k$	Допуск
До 20	$+1,4$ $-0,5$	31—40	$+1,8$ $-0,8$
21—30	$+1,6$ $-0,6$	41—50	$+2$ $-1$
Допуски по ширине $B$			
$B$	Допуск	$B$	Допуск
До 20	$\pm 0,6$	41—60	$\pm 1,0$
21—40	$\pm 0,8$	Св. 80	$\pm 1,5$

26. Размеры двусторонней метки (см. рис. 44)

Ширина заготовки	$h$	$b$	$l$
До 40	2	5	10
Св 40	3	6	15

Ввиду возможного несовпадения верхней половины профиля относительно нижней в поперечном и продольном направлениях рекомендуется на поверхности заготовки делать двустороннюю метку (рис. 44 и табл. 26). Чтобы она не мешала при последующей штамповке, ее лучше делать не на всю ширину заготовки, а участками (рис. 44).

**Конструкция штампов.** При центральном угле  $\alpha$  ручья, не превышающем  $180^\circ$ , штампы изготовляют в виде секторов (рис. 45, а и в); при угле  $\alpha$  свыше  $180^\circ$  — в виде бандажей (рис. 45, б), которые насаживают на валки (рис. 46, а и в). Практически угол  $\alpha$  рабочей части для бандажей не должен превышать  $270^\circ$ .

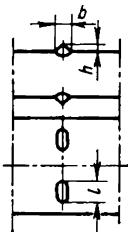


Рис. 44. Двусторонняя метка для контроля величины несовпадения ручья

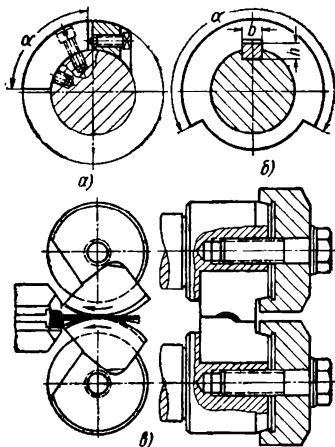


Рис. 45. Форма штампов: а, в — секторы; б — бандажи

Размеры шпоночного паза  $b$  и  $h$  (рис. 45) выбирают по табл. 27.

Ось шпоночного паза можно принимать на половине центрального угла  $\alpha$  рабочей части бандажа.

Ручьи штампа необходимо изготовлять по 5-му классу точности с чистой обработкой 7-го класса.

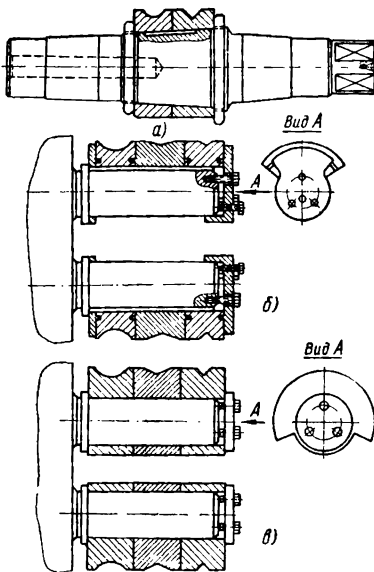


Рис. 46. Наиболее распространенные схемы крепления штампов на валках: а — крепление набора бандажей на валок; б — крепление набора секторов; в — крепление набора бандажей на консоль валка

27. Размеры шпоночного паза  
Размеры в мм

Диаметр вала $d$	Номинальные размеры шпонка		$t$
	$b$	$h$	
100—150	35	20	$d - 10$
151—200	45	25	$d - 13$
201—240	50	28	$d - 14$
241—280	60	32	$d - 16$
281—330	70	36	$d - 18$
331—400	80	40	$d - 20$

Холодная (отделочная) вальцовка

Холодная вальцовка производится в ковочных вальцах с валками диаметром 250—400 мм при их окружной скорости 0,2—0,7 м/сек. Применяется

она для получения профильных заготовок, например турбинных лопаток, с припуском по рабочей части 0,15—0,2 мм под шлифование [10].

При этом способе вальцовки получают заготовки с окончательными размерами по толщине и профилю. Холодная вальцовка придает заготовкам состояние поверхности  $\nabla 7$  и повышает механические свойства материала.

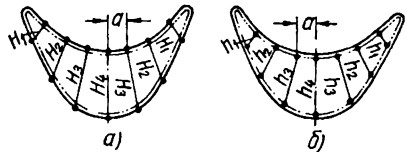


Рис. 47. Схема к определению размеров профиля заготовки под холодную (отделочную) вальцовку: а — к определению нормалей  $H_1; H_2; \dots; H_n$ ; б — к определению нормалей  $h_1; h_2; \dots; h_n$

Очертание отделочного ручья при холодной вальцовке представляет собой точный профиль заготовки. В отделочном ручье, как правило, профильную заготовку пропускуют без кантовки 2 раза, реže 3—4 раза.

Наибольшее абсолютное обжатие за один проход колеблется в пределах 0,5—0,8 мм.

Профиль исходной заготовки строят по контуру так, чтобы коэффициент вытяжки в различных сечениях профиля ручья был одинаков, так как в противном случае заготовка получится искривленной. Профиль заготовки строят по отношению нормалей, проведенных на различных участках его (рис. 47):

$$\frac{H_1}{h_1} = \frac{H_2}{h_2} = \dots = \frac{H_n}{h_n} = 1,05 \div 1,07, \quad (61)$$

где  $H_1; H_2; \dots; H_n$  — отрезки нормалей к кривой профиля заготовки в мм;  $h_1; h_2; \dots; h_n$  — отрезки нормалей к кривой профиля отделочного ручья (готового профиля) в мм.

Для точности построения профиль ручья штампа необходимо делить на большее число частей  $a$ . Центр тяжести его должен проходить через среднюю линию валков.



Во время вальцовки штампы смазывают машинным маслом. Между отдельными пропусками и после окончательной вальцовки заготовки для снятия наклепа подвергают отпуску.

Длину ручья штампа  $l_p$  и величину опережения металла определяют так же, как и при вальцовке в открытом ручье, по формулам (22)—(24).

### Штамповочная вальцовка

Штамповочная вальцовка производится в ковочных вальцах с валками диаметром 600—1000 мм при их окружной скорости 0,4—0,85 м/сек и температуре 900—1100°С и применяется в основном при массовом и крупносерийном производстве для получения мелких и средних поковок переменного сечения простой и сложной формы, например боковых звеньев скребкового транспортера, молотков, кулачков, плоскогубцев и др. [3, 11, 21, 8].

За один оборот валков можно получить цепочку из четырех-пяти (и более) отштампованных изделий.

Для предварительных подсчетов производительности такой вальцовки можно пользоваться эмпирической формулой

$$П = \frac{1000n}{ng - 0,1}, \quad (62)$$

где  $n$  — количество поковок в ленте;  $g$  — вес поковки с заусенцем в кг.

**Влияние технологических факторов на опережение металла.** На размеры ручья штампа значительное влияние оказывают величины относительной смещенной площади, температура штамповки, ширина заусенца, скорость деформирования, смазка штампов, форма поковок и ряд других факторов [12].

Относительная смещенная площадь при штамповке поковок в ковочных вальцах характеризуется отношением средней смещенной площади  $F_{см}$  на половине длины очага деформации  $\frac{l_d}{2}$  к площади исходного сечения заготовки (рис. 48):

$$f_c = \frac{F_{см}}{F_0}. \quad (63)$$

С увеличением относительной смещенной площади опережение металла

закономерно и непрерывно возрастает в соответствии с выражением

$$S = 22,2 \left( \frac{F_{см}}{F_0} \right)^2 \%. \quad (64)$$

Среднюю смещенную площадь  $F_{см}$  обычно подсчитывают следующим образом.

Строят диаграмму изменения площади поперечных сечений поковки и разбивают ее по длине на отдельные характерные  $l_1, l_2, l_3$  участки. Каждый участок на диаграмме делят на условное число частей  $I, II, III, IV, V$ , как показано на рис. 48. Затем берут кальку и наносят на ней две тонкие параллельные вертикальные линии. Расстояние между ними берут равным  $\frac{l_d}{2}$ . Длина параллельных отрезков на кальке должна несколько выходить за границы кривой, описывающей площади поперечных сечений поковки (приблизительно на 5—10 мм).

На диаграмму накладывают кальку так, чтобы одна из линий на ней совпала с началом первого участка  $l_1$  диаграммы. Изображение диаграммы, заключенное между двумя линиями на кальке (заштриховано на рис. 48), обводят по контуру. Площадь заштрихованной фигуры измеряют планиметром.

Среднюю площадь ручья штампа  $F_k$  на первой части участка  $l_1$  определяют делением найденной площади на  $\frac{l_d}{2}$ .

Затем кальку сдвигают от начала диаграммы в направлении, обратном направлению вальцовки, до следующего деления на участке  $l_1$  и производят следующее определение площади и т. д. Среднюю величину площади ручья штампа  $F_k$  для каждого отдельного участка поковки определяют как среднее арифметическое этих вычислений.

Значение средней смещенной площади на различных участках поковки получают из равенства

$$F_{см} = F_0 - F_k, \quad (65)$$

где  $F_k$  — средняя площадь ручья штампа в мм<sup>2</sup>;  $F_0$  — площадь поперечного сечения исходной заготовки в мм<sup>2</sup>:

$$F_0 = (1,05 \div 1,15) F_n, \quad (66)$$

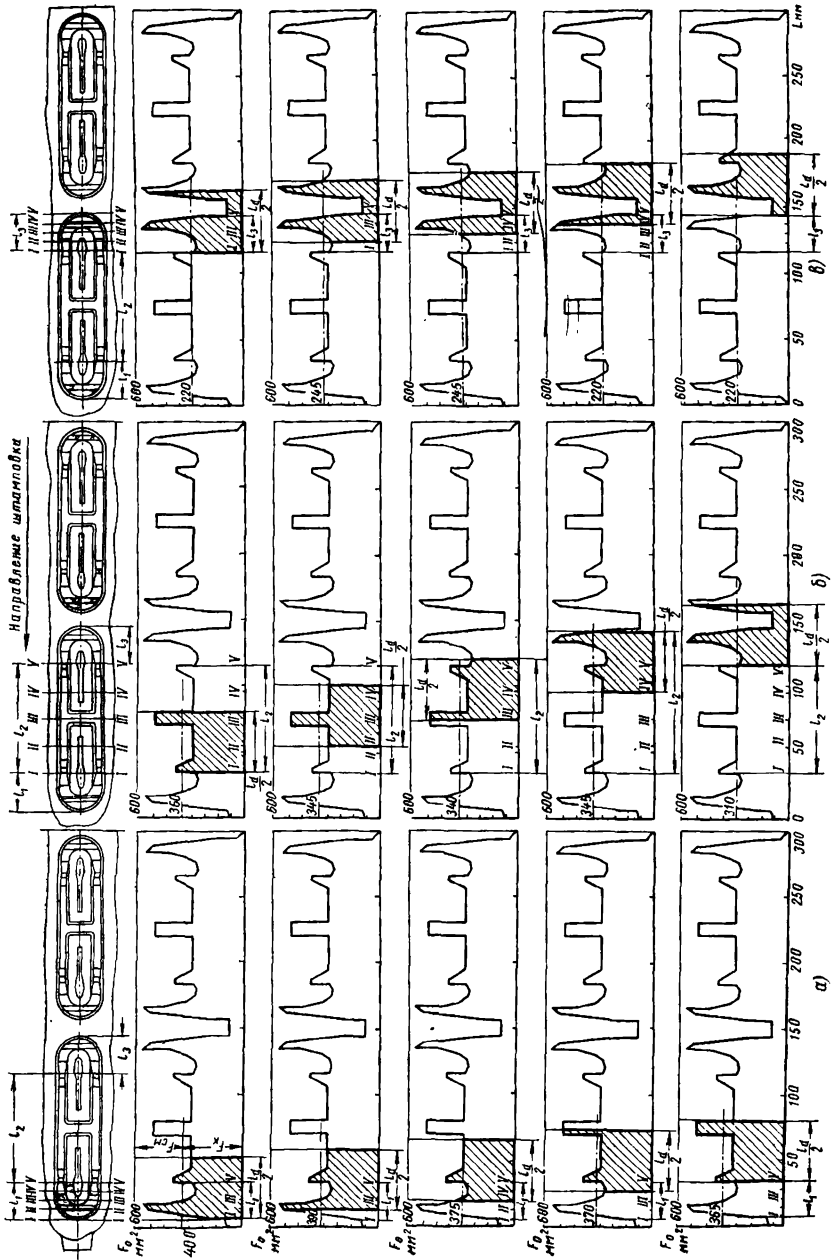


Рис. 48. Схема определения средней смещенной площади  $F_{с.м.}$ : а — на участке  $l_1$ ; б — на участке  $l_2$ ; в — на участке  $l_3$

здесь  $F_n$  — максимальное сечение поковки в  $мм^2$ .

Температура штамповки и с повышением температуры штамповки заполнение ручья штампа ухудшается, а опережение металла увеличивается.

Опережение металла в % с учетом температуры вальцовки без заусенца можно определить по формуле

$$S = 22,2 \left( \frac{F_{cm}}{F_0} \right)^2 \alpha_1, \quad (67)$$

где  $\alpha_1$  — коэффициент, учитывающий влияние температуры:

Температура в °С	900	950	1050	1100
Коэффициент $\alpha_1$	1,0	1,09	1,25	1,32

Детали, изготовленные в вальцах при высокой температуре, имеют крупнозернистую структуру и низкие механические свойства. При штамповке в вальцах сложных деталей часто образуется так называемый зажим металла. Чтобы улучшить заполнение ручья штампа, температуру штамповки снижают, когда диаметр валков ковочных вальцов имеет небольшие размеры по сравнению с высотой исходной заготовки.

Наилучшее заполнение ручья штампа при диаметре валков 900 мм происходит при температуре нагрева заготовок 1000—1050°С [15].

Ширина заусенца. При горячей штамповке в вальцах с увеличением ширины заусенца опережение уменьшается в соответствии с формулой

$$S = 22,2 \left( \frac{F_{cm}}{F_0} \right)^2 \alpha_1 - 0,27B, \quad (68)$$

где  $B$  — ширина заусенца в мм, определяется по приближенной формуле

$$B = 2 \frac{f_1}{l_d t_3} \mu_m K, \quad (68, a)$$

здесь  $f_1$  — средняя смещенная площадь (поперечного сечения) на принятой

длине участка заготовки в  $мм^2$  (см. далее рис. 53);  $l_d$  — длина очага деформации в мм, определяемая из выражения (49);  $t_3$  — толщина заусенца

в мм;  $\mu_m = \frac{F_0}{F_K}$  — теоретический коэффициент вытяжки;  $F_K$  — средняя площадь ручья на принятой длине участка заготовки в  $мм^2$ ;  $F_0$  — площадь поперечного сечения исходной заготовки в  $мм^2$ ;  $K$  — коэффициент, учитывающий влияние температуры ( $K = 1,2$  при 950°;  $K = 1,1$  при 1000°;  $K = 1$  при 1050°).

Для небольших сечений заготовок и при малой глубине полости штампа ширина заусенца обычно не превышает 5 мм.

Наилучшее качество поковок и высокая стойкость штампов [15] достигаются при толщине заусенца 1,5—2,0 мм. Увеличение зазора между штампами до 3 мм (и более) приводит к незаполнению ручья штампа и заклиниванию цепочки поковок в штампах.

Уменьшение толщины заусенца до 0,5—0,8 мм вызывает резкое увеличение износа штампов; при этом имеют место случаи изгиба заусенца при сьеме цепочки поковки и ее заклинивание в штампах.

Смазка штампов. С применением графитовой смазки опережение металла при штамповке в вальцах возрастает.

Опережение металла в % с учетом влияния смазки определяется по формуле

$$S = \left[ 22,2 \left( \frac{F_{cm}}{F_0} \right)^2 \alpha_1 - 0,27B \right] z, \quad (69)$$

где  $z$  — коэффициент, учитывающий влияние смазки; для графитовой смазки, по опытным данным,  $z = 1,27$ .

Наилучшей смазкой, с точки зрения увеличения износостойчивости штампов против истирания, является смесь машинного масла с коллоидальным графитом в пропорции 1:5. Однако качество поковок оказывается более высоким при применении 8%-ного раствора поваренной соли в воде. На поверхность штампа смазка наносится с помощью дугообразных

распылителей при давлении не ниже 4—5 ат.

Целесообразность применения смазки устанавливаются в зависимости от формы штампуемых поковок.

При изготовлении плоских поковок, требующих большой вытяжки, и поковок с ровным рельефом контура применение смазки целесообразно. При штамповке деталей сложной формы, с короткими переходами и значительным изменением поперечного сечения применять смазку не рекомендуется.

**Окружная скорость вращения валков**  
Окружная скорость валков  $u$ , обеспечивающая высокую стойкость штампов и хорошее заполнение их полости, составляет у ковочных валцов с малым диаметром валков (600—800 мм) 0,60—1,00 м/сек; с большим диаметром

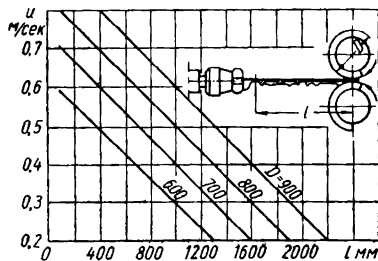


Рис. 49. Зависимость окружной скорости ( $u$ ) от диаметра валков  $D$  и длины изделия (ленты поковок)  $l$

валков (800—1000 мм) 0,40—0,70 м/сек, что приблизительно соответствует в первом случае 20—25, во втором 10—14 об/мин.

На графиках (рис. 49) показаны соответствующие окружным скоростям валков  $u$  и наибольшие длины штампуемых изделий  $l$  для различных диаметров валков  $D$ .

**Шероховатость поверхности ручья.**  
Наилучшие качества работы штампов достигаются при чистоте поверхности ручья в пределах 7—8-го классов [16].

**Форма и расположение поковок в ленте.**  
На поковке недопустимы высокие поперечные ребра и резкое изменение поперечного сечения по длине. Симметричные поковки надо штамповать с одинарным расположением в ленте,

несимметричные и все поковки с изогнутой осью — со спаренным расположением фигур (рис. 50). Расстояние между ручьями должно быть доста-

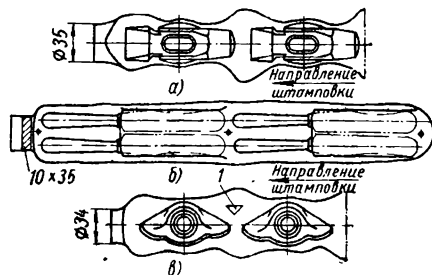


Рис. 50. Примеры расположения поковок в ленте: а — слесарных молотков; б — цельностальных ножей; в — кулачка амортизатора автомашины

точным для удобной обрезки заусенцев; рекомендуется брать его 10—12 мм.

Если при спаренном или одинарном расположении фигур в ленте не обеспечивается симметричная поперечная деформация заготовки, то устанавливают специальные уравновешивающие карманы  $l$  для металла (рис. 50, в).

**Выбор диаметра штампов.** Все мелкие поковки, имеющие небольшую высоту и простую форму, целесообразно изготовлять в ковочных валцах с малыми диаметрами штампов.

Диаметр штампов при такой вальцовке рекомендуется определять по приближенной формуле

$$D \geq \frac{h_{0c} - h_{1c}}{0,17K}, \quad (70)$$

где  $h_{0c}$  и  $h_{1c}$  — высота соответственной заготовки до и после вальцовки в мм;  $K$  — коэффициент, учитывающий температуру вальцовки (рис. 51).

По формуле (70) можно проверить возможность осуществления штамповки

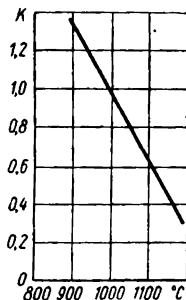


Рис. 51. Зависимость значения коэффициента  $K$  от температуры вальцовки

с определенным обжатием в штампах данного диаметра. Однако она применима лишь в том случае, если длина цепочки поковок примерно равна или меньше длины полуокружности штампа, а шейки валков удовлетворяют условиям прочности, в противном случае определенный по ней наименьший диаметр штампов необходимо увеличить до размера, позволяющего на длине полуокружности штампов поместить цепочку поковок и обеспечивающего достаточную прочность валков.

Диаметр штампов для штамповки поковок сложной формы, с резкими изменениями поперечных сечений, следует выбирать возможно большим, так как с увеличением диаметра улучшается заполнение полости штампа металлом.

Для определения оптимальных диаметров штампов в зависимости от температуры штамповки и высоты поковки можно рекомендовать следующие соотношения:

при  $900^{\circ}\text{C}$

$$D \geq 18 (1,1H - t_3); \quad (70, a)$$

при  $1000^{\circ}\text{C}$

$$D \geq 23 (1,1H - t_3) \quad (70, b)$$

при  $1100^{\circ}\text{C}$

$$D \geq 26 (1,1H - t_3), \quad (70, в)$$

где  $H$  — наибольшая высота поковки в мм;  $t_3$  — зазор между штампами, который можно принять равным 1,5—2 мм.

**Пример 8.** Определить размеры полости ручья штампа для поковки (рис. 52) при следующих данных: диаметр штампов 550 мм; температура штамповки  $1050^{\circ}\text{C}$ ; штамповка без смазки; материал поковки — сталь марки 40Г2.

Определяем площадь максимального сечения готовой поковки. По чертежу (рис. 52) находим, что  $F_n = 440 \text{ мм}^2$ .

Из равенства (66) получаем площадь сечения заготовки  $F_0 = 1,15 \cdot 440 = 510 \text{ мм}^2$ .

Так как максимальная высота поковки 15 мм, то, увеличив ее на 15%, получим желательные размеры сечения заготовки:  $F_0 = 17 \times 30 \text{ мм}$ .

Принимаем по сортаменту заготовку сечением  $20 \times 30 \text{ мм}$ . Из соотношения (70в) находим, что максимальной высоте изделия 15 мм при температуре штамповки

$1050^{\circ}\text{C}$  соответствует номинальный диаметр штампа  $D \approx 400 \text{ мм}$ .

Таким образом, заданный диаметр штампа  $D = 550 \text{ мм}$  оказывается вполне достаточным для штамповки данного изделия.

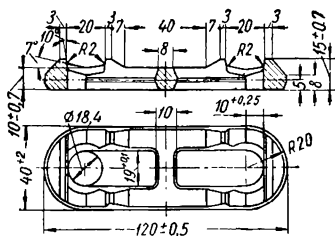


Рис. 52. Поковка бокового звена скребкового транспортера

Далее, из рис. 53 находим среднюю смещенную площадь на различных участках поковки:

Участок поковки	Средняя площадь изделия $F_k$ в $\text{мм}^2$	Смещенная площадь (поперечная) $f_i$ в $\text{мм}^2$
$l_1$ . . . . .	340	260
$l_2$ . . . . .	330	270
$l_3$ . . . . .	340	260

Затем определяем коэффициент вытяжки  $\mu_m$ :

Участок поковки	Коэффициент вытяжки
$l_1$ . . . . .	1,75
$l_2$ . . . . .	1,80
$l_3$ . . . . .	1,75

Из равенства (49) находим  $l_d = 65,8 \text{ мм}$ .

Подставив найденные значения в формулу (68а), получим

$$B_1 = 2 \frac{260}{2,0 \cdot 65,8} \cdot 1,75 \approx 7 \text{ мм};$$

$$B_2 = 2 \frac{270}{2,0 \cdot 65,8} \cdot 1,8 \approx 7,5 \text{ мм};$$

$$B_3 = 2 \frac{260}{2,0 \cdot 65,8} \cdot 1,75 \approx 7 \text{ мм}.$$

Определим на участках поковки величины опережения.

Руководствуясь примером определения  $F_{см}$  по рис. 48, получим среднюю смещенную площадь  $F_{см1} = 220 \text{ мм}^2$ ;  $F_{см2} = 260 \text{ мм}^2$ ;  $F_{см3} = 370 \text{ мм}^2$ .

Находим [см. формулу (67)], что при температуре штамповки  $1050^{\circ}\text{C}$   $\alpha_1 = 1,25$ . Так как  $z = 1$ , то, подставив найденные величины в формулу (68), получим

$$S_1 = 22,2 \left( \frac{220}{600} \right)^2 \cdot 1,25 - 0,27 \cdot 7 \approx 1,9\%;$$

$$S_2 = 22,2 \left( \frac{260}{600} \right)^2 1,25 - 0,27 \cdot 7,5 \approx 3,2\%;$$

$$S_3 = 22,2 \left( \frac{370}{600} \right)^2 1,25 - 0,27 \cdot 7 \approx 8,6\%.$$

Определим размеры элемента ручья штампа. При  $1050^\circ \text{C}$   $l_1 = 30,3$  мм;  $l_2 = 60,7$  мм;  $l_3 = 30,3$  мм.

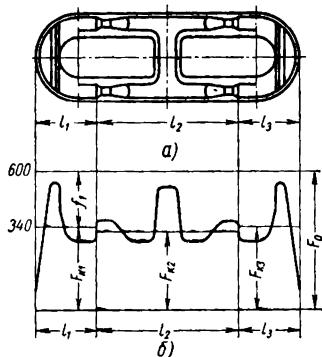


Рис. 53. Изменение площади поперечного сечения и смещенной площади при штамповке бокового звена: а — эскиз поковки; б — диаграмма изменения площади поперечного сечения бокового звена

Так как величина опережения  $S_1 = 1,9\%$ ;  $S_2 = 3,2\%$ ;  $S_3 = 8,6\%$ , то, подставив найденные величины в формулу (22), получим

$$l_1 = \frac{30,3}{101,9} 100 = 29,7 \text{ мм};$$

$$l_2 = \frac{60,7}{103,2} 100 = 58,8 \text{ мм};$$

$$l_3 = \frac{30,3}{108,6} 100 = 27,9 \text{ мм}.$$

**Проектирование штампов.** Раздел калибра. В простых поковках раздел калибра при штамповке в вальцах большей частью predetermined геометрической формой сечения. В поковках, имеющих симметричный профиль поперечного сечения (рис. 54, а), раздел калибра необходимо устанавливать посередине профиля, а в поковках с несимметричным профилем поперечного сечения — по линии, делящей фигуру на две части, равновеликие по площади (рис. 54, б), т. е.  $F_a = F_b$ .

Радиусы закруглений. Зависимость величины радиусов за-

круглений ручья штампа от величины обжатия выражается уравнениями

$$\left. \begin{aligned} r_k &\approx 0,5 (h_0 - h_1); \\ R &\approx 0,2 \div 0,3 (h_0 - h_1), \end{aligned} \right\} (71)$$

где  $h_0$  и  $h_1$  — высота заготовки до и после прохождения данного ручья в мм;  $r_k$  — радиус закругления у вершины ручья в мм;  $R$  — радиус скругления кромки (края) ручья в мм.

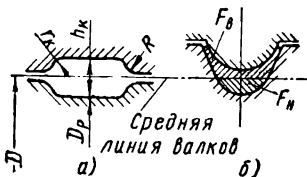


Рис. 54. Определение положения раздела ручья

Минимальный радиус скругления кромок ручья штампа, который можно выполнять на штампах ковочных валцов, равен 1,5 мм, но обычно берут  $R = 3$  мм.

Углы наклона. При глубине полости штампа до 10 мм угол наклона боковых и задней стенок полости штампа рекомендуется принимать до  $3^\circ$ , а при глубине 10—35 мм  $3-10^\circ$ .

Угол наклона  $\beta$  передней (набегающей) стенки полости (рис. 55) зави-

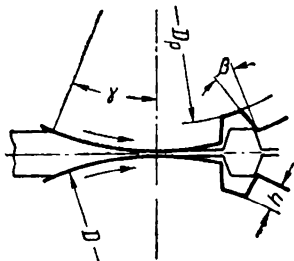


Рис. 55. Схема к определению угла наклона передней стенки полости штампа

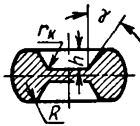
сит также от размера валков, опережения металла и вычисляется приближенно по формуле

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{0,0174 r \gamma A - \sqrt{h(2r - h)}}{h}, (72)$$

где  $r = \frac{D}{2}$  — начальный радиус штампа в мм;  $\gamma$  — центральный угол в град.;  $\cos \gamma = \frac{r-h}{r}$ ;  $h$  — глубина полости штампа в мм;  $A = 1 + \frac{S}{100}$ ;  $S$  — опережение металла в %.

Отверстия в поковках. В табл. 28 приведены величины угла  $\gamma$  наклона стенки штампа и радиусы закругления  $R$  и  $r_k$  штампа в зависимости от глубины отверстия в поковках.

28. Размеры угла наклона и радиусы закругления штампа в зависимости от глубины отверстия в поковках



$h$ в мм	$\gamma$ в град	$R$	$r_k$
До 10	7	2	4
10—15	10	3	5
Св. 15	12	4	6

Размеры штампов. Штампы ковочных валцов можно выполнять однопозиционными и многопозиционными, т. е. на одну или несколько деталей.

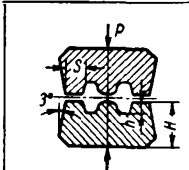
Однопозиционные штампы применяют для вальцовки поковок с большими габаритными размерами (длиной более 150 мм). При длине детали менее 150 мм применяют многопозиционные штампы длиной 300—400 мм и более.

Опорную и рабочую поверхности штампа после обработки резцом и термообработки рекомендуется шлифовать.

Размеры штампов определяются габаритами поковки.

В табл. 29 приведены высоты штампа в зависимости от усилия  $P$  и глубины  $h$ .

29. Высота штампа  $H$  в зависимости от усилия  $P$  и глубины  $h$



$P$ в т	$h$ в мм	$H$ в мм
50	15	50
100	20	60
160	25	70
200	30	80

Толщину стенок штампа  $s$  выбирают в зависимости от его глубины  $h$  в мм (эскиз к табл. 29):

$h$	5	10	15	20	25	30
$s$	15	20	25	30	35	40

Установку и фиксирование штампов на ковочных вальцах производят с помощью базовых поверхностей, расположенных по краю штампа. В зависимости от габаритных размеров штампа их крепят на валки болтами, клиновидными шпонками или разъемными кольцами (рис. 56). При этом крепление коротких штампов (длиной до 150 мм) предпочтительно производить с помощью клиновидных шпонок (рис. 56, а), а длинных — болтами (рис. 56, б).

При монтаже на валки большого количества штампов целесообразно крепить их с помощью разъемных колец (рис. 56, в). Штампы удерживаются в кольцах болтами 1. Для предотвращения смещения одного штампа относительно другого в осевом направлении кольца выполнены так, что верхние штампы выходят наружу, а нижние утоплены.

Смещение штампов по дуге устраняется стяжными болтами 2, выполняющими роль шпонок, стягивающими накладками 3 и кольцами 4. Для уменьшения износа нижние накладки имеют с внутренней стороны наплавленный слой 5 сормаита.

Допуски на поковки. На точность размеров поковки при штамповке в вальцах большое влияние оказывают колебания температуры, неточность изготовления штампов, жесткость конструкции валцов, износ ручья штампа и другие факторы.

При штамповке длинных поковок иногда приходится принимать специальные меры для сохранения постоянных условий штамповки и получения

опережения металла можно определить по формуле (69).

В табл. 30 приведены размеры допусков по высоте поковки в зависимости

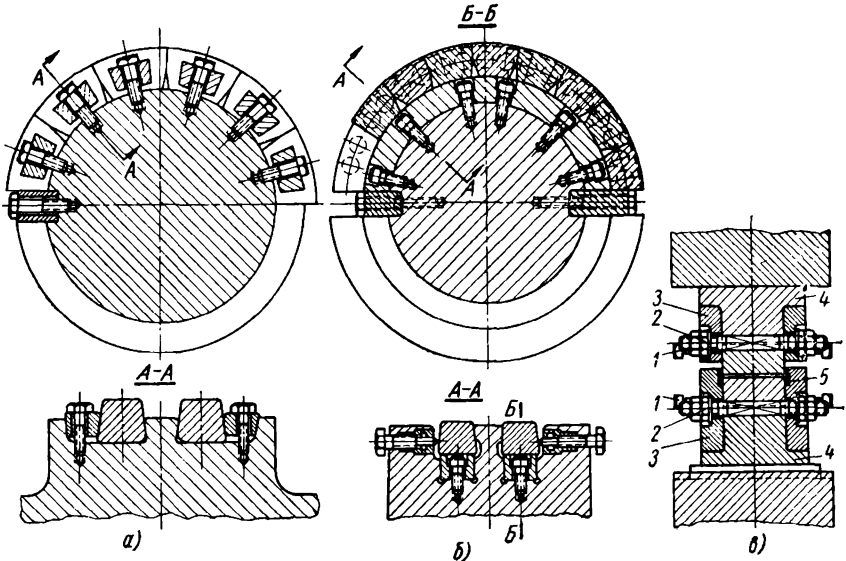


Рис. 56. Типовое крепление штампов на вальцах: а — с помощью клиновидных шпонок; б — с помощью болтов; в — с помощью разъемных колец

идентичности размеров поковок по длине.

Для практического определения отклонений (допусков) от номинальных размеров следует пользоваться номограммой (рис. 57). При этом величину

сти от относительного обжатия штампуемой заготовки и твердости рабочих поверхностей штампа, а в табл. 31 — по ширине.

30. Допуски на высоту  $H$  в мм

Обжатие в %	Допуск в мм при HRC	
	43—48	48—53
20—50	+0,3 -0,2	+0,2 -0,2
50—70	+0,4 -0,2	+0,3 -0,2
Св. 70	+0,5 -0,2	+0,4 -0,2

31. Допуски на размеры поковок по ширине  $B$  в мм

$B$	Допуск	$B$	Допуск
До 10	+0,3 -0,1	21—30	+0,5 -0,2
11—20	+0,4 -0,2	Св. 30	+0,6 -0,2



Материал для штампов см. гл. XX, а также [13, 17].

**Усилие вальцовки.** Ориентировочно для расчетов и выбора машин для

сталей в величину среднего давления  $p_c$ , найденного из табл. 32, вносят поправку, учитывающую прочностные свойства стали этих марок при темпе-

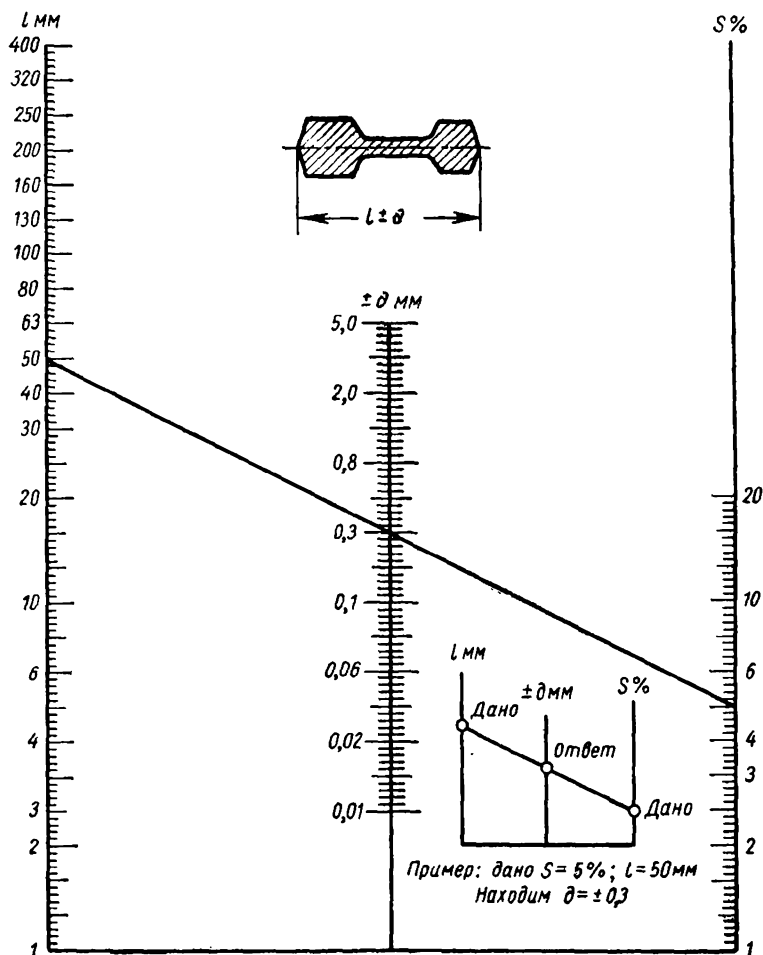


Рис. 57. Номограмма для определения допусков на размеры поковков по длине  $l$  при штамповке в вальцах

изготовления той или иной детали из углеродистых сталей ( $C < 0,35$ ;  $Si < 0,3\%$ ;  $Mn < 0,7\%$ ) можно принять величины средних давлений при штамповке в вальцах, приведенные в табл. 32.

При горячей штамповке поковков в ковочных вальцах из легированных

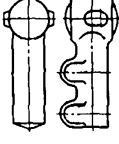
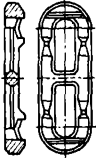
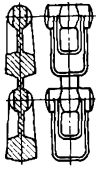
материалах деформирования, т. е.

$$p_{c1} = p_c \psi, \quad (73)$$

где  $\psi$  — коэффициент, зависящий от марки стали (табл. 33).

Применение графитовой смазки в рассматриваемом процессе снижает удельное давление течения на 30—

32. Среднее давление  $p_c$  при штамповке в вальцах<sup>1</sup>

Группа сложности поковки	Эскизы поковки	Температура вальцовки в °С		Среднее давление в кг/мм <sup>2</sup>
		900	1000	
I — простая		900	25	25 20
		1000	20	
II — сложная		900	30	30 25
		1000	25	
III — весьма сложная		900	35	35 30
		1000	30	

<sup>1</sup> Сталь 30; штамповка в вальцах без смазки;  $D = 550$  мм.

33. Поправочный коэффициент  $\psi$  для различных марок сталей

Марка стали	Температура в °С	
	900	1000
30 ХГСА	0,7	0,8
18 Х2Н4ВА	1,0	1,0
2Х13	1,5	1,3
1Х17Н2	2,0	1,6

35% по сравнению со средним давлением при штамповке в вальцах без смазки.

Среднее давление при вальцовке заготовок в заготовительных ручьях

отличается от удельного давления при штамповке в вальцах (табл. 34).

Полное усилие на валок при штамповке в вальцах определяют по формуле

$$P = p_c b_c \sqrt{R \Delta h}, \quad (74)$$

где  $b_c$  — средняя ширина очага деформации в мм ( $b_c = \frac{b_0 + b_1}{2}$ );  $R$  — рабочий радиус штампов;  $\Delta h$  — разность высот заготовок при входе и выходе из штампов в мм;  $\Delta h = h_{0c} - h_{1c}$ ;  $b_0$ ,  $b_1$  — соответственно ширина заготовки до и после вальцовки в мм.

34. Среднее давление  $p_c$  при вальцовке фасонных заготовок<sup>1</sup>

Относительное обжатие $\varepsilon = \frac{h_{0c} - h_{1c}}{h_{0c}} \times 100\%$	Температура вальцовки в °С	Среднее давление в кг/мм <sup>2</sup>	
		без смазки	с графитовой смазкой
30	1150	8	6
40	1150	10	8
50	1150	12	10
60	1150	17	13

<sup>1</sup> Сталь 50;  $D = 500$  мм;  $h_{0c}$  — высота соответственной заготовки до вальцовки;  $h_{1c}$  — то же, после вальцовки

Момент вальцовки, соответствующий крутящему моменту, передаваемому валкам, без момента трения в их шейках, находят по формуле

$$M = P u \left( 1 + \frac{1}{\eta} \right), \quad (75)$$

где  $u$  — плечо силы  $P$  в мм; при штамповке в вальцах  $u = (0,25 \div 0,3) l_d$ ; при формовочной вальцовке  $u = (0,4 \div 0,6) l_d$ ;  $l_d$  — длина очага деформации в мм ( $l_d = \sqrt{R \Delta h}$ );  $\eta$  — к. п. д. зубчатой передачи между валками; в качестве средних значений можно рекомендовать  $\eta = 0,97$ .

**Пример 9.** Определить усилие и крутящий момент деформации при вальцовке фасонной заготовки в овальном ручье по данным примера 4. Сталь 50. Температура вальцовки  $1150^{\circ}\text{C}$ . Вальцовка производится с графитовой смазкой.

Имеем

$$h_{0c} = h_0 = b_0 = 30,3 \text{ мм};$$

$$a_1 = \frac{b_1}{h_1} = \frac{36,5}{20} = 1,82;$$

$$F_1 = 550 \text{ мм}^2;$$

$$D_p = 276 \text{ мм}.$$

По формуле (17в) определяем размеры соответственной заготовки, выходящей из овального ручья

$$h_{1c} = \sqrt{\frac{F_1}{a_1}} = \sqrt{\frac{550}{1,82}} = 17,4 \text{ мм};$$

Подсчитываем величину относительного обжатия

$$\epsilon = \frac{h_{0c} - h_{1c}}{h_{0c}} 100 = \frac{30,3 - 17,4}{30,3} 100 = 42 \%$$

По табл. 34 находим среднее давление при  $1150^{\circ}$  и  $\epsilon = 42\%$

$$p_c \approx 8 \text{ кг/мм}^2.$$

Находим среднюю ширину очага деформации

$$b_c = \frac{b_0 + b_1}{2} = \frac{30,3 + 36,5}{2} = 33,4.$$

По формуле (74) определяем усилие вальцовки

$$P = p_0 b_c \sqrt{R(h_{0c} - h_{1c})} = 8 \cdot 33,4 \sqrt{138(30,3 - 17,4)} = 11,2 \text{ т}.$$

Принимаем

$$u = 0,45 \sqrt{R \Delta h} = 0,45 \sqrt{138(30,3 - 17,4)} = 19 \text{ мм}$$

По формуле (75) находим крутящий момент вальцовки

$$M = Pu \left(1 + \frac{1}{\eta}\right) = 11200 \cdot 19 \left(1 + \frac{1}{0,97}\right) = 0,42 \text{ тм}$$

**Проводки.** Проводки разделяются на задние (рис. 58), поддерживающие за-

готовки в определенном положении по отношению к ручью штампа, и передние (рис. 59), которые снимают поковки со штампов за заусенец.

Проводки делают съемными, так как в этом случае удобнее производить обработку рабочих поверхностей. Кро-

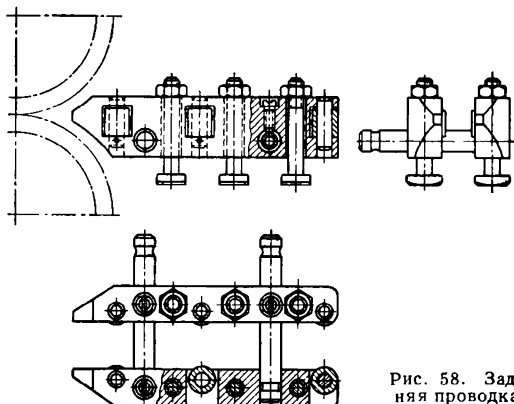


Рис. 58. Задняя проводка

ме того, можно регулировать расстояние между ножами проводки. Каждая заготовка требует отдельных проводок, которые обеспечивают устойчивость заготовки при штамповке и получение прямого профиля.

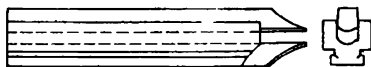


Рис. 59. Передняя проводка

Проводки для холодной вальцовки изготовляют из бронзы или латуни, во избежание получения царапин на заготовках, а для горячей штамповки — из хромоникелевых сталей 12ХНЗА, 12Х2Н4А и 18Х2Н4ВА или из их заменителей 15ХФ и 18ХГТ.

Расстояние от вертикальной линии центров валков до края передней проводки (рис. 60) следует выбирать возможно меньшим, чтобы не было изгиба поковки, но не менее того, которое получается по следующей формуле:

$$c = \sqrt{b(D - b)},$$

где  $b$  — расстояние от края проводки до пересечения рабочего диаметра

валка с положительной полуосью  $Oy$ , которое принимают равным 10—15 мм;  $D$ —начальный диаметр штампов в мм.

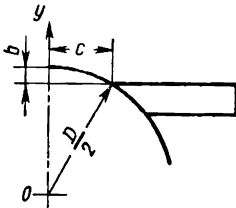


Рис. 60. Схема к определению величин  $c$  и  $b$

Передние проводки крепят в проводкодержателе (рис. 61), который устанавливается на поперечине вальцов.

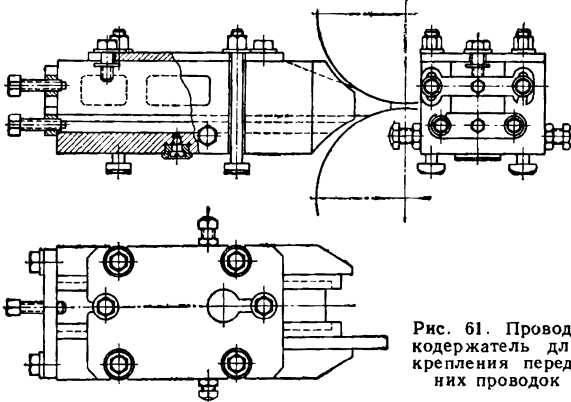


Рис. 61. Проводкодержатель для крепления передних проводок

В настоящее время распространены следующие конструкции крепления проводкодержателя:

болтовая — проводкодержатель крепят к поперечине ковочных вальцов при помощи двух болтов и планки (рис. 62, а);

бандажированная — проводкодержатель насаживается на поперечину и крепится к ней болтами (рис. 62, б);

составная — проводкодержатель крепится к поперечине при помощи фигурной планки и торцевого болта (рис. 62, в);

клиновья (рис. 62, г);

коническая — проводкодержатель с креплением к поперечине ласточкиным хвостом (рис. 62, д).

Наибольшее распространение имеет коническая и клиновья конструкции, преимущество которых перед остальными — простота изготовления.

Если к станине вальцов прикреплены передний и задний столы, проводкодержатели присоединяют к столам посредством длинных сквозных болтов. Диаметр  $d$  болтов рекомендуется определять в зависимости от их длины  $l$  (в мм):

$l$ в мм	280—350	450—550	600—750	Св. 750
$d$ в мм	M20	M24	M30	M36

Самотормозящие клинья выполняют обычно с конусностью (рис. 62, е)

$$\frac{a}{l} = \frac{1}{40}; \frac{1}{30}, \text{ реже } \frac{1}{24}; \frac{1}{20}.$$

Толщина клина

$$b = \left( \frac{1}{4} \div \frac{1}{3} \right) d,$$

где  $d$  — диаметр болта под клином в мм.

Высоту клина  $h$  определяют из условия прочности его на изгиб, но обычно  $h \geq 2,5b$ .

Материал клиньев — сталь с пределом прочности не ниже 50—60 кг/мм<sup>2</sup>.

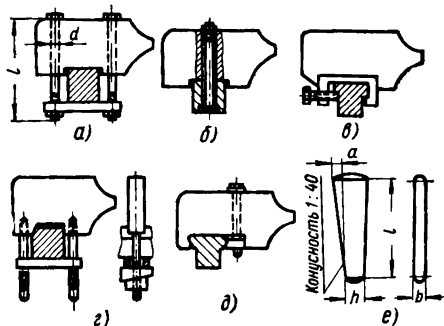


Рис. 62. Конструкции крепления проводкодержателя к поперечине ковочных вальцов

В тех случаях, когда процесс штамповки в вальцах ведется с большим износом рабочей поверхности штампов, применяют проводки с предохранительным механизмом от перегрузок. Конструкция такой проводки описана в литературе [20].

Исходное положение заготовки перед вальцовкой относительно линии центров валков обычно фиксируется передним упором (рис. 63, б) и в редких случаях задним (рис. 63, а).

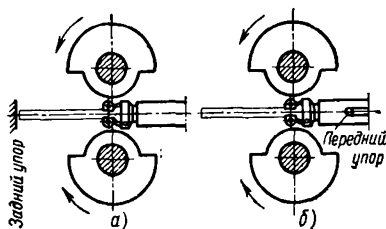


Рис. 63. Схема подачи заготовки в валки: а — фиксация по заднему упору; б — фиксация по переднему упору

Фиксация по заднему упору позволяет применять обычные кузнечные клещи, но требует большой затраты труда вальцовщика и не обеспечивает стабильного захвата заготовок валками. Эту схему подачи заготовок в валки можно рекомендовать только при небольших партиях заготовок диаметром до 30 мм.

Заготовки больших размеров целесообразно подавать в валки по переднему упору.

## РАСКАТКА КОЛЬЦЕВЫХ ЗАГОТОВОК

### Способы раскатки

Горячую раскатку кольцевых заготовок осуществляют тремя способами: открытым, полукрытым и закрытым. Открытый способ раскатки (рис. 64) наиболее распространен. Точность наружного диаметра определяется чувствительностью устройства переключения машины.

Принципиальная схема раскаточной машины модели МГР-250-РМ-300М приведена на рис. 65.

Полукрытый способ раскатки (рис. 66) имеет в отечественной промышленности ограниченное применение. Он отличается от открытого наличием двух пар свободно

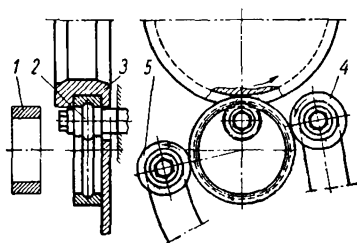


Рис. 64. Схема открытого способа раскатки кольцевых заготовок: 1 — раскатываемая заготовка; 2 — центральный раскаточный валок; 3 — вращающийся нажимной валок; 4 — направляющий ролик; 5 — контрольный ролик

вращающихся конических роликов, обжимающих торцы заготовки в процессе ее раскатки. Величину обжатия торцов можно регулировать, чем достигается более точная высота кольцевой поковки.

Закрытый способ раскатки (рис. 67) не получил распространения в отечественной промышленности и в данное время его почти не применяют.

Применение раскатки поковок при изготовлении колец обеспечивает следующие преимущества: 1) повышенную точность геометрической формы за счет уменьшения разностенности, овальности и допусков; 2) приближение формы сечения раскатанной поковки к форме сечения готовой детали путем снижения припусков и напусков; 3) возможность штамповки предварительно-откованных заготовок на горизонтально ковочных машинах (ГКМ) для последующей раскатки, в целях получения поковок, значительно больших размеров, чем это возможно по допускаемым усилиям современных горизонтальноковочных машин.

Возможное в ряде случаев увеличение трудовых затрат в кузнечном цехе компенсируется повышением производительности при последующей точковой обработке раскатанных поковок.

В табл. 35 и 36 приведены характерные формы кольцевых поковок, раскатываемых открытым способом. Для

Поковки более сложных форм с несимметричным профилем (табл. 36) требуют применения исходных заго-

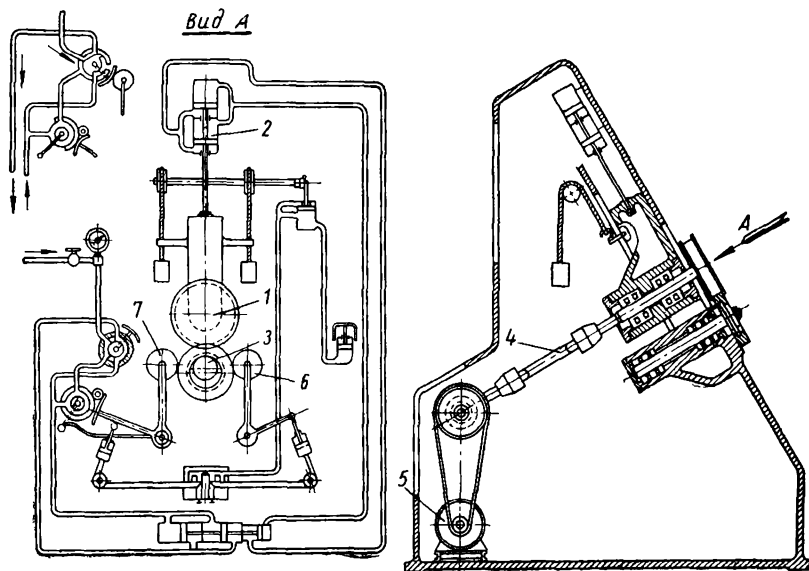


Рис. 65. Принципиальная схема раскаточной машины МГР-250 и РМ-300М: 1 — вращающийся нажимной валок (бандаж); 2 — гидравлический цилиндр; 3 — центральный раскаточный валок; 4 — шарнирный вал; 5 — электродвигатель; 6 — направляющий ролик; 7 — контрольный ролик

колец с симметричным профилем сечения (табл. 35) исходными служат кольцевые заготовки с прямоуголь-

товок, форма сечения которых подобна форме раскатанной поковки. Эту группу заготовок для раскатки в зависи-

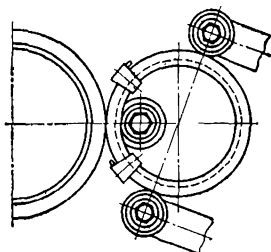


Рис. 66. Схема полуоткрытого способа раскатки заготовок

мым профилем сечения, получаемые в зависимости от габаритных размеров штамповкой на горизонтально-ковочных машинах и молотах или ковкой на молотах и гидравлических прессах.

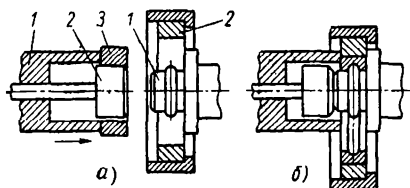
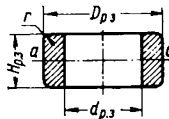
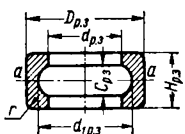
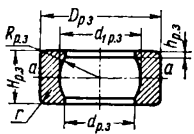
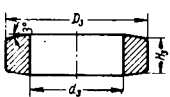
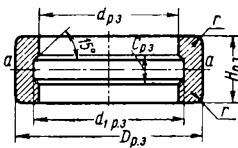
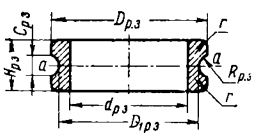
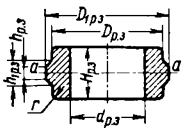
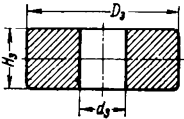


Рис. 67. Схема закрытого способа раскатки заготовок: а — положение рабочих деталей до начала раскатки; б — после раскатки; 1 — центральный валок; 2 — валок-матрица; 3 — заготовка

мости от размеров изготавливают штамповкой на горизонтально-ковочных машинах, молотах и кривошипных го- рючештампованных прессах.

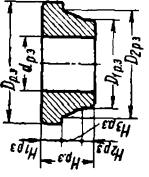
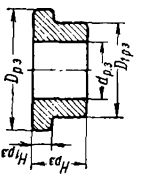
## 35. Характерные формы раскатанных поковок с симметричным профилем сечения и заготовки к ним

Раскатанная поковка		Заготовка под раскатку	
Форма	Объем $V_{p.z}$	Форма	Внутренний диаметр $d_3$
	$\frac{\pi}{4} (D_{p.z}^2 - d_{p.z}^2) H_{p.z}$	По эскизу раскатанной поковки	(0,6—0,7) $d_{p.z}$
	$\frac{\pi}{4} [(D_{p.z}^2 - d_{p.z}^2) H_{p.z} - 0,5 (d_{1p.z}^2 - d_{p.z}^2) C_{p.z}]$		
	$\frac{\pi}{4} [D_{p.z}^2 H_{p.z} - H_{p.z} - 2h_{p.z} \frac{D_{p.z}^2 - d_{p.z}^2}{3} \times (2d_{1p.z}^2 + d_{p.z}^2) - d_{p.z}^2 2h_{p.z}]$ $H_{p.z}$ и $h_{p.z}$ брать по максимальным размерам		
	$\frac{\pi}{4} [(D_{p.z}^2 - d_{p.z}^2) H_{p.z} - (d_{1p.z}^2 - d_{p.z}^2) C_{p.z}]$		
	$\frac{\pi}{4} [(D_{p.z}^2 - d_{p.z}^2) H_{p.z} - (D_{1p.z}^2 - D_{p.z}^2) C_{p.z}]$		
	$\frac{\pi}{4} [(D_{p.z}^2 - d_{p.z}^2) H_{p.z} + (D_{1p.z}^2 - D_{p.z}^2) h_{p.z}]$		
Примечание. $H_3 = H_{p.z}$ ; $D_3 = \sqrt{\frac{4V_3}{\pi} + d_3^2}$ .			(0,6—0,75) $d_{p.z}$

36. Характерные формы раскатанных поковок с несимметричным профилем сечения и заготовки к ним

Раскатанная поковка		Заготовка под раскатку	
Форма	Объем $V_{p.s}$	Форма	Размеры
	$\frac{\pi}{4} \left[ D_{p.s}^2 H_{p.s} - \frac{H_{p.s}^3}{3} \times \right. \\ \left. \times \left( D_{1p.s}^2 + D_{1p.s} d_{p.s}^2 + d_{p.s}^2 \right) - d_{p.s}^2 H_{1p.s} \right]$		$d_3 = (0,6 \pm 0,7) d_{p.s}$ $d_{13} = d_{p.s} + (d_{1p.s} - d_{p.s})$ $D_3 = \sqrt{\frac{1}{H_3} \left\{ \frac{4V}{\pi} + \left[ \frac{H_{23}^2}{3} - (d_{p.s}^2 + d_{13} d_3 + d_3^2) + H_{13} d_3 \right] \right\}}$ $H_3 = H_{p.s}; H_{13} = H_{1p.s}$
	$\frac{\pi}{4} \left[ D_{p.s}^2 H_{p.s} - \frac{H_{p.s}^3}{3} \times \right. \\ \left. \times \left( d_{1p.s}^2 + d_{1p.s} d_{p.s} + d_{p.s}^2 \right) \right]$		$d_3 = (0,6 \pm 0,7) d_{p.s}$ $D_3 = \sqrt{\frac{1}{H_3} \left\{ \frac{4V}{\pi} + \left[ \frac{H_{23}^2}{3} (d_{13}^2 + d_3^2 + d_{13} d_3) + H_{13} d_3 \right] \right\}}$



Раскатанная поковка		Заготовка под раскатку	
Форма	Объем $V_{p.з}$	Форма	Размеры
	$\frac{\pi}{4} \left[ D_{p.з}^2 H_{1p.з} + \frac{H_{2p.з}}{3} \times \right. \\ \left. \times (D_{1p.з}^2 + D_{1p.з} D_{2p.з} + D_{2p.з}^2) + D_{2p.з}^2 H_{2p.з} - \right. \\ \left. - d_{p.з}^2 H_{p.з} \right]$	<p>По эскизу раскатанной поковки</p>	$d_{з} = (0,6 \div 0,7) d_{p.з}$ $D_{з} = \sqrt{D_{p.з}^2 - d_{p.з}^2 + d_{з}^2}$ $D_{1з} = \sqrt{D_{1p.з}^2 - d_{p.з}^2 + d_{з}^2}$ $D_{2з} = \sqrt{D_{2p.з}^2 - d_{p.з}^2 + d_{з}^2}$ $H_{з} = H_{p.з}; H_{2з} = H_{2p.з};$ $H_{1з} = H_{1p.з}$
	$\frac{\pi}{4} (D_{p.з}^2 H_{1p.з} + D_{2p.з}^2 H_{2p.з} - d_{p.з}^2 H_{p.з})$		$D_{з} = \sqrt{D_{p.з}^2 - d_{p.з}^2 + d_{з}^2}$ $D_{1з} = \sqrt{D_{1p.з}^2 - d_{p.з}^2 + d_{з}^2}$ $H_{з} = H_{p.з}; H_{1з} = H_{1p.з};$ $H_{2з} = H_{2p.з}$

### Разработка технологического процесса

Степень обжатия  $K$  при горячей раскатке (отношение площадей поперечных сечений кольцеобразной поковки до и после раскатки) следует назначать в пределах 1,3—1,6 исходя из условия получения исходных заготовок (с наружным диаметром до 250 мм) на горизонтально-ковочной машине в один переход.

Повышение относительного обжатия позволяет получить более благоприятную макроструктуру, но приводит к уменьшению внутреннего диаметра заготовки и необходимости применения исходного прутка меньшего диаметра, что увеличивает число переходов при высадке. Кроме того, снижается производительность раскаточных машин.

Припуск на механическую обработку и допуски на раскатанные поковки приведены в табл. 37.

37. Припуски на механическую обработку и допуски на размеры кольцевых поковок, изготавливаемых раскаткой, в мм

Наружный диаметр детали	Припуск	Допуск	Внутренний диаметр детали	Припуск	Допуск
До 80	3,0	1,0	До 50	2,5	1,5
81—120	3,5	1,5	51—80	3,0	2,0
121—150	4,0	1,5	81—120	3,0	2,0
151—180	4,0	1,5	121—150	3,5	2,0
181—210	4,5	2,0	151—180	3,5	3,0
211—250	5,0	2,0	181—200	4,0	3,0
251—300	5,5	2,0	201—250	4,5	3,0
301—400	6,0	3,0	251—300	5,0	5,0
401—500	7,0	4,0	301—400	6,0	6,0
501—600	8,0	5,0	401—500	7,0	8,0
601—700	9,0	6,0	501—600	8,0	10,0

38. Характеристики раскаточных машин

Тип машины	Давление нажимного вала в т	Диаметр раскатываемых колец в мм		Высота раскатываемых колец в мм	Производительность в шт/ч
		min	max		
МГР-250	6—6,3	80	250	До 60	250—700
МГР-300	10—12	150	300	» 70	75—200
РМ-300М	16	200	300	» 110	58—110
РМ-500	32	200	450	» 130	55—110
КП-2	25	150	300	» 80	80—100
БРМ	60—70	250	700—800	» 200	35—85

Размеры заготовок для раскатки определяют по равенству объемов заготовок до ( $V_3$ ) и после ( $V_{p.з}$ ) раскатки, с учетом угара при нагреве под раскатку, на основании заданной степени обжатия  $K$ , считая высоту заготовок  $h_3$  до и после раскатки  $h_{p.з}$  постоянными:

$$h_3 = h_{p.з}; \quad K = 1,3 \div 1,6.$$

Наружный и внутренний диаметры цилиндрической кольцеобразной заготовки под раскатку в общем случае определяют по формулам:

$$D_3 = \frac{V_3}{\pi K S_{p.з} h_{p.з}} + S_{p.з} K;$$

$$d_3 = \frac{V_3}{K S_{p.з} h_{p.з}} - S_{p.з} K,$$

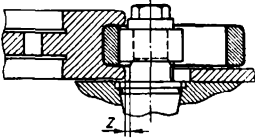
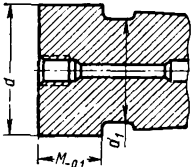
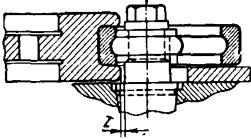
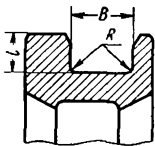
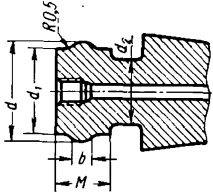
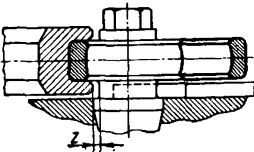
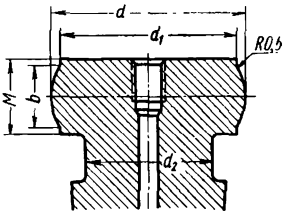
где  $S_{p.з}$  — толщина стенки кольцевой заготовки после раскатки, определяемая как частное от деления площади ее сечения на высоту.

Приведенные формулы справедливы при определении размеров заготовок для раскатки колец с симметричным профилем сечения.

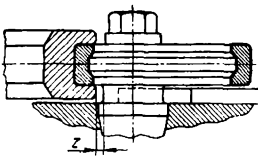
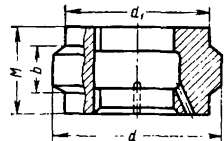
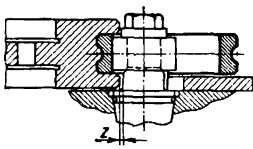
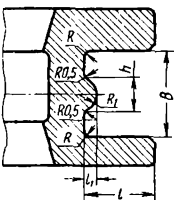
При определении размеров заготовок для раскатки колец с несимметричным профилем необходимо соблюдение равенства разности квадратов диаметров любых сечений, перпендикулярных оси кольцевой заготовки до и после раскатки.

При раскатке поковок со сложным внутренним профилем, а также с дорожкой качения на наружной поверхности, раскатываемых с коэффициентом

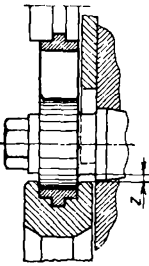
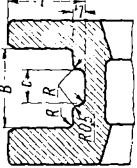
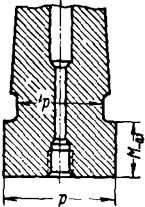
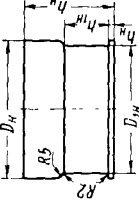
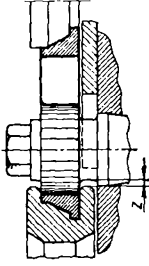
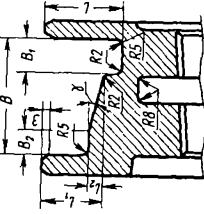
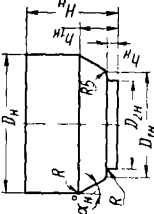
## 39. Рабочие размеры раскаточного инструмента

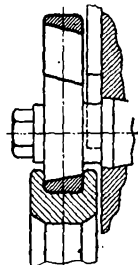
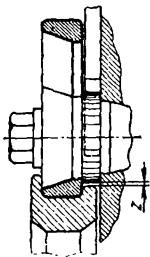
Схема раскатки	Нажимной валок	Центральный валок
		 $d = d_3 - (3 \div 5) \text{ мм};$ $d_1 = d - 2(l + z - S_{p.з});$ $M = B - (0,5 \div 1,2) \text{ мм}$
	 $B = H_{p.з \text{ max}} \times (1 + \lambda);$ $i = S'_3 = \frac{D_3 - d_3}{2};$ $R = R_{p.з};$	 $d = d_3 - (3 \div 5) \text{ мм};$ $d_1 = d - (d_{1p.з} - d_{p.з});$ $d_2 = d_1 - 2(l + z - S_{p.з});$ $M = B - (0,5 \div 1,2) \text{ мм};$ $b = c_{p.з}$
		 $d = d_3 - (3 \div 5) \text{ мм};$ $d_1 = d (d_{1p.з} - d_{p.з});$ $d_2 = d_1 - 2(l + z - S_{p.з});$ $M = B - (0,5 \div 1,2) \text{ мм};$ $b = c_{p.з}$

Продолжение табл. 39

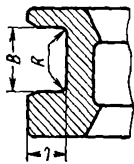
Схема раскатки	Нажимной валок	Центральный валок
	$B = H_{p.з \max} \times (1 + \lambda);$ $l = S'_з = \frac{D_з - d_з}{2};$ $R = R_{p.з}$	 <p> <math>d = d_з - (3 \div 5) \text{ мм};</math>  <math>d_1 = d - (d_{1p.з} - d_{p.з});</math>  <math>b = c_{p.з};</math>  <math>M = B - (0,5 \div 1,2) \text{ мм}</math> </p>
	 <p> <math>B = H_{p.з \max} \times (1 + \lambda); h = c_{p.з}</math>  <math>l = S_з = \frac{D_з - d_з}{2};</math>  <math>l_1 = \frac{D_{p.з} - D_{1p.з}}{2};</math>  <math>R = R_{p.з};</math>  <math>R_1 = r_{p.з}</math> </p>	<p>Эскиз см. п. I</p> <p> <math>d = d_з - (3 \div 5) \text{ мм};</math>  <math>d_1 = d - 2(l + z - S_{p.з}) \text{ мм};</math>  <math>H = B - (0,5 \div 1,2) \text{ мм}</math> </p>
<p>Примечание. z — см табл 41, <math>\lambda \approx 0,013</math> — усадка</p>		

## 40. Рабочие размеры раскаточного инструмента

Схема раскатки	Нажимной валок	Центральный валок	Направляющий ролик
	<p><math>B = H_{p.з} \max (1 + \lambda);</math></p>  <p><math>c = c_{p.з}; l = \frac{D_3 - d_3}{2};</math></p> <p><math>D_{1p.з} = \frac{D_{1p.з} - D_{p.з}}{2};</math></p> <p><math>R = R_{p.з}</math></p>	 <p><math>d = d_3 - (3 \div 5) \text{ мм};</math></p> <p><math>d_1 = d - 2(l + z - S_{p.з});</math></p> <p><math>M = H_{p.з} - (0.5 \div 1.2) \text{ мм}</math></p>	<p>Направляющий ролик</p> <p><math>H_N</math> — см. табл. 46</p>  <p><math>h_N = \frac{B - C}{2} - (4 \div 5) \text{ мм},</math> где B и C — размеры нажимного вала</p> <p><math>h_{1N} = C + (2 \div 3) \text{ мм};</math></p> <p><math>D_{1N} = D_N - D_{1p.з} - D_{p.з}</math></p> <p><math>D_{2N} = D_N - 2 \lg \alpha (h_{1N} - h_N),</math> где <math>\alpha</math> — угол бандажа.</p> <p><math>D_{2N} = D_N - (D_{p.з} - D_{2p.з});</math></p> <p><math>h_N = H_N</math> — см. табл. 46;</p> <p><math>h_N = H_{1p.з} \max + (5 \div 10) \text{ мм};</math> <math>h_{1N} = B - B_2,</math> где B и <math>B_2</math> — соответственно размеры нажимного вала; <math>\alpha_N = \alpha</math> — углы нажимного вала</p>
	<p><math>B = H_{p.з} \max (1 + \lambda);</math></p>  <p><math>B_1 = H_{1p.з} \max;</math></p> <p><math>B_2 = H_{2p.з}; l = S_3 = \frac{D_3 - d_3}{2};</math></p> <p><math>l_1 = \frac{D_{1p.з} - d_3}{2}; l_2 = \frac{D_{2p.з} - d_3}{2}</math></p>	<p><math>D_{2N} = D_N - (D_{p.з} - D_{2p.з});</math></p> <p><math>h_N = H_N</math> — см. табл. 46;</p> <p><math>h_N = H_{1p.з} \max + (5 \div 10) \text{ мм};</math> <math>h_{1N} = B - B_2,</math> где B и <math>B_2</math> — соответственно размеры нажимного вала; <math>\alpha_N = \alpha</math> — углы нажимного вала</p>	<p>Направляющий ролик</p> <p><math>H_N</math> — см. табл. 46</p>  <p><math>h_N = \frac{B - C}{2} - (4 \div 5) \text{ мм},</math> где B и C — размеры нажимного вала</p> <p><math>h_{1N} = C + (2 \div 3) \text{ мм};</math></p> <p><math>D_{1N} = D_N - D_{1p.з} - D_{p.з}</math></p> <p><math>D_{2N} = D_N - 2 \lg \alpha (h_{1N} - h_N),</math> где <math>\alpha</math> — угол бандажа.</p> <p><math>D_{2N} = D_N - (D_{p.з} - D_{2p.з});</math></p> <p><math>h_N = H_N</math> — см. табл. 46;</p> <p><math>h_N = H_{1p.з} \max + (5 \div 10) \text{ мм};</math> <math>h_{1N} = B - B_2,</math> где B и <math>B_2</math> — соответственно размеры нажимного вала; <math>\alpha_N = \alpha</math> — углы нажимного вала</p>



$B = H_{p.з} \max (1 + \lambda);$



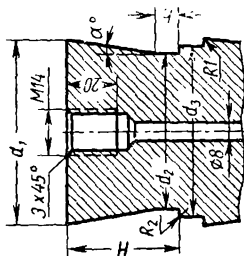
$l = \frac{d_2}{2} + S_{p.з} - \left( \frac{d_3}{2} + z \right),$

где  $d_2$  и  $d_3$  — размеры центрального вала;

$$S_{p.з} = \frac{D_{p.з} - d_{p.з}}{2};$$

$$R = R_{p.з}$$

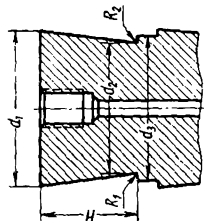
$d_1 = d_3 - (3 \div 6) \text{ мм.}$



$d_2 = d_1 - (d_{1p.з} - d_{p.з});$   
 $d_3 = d_2 + (6 \div 8) \text{ мм.};$   
 $H = B - (0.5 + 1.2) \text{ мм.};$   
 $h = H_{1p.з}; \text{ tg } \alpha = \frac{d_1 - d_2}{2(H - h)}$

$R_1 = 1 \div 3 \text{ мм.};$

$R_2 = 0.5 \div 1.0 \text{ мм.}$

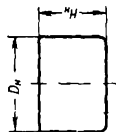


$d_1 = d_3 - (3 \div 6) \text{ мм.},$   
 $d_2 = d_1 - (d_{1p.з} - d_{p.з});$

$d_3 = d_2 + (6 \div 8) \text{ мм.};$

$H = B - (0.5 + 1.2) \text{ мм.};$

$\text{tg } \alpha = \frac{d_1 - d_2}{2H}$



$D_n$  и  $H_n$  — см. табл. 46

Примечание.  $z$  — см. табл. 41,  $\lambda \approx 0.013$  — усадка.

обжатия  $K > 1,6$ , происходит искажение (утяжка) торцов. Для компенсации этой утяжки заготовки, получаемые штамповкой на горизонтально-ковочных машинах, выполняют со скошенными торцами. Угол наклона торцов назначают в зависимости от формы раскатываемых поковок в пределах  $2-3^\circ$ .

Размеры заготовок для кольцевых поковок некоторых форм даны в табл. 35 и 36.

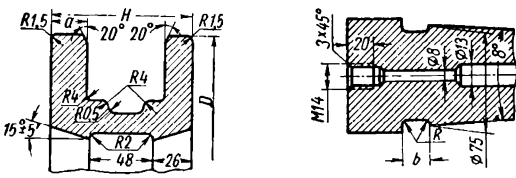
Выбор раскаточного оборудования, применяемого в отечественной про-

### Проектирование инструмента

Размеры рабочего профиля инструмента назначают с учетом температурной усадки заготовок  $\lambda \approx 0,013$  (при  $1000^\circ$ ).

В зависимости от геометрических форм раскатываемых поковок выбирают формы и размеры рабочих элементов раскаточного инструмента в соответствии с данными, приведенными в табл. 39 и 40. Постоянные размеры сменного раскаточного инструмента следует принимать по табл. 41.

41. Постоянные размеры сменного раскаточного инструмента



Тип машины	Нажимной валок			Центральный валок		Направляющий ролик		Зазор z
	D	H	a	b	R	D <sub>н</sub>	H <sub>н</sub>	
МГР-250	420	110	16	21	4	95— 100	65	1—3
МГР-300	510	110— 130	18	Составной		120	80	2—4
РМ-300М	690	182	21	24	9	150	120	5—6
РМ-500	670	182	21	24	9	150	120	5—6
БРМ	1150	50— 160	Гладкий	Гладкий	80— 110	150	240	—

Примечание. Обозначения D<sub>н</sub>, H<sub>н</sub> см. рисунки к табл. 40, z — табл. 39 и 40.

мышленности, производят по его эксплуатационным характеристикам (табл. 38).

Раскатку кольцеобразных поковок диаметром свыше 700—800 мм выполняют в Советском Союзе по технологии и на оборудовании, предназначенном для прокатки бандажей колесных пар локомотивов. В зарубежной практике при производстве кольцевых поковок диаметром до 2000 мм применяются специализированные раскаточные машины производительностью до 60 поковок в 1 ч.

### НАКАТКА ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС, ЗВЕЗДОЧЕК И ВИНТОВ

Технологический процесс [1, 4, 5, 6]

**Зубчатые колеса.** В практике установилось два различных технологических процесса накатки зубчатых колес: 1) для колес с модулем до 4 мм; 2) для колес с модулем 5 мм и выше. В первом случае зубчатые колеса устанавливают на определенное межцентровое расстояние, а заготовки, нанизанные на стержень в виде стопки и зажатые гидравлическим устройством, распо-

лагают точно по середине между валками ниже их (рис. 68). Заготовки перед прокаткой нагревают в кольцевом индукторе.

Заборной конической частью валков осуществляется в основном деформация заготовки и образование зубьев, а цилиндрической частью — калибровка их. В процессе прокатки на валки подается технологическая смазка — смесь графита с веретенным маслом. Скорость осевой подачи заготовок (2—10 мм/сек) выбирают так, чтобы за время прохождения через индуктор заготовка нагревалась до температуры прокатки (1200° С).

По профилю зубьев заготовку не обрабатывают, зачищают лишь заусенцы по их торцам. Кроме того, растачивают в окончательный размер осевое отверстие и обрабатывают торцы заготовок. Базой для расточки отверстия является зубчатый венец, который зажимают по делительной ок-

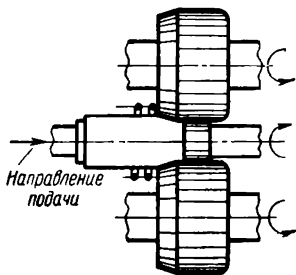


Рис. 68. Схема накатки шестерни с осевой подачей заготовки

жности в специальном приспособлении. Иногда за базу принимают наружный диаметр шестерни; при накатке зубьев он получается достаточно точным.

Этот технологический процесс обеспечивает изготовление зубчатого венца с прямыми и косыми зубьями с точностью до 10-й степени. Его применяют в тех случаях, когда прокатанные шестерни работают при сравнительно невысоких скоростях. Производительность стана 150—200 шестерен в 1 ч.

Во втором случае технологический процесс с радиальной подачей осуще-

ствляется двумя парами валков, из которых одна пара зубчатые, вторая — гладкие. Зубчатый и гладкий валок насажены на общий вал так, что зубчатый валок находится выше гладкого.

Штампованную заготовку зажимают гидравлическим устройством и располагают против гладких валков (рис. 69).

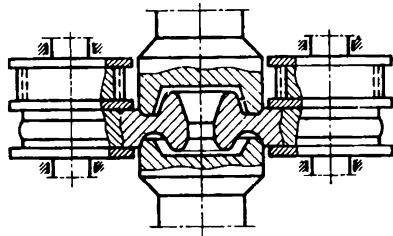


Рис. 69. Схема накатки шестерни с радиальной подачей валков

После нагрева заготовки до 1200° С секторным индуктором валки сближают и производят обкатку обода, придавая ему точные размеры по диаметру и ширине; одновременно на наружной стороне обода прокатывается желобок со стрелой прогиба 1—3 мм. Это способствует лучшему заполнению вершин зубьев по торцам при накатке. Далее валки разводят заготовку в зажатом состоянии с помощью гидроцилиндра, устанавливаемого против зубчатых валков, и на ней накатывают зубья с припуском на обработку 0,5—1,5 мм на сторону. При прокатке на валки подается технологическая смазка — графит с веретенным маслом. Реборды валков препятствуют вытеканию металла в торцы заготовки во время обкатки и накатки. После накатки зубьев шестерню подвергают термической обработке и травлению и передают в механический цех.

Производительность стана при накатке шестерен с  $m = 7$  мм и  $z = 28$  составляет 25—30 шт. в час.

**Звездочки.** Технологический процесс накатки звездочек подобен предыдущему. Разница заключается лишь в том, что заготовки обрабатывают по посадочному отверстию для посадки их на оправку и зубья звездочек



прокатывают начисто без припуска на механическую обработку.

Заготовки, вырубленные из листа, по наружному диаметру не обрабатывают, обод штампованных заготовок до накатки зубьев обрабатывают по наружному диаметру и торцам.

Заготовки обычно берут на 3—5 мм тоньше заданной ширины зубьев. В процессе накатки зубчатый венец уширяется, заполняя свободное пространство между ребрами валков.

Число оборотов валков 40—80 в минуту. Производительность 60—80 звездочек в час. Точность накатанных звездочек соответствует 3-му классу по ГОСТу 591—61.

**Винтовые резьбы.** Накатка винтовых резьб производится на двухвалковом или трехвалковом стане с валками, имеющими негативную нарезку по отношению к изделию (рис. 70). Валки

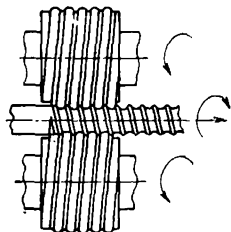


Рис. 70. Схема накатки винтов

устанавливают под углом к оси заготовки, равным разности углов подъема винтового профиля на валке и на изделии. Нарезка на валках имеет вначале заборный конус для облегчения захвата заготовки.

Резьбы с шагом до 8 мм можно накатывать в холодном состоянии, с шагом более 8 мм — в нагретом до температуры прокатки (1100—1200°С). Производительность стана при холодной накатке 25—30 м/ч, при горячей 45—50 м/ч.

В процессе накатки применяют технологическую смазку: сульфазол для холодной и графито-содовую для горячей. Точность накатанных в холодном состоянии винтов около 1-го класса по ГОСТу 9562—60, шероховатость рабочей поверхности резьбы соответствует 7—8-му классам по ГОСТу 2789—59.

#### Технико-экономические показатели процесса [4, 5, 6]

Накатка шестерен, звездочек и крупных резьб имеет преимущества по сравнению с механической обработкой.

1. Трудоемкость изготовления зубчатого венца и винтовой резьбы сокращается в несколько раз.

2. Экономится большое количество металла — 15—30% (табл. 42).

3. Прочность накатанных зубьев выше, чем фрезерованных: на усталостную прочность поверхности — на 15—20%, на усталость при изгибе — на 20—40%.

Это объясняется тем, что зубья накатанных изделий имеют более мелкозернистую структуру и волокна металла не перерезаются, а располагаются вдоль профиля.

4. Стоимость прокатанных валков ниже стоимости зуборезных фрез и стойкость их выше последних.

42. Экономия металла при накатке зубьев шестерен

Модуль в мм	Число зубьев	Ширина зубчатого венца в мм	Вес в кг		Экономия металла в кг
			штампованной заготовки под зубонарезание	заготовки под накатку	
7	28	37	12	9,6	2,4
9	24	50	14,7	11,1	3,6
9	36	42	23,1	19,1	4,0
9	28	60	21,6	17,1	4,5
6,5	63	68	33	27,7	5,3
10	17	140	41	28,5	12,5
Звездочки шаг 19	34	14	7	4,0	3

### Определение основных параметров процесса [1, 2, 4, 5, 6]

При проектировании процесса накатки необходимо определить:

1) размеры заготовки, 2) размеры накатных валков, 3) скорость вращения валков, 4) величину подачи валков, 5) усилие на валках, 6) крутящий момент на валках.

**Размеры заготовки под накатку** назначают исходя из того соотношения, чтобы объем металла, вытесняемого из впадин, был равен объему металла, находящегося в вершинах зубьев.

Диаметр заготовки определяется по формуле:

для зубчатых колес

$$d_3 = d_{cp} + 0,4m;$$

для звездочек

$$d_3 = d_a - \frac{1}{3}h.$$

Ширина обода заготовки  $b = b_0 - 1 \div 3$  мм.

Здесь  $d_{cp}$  — средний диаметр прокатываемой шестерни между окружностью вершин и окружностью впадин;  $m$  — модуль прокатываемой шестерни;  $d_a$  — диаметр шестерни или звездочки по вершинам зубьев;  $h$  — высота зуба;  $b_0$  — ширина обода шестерни или звездочки.

Диаметр и ширину обода штампованной заготовки под обкатку находят исходя из равенства объемов металла в обode обкатанной и штампованной заготовок.

**Валки для обкатывания заготовок** выполняют с гладкой выпуклой бочкой с двумя ребрами. Диаметр бочки приблизительно равен наружному диаметру накатного валка, стрелка выпуклости 1—3 мм; окончательно ее величину устанавливают при накатке.

**Валки для накатки шестерен** представляют собой зубчатые колеса с модулем, равным модулю накатываемых колес, с корригированным зацеплением и двумя ребрами.

Диаметр валков по вершинам зубьев определяют из условия правильного деления заготовки на заданное число зубьев:

$$d_a = \frac{d_3 z_a}{z_3};$$

$d_3$  — диаметр заготовки;  $z_a$  и  $z_3$  — число зубьев валка и накатываемой шестерни.

Коэффициент коррекции зацепления валков определяют по найденному диаметру по вершинам, числу зубьев валков и модулю.

**Валки для накатки звездочек** имеют зубья, сопряженные с зубьями звездочки. Нарезают их долбяком, представляющим собой копию накатываемой звездочки.

Условие правильного деления заготовки сохраняет силу и для данного случая.

Валки для накатки винтов выполняют с нарезкой, сопряженной с нарезкой изделия. Диаметр валков делают равным примерно двум диаметрам наибольшего накатываемого изделия.

**Скорость вращения валков и величина их подачи.** Соблюдение необходимой скорости вращения валков имеет большое значение. Практически скорость накатки для зубчатых колес 0,3—0,5 м/сек, для звездочек 0,5—1,5 м/сек, для винтов при холодной накатке 0,1—0,25 м/сек, при горячей накатке 0,3—0,9 м/сек; скорость подачи валков для накатки зубчатых колес с радиальной подачей вначале 0,7—1,5 мм и в конце 0,15—0,3 мм на 0,5 оборота заготовки; для накатки зубчатых колес с осевой подачей заготовки 2—10 мм/сек; для накатки звездочек 0,5—0,7 мм на 0,5 оборота заготовки; для холодной накатки винтов — осевая подача заготовки в валки 7—9 мм, для горячей — 12—15 мм в секунду.

**Усилие и крутящий момент на валках** [7]. При прокатке зубчатых колес и звездочек действует сила  $N$  от давления металла на валок (рис. 71) и перпендикулярная к ней тангенциальная сила  $T$ . Равнодействующая этих сил  $P$  проходит через центр заготовки.

Сила  $N = F p_{cp}$ , где  $F$  — площадь соприкосновения валка с заготовкой;  $p_{cp}$  — среднее давление металла на валок при деформации.

Согласно схеме действия сил на заготовку

$$P = \frac{N}{\cos(\alpha + \beta)}.$$

Ввиду малости угла практически не будет ошибки, если принять

$$P = N;$$

тогда

$$P = F p_{cp}.$$

Действующий на валок крутящий момент

$$M = PH.$$

Плечо

$$H = L \frac{D_2 + D_{1e}}{D_2} \approx L(1 + i).$$

$D_2$  — диаметр делительной окружности зубчатого колеса;  $\frac{D_{1e}}{D_2}$  — приблизительно равно передаточному числу  $i$ .  
Момент

$$M = PL(1 + i).$$

Контактная площадь  $F$  достигает наибольшей величины в конце прокат-

ной площади и плеча приложения равнодействующей силы:

$$F = Sb; \quad P = F p_{cp} = S b p_{cp},$$

где  $S = 3m + 3,6 \frac{\Delta h}{m} \cdot 0,01 (z_1 + z_2 - 50) m$ ;  $b$  — ширина обода колеса;  $\Delta h$  — обжатие на 0,5 оборота заготовки;

$$M = PL(1 + L),$$

где  $L = 2,3m \sqrt{\frac{\Delta h}{m}} + m \sqrt[3]{\frac{\Delta h}{m}} \times \times 0,01 (z_1 + z_2 - 50)$ .

Среднее давление

$$p_{cp} = 4,8\sigma_{\theta};$$

$\sigma_{\theta}$  — предел прочности материала шестерни при температуре накатывания.

В табл. 43 дано среднее давление для некоторых сталей.

43. Значение  $p_{cp}$  в зависимости от температуры и предела прочности стали

Температура в °С	Углеродистая сталь		Сталь 20ХНЗА	
	$\sigma_{\theta}$	$p_{cp}$	$\sigma_{\theta}$	$p_{cp}$
в кг/мм <sup>2</sup>				
1200	2,5	12	2,9	14
1150	3	14,4	3,7	17
1100	3,5	17	4,5	21,6
1050	4,4	21	5,4	2,6
1000	5	24	6,3	30
900	7	34	8,8	42

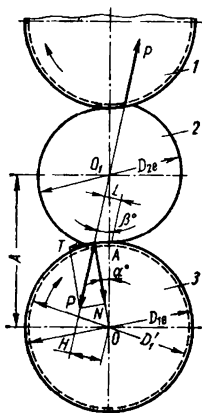


Рис. 71. Схема действия сил при накатке шестерни: 1 — валок; 2 — валок; 3 — заготовка;

ки. В это время контактная площадь состоит из нескольких участков.

Посредством вычисления на основании геометрических соображений и усреднения полученных результатов графическим способом выведены следующие формулы для расчета контак-

С учетом трения в ребордах валков усилие и момент на валках могут быть найдены по следующим формулам:

$$P_0 = S p_{cp} (b + 0,5m);$$

$$M_0 = P_0 L (1 + i).$$

#### Техническая характеристика станов

В табл. 44 дана краткая техническая характеристика станов для накатки зубчатых колес и звездочек, а в табл. 45 — для накатки крупных резьб.

44. Станы для накатки зубчатых колес и звездочек

Параметры	Станы для накатки зубчатых колес					Стан для звездочек
	30—200	120—320	300—600	180—350	ОС-1	ЗПС-120
Наибольший диаметр изделия в мм	200	320	600	350	250	340
Наименьший диаметр изделия в мм	30	12,0	300	180	40	50
Наибольший модуль или шаг в мм	3,5	7,0	6,5	9,0	5,0	25,4
Диаметр валков в мм	200	270	500	400	—	390
Наибольшее давление на валки в т	15	30	40	60	20	25
Наибольший крутящий момент в кг	60	500	1300	2500	—	150
Мощность главного привода в квт	10	55	100	125	20	17—36
Производительность в шт/ч	100	40	30	24	10	30—90
Вес стана в т	4,6	14,5	30	17	12	9,15
Габаритные размеры в м	2,4 × × 2 × 1,8	4,47 × × 2,2 × × 1,4	8 × 4 × × 3,2	5,8 × × 4 × 3,1	3,2 × × 2 × 3,3	4,7 × × 2 × 2,6

45. Станы для накатки крупных резьб

Параметры	Станы для накатки резьбы				
	холодной		горячей		
Диаметр накатываемых резьб в мм	20—100	25—150	36—80	50—180	24—90
Шаг резьбы в мм	6	6	10	31,4	24
Наибольшая длина накатываемой резьбы в мм	1200	1500	1900	800	150
Диаметр валков в мм	160—230	190—270	170—220	250—300	150—250
Число оборотов валков в минуту	8—30	12—190	18—25	30 и 60	20—50
Наибольшее усилие на валок в т	25	25	30	40	25
Наибольший крутящий момент на валке в кгм	300	400	350	500	400
Мощность привода стана в квт	14—18	40	28—40	50—80	67
Вес в т	6,5	9,6	13,2	16,4	19
Габариты в м	4,6 × × 2,7 × × 1,5	4,7 × × 2,7 × × 1,9	6,5 × × 2,3 × 2	6,8 × × 2,3 × × 2,4	7,5 × × 3 × 2,5

## НОВЫЕ СПОСОБЫ ШТАМПОВКИ

### Штамповка на высокоскоростных молотах

Подвижные детали высокоскоростных молотов имеют малые массы, но перемещаются с большой скоростью (18—30 м/сек). Высокоскоростные молоты по сравнению с обычными паровоздушными значительно компактнее, требуют меньшей площади в цехах, не нуждаются в глубоких и сложных фундаментах.

Для привода применяют сжатый азот, который находится в замкнутом объеме: высокое давление (до 140 ат) создается гидравлической системой. Имеются достаточно обнадёживающие данные создания высокоскоростных молотов системы «Petro—Forge» с применением бензина в качестве основного энергоносителя [1].

Соударение рабочих частей молота происходит в замкнутой системе; почти вся энергия расходуется на полезную работу — штамповку.

При пользовании высокоскоростными молотами очень важно знать точную величину кинетической энергии, необходимой для деформирования заготовки. Перед включением установки в работу надо дозировать энергию, так как недостача энергии скажется в незаполнении штампа металлом (брак поковки), а при избытке энергии возникнет перегрузка штампа и быстрый его износ или даже поломка.

В перспективе желательно иметь устройство, при помощи которого скорость изменялась бы независимо от энергии удара, так как каждому сплаву (металлу) свойственна некоторая оптимальная скорость деформирования. Существует мнение, что скорость, превышающая 20 м/сек, экономически нецелесообразна и, кроме того, повышение скорости вызывает, как правило, снижение стойкости инструмента [2].

Важным фактором является то, что поковки, как правило, штампуют за один удар, в результате чего металл соприкасается с пуансоном и матрицей весьма малое время. Передача тепла от заготовки к штампу ничтожна, кроме того, потеря тепла компенсируется теплом, выделяющимся при деформации. Иногда на узком участке поковки металл даже перегревается, в частности, металл, перетекающий через узкую часть полотна от ступицы к ободу при штамповке шестерен. Этот фактор надо обязательно учитывать при штамповке сплавов с узким температурным интервалом обработки.

В связи с изложенным необходимо точно определять температуру нагрева заготовок. Обычно нагрев заготовок производится на 80—150°С ниже, чем при обычных способах штамповки, при этом обязательно минимальное окалинообразование и минимальное обезуглероживание.

Установлено, что при высоких скоростях наблюдается более однородное течение металла, отсутствуют трещины в углах, которые встречаются при обычных способах штамповки (холодные зажимы и др.), также замечается уменьшение размеров зерен и немного увеличивается твердость. Окалина является пока основной проблемой, под-

лежащей разрешению, так как при высоких скоростях она вдавливается в поковку так, что зачастую остается даже после очистки поковок дробью.

Существуют две ведущие конструкции высокоскоростных молотов: фирмы

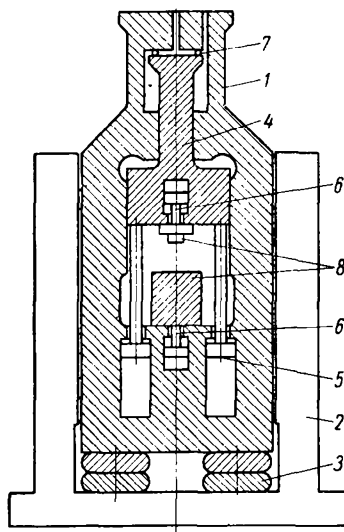
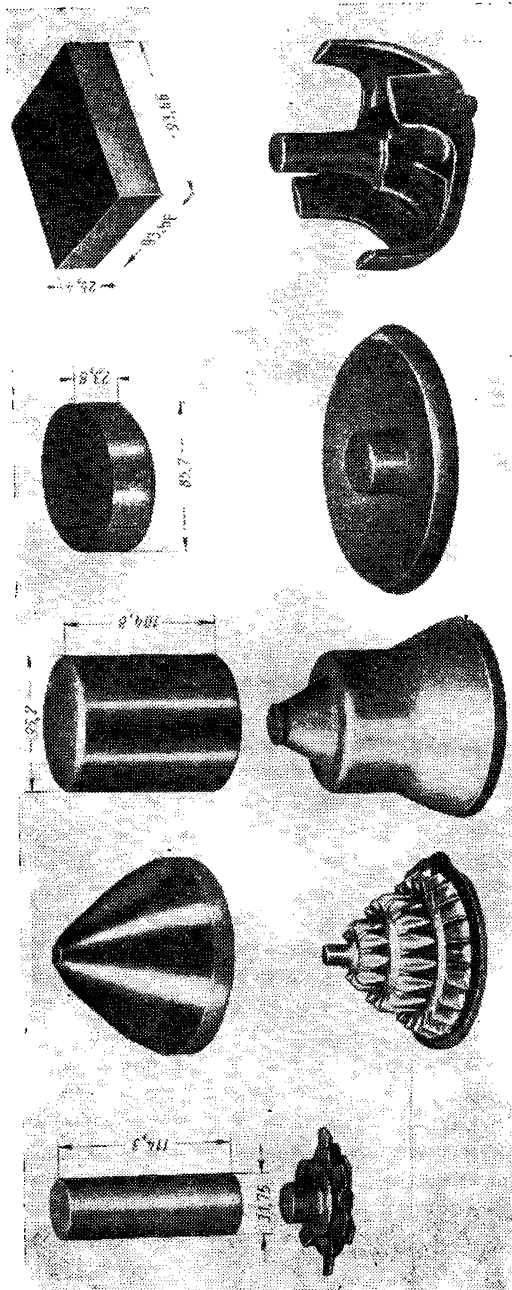
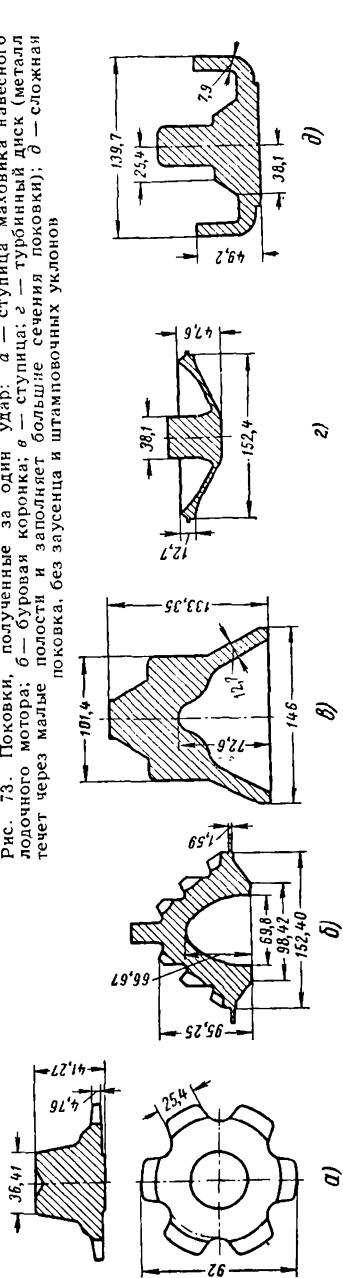


Рис. 72. Схема конструкции высокоскоростного молота фирмы «Дупарак»: 1 — перемещающаяся рама; 2 — опорная рама; 3 — воздушные амортизационные подушки; 4 — рабочий цельнокованый шток с поршнем и бабой; 5 — поршень масляно-гидравлической установки для подъема бабы; 6 — масляно-гидравлический вытравитель (у малых размеров молотов не требуются); 7 — уплотняющее кольцо; 8 — штамп

«General Dynamics Corp.», применяемые в промышленности под названием «Дупарак», работающие по принципу обычных штамповочных молотов (рис. 72), и вторая конструкция молотов фирмы «U. S. Industries, Inc.», сокращенно «U. S. I.», работающих как бесшаботные молоты; характеристики их даны в табл. 46.

Высокоскоростные молоты широко используются при штамповке труднодеформируемых металлов и сплавов, в основном для изготовления осесимметричных поволоков (рис. 73 и 74).

Рис. 73. Поковки, полученные за один удар: а — ступица маховика навесного лодочного мотора; б — буровая коронка; в — ступица; г — турбинный диск (металл течет через малые полости и заполняет большие сечения локовок); д — сложная поковка, без заусенца и штамповочных уклонов



## 46. Параметры высокоскоростных молотов

Параметры	Значение параметров		
<i>Молоты «Дупарак»</i>			
Модель . . . . .	350	620D	1220D
Энергия удара в кГм . . . . .	1100	5500	31 000
Ход бабы в мм . . . . .	225	305	380
Площадь бабы для штампов в мм	—	305 × 305	560 × 610
Расстояние между подштамповыми плитами в мм . . . . .	—	670	1050
Число ходов в минуту . . . . .	—	12	8
Усилие нижнего выталкивателя в т . . . . .	—	12	18
Ход нижнего выталкивателя в мм . . . . .	—	83	229
Усилие верхнего выталкивателя в т . . . . .	—	—	18
Ход верхнего выталкивателя в мм . . . . .	—	—	152
Высота над уровнем пола в мм . . . . .	—	2972	3556
Глубина под полом в мм . . . . .	—	381	1443
<i>Молоты «U. S. I.»</i>			
Модель . . . . .	500C	2000C	3500C
Энергия удара в кГм . . . . .	6910	20 730	41 460
Размеры плиты для штампов в мм . . . . .	368 × 407	407 × 610	673 × 838
Закрытая высота в мм . . . . .	356	406	483
Общий ход ползунов в мм . . . . .	305	305	381
Цикл одного рабочего хода в сек . . . . .	6	8	12
Производительность средняя [3] в шт/ч:			
при одном операторе . . . . .	—	180—220	—
» двух операторах . . . . .	—	300	—

Преимущества штамповки на этих молотах:

а) получение поковок сложной формы за один удар, и только при штам-

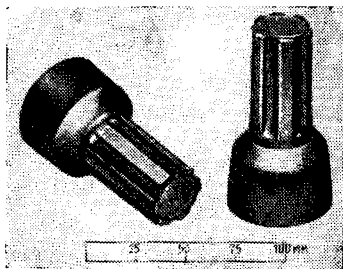


Рис. 74. Поковка промежуточного вала для автомобиля, изготовленная из углеродистой стали (заготовка диаметром 60 мм, длиной 49 мм. нагрев 1065° С)

повке особо труднодеформируемых сталей и сплавов число ударов повышается до 2—3;

б) возможность изготовления поковок без уклонов, с острыми углами,

с тонкими штампуемыми плоскостями, но не тоньше 0,5—0,8 мм (рис. 73, г); в) допуски можно выдерживать в пределах  $\pm 0,125$  мм; при холодном выдавливании могут быть достигнуты  $\pm 0,025$  мм;

г) экономия металла — объем заготовки подсчитывают по объему поковки с добавлением на заусенец самых минимальных размеров; резку заготовок выполняют обычно на пилах;

д) быстрая смена штампов (10—15 мин), поэтому процесс пригоден для мелких партий штампуемых поковок;

е) процесс штамповки легко автоматизируется, так как производится за один удар молота и в одном ручье (редко в двух ручьях);

ж) повышение качества поковок — более мелкое зерно и более равномерная твердость.

Применяют две конструкции штампов:

1) закрытые — в них получают поковки более однородные по структуре, стабильные по форме и с жесткими допусками;

2) открытые — обуславливают обычное течение металла при заполнении ручьев и дают возможность обеспечить желаемое направление волокон.

Конструктивные элементы аналогичны прессовым штампам (рис. 75). При этом рекомендуется:

а) для пуансона применять направляющие;

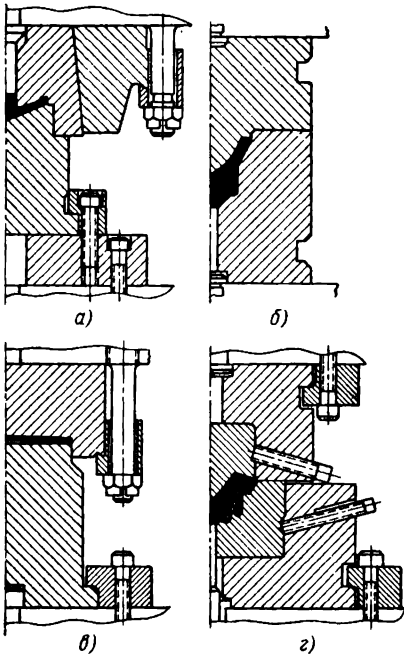


Рис. 75. Схема конструкций штампов, применяемых на высокоскоростном молоте фирмы «U. S. I.»: а — для турбинного диска; б — для ступицы; в — для плиты; г — для буровой коронки

б) зазор между пуансоном и направляющими выдерживать в пределах 0,025—0,1 мм на сторону;

в) величину вхождения пуансона в матрицу определять упорами в целях обеспечения нужной толщины и длины поковок;

г) выталкиватели и съемники применять в зависимости от формы поковки;

д) допуски на усадку поковок принимать по обычным нормам;

е) широко применять вставки — в целях сокращения стоимости штампов.

Рекомендуется хромистая инструментальная сталь типа 4Х5В2ФС; пуансоны термически обрабатывать на твердость ниже HRC 50, чтобы воспринять удар, и выше HRC 46, чтобы сохранить геометрическую форму. Такая же твердость рекомендуется и для матриц. Обоймы и другие детали, не контактирующие с горячим металлом.

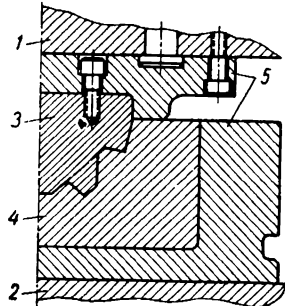


Рис. 76. Штамповка матрицы для буровой коронки за один удар на высокоскоростном молоте фирмы «U. S. I.»: 1 — верхняя плита; 2 — нижняя плита; 3 — мастер-пуансон; 4 — штампуемая матрица; 5 — обойма

изготавливают из менее легированной стали и термически обрабатывают на твердость HRC 36—40. Режим термообработки стали типа 4Х5МФС — температура закалики 1040—1060° С, твердость HRC 54, температура отпуска 600—610° С, твердость HRC 45—46, температура отпуска 550—560° С, твердость HRC 48—50.

Смазка штампов — наилучшие результаты получены при применении раствора суспензии графита в воде.

Штампы изготовляют путем снятия стружки на станках, электроэрозионным способом, отливкой и штамповкой непосредственно на высокоскоростных молотах, используя для этого мастер-пуансон практически с теми же размерами и допусками, какие должны быть на поковке и в ручье штампа.

На рис. 76 изображена штамповка матрицы при температуре нагрева около 1100° С; рабочая поверхность ее предварительно грубо обработана.



Поверхность пуансонов и матриц тщательно полируют.

Стойкость штампов иногда повышается за счет хромирования, нитрирования и других каких-либо покрытий рабочих поверхностей.

Схема организации рабочего места при автоматизированном производстве поковок на высокоскоростном молоте фирмы «U. S. I.» показана на рис. 77 [4—8].

Горячекатаные прокатанные прутки длиной 6—8 м автоматически подаются со стеллажа в индукционную установку для нагрева до ковочной температуры.

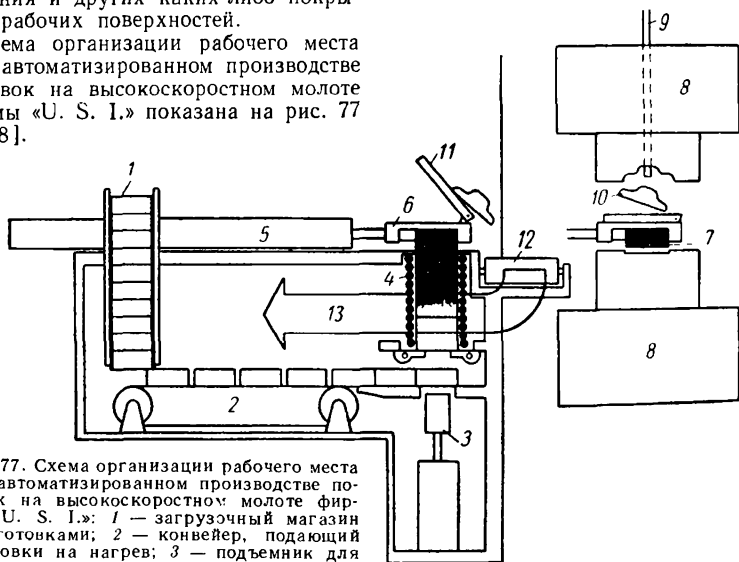


Рис. 77. Схема организации рабочего места при автоматизированном производстве поковок на высокоскоростном молоте фирмы «U. S. I.»: 1 — загрузочный магазин с заготовками; 2 — конвейер, подающий заготовки на нагрев; 3 — подъемник для подачи заготовок в индуктор и для проталкивания их через индуктор; 4 — индуктор; 5 — механизм для подачи нагретых заготовок в штамп и отбора отштампованных поковок; 6 — клещи; 7 — нагретая заготовка; 8 — молот для высокоскоростной штамповки; 9 — выталкиватель из верхнего штампа; 10 — поковка; 11 — подхватыватель и сбрасыватель поковок; 12 — приемник для поковок; 13 — конвейер для отбора поковок

### Штамповка на горячештампочном автомате

Станина автомата отлита из стали. Все движущиеся части имеют горизонтальную компоновку. Приводной шунтовой коллекторный трехфазный электродвигатель позволяет бесступенчато регулировать число оборотов, чем обеспечивается процесс штамповки при любом желаемом числе ходов ползуна в пределах, указанных в табл. 47. При этом соответственно изменению числа оборотов вала электродвигателя изменяется и его мощность. Автомат применяют для изготовления осесимметричных поковок (шестерни, подшипниковые кольца, гайки и др.).

В табл. 47 дана характеристика двух моделей автоматов фирмы «Hateburg».

47. Характеристики горячештампочных автоматов

Показатели	AMP-30	AMP-70
Номинальное усилие в т	160	1200
Максимальный вес поковки в кг	0,6	3
Максимальный диаметр поковки в мм	60	120
Производительность в шт/мин	70—100	35—70
Число оборотов двигателя в минуту, изменяемое бесступенчато	650—1300	—
Вес машины (без нагревательного устройства) в т	27,5	160

В отдельных случаях между индукционной установкой и прессом устанавливают приспособление для снятия окалины. Нагретый пруток перемещается двумя парами подающих роликов до регулируемого упора. Операции: отрезка, осадка, обратное выдавливание и просечка выдры в отштампованной поковке. Поковки и отходы падают под пресс на пластинчатые конвейеры и поступают в отдельную тару. При каждом ходе машины изготавливается одна поковка. Передача из ручья в ручей производится поперечным транспортирующим устройством. Пресс-автомат может заменить 3—6 горизонтально-ковочных машин или кривошипных горячештамповочных прессов, кроме того, не требуются прессы для обрезки заусенца.

Работа на автомате «Hateburg» показала, что заготовки, отрезанные от прутка с обычным при электронагреве слоем окалины, полностью освобождались от нее в результате больших деформаций при осадке, а это способствует обеспечению высокой стойкости инструмента для выдавливания.

Наиболее стабильные результаты по разностенности при высоком качестве поверхности поковок получаются в том случае, когда диаметр осаженой заготовки к диаметру матрицы для выдавливания. При меньшем диаметре осаженой заготовки поковки нередко получают разностенность, что способствует повышенному износу инструмента.

Так как у матрицы для выдавливания есть заходный конус, то имеется возможность использовать осаженные заготовки диаметром на 1—2% больше диаметра матрицы, однако это приводит к увеличению припуска на механическую обработку.

Исследования веса поковок, отштампованных на прессе «Hateburg AMP-30», из прутка диаметром 35,3—35,52 мм показали, что разброс весов не превышал 3,5%, причем абсолютное большинство поковок имело отклонения в весе не более 2%.

Измерение геометрии поковок колец (диаметр внешний 52,4 мм, внутренний — 36,2 мм, высота 19,0 мм) позволило установить, что разностенность не превышает 0,4 мм. Поле рассеяния

размеров по наружному диаметру составляло +0,24 мм, а овальность не превышала 0,12 мм.

На рис. 78 даны эскизы поковок, изготовленных на автомате AMP-70.

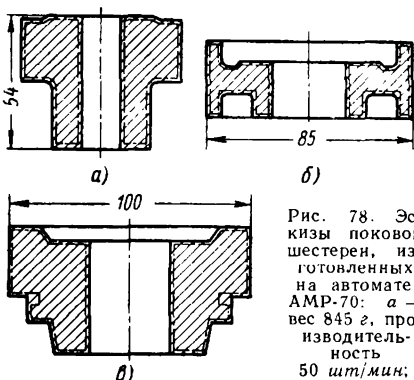


Рис. 78. Эскизы поковок шестерен, изготовленных на автомате AMP-70: а — вес 845 г, производительность 50 шт/мин; б — вес 1066 г, производительность 45 шт/мин; в — вес 1589 г, производительность 45 шт/мин

На рис. 79 показаны фотографии поковок и механически обработанных колец для подшипников качения, из-

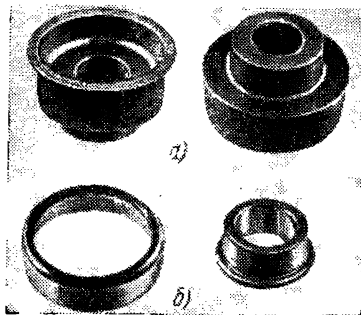


Рис. 79. Фото поковок и обработанных деталей подшипниковых колец: а — «башенная» поковка (два кольца); б — кольца после механической обработки

готовленных на автомате AMP-70. На автомате штампуют оба кольца вместе, а затем их отделяют одно от другого либо на эксцентрикном прессе, либо на токарном станке.

Стойкость инструмента на автомате высокая вследствие отсутствия окалины, малого времени контакта горячего металла со стенками штампа и наличия интенсивного охлаждения инструмента водой (внешнее и внутреннее).

Автомат фирмы «Maschinenfabrik Peltzer & Ehlers», спроектированный

Рекомендуется штамповая сталь следующего состава в %: 0,28—0,33 С; 0,30—0,50 Мп; 2,50—3,00 Мо; 0,40—0,70 Si; 2,90—3,20 Cr; 0,40—0,60 V.

Работа ответственных узлов автомата находится под автоматическим контролем и в случае каких-либо отклонений от установленных норм немедленно поступают световые сигналы на пульт

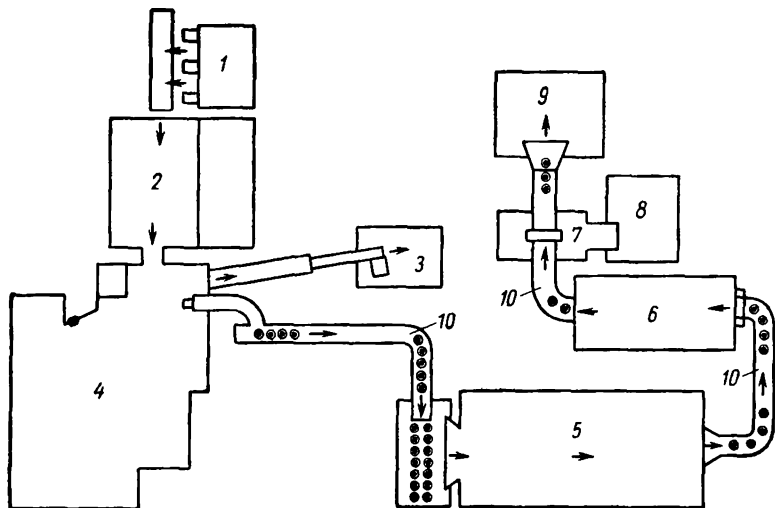


Рис. 80. Технологическая поточная линия с автоматом: 1 — автоматизированный стеллаж с прокатом; 2 — индукционная установка; 3 — ящик для остатков прутков и выдры; 4 — автомат; 5 — печь для отжига поковок; 6 — охлаждательный тоннель; 7 — приборы для контроля поковок (магнифлокс, бринель); 8 — тара для брака; 9 — тара для готовых поковок; 10 — транспортеры

для изготовления поковок диаметром до 95,5 мм и весом до 1,18 кг. в эксплуатации показал следующую стойкость инструмента: штампы — 120 000 шт. поковок; вставки в штамп — 40 000 шт.; пуансон — 75 000 шт.; выталкиватель — 50 000 шт.; пуансон для прошивки — 75 000 шт.; ножи для резки прутка на заготовки — 130 000 шт.

При трехсменной работе выпуск поковок составляет 45 000—55 000 шт. в сутки. Количество изготавливаемой продукции зависит от затраты времени на смену инструмента. Допуски на поковки колеблются от  $\pm 0,20$  до  $\pm 0,60$  мм на диаметр; припуски на механическую обработку 0,5—0,75 мм.

управления. Автоматы обычно ставят в законченную технологическую поточную линию (рис. 80) [9, 10, 11].

### Штамповка на импакторе

Схема работы импактора дана на рис. 81. Импактор представляет собой молот в горизонтальном исполнении, у которого два бойка одинаковой массы и с одинаковой скоростью двигаются навстречу друг к другу. При ударе реакция сил одинакова, но противоположного направления. Рабочим телом служит воздух давлением около  $7 \text{ кг/см}^2$ . За счет подачи воздуха через три различных крана получается энергия удара трех разных величин — от максимума до 50%.

Внецентральные удары выявляются специальными приборами, вмонтированными за бойками, которыми автоматически производится соответствующая корректировка при следующем ударе.

кладываются в транспортер нагревательной печи в вертикальном положении. При выдаче заготовок из печи они поворачиваются на  $180^\circ$  так, чтобы холодный конец был бы вверху, последний зажимается клещами, которые

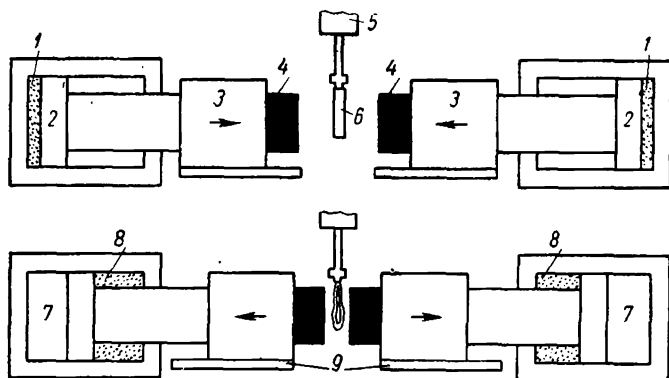


Рис. 81. Схема работы импактора. Рабочий ход: 1 — высокое давление сжатого воздуха; 2 — поршень; 3 — бокс; 4 — штамп; 5 — клещи; 6 — заготовка. Обратный (холодный) ход: 7 — клапан открыт для выпуска воздуха; 8 — низкое давление воздуха для возвращения поршня в исходное положение; 9 — направляющие

Характеристики импакторов даны в табл. 48.

48. Характеристики импакторов

Показатели	Модель	
	малая	большая
Энергия удара в кгМ	414,6	5528
Число ударов в минуту	180	90
Наибольший вес заготовки в кг	0,646	14,9
Наибольшая длина заготовки в мм	305	710
Диаметр заготовки в мм	6,3—25,4	31,7—82,5

Импактор используют обычно в системе полностью автоматизированного агрегата, начиная от подачи нарезанных заготовок в бункер и кончая (в отдельных случаях) готовой поковкой с обрезанным уже заусенцем [12] (рис. 82). Заготовки загружаются в бункер, откуда поступают в магазин; из магазина механической рукой за-

работают от программного механизма. Горизонтальные перемещения клещей производятся гидроприводом со средней скоростью 305 мм/сек, допуск при остановке их у ручья  $\pm 0,25$  мм. Движение клещей можно запрограммировать с поворотом на  $90^\circ$  по часовой стрелке или в обратную сторону. Количество ударов на каждой позиции можно довести до десяти с различной энергией каждого удара.

Отштампованная на импакторе поковка падает на отборочный конвейер (рис. 82).

В отдельных случаях устанавливают дополнительную установку «транспортер-робот», клещами которой поковка захватывается с отборочного конвейера и укладывается на штамп обрезного прессы. Обрезанная поковка выталкивается и транспортером удаляется от прессы; другим транспортером удаляется заусенец.

Допуск на недоштамповку возможно получить  $\pm 0,075$  мм. Производственный цикл 5—15 сек, продолжительность цикла зависит от количества ударов, нужных для штамповки.

Штампы изготовляют цельными или со вставками максимум с пятью ручьями, которые можно располагать

время работы поддерживается около  $150^{\circ}\text{C}$ , твердость штампов для мелких деталей доводится до  $HRC\ 40-44$ .

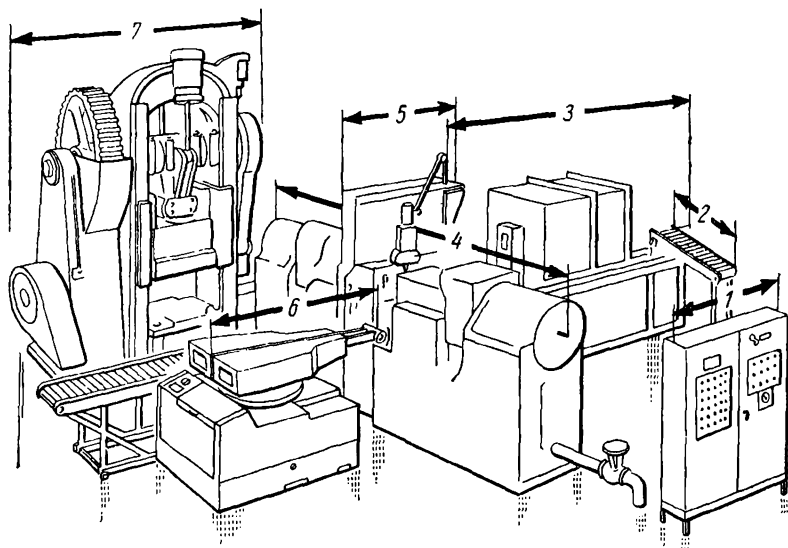


Рис. 82. Организация рабочего места при штамповке на импакторе и при наличии «транспортера-робота»: 1 — панель управления и программирование процесса; 2 — подача заготовок; 3 — нагревательная печь; 4 — импактор; 5 — механизм для передачи заготовки из ручья в ручей; 6 — «транспортер-робот»; 7 — пресс для обрезки заусенца

и не последовательно. Окончательный ручей может находиться в центре, а подготовительные с любой стороны. Лицевая сторона бойков строго перпендикулярна к оси машины; штампы

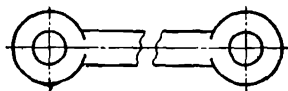


Рис. 83. Поковка—серьга

по высоте должны быть идентичны, с разницей в весе не более 3%. Это важно для соблюдения центральности удара.

Стойкость штампов примерно на 30% выше, чем на паровоздушном молоте, вследствие хорошего охлаждения во время движения и малого времени соприкосновения с нагретой заготовкой (температура штампов во

Машина снабжена фотоэлектрическим прибором, при помощи которого недостаточно нагретые заготовки вы-

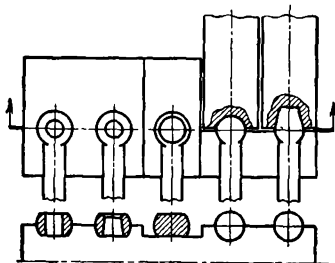


Рис. 84. Схема штампов для изготовления поковки

кидываются на отборочный конвейер и на штамповку не поступают.

Производительность импактора выше производительности штамповочного мо-

лота с соответствующей энергией удара примерно в 1,6—2,3 раза [12—16].

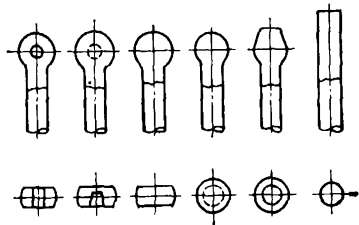


Рис. 85. Схема технологических операций

### Штамповка на комбинированном прессе (Мультифордж)

Пресс специально спроектирован для изготовления поковок типа

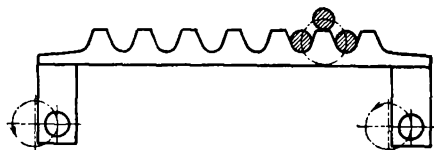


Рис. 86. Приспособление для передачи заготовки из ручья в ручей

серег (рис. 83); он имеет два ползуна для осадки металла, расположенных горизонтально, и три

ползуна для штамповки — в вертикальном направлении. Штамп размещен на столе пресса; операции показаны на рис. 84 и 85. Транспортировка заготовок из ручья в ручей осуществляется

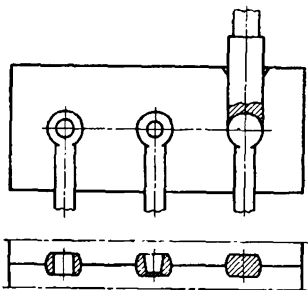


Рис. 87. Штамповка малых серег

двумя шагающими балками с впадинами, привод которых производится при помощи двух коленчатых валов (рис. 86). Для наметки отверстия пресс оснащен вспомогательным ползуном, установленным под столом пресса. Малые серьги штампуют в три перехода (рис. 87). Прессы изготовляют усилием 200—750 т с числом ходов 48 в минуту; производительность прессы 20 серег в минуту [17—19].

## ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

### Гибочные работы

1. Брюханов А. Н., Ребельский А. В. Горячая штамповка. Конструирование и расчет штампов. М., Машгиз, 1952.
2. Мошин Е. Н. Гибка, обтяжка и правка на прессах. М., Машгиз, 1959.
3. Мошин Е. Н. и др. Специализированные процессы штамповки. Общественный университет, НТО Машпром, М., 1962.
4. Охрименко Я. М. Технология кузнечно-штамповочного производства. М., «Машиностроение», 1966.

### Обработка на ротационно-обжимных и радиально-обжимных машинах

1. Любвин В. И. Обработка деталей ротационным обжатием. М., Машгиз, 1959.
2. Радюченко Ю. С. Ротационная ковка. М., Машгиз, 1962.
3. Шоуальтер Г. А. Точная ковка. Сборник иностранных переводов. М., «Машиностроение», 1958, № 9.

### Вальцовка

1. Аристов В. М. Изготовление поковок в ковочных вальцах. Сб. «Прогрессивная технология кузнечно-штамповочного производства». Под ред. П. В. Камнева. Машгиз, 1953.
2. Аристов В. М. Работа на ковочных вальцах. Энциклопедический справочник «Машиностроение». Т. 6. М., Машгиз, 1947.
3. Аристов В. М. и Мартынов В. Н. Изготовление автотракторных поковок в ковочных вальцах. «Автомобильная и тракторная промышленность», 1953, № 5.
4. Бахтинов Б. П. и Штернов М. М. Калибровка прокатных валков. М., Metallurgizdat, 1953.
5. Гелеи Ш. Расчет усилий и энергии при пластической деформации металлов. М., Metallurgizdat, 1958.
6. Головин А. Ф. Прокатка. Ч. 1. Калибровка. Свердловск—М., ОНТИ, 1936.
7. Губкин С. И. Теория обработки металлов давлением. М., Metallurgizdat, 1947.

8. Дурнев В. Д. Продольная прокатка профилей переменного сечения в двух периодических калибрах. Сб. «Обработка металлов давлением». Труды ЛПИ № 203. М., Машгиз, 1959.
  9. Жубр Л. Н. и Нога Н. А. Эффективность применения смазочно-охлаждающих жидкостей при штамповке на ковочных вальцах. «Производственно-технический бюллетень», 1960, № 6.
  10. Мартынов В. Н. Изготовление поковок и фасонных заготовок в ковочных вальцах. М., МДНТП имени Ф. Э. Дзержинского, 1958.
  11. Мартынов В. Н. Горячая штамповка боковых звеньев скребкового транспортера в ковочных вальцах. М., 1956.
  12. Мартынов В. Н. Исследование процесса штамповки в вальцах. М., Машгиз, 1952.
  13. Мартынов В. Н. Технология вальцовки заготовок и штамповки поковок в ковочных вальцах. Специализированные процессы штамповки. Общественный университет. М., 1962.
  14. Никольский Л. Н. и Кузнецов А. В. Получение заготовок на ковочных вальцах под последующую штамповку. Воронеж, ОНТИ, 1961.
  15. Нога Н. А. Исследование влияния основных технологических факторов на стойкость вальцовых штампов. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. Харьков, 1963.
  16. Нога Н. А. и Жубр Л. Н. Влияние чистоты поверхности вальцовых штампов на их износостойчивость. «Кузнечно-штамповочное производство», 1962, № 7.
  17. Нога Н. А. и Жубр Л. Н. Вставки для ковочных штампов. «Машиностроение», 1962, № 1.
  18. Синица И. И. Двусторонние периодические профили. М., Металлургия, 1958.
  19. Смирнов В. К. Вальцовка заготовок под штамповку. М., Машгиз, 1964.
  20. Тарновский И. Я. и др. Продольная прокатка профилей переменного сечения. Свердловск—М., Металлургия, 1962.
  21. Тарновский И. Я. и др. Разработка технологии прокатки звеньев гусеницы трактора Т-100 л. с. «Новости машиностроения», 1958, № 5.
  22. Литвак Л. К. Современные методы горячей штамповки. М., Профтехиздат, 1963.
  23. Охрименко Я. М. Технология кузнечно-штамповочного производства. «Машиностроение», 1966.
  24. Рождественский Ю. Л. и др. Штамповка кольцевых заготовок. М., Машгиз, 1958.
- ### Накатка зубчатых колес, звездочек и винтов
1. Смирнов В. С. и др. Поперечная прокатка в машиностроении. М., Машгиз, 1957.
  2. Кузьмин А. Д. Исследование процесса прокатки цилиндрических зубчатых колес. М., Машгиз, 1951.
  3. Васильчиков М. В. и Барбарич М. В. Оборудование для прокатки изделий сложной формы. ЦИНТИАМ, 1963.
  4. Капитонов И. М. и Суражский П. М. Горячая прокатка цилиндрических зубчатых колес. Металлургическое машиностроение. Вып. 6, НИИИ НФОРМТЯЖМАШ, 1965.
  5. Рычков Л. П. и Мукоин В. Ф. Накатка звездочек. Металлургическое машиностроение. Вып. 6, НИИИ НФОРМТЯЖМАШ, 1965.
  6. Волков М. М. Прокатка крупных резьб заготовок черяков и червячных фрез. Металлургическое машиностроение. Вып. 6, НИИИ НФОРМТЯЖМАШ, 1965.
  7. Кузьмин А. Д. Расчет усилий и моментов, действующих на валках при прокатке зубчатых колес. «Вестник машиностроения», 1965, № 7.
- ### Новые способы штамповки
1. Machinery (L.) 1966, 108, № 2774.
  2. Schriften Arbeitsgemeinsh. Rationalisier Land. Nordrhein—Westfalen, 1964, № 72, 19—42. Diskuss 81—82.
  3. Tooling and Production 1964, 30, № 7.
  4. Machinery (N. Y.), 1964, 71, № 2 и 3.
  5. Metal, 1964, 18, № 4.
  6. Werkstatt und Betrieb, 1964, 97, № 10.
  7. Werkstattstechnik, 1964, 54, № 8.
  8. Каталог фирмы U. S. Industries, Inc. (U. S. I.) 1964.
  9. Technische Rundschau, 1964, 56, 38.
  10. Iron Age, 1964, 194, № 18.
  11. Труды Института ВНИИП, 1962, № 1.
  12. Iron Age, 1965, 196, № 23.
  13. Automation, 1962, 9, № 8.
  14. American Machinist, 1964, 108, № 22.
  15. Steel, 1964, 18, № 6.
  16. Каталог фирмы Chambersburg Engineering Company.
  17. Machinery (L.), 1964, 105, № 2715.
  18. Metal treatment and Drop Forging, 1964, 31, № 230.
  19. Machinery (L.), 1964, 105, 2701.
- ### Раскатка кольцевых заготовок
1. Камнев В. П. Пути приближения формы и размеров поковок (заготовок) к форме и размерам деталей. ЛДНП, 1956.
  2. Литвак Л. К. Методика расчета размеров заготовок при штамповке на ГКМ и раскатке. ЦБТИ, 1955.

## ОСОБЕННОСТИ КОВКИ И ШТАМПОВКИ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫХ ЖАРОПРОЧНЫХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ

### ОСОБЕННОСТИ СПЛАВОВ

Высоколегированные жаропрочные стали и сплавы отличаются от конструкционных сталей меньшей допустимой скоростью нагрева, ограниченными степенями деформации, более узкими температурными интервалами обработки. Кроме того, дляковки и штамповки заготовок одинаковой формы и размеров из жаропрочных сталей и сплавов необходимы молоты с большей энергией удара, а прессы с большими усилиями, чем при обработке заготовок из конструкционных сталей.

Эти особенности обусловлены физико-химическими свойствами жаропрочных сталей и сплавов, проявляющимися в строении слитка, процессах диффузии и рекристаллизации, запасе пластичности, сопротивлении деформированию и т. п.

В обычных кузнечных слитках из жаропрочных сплавов, выплавленных в открытых индукционных и дуговых электрических печах и отлитых в изложницы, в большей степени, чем в слитках из углеродистой и легированной стали, проявляются такие дефекты, как рыхлость и трещины усадочного происхождения, неравномерность в величине и форме зерна, неоднородность химического состава и неравномерность залегания составляющих, не вошедших в твердый раствор. Микроструктура большинства аустенитных сталей и жаропрочных сплавов на основе никеля содержит карбиды, интерметаллиды, окислы и другие хрупкие соединения, понижающие пластичность слитков и заготовок при ковке.

Резко выраженная транскристаллическая макроструктура слитков с зоной столбчатых кристаллитов вблизи наружной поверхности создает значительную анизотропию свойств.

В слитках, полученных электрошлаковым переплавом и плавкой в вакууме с расходуемым электродом, перечисленные выше дефекты в значительной степени ослаблены. Однако и в этом случае в литом и деформированном металле наблюдается химическая неоднородность кристаллитов, обогащение границ зерен легкоплавкими и хрупкими соединениями и другие явления, обусловленные физико-химическими свойствами сплава.

Чтобы рационально построить технологические процессыковки и штамповки для каждого конкретного сплава, необходимо знать режимы нагрева и температурный интервал деформирования, допустимые степени деформаций и режимы охлаждения готовой поковки.

Каждому сплаву, в зависимости от его химического состава, способа выплавки и разливки слитков, присущи свои конкретные режимы. Однако существуют и некоторые общие закономерности, качественно свойственные аустенитным сталям и сплавам на основе никеля.

Обрабатывать жаропрочные стали и сплавы давлением желательнее в однофазном состоянии, так как деформация отдельных кристаллитов протекает более равномерно при гомогенной структуре.

Это особенно важно при ковке и штамповке жаропрочных сплавов, так как процессы снятия напряжений (возврат, рекристаллизация) в них протекают медленно.

Кроме того, перевод в твердый раствор большей части карбидных и других составляющих сплава при нагреве способствует более равномерному распределению их по объему материала послековки и штамповки, повышает служебные характеристики материала (прочность и особенно пластичность, общие свойства жаропрочности и т. п.).



Протекание процессов растворения и коагуляции зависит от температуры и времени выдержки, а также от свойств фаз, составляющих сплав. Вторичные карбиды и интерметаллиды диффундируют и коагулируют значительно быстрее, чем окислы и первичные карбиды.

В аустенитной стали и в сплавах на основе никеля время выдержки, необходимое для выравнивания температуры, в ряде случаев оказывается недостаточным для гомогенизации сплава. Поэтому при нагреве жаропрочных сплавов (особенно слитков) для установления времени выдержки следует учитывать кинетику растворения составляющих.

При этом необходимо, чтобы выдержка была минимальной, но достаточной для перевода в твердый раствор значительной части составляющих сплава. Чем выше температура нагрева, тем быстрее и полнее растворяются карбиды и интерметаллиды в основном твердом растворе. Однако температуру нагрева можно повышать только до определенных пределов, зависящих от химического состава сплава и его структурного состояния.

У аустенитных жаропрочных сталей и многих сплавов на основе никеля во время кристаллизации, особенно в условиях сравнительно медленного отвода тепла при отливке обычных кузнечных слитков в изложницы, оси дендритов оказываются более насыщенными тугоплавкими составляющими, чем междоусные пространства. При загрязнении шихтовых материалов легкоплавкими металлами и неметаллическими примесями границы кристаллитов обогащаются легкоплавкими, а в ряде случаев и хрупкими соединениями, не входящими в твердый раствор. Из-за таких особенностей структуры слитка во время обработки давлением в условиях напряженного состояния с наличием растягивающих напряжений в первую очередь может наступить нарушение связи между кристаллитами, а не их пластическая деформация. Особо вредное влияние на технологические и служебные свойства сплавов на основе никеля оказывают примеси свинца, сурьмы и мышьяка.

В деформированном материале в результате раздробления зерен, разрушения пограничных прослоек и в связи с этим образования лучших условий протекания процессов диффузии структура сплава более равномерна. Хрупкие и менее прочные составляющие сплава, не вошедшие в твердый раствор, в деформированном металле более равномерно распределены по всему объему, а спай зерен отличаются большей прочностью и пластичностью, чем спай в литой структуре.

При вакуумной плавке, электрошлаковым переплаве и т. п. процессах, наряду с очищением металла от неметаллических примесей, вследствие интенсивного отвода тепла при кристаллизации зона и внутрикристаллическая ликвация значительно меньше, чем при отливке обычных кузнечных слитков в изложницы. Благодаря этим же обстоятельствам составляющие сплава, не вошедшие в твердый раствор, более равномерно распределяются по объему металла.

В силу различного структурного состояния литого и деформированного металла оптимальные температуры нагрева перед ковкой для слитков и ранее деформированных заготовок также не одинаковы и зависят от конкретных особенностей сплава, способов его получения и т. д.

В некоторых случаях влияние перечисленных факторов на температуру нагрева перед ковкой весьма значительно.

При выплавке жаропрочных сталей из шихтовых материалов повышенной чистоты температуры начала и концаковки литого и деформированного материала близки и обычно различаются между ними не превышает 20—30°С.

Повышение температуры металла сильнее влияет на растворимость карбидов и интерметаллидов, чем увеличение времени выдержки.

С увеличением выдержки при высоких температурах повышается запас пластичности у сплавов с большим содержанием карбидообразующих элементов. У сплавов же с большим содержанием примесей в виде окислов и сульфидов после длительных выдержек пластичность не только не возрастает, а даже уменьшается. Поэтому

увеличивать время выдержки надо так, чтобы окислы и сульфиды не оказали более сильного влияния, чем не коагулированные и не растворенные карбиды и интерметаллиды.

Температурный интервал ковки значателен на основании показателей пластичности при различных температурах, а также данных о фазовых и структурных изменениях в сплаве при нагреве под ковку, при ковке, охлаждении после ковки и последующей термической обработке поковок.

При освоении новых сплавов их пластичность определяют испытанием материала в области высоких температур на разрыв, изгиб, кручение, сжатие (осадку круглых образцов в торец до появления трещин) и технологическими пробами, т. е. ковкой слитков и заготовок небольшого веса.

Диаграммы рекристаллизации, построенные по результатам исследований образцов, закаленных в воде сразу после деформирования, в значительной степени характеризуют ковочные свойства сплава. Сплавы, в которых при деформировании процессы рекристаллизации развиваются незначительно, более склонны к накоплению остаточных напряжений, чем сплавы, обладающие большой скоростью рекристаллизации в тех же условиях.

Сплавы первого типа при ковке допускают меньшие степени обжатия за один рабочий ход и требуют большей паузы для снятия остаточных напряжений между двумя следующими друг за другом ходами. При вытяжке заготовок из таких сплавов под молотами не рекомендуется наносить следующие друг за другом удары по одному и тому же месту. Осаживать такие заготовки под гидравлическими прессами следует ступенями деформации в 10—15% с паузами между ними 5—15 сек.

Величина зерна после деформации зависит не только от температуры и степени деформации, но и от исходной величины и формы зерна и составляющих фаз, их размеров и расположения. Большинство поковок из аустенитной стали и сплавов на основе никеля изготавливают с несколькими нагревами и подогревами, поэтому при освоении новых сплавов необходимо исследовать влияние этих факторов.

## КОВКА

В жаропрочных аустенитных сталях и никелевых сплавах интенсивный рост зерен начинается при приближении к верхнему температурному интервалу ковки. При этом зона критических степеней деформации в ряде случаев охватывает область от 0 до 15—20%. Отсюда казалось бы, что для получения поковок с мелким зерном надо или ковать их вблизи нижнего предела температурного интервала, или, при ковке в области высоких температур, применять большие обжатия.

Ковка при температурах, близких к нижнему пределу температурного интервала, исключается по следующим причинам:

а) при малых степенях обжатия во время вытяжки в силу неравномерности распространения деформаций, проковывается достаточно только металл вблизи наружной поверхности. Центральная зона заготовки достаточной проковки не получает;

б) при последующем нагреве в мартенсиде, прокованном при пониженных температурах с критическими степенями деформации, неизбежен большой рост зерен;

в) ковка при низких температурах непроизводительна и неэкономична.

Применение больших обжатий при ковке в области высоких температур ограничено пластичностью сплава и особенностями формообразования.

Пластичность металла при обработке давлением зависит от напряженного состояния, свойственного выполняемой технологической операции. В зависимости от формы бойков, величины подачи и обжатия можно получить различные состояния пластичности металла при ковке.

Максимальное развитие *продольных трещин* в середине слитка происходит при вытяжке слитков плоскими бойками по схеме круг — круг.

При вытяжке слитков бойками, радиус выреза которых близок к радиусу слитка, трещины в середине его не образуются. То же наблюдается при ковке слитков ромбическими бойками с углом раскрытия 90—105°. С дальнейшим увеличением угла раскрытия бойков и повышением относительного

обжатия за проход (более 10—12% для низкопластичных материалов) в середине слитка начинают появляться продольные трещины.

При вытяжке бойками, радиус выреза которых значительно больше радиуса слитка [ $r_0 = (1,2 \div 1,3) R_{сл}$ ], в середине его также начинают образовываться трещины.

Таким образом, наибольшая пластичность достигается при ковке слитков бойками с вырезом по радиусу, близкому радиусу заготовки. Однако такими бойками можно выполнять лишь небольшие обжатия. Поэтому их применяют только для первоначального обжатия слитков из малопластичных сплавов. Ковка ромбическими бойками с малым углом раскрытия ( $\alpha = 90 \div 95^\circ$ ) связана с некоторыми трудностями из-за повышенной сложности манипулирования заготовкой и также ограничена относительно небольшими обжатиями, возможными в одной паре бойков. Поэтому наиболее применимыми дляковки сплавов с пониженной пластичностью оказываются ромбические бойки с углом раскрытия  $105^\circ$ . Остальные бойки применяют дляковки сплавов с более или менее достаточной пластичностью.

Образование *поперечных трещин* на поверхности заготовки в основном является следствием возникновения растягивающих напряжений в металле в месте перехода от недеформируемой к деформируемой его части. Чем меньше радиус скругления бойков, тем выше эти напряжения и тем больше образуется трещин при ковке.

Чтобы избежать поперечных трещин, рекомендуется скруглять бойки радиусом  $r = (0,2 \div 0,25) R_3$  заготовки.

При ковке слитков и заготовок по схеме квадрат—квадрат или квадрат—прямоугольник—квадрат также возможно образование внутренних и наружных трещин:

а) поперечных на поверхности при больших обжатиях вследствие возникновения растягивающих напряжений в металле в местах перехода от недеформируемой к деформируемой части;

б) поперечных на боковой поверхности по так называемому «ковочному кресту» вследствие возникновения больших сдвигающих напряжений при

превышении допустимых обжатий. Применение бойков с малым радиусом скругления способствует большому образованию трещин из-за концентрации напряжения;

в) внутренних вследствие повышенного разогрева металла при превышении допустимых величин обжатий. Образованию таких трещин способствует ослабление металла включениями и рыхлостью, свойственными слиткам.

Состояние поверхности слитка (ободранного или неободранного) также в значительной степени влияет на его пластичность при ковке. После удаления со слитка дефектов (разгарных трещин, рыхлостей, подкорковых пузырей, засоров и т. п.) возможны в 1,5—2 раза большие обжатия, чем для неободранного слитка.

Каждому сплаву в зависимости от его физико-химических свойств присущи свои конкретные режимыковки. Однако при ковке аустенитных сталей и никелевых сплавов можно руководствоваться следующими общими положениями:

1. Первые обжатия слитков следует производить легкими ударами молота или небольшими рабочими ходами прессы. Величину обжатий надо увеличивать по мере проковки литой структуры слитка.

2. Относительное обжатие за проход, кроме первого, должно составлять не менее 8% при ковке под прессом и 5% при ковке на молотах. При обжатиях, меньше указанных, деформации по сечению распространяются крайне неравномерно, и металл в средней части оказывается непрокованным.

3. Ковка повышенными обжатиями за проход обеспечивает лучшую проковку материала. Однако величина возможных обжатий ограничивается пластичностью сплава и особенностями формоизменения. Наиболее высокие относительные обжатия достигаются при ковке под прессом.

Применение широких бойков и больших подач также способствует повышению равномерности деформаций. Выполнение этих условий при ковке под молотами ограничено. Таким образом, ковку относительно крупных слитков предпочтительнее производить на гидравлических прессах.

Относительные обжатия за проход при ковке аустенитных жаропрочных сталей и никелевых сплавов составляют (в %):

на гидравлических прессах — 15—8, на молотах — 5—8.

При приближении к нижнему температурному интервалуковки относительные обжатия за проход следует уменьшать.

4. Суммарное (за несколько переходов с одного нагрева) обжатие при ковке слитков и заготовок в зависимости от свойств сплавов составляет 40—80%.

5. Для получения равномерной и достаточно мелкозернистой структуры при ковке заготовок за несколько выносов нагрев их при последнем выносе рекомендуется производить до температуры, меньшей интенсивного роста зерен, показанной на диаграмме рекристаллизации данного сплава. Для большинства жаропрочных сплавов такой температурой является 1100—1130° С. Заканчивать ковку при температурах нижнего предела температурного интервала также не рекомендуется.

В процессековки макро- и микроструктура слитков значительно изменяется.

В случае деформирования литой структуры вытяжкой в одном направлении процессы рекристаллизации ограничиваются пределами строчек. Лишь при высоких степенях деформации, когда межзеренные составляющие в значительной степени утончаются и разрываются, возможно срастание зерен, расположенных в соседних строчках. При ковке всегда наблюдается деформация кристаллитов литой структуры в разных направлениях. Однако в ряде случаев степень ее может сказаться недостаточной для того, чтобы уничтожить вытянутость зерен и межзеренных составляющих в одном направлении, что наблюдается при вытяжке без промежуточных осадок.

При вытяжке в вырезных бойках, когда уширение незначительно, деформация кристаллитов в одном направлении больше, чем при вытяжке плоскими бойками брусков прямоугольного сечения.

Одинаковая проковка грубой литой структуры при вытяжке прямоугольных заготовок плоскими бойками достигается при уковке, в 1,25—1,5 раза меньшей, чем при вытяжке в вырезных бойках как круглых, так и прямоугольных заготовок. Поэтому в тех случаях, когда пластичность сплава достаточна, а форма и размеры заготовок позволяют вести вытяжку плоскими бойками по схеме квадрат—прямоугольник—квадрат, такая схема вытяжки предпочтительнее.

При недостаточной пластичности слитков дляковки плоскими бойками по схеме квадрат—прямоугольник—квадрат рекомендуется первоначальное обжатие их проводить в круглом сечении радиальными, а затем ромбическими бойками. Для многих сплавов оказывается возможным первоначальное обжатие осуществлять сразу же ромбическими бойками.

При ковке слитков с удовлетворительной пластичностью хорошее состояние поверхности заготовок достигается, когда многогранный слиток обжимается не по ребрам, а по граням.

При ковке жаропрочных сплавов особенно тщательно следует выполнять операции подсечки, пережима и т. п. Во избежание образования трещин их следует производить хорошо подогретым инструментом с достаточными радиусами закруглений и небольшими обжатиями.

При ковке заготовок большой длины для сохранения тепла в заготовках рекомендуется на свободную часть поковки надевать кожуха из листового железа, обшитые асбестом.

При деформировании осадкой заготовки из жаропрочных сплавов с грубой литой структурой даже после пятикратной осадки в металле наблюдаются остатки литой структуры. Во избежание этих дефектов заготовки перед осадкой следует подвергать вытяжке. Уковка только за счет вытяжек для заготовок, предназначенных для дисков ответственного назначения, необходима не менее четырехкратной. Осадку следует производить с обеспечением мероприятий, направленных на повышение равномерности деформаций.

Последняя повышается при использовании инструмента с чистой и гладкой поверхностью (не менее  $\nabla 4$ ), подогретого до 300—400° С, и применения антифрикционных смазок, обладающих также и теплоизолирующими свойствами.

Лучшими являются смазки, содержащие стекло или ему подобные материалы (шлаки). Дешевым и удобным способом приготовления и применения смазок является следующий. Суспензии из стеклянного порошка с измельчением не крупнее сита № 10—20 в 50%-ном водном растворе жидкого стекла (сульфатного или натриевого содового) удельного веса 1,2—1,3, ровным слоем толщиной 1—2 мм (в зависимости от размеров заготовки) наносят на одну сторону листа из тонкого картона или грубой оберточной бумаги. Обработанные таким образом листы, просушенные на воздухе, помещают на торцы заготовки перед осадкой. Размеры листа должны быть не менее диаметра заготовки после осадки.

При использовании стеклянных смазок обслуживающий персонал и оборудование следует защищать от возможного выброса смазки путем установки ограждений.

Для смазки заготовок лучше использовать бесцелочные стекла и шлаки. Возможно применение и обычного бутылочного стекла. В этом случае во избежание разъедания заготовок при последующих нагревах остатки смазки с них необходимо тщательно удалять.

Для повышения равномерности деформаций в заготовках с большим  $D/H$  ( $H$  — высота заготовки перед осадкой;  $D$  — диаметр заготовки перед осадкой) применяют осадку их в стопе. Если по мере осадки стопы заготовки поворачивать одну к другой разными сторонами, то металл вблизи торцов попеременно будет находиться либо в зоне затрудненных деформаций, либо в зоне интенсивных деформаций. Кроме повышения равномерности распространения деформаций при осадке стопой, достигается значительное снижение потребного усилия прессы. При осадке заготовок стопой стеклянную смазку рекомендуется применять только на последней переукладке.

Для осадки заготовок с большим отношением  $D/H$  из дорогих и низкопластичных сплавов целесообразно применять горячие прокладки из углеродистой листовой стали. Толщина прокладок  $S$  необходима такая, чтобы в конкретных температурных условиях давления, нужное для течения металла прокладок, было несколько меньше давления, требуемого для течения осаживаемой заготовки. Для жаропрочных аустенитных сталей и никелевых сплавов удовлетворительные результаты достигаются при следующих соотношениях размеров осаживаемой заготовки и прокладок:

$$\begin{aligned} \text{для заготовок с } D/H = 1,5 \div 3,0 \\ S = (0,70 - 0,1) H; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{для заготовок с } D/H = 3,0 \div 5,0 \\ S = (0,1 \div 0,15) H. \end{aligned}$$

В случае осадки с несколькими промежуточными нагревами прокладки наиболее целесообразно применять на предпоследнем и последнем выносе.

Использованием прокладок при осадке заготовок с  $D/H = 3$  достигается значительное уменьшение «бочки» на поковках по сравнению с обычной осадкой.

Допустимая степень деформации при осадке с одного нагрева и в случае осадки с паузами для «отдыха металла» практически равна, а без пауз составляет 0,8—0,9 от осадки до образования трещин при испытании образцов.

Так же как и при вытяжке, осадку, если она является последней операцией при изготовлении, следует производить при нагреве металла до температуры, несколько меньшей начала интенсивного роста зерен, и заканчивать при температуре на 30—50° С больше температуры нижнего пределаковки. Степень деформации при осадке должна быть не менее 20—25%.

## ШТАМПОВКА

Узкий температурный интервал, большое сопротивление деформированию и малая пластичность ограничивают возможность штамповки жаропрочных сплавов по схемам, принятым для конструкционных сталей.

Так, например, при штамповке поковок из обычной конструкционной

стали с большой разницей в площадях поперечных сечений можно с одного нагрева оттянуть конец или пережать среднюю часть у заготовки в заготовительном ручье. С жаропрочным сплавом так поступать нельзя, так как при выполнении заготовительной операции с большими обжатиями заготовка окажется разрушенной, а при малых обжатиях она остынет.

Поэтому при штамповке деталей такого типа заготовке придают соответствующую форму и размеры с отдельного (или нескольких) нагрева.

Например, при штамповке турбинных лопаток образование утолщения на конце заготовки осуществляют высадкой на горизонтально-ковочной машине или прибегают к ковке заготовок (малая партия) либо к выдавливанию в специальном штампе (большая партия).

Часто для придания наиболее рациональной формы в отношении распределения металла и для удаления дефектов заготовки подвергают механической обработке. Однако даже подготовленные таким образом фасонные заготовки из-за низкой пластичности и большого сопротивления деформированию иногда не представляется возможным отштамповать до окончательных размеров с одного нагрева и в одном ручье штампа.

Поэтому штамповку целесообразно осуществлять в двух штамповочных ручьях — предварительном и окончательном.

Свойственная штамповке неравномерность деформации особенно отрицательно сказывается при обработке жаропрочных сплавов, поскольку полученную в них разнородность нельзя уже исправить термической обработкой.

При разработке технологических процессов достаточно равномерную и мелкозернистую структуру стремятся получить путем повышения равномер-

ности распространения деформаций с тем, чтобы штамповка происходила при закрытых степенях деформации, и созданием в заготовках структур, тормозящих рост зерен в процессе рекристаллизации при критических степенях деформации и при термообработке.

Равномерность деформации при штамповке повышается в случае подогрева штампов (300—400° С), применения смазок и выполнения фигуры штампа с чистой и гладкой поверхностью (не менее  $\nabla 7$ ).

В качестве смазки при штамповке используют графитомасляные суспензии. Однако лучшие результаты достигаются при применении в качестве смазки суспензии с дисульфидом молибдена ( $\text{MoS}_2$ ). Недостатком этой смазки является ее высокая стоимость. Значительно снижается усилие и повышается стойкость штампов, если в качестве смазки применяют стекло.

Состав стекла выбирают в зависимости от химического состава жаропрочного сплава. Известные способы нанесения стеклянной смазки обкаткой заготовок по слою порошка, окунаемым в расплав стекла и т. п. не обеспечивают достаточно равномерного слоя. По этой причине поверхность штампов оказывается неровной, что практически затрудняет применение таких смазок.

Лучший способ нанесения стеклянных смазок — напыление на поверхность заготовок тонкого слоя суспензии порошкообразного стекла в водном растворе жидкого стекла, а затем просушивание заготовок.

Следует иметь в виду, что при длительном нагреве стекло разбедает поверхность заготовки, поэтому поковки перед термообработкой необходимо тщательно очистить от остатков смазки дробеструйной обработкой или травлением.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бережковский Д. И. Новый тип диаграмм рекристаллизации и метода их построения. «Заводская лаборатория», 1964, № 12.
2. Дзуготов М. Я. Внутренние резервы при обработке металлов давлением. М., Металлургиздат, 1956.
3. Дзуготов М. Я., Вахтанов Б. Ф. Возникновение локального перегрева и внутренних дефектов при ковке высоколегированных сталей «Кузнечно-штамповочное производство», 1959, № 11.

4. Златкин М. Г. Ковка специальных сталей. «Кузнечно-штамповочное производство», 1959, № 7.
  5. Корнеев Н. И., Скугарев И. Г. Основы физико-химической теории обработки металлов давлением, М., Машгиз, 1960
  6. Прозоров Л. В. Ковка высоколегированных сталей. Прогрессивная технология кузнечно-штамповочного производства. Кн. 31. М., Машгиз, 1952.
  7. Прозоров Л. В. и др. Технологические особенностиковки аустенитной стали. Труды ЦНИИТМАШ. Кн. 62 М., Машгиз, 1954.
  8. Прозоров Л. В. Ковка жаропрочных сталей. ИТЭИН, № М-58-106/5, 1968.
  9. Растегаев М. В. К вопросу образования трещин при ковке участками малопластичных сплавов. «Кузнечно-штамповочное производство», 1959, № 11.
-

## ОБРЕЗКА ЗАУСЕНЦА И ПРОШИВКА ОТВЕРСТИЙ

### Способы обрезки и прошивки

Холодные обрезка и прошивка более производительны, чем горячие, и позволяют выделять обрезные прессы в самостоятельные участки. Кроме того, при холодных обрезных работах легче производить доводку обрезного инструмента и наладку штампов.

Применение горячей обрезки вызывает: недостаточной пластичностью некоторых обрабатываемых металлов в холодном состоянии; возможностью применения обрезных прессов с меньшим усилием; необходимостью после обрезки производить горячие штамповочные операции или горячую правку с того же нагрева; недостаточной прочностью прошивных пуансонов.

При холодной обрезке или прошивке поковок из углеродистой стали с содержанием углерода свыше 0,45% и из высоколегированной стали некоторых марок возможно появление трещин, так как металл при охлаждении после штамповки на воздухе получает повышенную твердость и хрупкость. Холодную обрезку таких поковок следует производить после термообработки.

Крупногабаритные поковки, штампуемые на молотах 1,5 т и выше, подвергают обычно только горячей обрезке.

Холодную обрезку и прошивку рекомендуют производить в простых штампах (раздельно), горячую — в простых, последовательных, у которых обрезной и прошивной инструмент устанавливают рядом на одной плите, или в совмещенных (комбинированных), осуществляющих одновременно обрезку и прошивку.

Совмещенные штампы наиболее рациональны при крупносерийном и

массовом производствах. Последовательные штампы применяют вместо совмещенных для поковок сложной формы.

### Усилие пресса для обрезки

Необходимое усилие обрезного пресса  $P$  в кг определяют по формуле

$$P = (1,5 \div 1,8) \sigma_a F_{cp},$$

где  $F_{cp}$  — площадь среза в мм<sup>2</sup>;  $\sigma_a$  — временное сопротивление разрыву при температуре обрезки в кг/мм<sup>2</sup>;

$$F_{cp} = SL_{cp},$$

где  $L_{cp}$  — периметр среза в мм;  $S$  — толщина обрезаемого заусенца (или прошиваемой перемычки) в мм с учетом срезаемых закруглений на переходе от тела поковки к заусенцу (или к перемычке), а также с учетом верхнего отклонения толщины заусенца, равного верхнему отклонению вертикальных размеров поковки (или верхнего отклонения толщины перемычки, определяемого из допусков на износ в штампе бобышек для наметки отверстия). Толщину  $S$  с учетом радиусов закруглений рекомендуются определять графически по чертежу поковки.

### Обрезные штампы

**Пригонка матриц и пуансонов.** При холодной обрезке слесарную доводку пуансона и матрицы производят по поковке, а при горячей — по отливке с окончательного ручья штампа, из которого поковка поступает на обрезку.

Режущий контур матрицы изготавливают по контуру разреза поковки с припуском на слесарную подгонку, а фигуру поковки в пуансоне — по ее чертежу также с последующей слесарной подгонкой. При этом по центрирующим контурам форма пуансона



подгоняется по поковке (или по отливке), а по нецентрирующим контурам между поковкой (или отливкой) и пуансоном предусматривают зазор, равный на сторону половине верхнего отклонения от соответствующего горизонтального размера поковки с добавлением 0,3—0,5 мм.

По контуру обрезки пуансон подгоняют по матрице с зазором  $\delta$  за счет уменьшения размеров пуансона. Величина зазора зависит от формы и размеров сечений поковки в плоскостях, перпендикулярных к контуру обрезки, и определяется с помощью табл. 1, учитывающей три основных формы сечений поковки.

1. Зазор между обрезным пуансоном и матрицей (П. Е. Исачев)  
Размеры в мм

Тип I			Тип II		
h	δ в мм			D	δ
	α = 3°	α = 5°	α = 7-15°		
До 5	0,3	0,4	0,5	До 20	0,3
Св. 5	0,5	0,6	1,0	Св. 20	0,5
до 10				до 30	
Св. 10	0,8	1,0	1,5	Св. 30	0,8
до 19				до 48	
Св. 19	1,0	1,5	2,0	Св. 48	1,0
до 24				до 59	
Св. 24	1,2	2,0	2,5	Св. 59	1,2
до 30				до 70	
Св. 30	1,5	2,4	3,0	Св. 70	1,5

Для поковок со штамповочным уклоном  $\alpha < 15^\circ$  (тип I) обрезной пуансон делают плоским.

Для поковок с круговым сечением (тип II) форму пуансона во избежание местного смятия делают охватывающей.

Для поковок с  $\alpha > 15^\circ$  (тип III) пуансон делают также охватывающим

и зазор вне зависимости от  $h$  рекомендуется брать  $\delta = 0,3$  мм.

При пуансонах типа II и III необходим срез острых кромок. Величины  $S$  и  $S_1$  в мм определяют из следующих соотношений:

$$S = 0,2D + 1; \quad S_1 = \frac{3,3 - 0,03\alpha}{\operatorname{tg} \alpha}.$$

При  $\alpha > 15^\circ$  (тип III) не исключено затягивание заусенца в зазор между пуансоном и матрицей.

Чтобы избежать этого, необходимо либо изменить форму сечения самой поковки, либо применить штамп, у которого в обрезке заусенца непосредственно участвуют рабочие кромки не только матрицы, но и пуансона. Изменить форму сечения поковки можно путем создания дополнительного напуска с тем, чтобы уклон  $\alpha$  со стороны пуансона уменьшить до величины минимального штамповочного уклона на высоте 6—8 мм от линии разреза; при этом желательно по возможности опустить линию разреза по высоте поковки в сторону матрицы.

Если (аналогично тому, как при листовой штамповке) в обрезке участвуют рабочие кромки матрицы и пуансона, то зазор  $\delta$  следует принимать 8—10% от толщины заусенца, но практически не менее 0,2 мм.

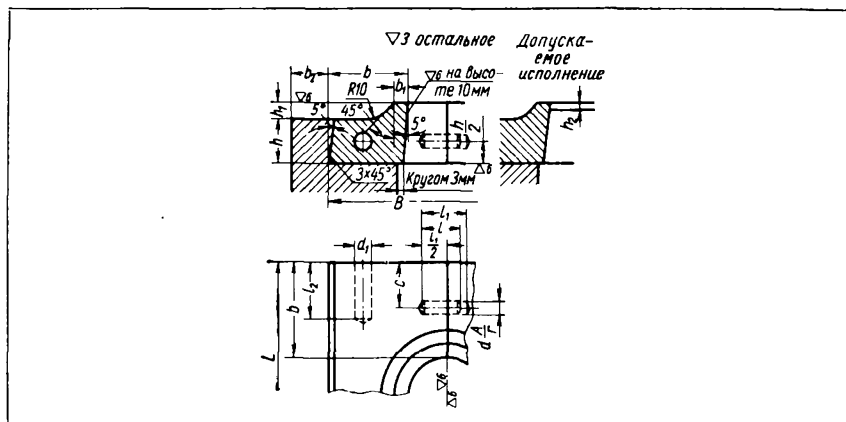
Во избежание затягивания заусенца на прилегающих к контуру обрезки низких участках поковки (высотой менее 6—7 мм) рекомендуется предусмотреть заусенец такой же высоты, запроектировав для него в основном штампе клиновую канавку; при этом необходимый контур поковки следует получать при обрезке заусенца, установив зазор  $\delta$  таким, как при пробнике отверстий в листовом материале.

Для простоты наладки штампов зазор  $\delta$  по всему контуру принимают одинаковым. Его определяют по тому сечению поковки, исключая нехарактерные сечения, где величина его окажется наименьшей. Однако в целях повышения качества среза и облегчения съема заусенца с пуансона допустимо делать этот зазор неодинаковым на различных участках контура.

**Обрезные матрицы.** У режущей кромки матрицы (табл. 2) предусматривают

## 2. Матрица из двух секций с креплением клином

Размеры в мм



Толщина обрезаемого заусенца	$b$ , не менее	$b_1$	$h_1$	$h_2$ , не более				
До 1,6	30	От 6 до 8	От 8 до 10	5				
Св. 1,6 до 3	36	Св. 8 до 10		6				
Св. 3 до 4	45	Св. 10 до 12	Св. 10 до 12	8				
Св. 4 до 6	55	Св. 12 до 15	Св. 12 до 20	10				
Св. 6 до 8	65			12				
$B$	$h_1$ , не менее	$d$	$l$	$l_1$	$c$ , не менее	$d_1$	$l_2$	$b_2$
До 160	40	10	25	30	15	20	40	40
От 160 до 200								50
Св. 200 до 320	50	12	30	36	25	25	50	50
Св. 320 до 500								55
Св. 500								—

ступеньку шириной  $b_1$  и высотой  $h_1$ . При этом заусенец укладывают на матрицу ровной поверхностью, т. е. выплавом вверх. Для поковок весом более 30 кг ступеньку можно не делать.

Стенку провального отверстия в матрице выполняют обычно с уклоном  $5^\circ$ . Провальное окно в плите под матрицей делают с вертикальными стенками по нижнему контуру провального отвер-

стия в матрице с уступом 3 мм. Габаритные размеры матрицы  $B$  и  $L$  определяют по соответствующим размерам поковки с прибавлением толщины  $b$  стенок матрицы, высоту  $h$  — по ширине  $B$  последней.

Выемку на ступеньке матрицы, по глубине соответствующую утолщению на заусенце от канавки для контрольной заливки окончательного ручья

основного штампа делают на 2 мм шире, чем в основном штампе. Так как срез этой утолщенной части заусенца получается обычно низкого качества, то во избежание последующей заточки выемку в матрице можно не делать, если заварить канавку для контрольной заливки в основном штампе после его доводки и приемки.

Выемку на матрице под клещевину или под спаренную поковку следует предусмотреть при штамповке заготовки на две поковки последовательно с переворотом, при штамповке с клещевиной, многоступенчатой штамповке. При обрезке молотовых поковок, штампуемых без клещевины, выемка в матрице не нужна. Форма и размеры выемки под клещевину или поковку должны обеспечивать свободное размещение последних с зазором 5–8 мм.

Матрицы литые или изготавливаемые штамповкой (рис. 1) обычно делают

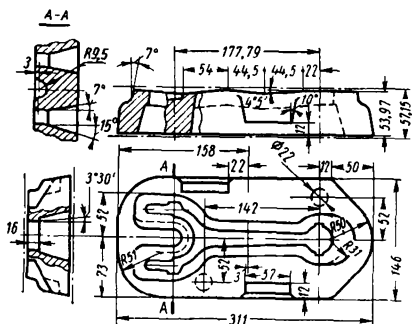


Рис. 1. Штампованная матрица для шатуна

цельными. У таких матриц режущую грань с уклоном  $3^\circ$ – $3^\circ 30'$  делают высотой 12–16 мм в зависимости от величины обрезаемой поковки. Под ней уступом 3 мм выполняют провальное окно с уклоном стенок 15–25°, но в местах, где стенки матрицы несут большую нагрузку, уступа не делают, а уклон в провальном окне уменьшают до  $7^\circ$ . Прочие размеры штампованной матрицы должны обеспечить достаточную прочность ее при эксплуатации и возможность штамповки ее в одноручевом штампе из заготовки простой формы. На матрице следует предусмотреть ступеньки высотой 12–14 мм

под захваты для крепления ее на плите.

Матрицы из кованых заготовок (табл. 3) цельные или из двух секций

3. Матрицы прямоугольные (заготовки)

		L	B	H	
80–180	80	50	250–500	180	55
100–250	100		200–400	200	50
120–250	120		200–500	200	55
140–500	140		250–500	250	65
160–500	160			300–500	
180–500	180		360–500	360	70

Ряд размеров L: от 80 до 200 — с интервалом 20; далее 250, 300, 360, 400, 450, 500. Материал — гл XX.

проще крепить на плите клином (рис. 15 тип I и II). При этом для предохранения секций от сдвига применяют штифт, размеры и размещение которого см. в табл. 2. При обработке секций матрицы в сборе отверстие под штифт выполняют, как показано на рис. 2.

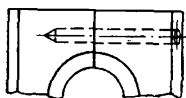


Рис. 2. Вариант отверстия под штифт

Клином и одновременно одним или несколькими винтами можно крепить матрицы из трех секций (рис. 3). Здесь сдвигу третьей секции вдоль оси препятствуют уступы а и б. Чтобы продвинуть эту секцию вперед, надо сточить уступ б и поставить прокладку в уступе а.

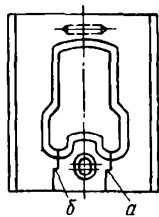


Рис. 3. Матрица, закрепляемая клином и имеющая вставку с креплением винтом

Другим весьма распространенным способом крепления матриц цельных или из двух секций является крепление их винтами, наклоненными под углом  $5^\circ$  (рис. 4, а). Для обеспечения регулирования сложного контура обрезки рекомендуется изготавливать матрицы из трех секций и более с креплением на винтах (рис. 4, б). В этом случае следует обеспечить правильную разбивку матриц на секции (рис. 5).

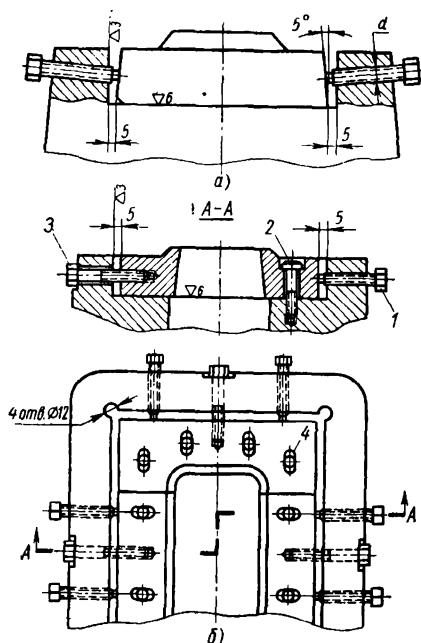


Рис. 4. Крепление матрицы винтами: а — цельной или из двух секций; б — из трех секций и более; 1 — стопорный винт; 2 — винт крепления матриц; 3 — натяжной болт; 4 — отверстие под винт крепления матрицы

Большие оси овальных отверстий в матрицах под винты надо направить в сторону смещения секций при регулировке.

У многосекционных матриц секции фиксируются стопорными винтами. Если стопорные винты не прижимают какую-либо секцию к другим (рис. 4, б), ее положение фиксируют дополнительными натяжными болтами.

Когда штампуют только концы заготовок (например, у ломиков, лопа-

ток для шин) или поковку последовательно по половине (например, для балки передней оси автомобиля), то

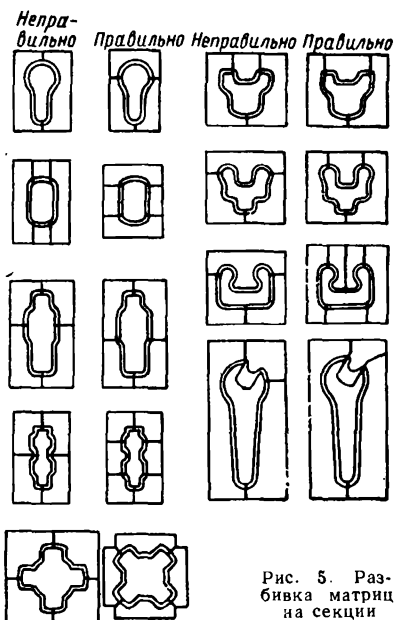


Рис. 5. Разбивка матриц на секции

обрезную матрицу (рис. 6) и провальное окно в башмаке делают полуоткрытыми. При этом для обрезки мелких

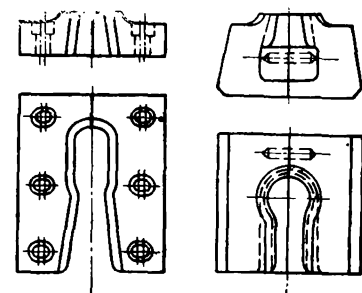


Рис. 6. Полуоткрытая матрица, закрепляемая на полуоткрытой плите

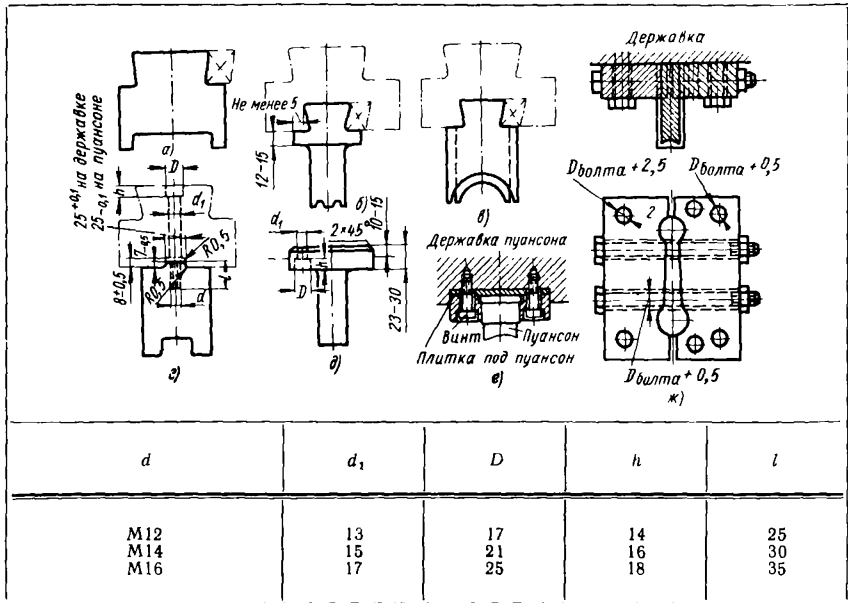
Рис. 7. Полуоткрытая матрица для мелких поковок

поковок рекомендуют матрицы без сквозного провального окна (рис. 7).

Для уменьшения усилия обрезки применяют матрицы с волнистой

## 4. Способы крепления пуансона

Размеры в мм



режущей кромкой<sup>1</sup> (см. рис. 1). Однако обработка и подгонка их представляют известные трудности. Поэтому при холодной обрезке применяют пуансоны с наклонной фигурой (рис. 8), при этом

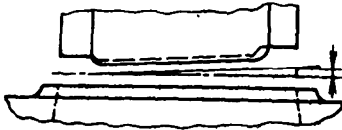


Рис. 8. Пуансон с наклонной фигурой

необходимо, чтобы поковка четко фиксировалась пуансоном, а у пуансона было надежное направление.

**Обрезные пуансоны.** Пуансоны для крупных поковок крепят непосредственно в ползуне пресса *a* (табл. 4), а для мелких и средних поковок — в державках одним из следующих способов: клином, причем когда ширина режущего контура меньше ширины хво-

стовика пуансона, последний делают с заплечиками *б*, а противном случае — без них *в*; на шлице и винтах *г*; в гнезде державки винтами сквозь заплечики пуансона *д* или с помощью пуансонодержателя *е*; зажимными колодками *ж*.

Способы крепления *б*, *д* и *е* наиболее рациональны при обрезке мелких поковок, способы *a—д* рекомендуют при любом контуре обрезки, способ *е* — при круглом, а способ *ж* — при некруглом.

При креплении зажимными колодками пуансон зажимают между колодками двумя болтами, пропущенными сквозь колодки и пуансон. Пуансон по контуру обрезки не фрезеруют, а строгают. Колодки по контуру пуансона также строгают. Опорную плоскость пуансона делают заподлицо с верхней плоскостью колодок. Одну из зажимных колодок устанавливают снизу на два контрольных штифта в державке, и обе колодки крепят к ней болтами.

При способах *е* и *ж* между пуансоном и державкой рекомендуется ставить

<sup>1</sup> Высота волны устанавливается в пределах двух-трех толщин заусенца.

опорные плитки толщиной 5—8 мм из стали У9 или У10 твердостью *HV* 415—514.

В случае *d* заплечики пуансона, а в случае *e* пуансонодержатель подгоняют по гнезду державки до плотной посадки или крепят винтами к плоской снизу державке и фиксируют на контрольных штифтах.

Для совмещения операции клеймения поковок с горячей обрезкой рекомендуется крепить в пуансонах круглые (рис. 9, *a*) или удлиненные обоймы (рис. 9, *b*) со сменными клеймами.

**Съемники.** Съемники заусенца необходимы при малых зазорах  $\delta$  между пуансоном и матрицей (для холодной обрезки при  $\delta < 0,5$  мм и для горячей обрезки при  $\delta < 1$  мм). Наиболее надежным является жесткий съемник на распорных трубках (рис. 10, тип I). Его толщину и диаметр болтов принимают 15—25 мм в зависимости от габаритов поковки. Трубки устанавли-

верстие в съемнике под пуансон делают по контуру последнего с зазором 1,5—2,5 мм. Съемник изготовляют

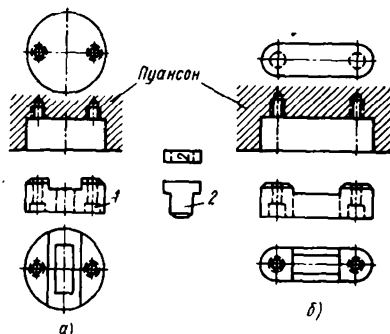


Рис. 9. Крепление сменных клейм в обрезных пуансонах: 1 — обоймы; 2 — клеймо

открытым со стороны рабочего места, если при замкнутом контуре он препятствует укладке поковки в штамп.

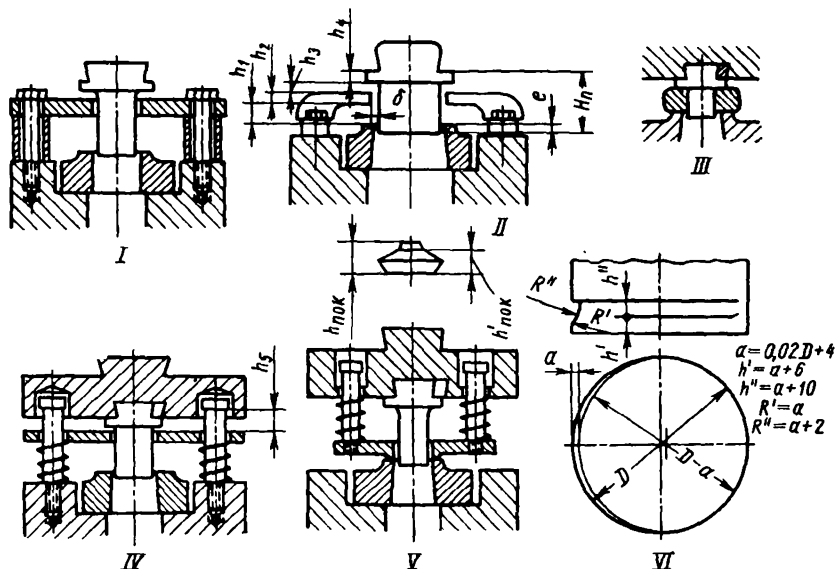


Рис. 10 Съемники заусенца

ливают не ближе 10—15 мм от наружного контура заусенца. Нижняя плоскость съемника должна находиться над матрицей на расстоянии, равном высоте поковки плюс 5—10 мм. От-

Для особо крупных поковок применяют съемные лапы (рис. 10, тип II). При холодной обрезке мелких поковок жесткие съемники заменяют резиновыми (рис. 10, тип III). При холодной

обрезке высоких поковок у съемника типа I целесообразно заменить распорные трубки пружинами (рис. 10, тип IV), что позволяет уменьшить высоту пуансона на величину сжатия пружин и тем самым повысить его прочность. При этом съемник в его нижнем положении не должен доходить до матрицы, по крайней мере, на утроенную толщину заусенца. При холодной и горячей обрезке особо

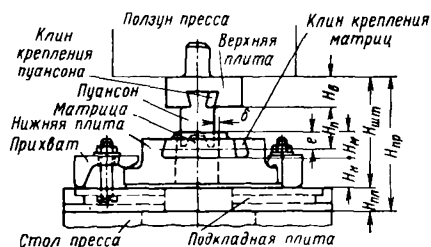


Рис. 11. К расчету закрытой высоты штампа

высоких поковок, если винты съемника типа IV не вписываются в закрытую высоту штампового пространства, применяют пружинный съемник (рис. 10, тип V). В этом случае суммарное усилие пружин должно составлять не менее половины усилия на обрезку заусенца. При обрезке крупных круглых в плане поковок вместо съемника можно для облегчения ручного съема предусмотреть съемную канавку на пуансоне (рис. 10, тип VI).

При крупносерийном и массовом производстве поковок применяют также съемники более сложных конструкций.

Вместо пружин у съемников типа V хорошо работают клиновые механизмы, с помощью которых перемещение съемника осуществляется так же, как перемещение коромысла относительно прошивника в совмещенных обрезных-прошивных штампах с клиновым механизмом (см. далее рис. 27).

**Закрытая высота штампа.** Закрытую высоту штампа  $H_{шт}$  (рис. 11) устанавливают в пределах: при работе без съемника не менее  $H_{шт} = H_{пр \min} - H_{пл} + (15 \div 20)$  мм, при работе со съемником не более  $H_{шт} = H_{пр \max} - H_{пл} - (15 \div 20)$  мм, где значения закрытой высоты штампового пространства пресса  $H_{пр \min}$  и  $H_{пр \max}$

определяют из характеристики пресса;  $H_{пл}$  — толщина подкладной плиты.

Высоту нижней плиты  $H_{н}$ , матрицы  $H_{м}$  и верхней плиты или державки  $H_{в}$  подбирают по соответствующим нормам или определяют конструктивно.

Расчетную высоту пуансона определяют из выражения

$$H_n = (H_{шт} + e) - (H_n + H_m + H_v).$$

Величина  $e$  сдвига поковки пуансоном определяется требованиями к качеству среза, зависит от формы поперечных сечений поковки, состояния режущей кромки матрицы и колеблется в пределах от трех до пяти толщин заусенца.

Расстояние  $h_1$  (рис. 10, тип II) должно быть на 5—10 мм больше высоты поковки  $h_{пок}$  при съемнике с замкнутым контуром или на 5—10 мм больше соответствующей высоты  $h'_{пок}$  поковки, которая укладывается под полуоткрытый съемник или под съемные лапы; при этом

$$h_1 = (H_n - e) - (h_2 + h_3 + h_4),$$

где  $h_3 = 10 \div 20$  мм.

При съемниках типа IV (рис. 10) размер

$$h_1 = (H_n - e) - (h_2 + h_5),$$

где  $h_5$  — величина сжатия пружин.

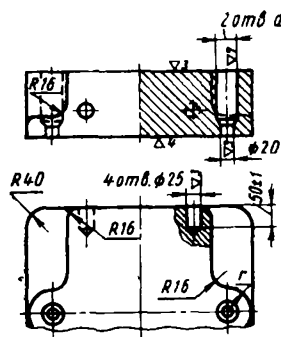


Рис. 12. Плиты нижние с осевым расположением направляющих колонок (размеры см. [11])

В штампах с направляющими колонками к моменту соприкосновения пуансона с поковкой колонка должна войти во втулку на глубину не менее 12 мм, а при нижнем положении

пуансона между верхним торцом колонки и ползуном прессы должно оставаться расстояние не менее 15 мм.

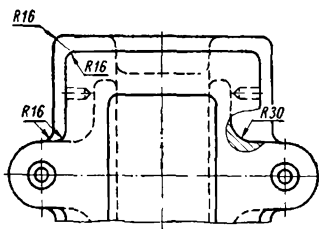
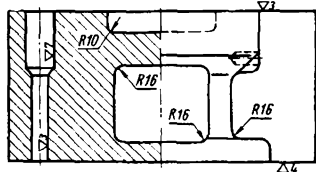


Рис. 13. Плиты нижние коробчатые с осевым расположением направляющих колонок (размеры см. [11])

**Нормализованные детали.** Размеры нормализованных деталей обрезных штампов приведены в табл. 5—26 и

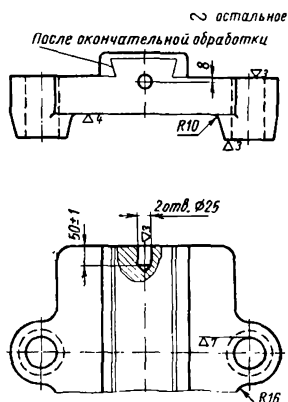
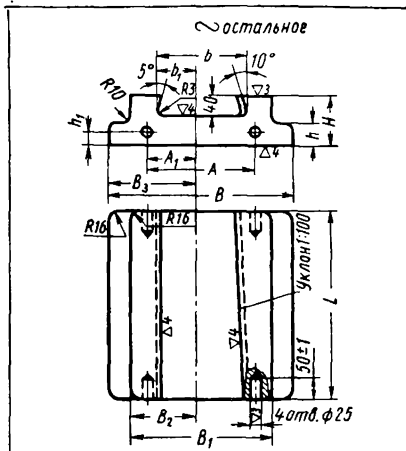


Рис. 14. Плиты верхние с осевым расположением направляющих колонок (размеры см. [11])

поковки в плоскостях, перпендикулярных к контуру обрезки, формы и размеров контура обрезки и серийности производства данной поковки. Как сказано ранее, форма и размеры сечений в плоскостях, перпендикулярных к контуру среза, определяют величину зазора между пуансоном и

### 5. Плиты нижние для крепления матриц клином

Размеры в мм



L	B	b <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	A	A <sub>1</sub>
190	340	40	107,5	215	95
280		50			
190	380	60	127,5	230	102,5
280		70			
360	420	80	147,5	280	127,5
280		90			
360	100				

Примечание. Остальные размеры:  $b = 2b_1 + 25$ ;  $h = 36$  (40);  $h_1 = 30$  (40);  $B_1 = B - 100$ ;  $B_2 = B_2 + 50$ ;  $H = 90$  (100). Размеры в скобках для плит с  $B \geq 380$

на рис. 12—14. Материал для них указан в гл. XX.

**Выбор конструкции штампа.** Конструкцию штампа следует выбирать с учетом формы и размеров сечений



## 6. Плиты нижние корыччатые для крепления матриц клином [11]

Размеры в мм

L	B	H	$b_1$	$b_2$	h	$h_1$	$B_1$	$B_2$	$B_3$	A
210			50							140
380	260	180	70			80	260	150	117,5	260
480										340
380			80			40				260
480										340
600	300	200		120		90	300	180	137,5	440
420										310
530										390
480	360	220	100	140		105	320	210	147,5	340
600										440
530			125	190						390
630	420						400	270	183	490
750		250				110				590
600	450		150	220			450	300	208	440
710										540
630	360	320	180	270		170	530	360	248	490

Примечание. Остальные размеры:  $b = 2b_1 + 25$  (34);  $h_2 = 80$  (100);  $h_3 = 36$  (50);  $h_5 = 75$  (95). Размеры в скобках для плит с  $B \geq 420$ . Обозначения A и  $h_5$  см. табл. 10

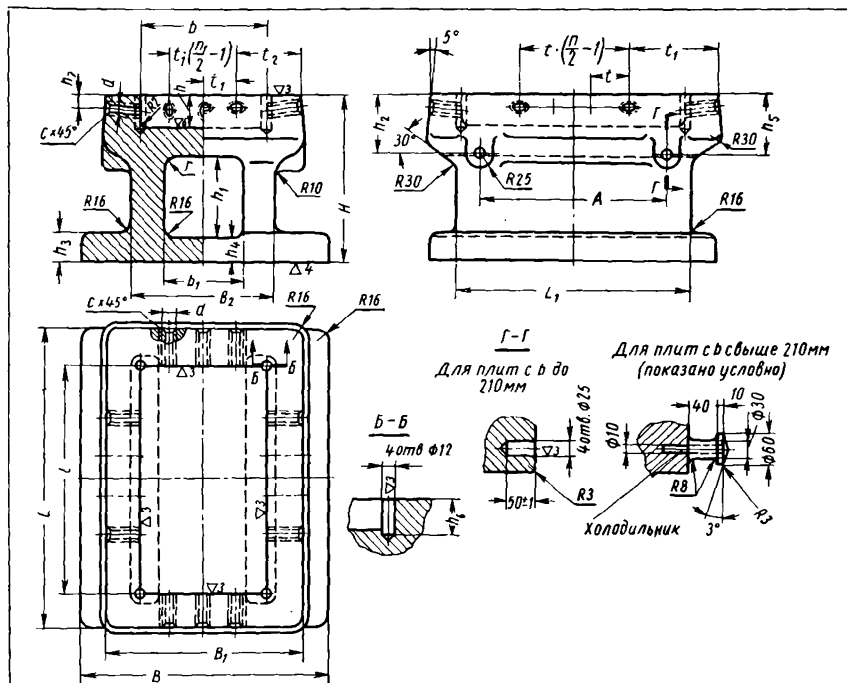
## 7. Плиты нижние для крепления матриц винтами [11]

Размеры в мм

L	B	H	h	$h_1$	A
190					
240	240	90	36	30	190
300					
300	280				215
400			100	40	
300	320				255
400					

## 8. Плиты нижние коробчатые для крепления матриц винтами [11]

Размеры в мм



Гнездо для матрицы		L	B	H	b <sub>1</sub>	h <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	n	n <sub>1</sub>	t	t <sub>1</sub>	A	
l	b																	
260		340	150	260	200	90	100	220	150	360	270	80	75	10	4	60	70	160
370		450									85	70						260
460		530									105	80						340
570		670									135	80						420
260		340	170	300	120	110	260	180	360	260	80	80	10	6	70	80	160	
370		450								85	70						260	
460		530								105	80						340	
310		380	190	220	120	110	260	180	360	300	85	80	10	6	70	80	210	
410		480								80	70						290	
510		600								100	80						390	
370		450	210	360	140	135	300	210	40	360	85	75	12	8	70	80	260	
460		560								85	80						340	
570		670								100	80						420	
680		800								130	90						520	
410		500	260	420	190	110	360	270	40	410	90	50	10	8	80	60	290	
510		600								100	70						390	
710		710								115	80						470	
710		850								155	90						550	

Примечания: 1. Остальные размеры:  $h = 40$  (50);  $h_2 = 80$  (100);  $h_3 = 75$  (95);  $h_4 = 45$  (55);  $h_5 = 17$  (21);  $d = M16$  (M20);  $C = 1,5$  (2);  $r = 16$ ;  $n$  и  $n_1$  — количество отверстий на двух противоположных сторонах плиты. Размеры в скобках для плит с  $B = 420$ .

2. Размеры плит с  $B > 420$  см. [11].



Продолжение табл. 10

Гнездо для матрицы			$b_1$	$h_1$	$D_1$	$B$	$H$	$B_1$	$B_2$	$h_2$	$h_3$	$h_4$	$h_5$	$h_7$	$l$	$S$	$r$	$D_2$	$d$	$A$	$\alpha$ в град	
$D$	$b$	$h$																				
260	210	40	150	110	180	420		360	270					17	60					210		
310	260		230		220	450	250	400	310	100		40	50	95		30	16	-	M16	265		
370	310		280	100	270	560		470	370						100					300	15	
40	370	50	320	155	310	600		530	420					20	110			60		350		
460	410		360	145	350	670	320	560	470	110	50	65	105		130			40		370	18	
510	460		410	150	400	750	360	630	540	120				120	19	140				400		
570	510		460		450	850		710	600						170			60	70	460	21	
610	570	60	500	170	490	900	400	750	660	155	60		80	155	24	190	40			500		
680	610		560		530	1000		800	730						200					540	20	

Примечание. Остальные размеры:  $h_4 = h + 5$ ;  $r_1 = 25$  (30);  $d_1 = 30$  (40);  $d_2 = 10$  (16);  $l = 40$  (53). Размеры в скобках для плит с  $D \geq 510$ .

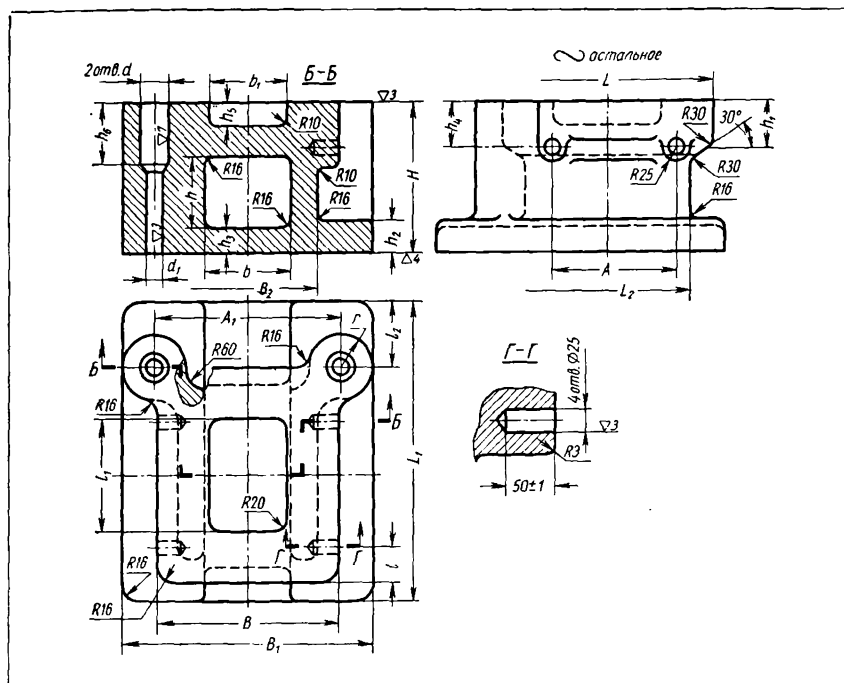
## 11. Плиты нижние с задним расположением направляющих колонок [11]

	$L$	$B$	$L_1$	$B_1$	$H$	$A$
		240	240	380	340	90
	320	280	480	380	100	280
	300	300		450		330
	360		530	500		380
	420	360	600	560		440
		420				

Примечание. Остальные размеры:  $h = 36$  (40);  $h_1 = 60$  (70);  $d = 40$  (50) (доп. откл. по  $A_3$ );  $r = 50$  (60). Размеры в скобках для плит с  $B \geq 300$ .

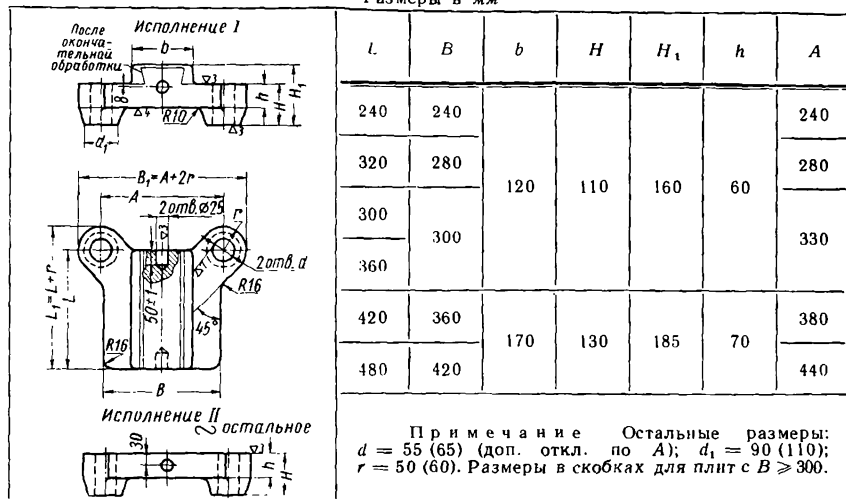
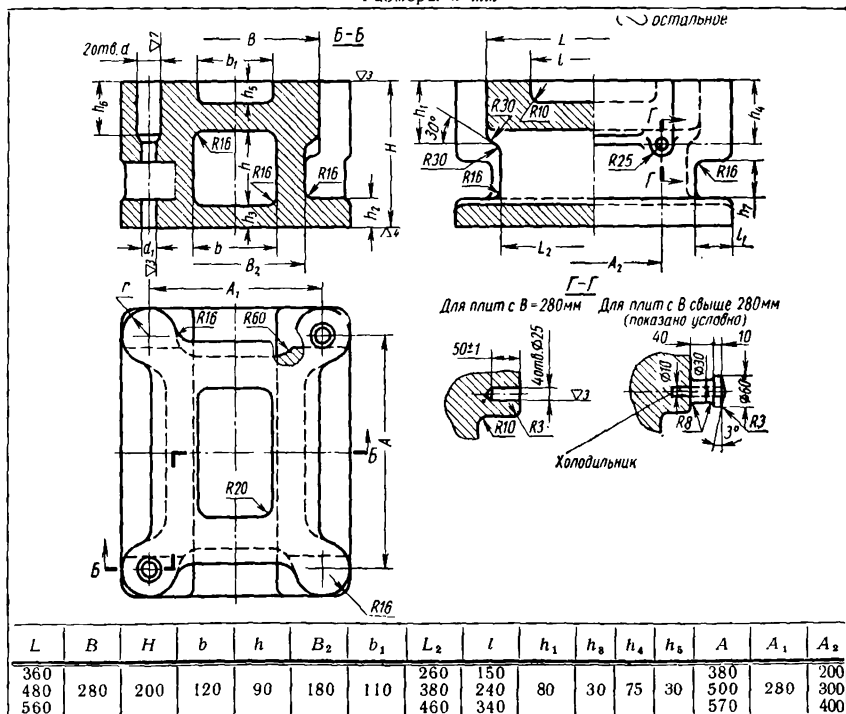
## 12. Плиты нижние коробчатые с задним расположением направляющих [11]

Размеры в мм



L	B	L <sub>1</sub>	H	b	h	B <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	h <sub>1</sub>	h <sub>3</sub>	h <sub>4</sub>	h <sub>6</sub>	L <sub>2</sub>	l	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	A	A <sub>1</sub>
240	240	340	180	90	80	150	70		20	60		150	45	70	95	105	240
320	280	420	200	120	90	180	110	80	30	65	30	220	55	130	100	170	280
300	300	450	220	140	105	210	130		36	70		210	65		125	145	330
420	360	500		190		270	150					330		150	125	240	380
		560	250	110				100	40	90	40	300	70				440
	420			220		300	190										
480		600										360		240	125	290	

Примечание. Остальные размеры:  $B_1 = A_1 + 2r$ ;  $h_2 = 36$  (40);  $h_6 = 60$  (70);  $d = 40$  (50) (доп. откл. по  $A_3$ );  $d_1 = 20$  (30);  $r = 50$  (60). Размеры в скобках для плит с  $B \geq 350$ .

13. Плиты верхние с задним расположением направляющих колонок [11]  
Размеры в мм14. Плиты нижние коротыаше с диагональным расположением направляющих колонок [11]  
Размеры в мм

Продолжение табл 14

L	B	H	b	h	B <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	l	h <sub>1</sub>	h <sub>3</sub>	h <sub>4</sub>	h <sub>5</sub>	A	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>
400	300	220	140	105	210	120	310	190	80	36	75	30	410	330	220
500							410	290					280		
600							510	390					380		
800							710	540					500		
480	360	250	190	110	270	160	390	240	100	40	95	40	480	380	240
560							470	340					340		
670							580	440					540		
850							760	590					600		

Примечание. Остальные размеры:  $l_1 = 65$  (80);  $h_2 = 36$  (40);  $h_6 = 60$  (70);  $h_7 = 60$  (70);  $d = 40$  (50) (доп. откл. по  $A_2$ );  $d_1 = 20$  (30);  $r = 50$  (60). Размеры в скобках для плит с  $B \geq 300$ . Размеры для плит с  $B > 360$  см. [11].

## 15. Плиты верхние с диагональным расположением направляющих колонок [11]

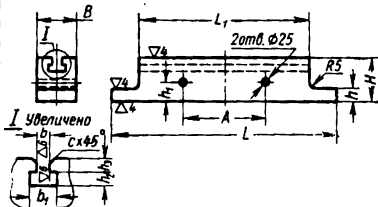
Размеры в мм

L	B	b	H	H <sub>1</sub>	h	A	A <sub>1</sub>
360	280	120	110	160	60	380	280
480						500	
560						570	
400	300	120	120	170	70	410	330
500				175		510	
600				140		195	
800	360	170	130	185	70	780	380
480						480	
560						590	
670	420	170	140	195	80	680	440
850						830	
530	420	170	130	185	70	550	440
630						630	

Примечание. Остальные размеры:  $d = 55$  (65) (доп. откл. по  $A$ );  $d_1 = 90$  (110);  $r = 50$  (60). Размеры в скобках для плит с  $B \geq 300$ .

## 16. Брусья для крепления матриц [11]

Размеры в мм



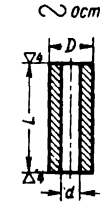
L	B	H (доп. откл. $\pm 0,1$ )	L <sub>1</sub>	b (доп. откл. по A)	h	h <sub>1</sub>	A
710	100	100	560	22	36	50	400
800	120	150	600		40	80	550
900	100	100	750		36	50	600
1000			850				700
1250	120	150	800	28	40	80	650
			1060				800
1400			1180				900
1600	200	1400	50				120

Примечание. Остальные размеры:  $b_1 = 36$  (46) [доп. откл.  $+ 2$  ( $+3$ )];  $h_2 = 16$  (20) [доп. откл.  $+ 1$  ( $+2$ )];  $h_3 = 20$  (25);  $C = 1,5$  (2). Размеры в скобках для плит с  $b = 28$ .

Материал: сталь 45 (ГОСТ 1050—60). Твердость  $HV \leq 217$ . Отклонения свободных размеров по 7-му классу точности ОСТа 1010.

## 17. Втулки распорные для съемников

Размеры в мм

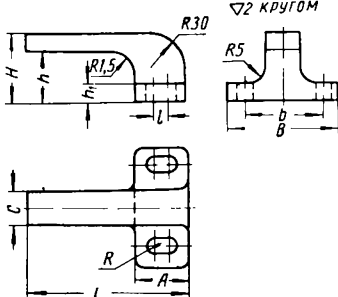


L (доп. откл. $-0,5$ )	D	d	
40—100	25	15	<p>Ряд L: 40—60 с интервалом 5; 70—120 с интервалом 10.  Материал: сталь марки Ст.3 (ГОСТ 380—60).  Втулки распорные изготавливают из труб (ГОСТ 8732—58).</p>
50—100	28	18	
50—100	32	22	
60—120	38	28	



## 18. Лапы съемников

Размеры в мм

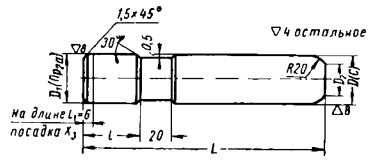


C	B	b	A	l	h <sub>1</sub>	R	L	h	H
20	70	45	30	3	15	6,5	60 70	35 40	50 60
30	92	62	35	4	15	8,5	85 95	50 65	70 85
45	113	78	40	5	18	9,5	110 125	65 80	86 102
50	130	90	45	6	20	10,5	140 155	80 100	102 125

Материал: сталь 45 (ГОСТ 1050—60)  
Твердость НВ 229—285.

## 19. Колонки направляющие

Размеры в мм



$D = D_1$	$D_2$	L	l
40	30	150—200	50
40	30	210—300	60
50	40	160—220	55
50	40	230—400	70
65	55	200—340	100
65	55	360—450	100

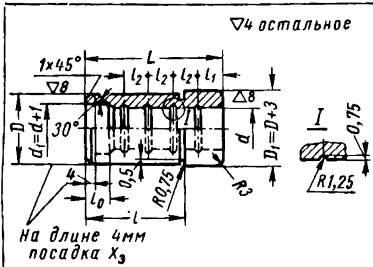
Ряд размеров L: 150—240 с интервалом 10 мм; 240—420 с интервалом 20 мм.  
Материал: сталь 20 (ГОСТ 1050—60); цементировать на глубину 0,5—1 мм;  
твердость HRC 58—62; сталь 45 и 50 (ГОСТ 1050—60); закалить токами высокой частоты; твердость HRC 45—50; при использовании колонок для штампов с шариковыми направляющими допускается применение стали марки ШХ15 (ГОСТ 801—60); твердость HRC 58—62.

Отклонения свободных размеров по 7-му классу точности ОСТ 1010.

Биение диаметров D и D<sub>1</sub> не выше половины допуска на размер D.

## 20. Втулки направляющие

Размеры в мм



▽4 остальное

На длине 4 мм посадка  $H_3$

$d$ (доп. откл. по $H_3$ )	$D$ (доп. откл. по $Пp$ )	$l$	$L$	$l_0$	$l_1$	$l_2$	Число канавок
40	55	65	100	20	15	25	3
50	65	67					
65	90	100	150	25	20	20	4

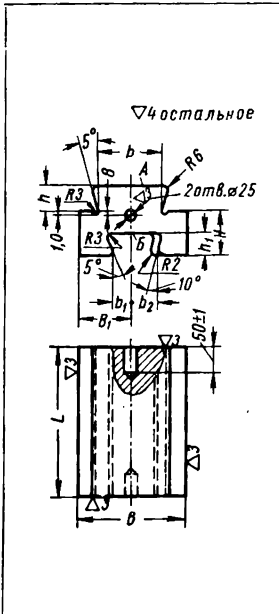
Материал: сталь 20 (ГОСТ 1050—60), цементировать на глубину 0,5—1 мм, твердость HRC 58—62; сталь 45 и 50 (ГОСТ 1050—60), закалить токами высокой частоты, твердость HRC 45—50.

Отклонения свободных размеров: диаметров — по  $A_3$  и  $C_3$  (ОСТ 1015), остальных размеров — по 7-му классу точности (ОСТ 1010).

Биение диаметров  $D$  и  $d$  не должно превышать половины допуска на диаметр  $d$ .

## 21. Пуансонодержатель с хвостовиком под клин и креплением пуансона клином

Размеры в мм



▽4 остальное

20т8.ø25

$b$	$b_1$	$b_2$	$h$	$h_1$	$L$	$B$	$B_1$	$H$
90	35	57	39	38	200	210	90	80
		320						
	22,5	44,5	32	200	190	80	70	
		320						
140	45	75	46	38	320	240	110	90
		400						
	35	57	38	320	220	100		
		400						
		65			500			
					630			
					800			

Пуансонодержатель с хвостовиком  $b = 180$  мм (см. [11]).

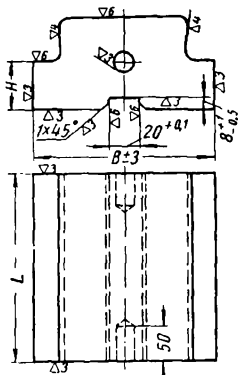
Материал: сталь 45 (ГОСТ 1050—60). Твердость  $\leq HВ 217$ .

Отклонения размеров по 7-му классу точности (ОСТ 1010 и ГОСТ 2689—54).

Отклонения от параллельности поверхности  $A$  относительно поверхности  $B$  не более 0,05 мм на длине 100 мм.

## 22. Пуансонодержатель с хвостовиком под клин и креплением пуансона винтами

Размеры в мм

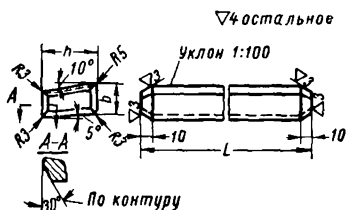


<i>B</i>	140	160	180	200	240	260	280	300	350	400
<i>H</i>	40	40	45	45	50	50	60	60	70	70

Материал: сталь 45 (ГОСТ 1050—60)  $L = l + (20-40)$ , где  $l$  — длина поковки.

## 23. Клины для крепления матриц [11]

Размеры в мм

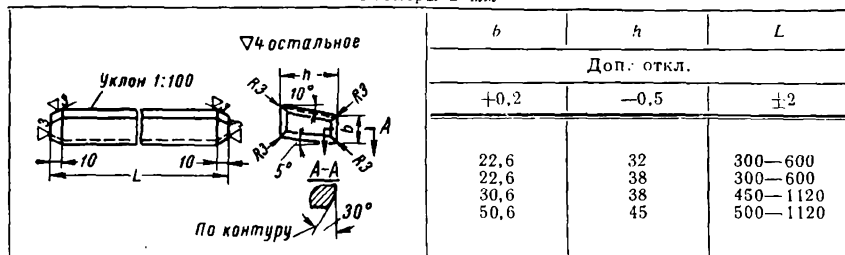


<i>b</i>	<i>h</i>	<i>L</i>
Доп. откл.		
+0,2	-0,5	±2
25,6	40	300
		360
		400
		450
		500
		560
34,6	50	600
		670
		710
		760
		800

Материал: сталь 40X (ГОСТ 4543—61). Твердость *HV* 285—363. Остальные технические требования по МН 1773-61.

## 24. Клин для крепления пуансонов [11]

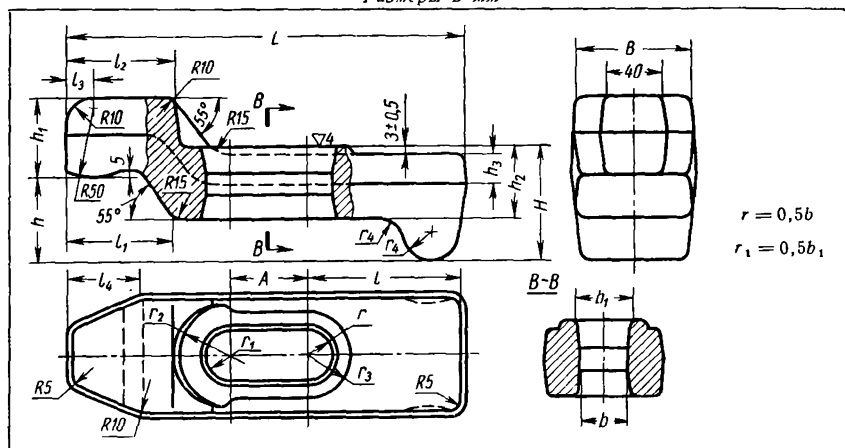
Размеры в мм



Ряд размеров  $L$ : 300, 450, 500, 600, 750, 900, 1120.  
 Материал: сталь 40X (ГОСТ 4543—61). НВ 285—363.

## 25. Прихваты для плит [11]

Размеры в мм



$h$	$b$ (доп. откл. $\pm 1$ )	$L$	$B$	$H$	$b_1$	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$l$	$l_1$	$l_2$	$l_3$	$l_4$	$A$	$r_2$	$r_3$	$r_4$
36	22	190	60	40	25	35	25	9,5	80	48	45	10	28	35	25	22	12
40						30											
36	26	220	70	48	30	40	30	12	93	50	50	80	32	46	30	25	16
40	34	240		55	38	40	35	14,5	93	55	55		12,5	38	50	35	
50	26	260		65	30	45	40	17	106	70	70	17,5	48		30	25	20
60	34	280		80	40	65	55	22	110	76	76		50	55	35	30	

Материал: сталь 45 (ГОСТ 1050—60). Твердость НВ 285—321. Неуказанные радиусы 3 мм. Штамповочные уклоны не более 7°.

Отклонения размеров по ГОСТу 7505—55, группа вторая.

## 26. Прихваты для матриц [11]

Размеры в мм

<i>L</i>	<i>B</i>	<i>H</i>	<i>l</i>	<i>l</i> <sub>1</sub>	<i>l</i> <sub>2</sub>	<i>h</i>	<i>d</i>	<i>r</i>
65	36	34	20	11	16	20	17	31
80	45	38		14	20		22	39
95	55	45	25		24	30	26	44
Материал: сталь 45 (ГОСТ 1050—60) Твердость <i>HV</i> 285—321. Отклонения размеров по 7-му классу точности ОСТа 1010.								

матрицей (см. табл. 1). При зазоре  $\delta = 0,5$  мм и менее применение направляющих колонок и втулок обязательно.

От формы и размеров контура обрезки зависит секционность и размеры матрицы, а следовательно, и способ ее крепления на нижней плите. Размеры контура обрезки с учетом толщины срезаемого заусенца и материала поковки определяют вид обрезки (холодная или горячая) и необходимое усилие. Горячую обрезку производят на обрезных прессах с большой высотой штампового пространства, холодную — как на обрезных, так и на более легких кривошипных прессах общего назначения. Высота штампового пространства определяет необходимую высоту нижней плиты штампа. Высокие нижние плиты (коробчатые) рассчитаны на удаление обрезанных поковок из выгребного окна коробчатой плиты и используются на обрезных прессах с усилием от 100 т и более. Низкие плиты рассчитаны на провал обрезанных поковок сквозь провальное окно в нижней плите штампа и в столе пресса и используются на прессах общего назначения с усилием до 160 т. После выбора типа плиты ее размеры подбирают по габаритным размерам матрицы.

Все указанные на рис. 15 типовые конструкции штампов успешно применяют как при крупносерийном, так и при среднесерийном производстве. При мелкосерийном производстве бы-

вает экономичнее использовать упрощенные конструкции, например, с цельной матрицей, устанавливаемой непосредственно на столе пресса (рис. 16) и на брусках (табл. 16 и рис. 17).

Штампы специальных конструкций применяют, когда обрезку приходится производить на прессе, характеристика которого не соответствует габаритам поковки.

**Чертеж обрезного штампа.** Общий вид штампа рекомендуется вычерчивать только для штампов специальных конструкций.

Если для обрезки принят штамп одной из типовых конструкций (см. рис. 15), то вычерчивают (рис. 18) только пуансон, матрицу и другие ненормализованные детали штампа. Нормализованные детали (плиты, детали съемника и т. д.) вычерчивают только в том случае, если необходима специальная обработка, с указанием лишь тех частей или мест, на которых нужны специальная разметка и обработка, размеры же, взятые из нормалей, при этом не проставляют.

Секционную матрицу вычерчивают в сборе с указанием габаритов в сборе, габаритов секций и прочих размеров, за исключением размеров контура обрезки в плане.

При вычерчивании пуансона проставляют все размеры, за исключением размеров контура обрезки и фигуры поковки. Вместо них наносят главные осевые линии фигуры поковки и разме-

ры от них до кромок пуансона и его верхнего торца. В фигуре проставляют только те размеры, по которым между поковкой и пуансоном предусматривается зазор.

В примечании к чертежу должно быть указано, что фигуры в пуансоне и матрице следует выполнять по чер-

тежу поковки, предназначенному для изготовления штампа, и пригонять по поковке при холодной или по специальной отливке при горячей обрезке.

Здесь же указывают размер зазора между пуансоном и матрицей и закрытую высоту штампа.

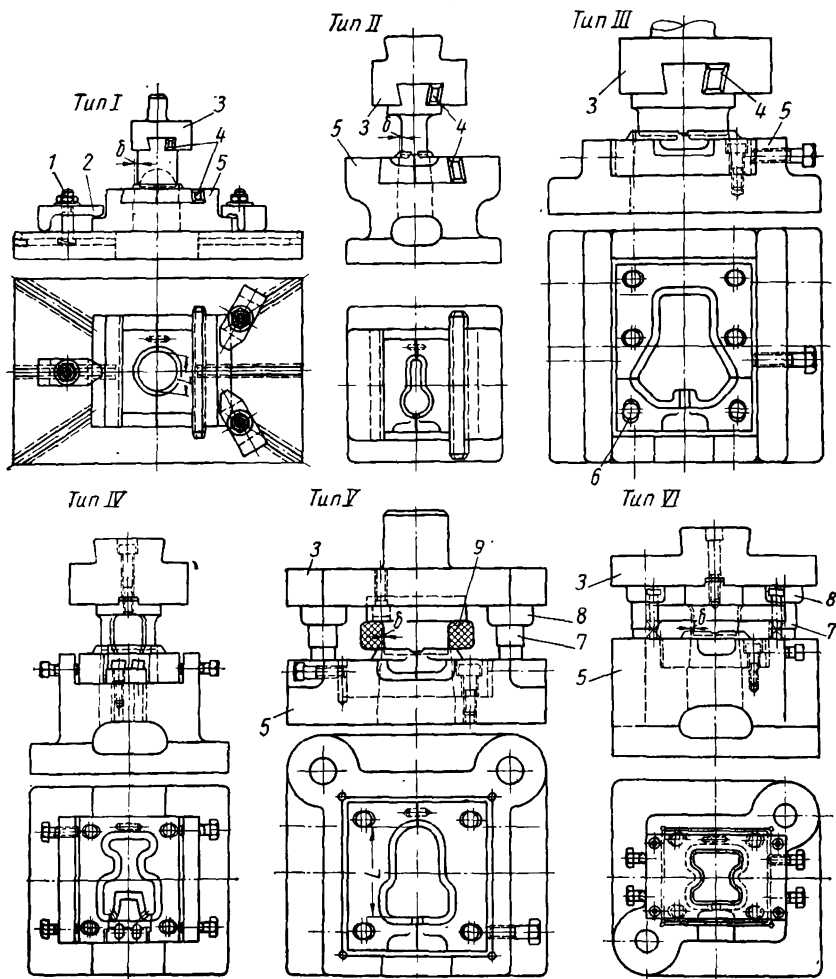


Рис. 15. Типовые конструкции обрезных штампов: 1 — низкий штамп с креплением матрицы клином; 11 — высокий штамп с креплением матрицы клином; 111 — низкий штамп с креплением матрицы винтами; 1V — высокий штамп с креплением матрицы винтами; V — низкий штамп с направляющими колонками; VI — высокий штамп с направляющими колонками; 1 — болт; 2 — прихват; 3 — плита верхняя; 4 — клин; 5 — плита нижняя; 6 — винт; 7 — колонка; 8 — втулка; 9 — резиновый съёмник

Размеры контура провального окна в нижней плите и размеры для разметки отверстий под винты крепления матрицы и пуансонов в плитах не проставляют, поскольку разметка их про-

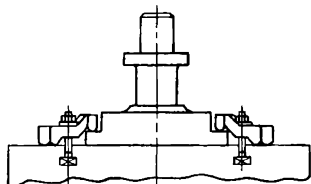


Рис. 16. Штамп с установкой цельной матрицы непосредственно на столе пресса

изводится по месту при наложении матрицы на нижнюю, а пуансона на верхнюю плиту.

Обычно нижнюю плиту вычерчивают только для указания разметки и обработки отверстий под натяжные и стопорные винты матриц и винты для крепления съемников при наличии таковых.

Допуски на размеры, знаки обработки и места клеймения оговаривают в общих технических условиях на изготовление обрезных штампов, и поэтому их в чертежах не указывают. При этом в самом чертеже или в примечании к чертежу следует подробно указать все отклонения от технических условий, если последние в чем-либо не отвечают требованиям, предъявляемым к штампу данной конструкции.

При назначении марок стали и норм твердости деталей штампа следует руководствоваться рекомендациями, приведенными в гл. XX.

**Установка обрезного штампа на пресс.** При педальном управлении прессом рекомендуется следующий

порядок установки обрезных штампов:

1) устанавливают ползун пресса в его верхнем положении, выключают электродвигатель и останавливают маховик;

2) штамп в сборе поднимают (легкий — вручную, тяжелый — краном на стропях) и устанавливают центрально на подштамповой плите так, чтобы хвостовик пуансона или его державка находились под соответствующим пазом в ползуне;

3) нажимают на педаль и, проворачивая маховик вручную, опускают ползун в его нижнее положение, после чего выключают муфту с тем, чтобы при последующем включении электропривода ползун пресса остался в нижнем положении;

4) с помощью ломиков поджимают верхнюю часть штампа к ползуну и надежно закрепляют ее в нем;

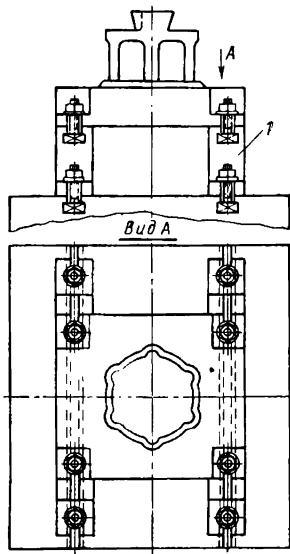


Рис. 17. Штамп с установкой цельной матрицы на брусках

5) с помощью регулировочного устройства пресса устанавливают указанную в чертеже штампа закрытую высоту штампового пространства;

6) если штамп без направляющих колонок, то смещением вручную ниж-

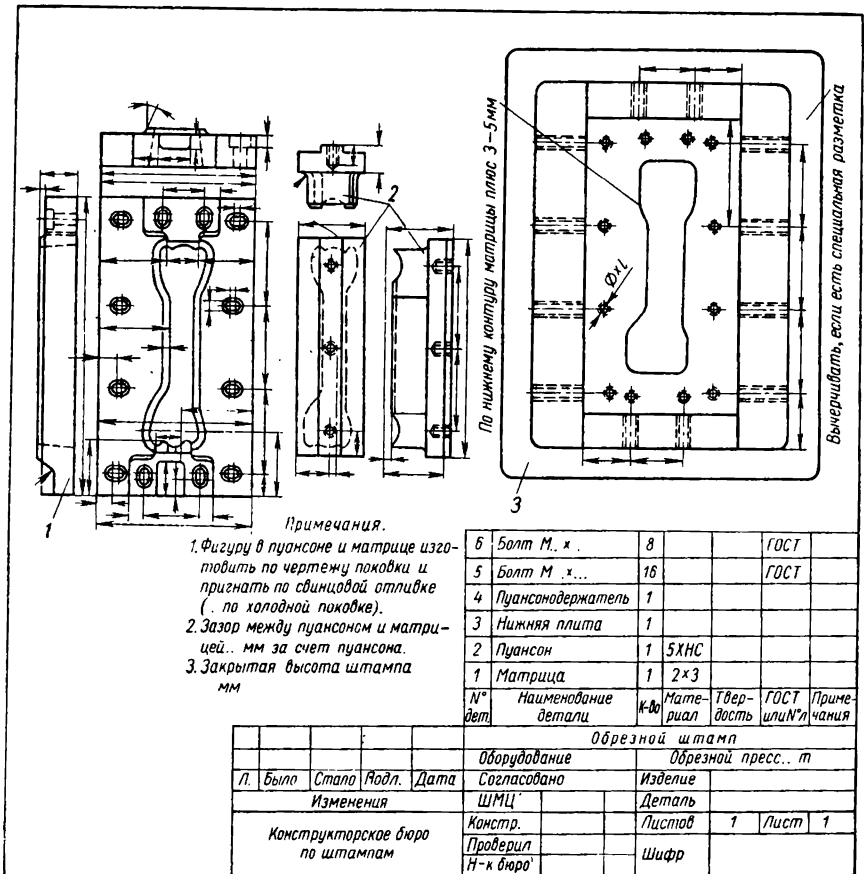


Рис. 18. Типовое оформление чертежа обрезного штампа

ней части штампа по подштамповой плите устанавливают по контуру среза равномерный зазор между пуансоном и матрицей, после чего надежно закрепляют нижнюю часть штампа на подштамповой плите;

7) включают электродвигатель и, когда маховик наберет полное число оборотов, нажатием на педаль включают муфту и поднимают ползун в его верхнее исходное положение. На легких прессах подъем ползуна производят не электродвигателем, а вращиванием маховика вручную. В этих случаях муфту (см. п. 3) не выключают;

8) проверяют правильность установ-

ки штампа сначала на холостых ходах, затем по качеству обрезки.

При кнопочном управлении, если возможны короткие перемещения ползуна пресса, установка обрезных штампов по сравнению с установкой при педальном управлении упрощается, так как она может быть произведена без выключения электропривода.

### Прошивные штампы

**Пуансоны и матрицы.** Режущий контур пуансона изготавливают по контуру прошиваемого отверстия, указанного в чертеже поковки.



Вертикальные размеры полости в матрице под фигуру поковки делают по номинальным размерам поковки; горизонтальные — с зазорами, причем по центрирующим контурам зазор  $\Delta$  на сторону принимают равным половине верхнего отклонения от соответствующего размера, по нецентрирующим — зазор на сторону устанавливают равным  $\Delta + 0,5$  мм.

При конструировании матрицы, а также при определении опорной поверхности и центрирующих контуров прошиваемой поковки следует учитывать следующее:

1) достаточно заключить в матрицу только часть нижней от линии разреза поверхности поковки;

2) если матрица при этом не будет обеспечивать надежной укладки поковки, то вместо увеличения размеров матрицы необходимо предусмотреть укрепляемые на ней в виде кронштейнов установочные упоры;

3) форма фигуры в матрице может быть значительно проще формы поковки, если при этом поковка в матрице достаточно центрирована и оперта.

Провальное отверстие в матрице делают с вертикальными стенками. Поперечные размеры его должны обеспечить свободный провал прошитой перемычки, но быть, по крайней мере, на 1—2 мм меньше соответствующих размеров контура внутренней кромки опорной поверхности поковки, с тем чтобы кромка провального отверстия не давала отпечатка на поверхности поковки.

Если выявленный при конструировании провального отверстия в матрице зазор между пуансоном и провальным отверстием в матрице  $\delta \geq 1,5$  мм на сторону, то можно применять штампы без направляющих колонок. При  $\delta < 1,5$  мм применение направляющих колонок обязательно.

При расположении прошиваемой перемычки в непосредственной близости или заподлицо с опорной поверхностью поковки в ее срезе в равной мере участвуют как пуансон, так и матрица. В этом случае провальное окно матрицы следует выполнять с острыми кромками и уклоном  $5^\circ$ , как у обрезных матриц, штамп применять с направ-

ляющими колонками, а зазор между пуансоном и матрицей устанавливать за счет матрицы, как при пробивке отверстий в листовом материале (табл. 27).

27. Зазоры между пуансоном и матрицей при пробивке в прошивных штампах

Толщина перемычки в мм	Зазор на сторону в % от толщины перемычки			
	Горячая пробивка	Холодная пробивка стали марок		
		10; 20	20; 25; 35	45
До 2,5	1,8—2	3,5—4	4—4,5	4,5—5
2,5—5	2—2,5	4—4,5	4,5—5,5	5—6
5—10	2,5—3	4,5—5,5	5,5—6,5	6—7
Св. 10	3—4	5,5—7	6,5—8	7—9

**Съемники.** Наилучшим для прошивных штампов является съемник на двух (рис. 19), трех или четырех распорных трубках, при конструировании

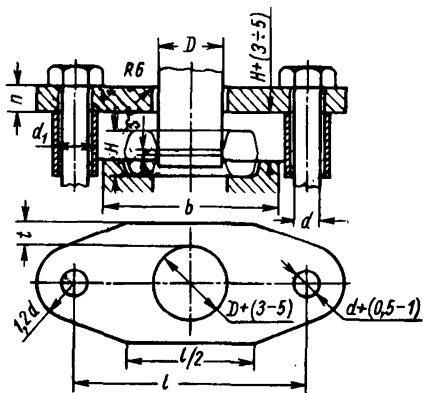


Рис. 19. Съемник прошивного штампа на распорных трубках

которого значения  $H$ ,  $S$  и  $D$  берут из чертежа поковки;  $l = b + d_1 + (5 \div 8)$  мм, где  $b$  принимают конструктивно;  $h \approx 0,5S + 0,1D + 0,01l + 8$  мм;  $d \approx h$  (подобрать по размеру, ближайшему из ряда 12, 16, 20, 22

и 24 мм);  $d_1 \approx 1,5d$  (подобрать по диаметру распорных трубок).

Расстояние от верхней поверхности съемника до заплечиков пуансона при

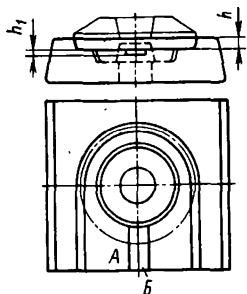


Рис. 20. Полуоткрытая матрица прошивного штампа

закрытом штампе необходимо не менее 10 мм. В противном случае распорные трубки следует заменить пружинами.

Расстояние от матрицы до нижней поверхности съемника можно уменьшить на величину  $h$  (рис. 20) за счет выреза *A* в матрице на глубину  $h$ , если при этом центрирование поковки в матрице будет сохранено. Для более удобного удаления поковки из матриц (рис. 20) в этом случае рекомендуется делать в них канавки *B* глубиной  $h_1$ , а съемники делать полуоткрытыми.

**Плиты и пуансонодержатели.** Для прошивных штампов рекомендуются те же плиты и державки, что и для мелких обрезных штампов (см. табл. 5, 7, 9, 11, 13 и рис. 12 и 14). Кроме того, применяют также более простые в из-

28. Державка прошивного штампа для мелких пуансонов

Размеры в мм

	$D$	$d$	$D_1$	$h$	$D_2$
	До 30	M16	35	16	65
	30—38	M18	43	18	80
	38—50	M22	55	20	95
	50—65	M24	70	22	115

готовлении державки для мелких (табл. 28) и крупных (табл. 29) цилиндрических пуансонов с креплением на винтах.

29. Державка прошивного штампа для крупных пуансонов

Размеры в мм

	$D$	$d$	$D_1$	$D_2$
	65—85	M12	20	38
	85—110	M16	30	50
	110—140	M18	45	70

Пуансон-пробку (рис. 21), не укрепляемый к ползуну прессы и проваливающийся вместе с прошитой перемычкой сквозь матрицу, применяют при мелкосерийном производстве для особо высоких поволоков в штампах без державок и съемников. Крестообразную канавку на торце пуансона делают для лучшей его устойчивости при установке на прошиваемую перемычку.

**Закрытая высота и чертеж штампа.**

Расчет закрытой высоты штампа производят так же, как и для обрезных штампов; высоту  $H$  провального окна в матрице рекомендуется определять по выражению

$$H = 0,5S + 15 \text{ мм},$$

где  $S$  — толщина прошиваемой перемычки.

Правила составления чертежа штампа те же, что и для обрезных штампов.

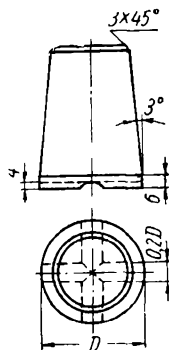


Рис. 21. Прошивной пуансон-пробка

### Последовательные штампы

Последовательные штампы применяют для обрезки и прошивки, обрезки и правки, обрезки и гибки. Для них

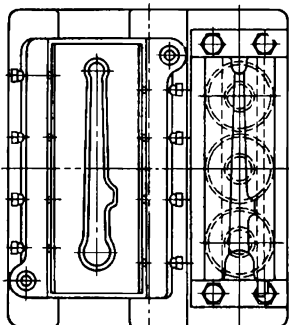
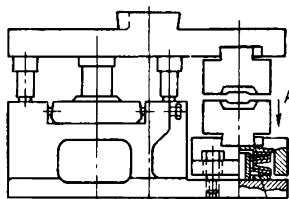


Рис. 22. Последовательный штамп для обрезки-правки: 1 — пружины тарельчатые по ГОСТу 3057—54 и МН 867-60

необходимо конструировать и изготавливать специальные литые (рис. 22) или сварные (рис. 23) плиты. Надежнее

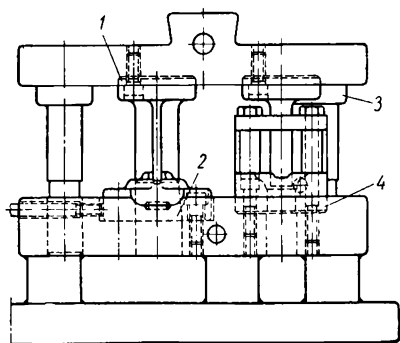


Рис. 23. Последовательный штамп для обрезки и прошивки: 1 — обрезной пуансон; 2 — обрезная матрица; 3 — прошивочный пуансон; 4 — прошивная матрица

работают такие штампы с направляющими колонками.

В штампах обычно предусматривают возможность регулировки положения каждого из инструментов нижней пары, верхние же инструменты можно закреплять в верхней плите жестко.

При расчете закрытой высоты штампа следует учитывать ограниченность или невозможность одновременного регулирования по высоте обеих пар инструментов.

### Совмещенные штампы

Штампы для обрезки с прошивкой. Наиболее конструктивными являются штампы для обрезки с прошивкой

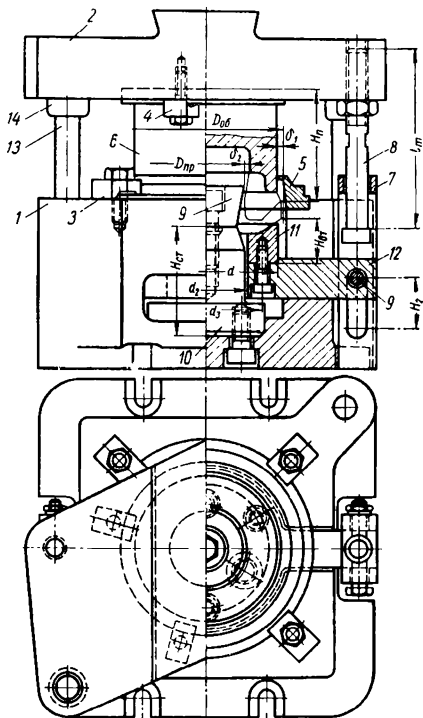


Рис. 24. Типовой совмещенный штамп для обрезки-прошивки поковок круглой или близкой к ней формы: 1, 2 — плиты нижняя и верхняя; 3, 4 — захваты нижний и верхний; 5 — матрица; 6 — пуансон; 7 — скоба; 8 — тяга; 9 — прошивник; 10 — стойка прошивника; 11 — выталкиватель; 12 — коромысло выталкивателя; 13 — колонка; 14 — втулка — направляющие

поковок, имеющих в плоскости разъема круглую или близкую к ней форму (рис. 24).

Если диаметр прошиваемого отверстия менее 60 мм, то, в целях повышения стойкости прошивника, прошивник и матрицу крепят в верхней плите штампа, а пуансон — в нижней (рис. 25).

В конструкциях совмещенных штампов следует использовать нормализованные плиты и другие детали (см. [11]).

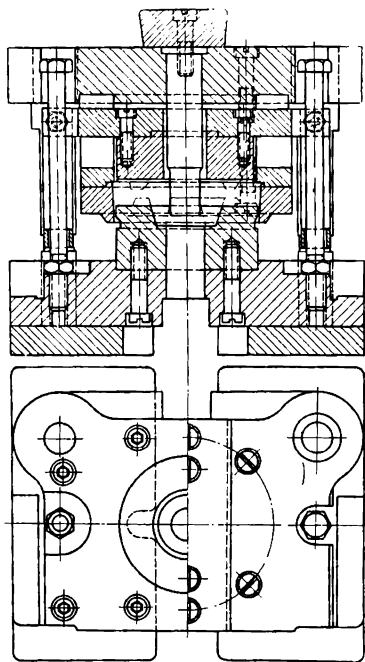


Рис. 25. Совмещенный штамп для обрезки и прошивки при малом диаметре прошиваемой перемычки

При прошивке двух отверстий и более выталкиватели крепят к отдельным коромыслам, каждое из которых подвешивается на двух независимых тягах. Если зазор между пуансоном и матрицей менее 1 мм, необходимо предусмотреть съемную канавку на пуансоне или съемник заусенца по типу съемников для обрезных штампов, или съемник 1 специальной конструк-

ции (рис. 26) на тягах 2 с коромыслом 3. При зазорах между матрицей, пуансоном и прошивником более 0,6 мм направляющие колонки и втулки в совмещенных штампах облегчают их на-

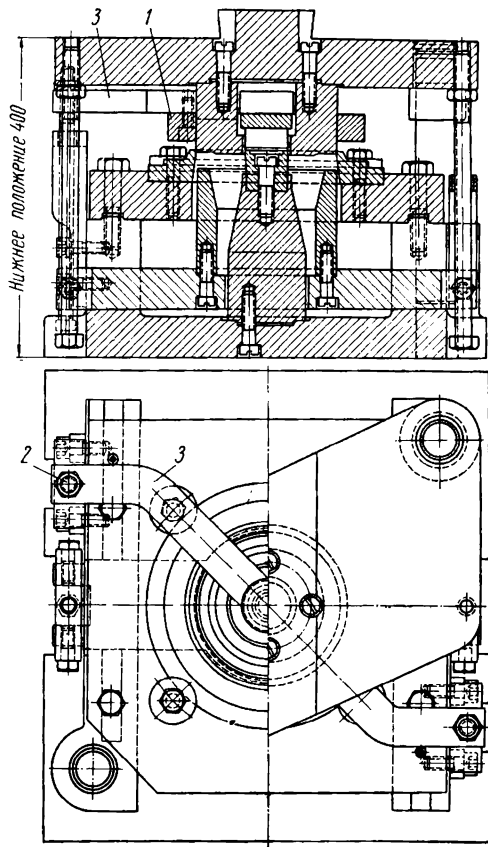


Рис. 26. Совмещенный штамп со съемником на тягах с коромыслами

ладку, но не являются обязательными.

Рекомендуется также применять совмещенные штампы (рис. 27) с креплением пуансона-матрицы 1 с пружинным съемником 2 на нижней плите, причем съемник служит также фиксатором при укладке поковки в штамп. Прошивник 3 и многосекционную матрицу 4 устанавливают в верхней

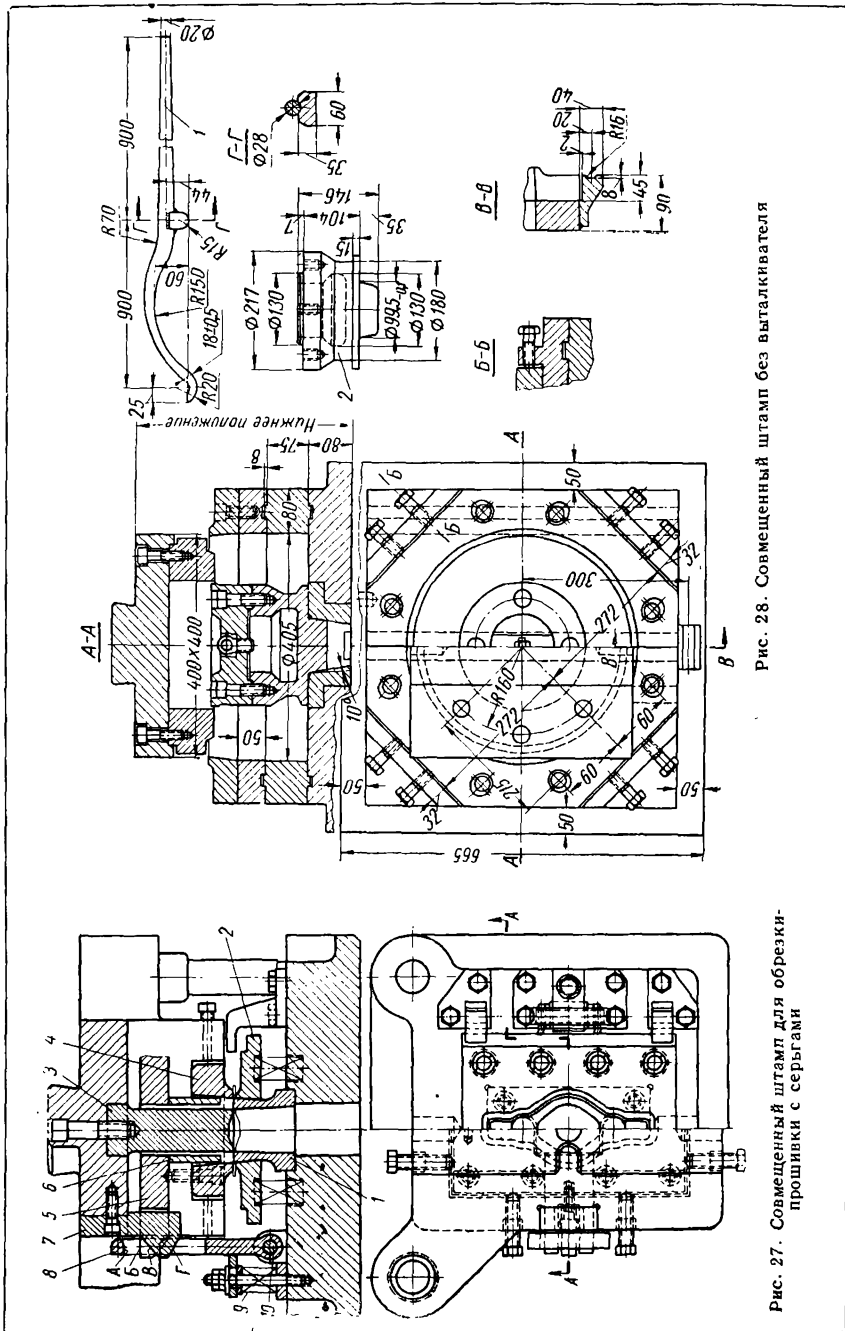


Рис. 28. Совмещенный штамп без выталкивателя

Рис. 27. Совмещенный штамп для обрезки-прошники с серьями

плите, в прорезях которой помещают коромысло 5 с приваренным к нему выталкивателем 6. На концах коромысла имеются пазы для клиньев 7.

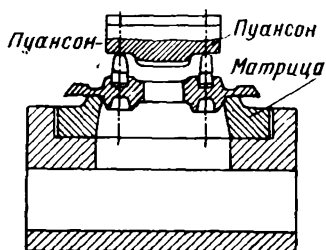


Рис. 29. Совмещенный штамп с пуансонами-пробками

имеющих верхние и нижние скосы. Конец коромысла входит в серьгу 8, удерживаемую в вертикальном положении пружиной 9. При ходе ползуна пресса и нажмем на верхний конец серьги верхним или нижним скосом клина 7 она отходит в сторону, поворачиваясь вокруг оси 10, и пропускает коромысло в нижнее положение. При обратном ходе коромысло задерживается серьгами и выталкивает поковку. Затем верхний скос клина отводит серьгу и освобождает коромысло, которое со всей верхней частью поднимается в исходное положение.

При мелкосерийном производстве поковок, а также в случаях, когда закрытая высота штампа для обрезки-прошивки не вписывается в закрытую высоту штампового пространства пресса, применяют совмещенные штампы упрощенных конструкций, например, с ручным рычагом для выталкивания 1 и с пуансоном 2 (рис. 28) или с пуансонами пробками (рис. 29). В последнем случае прошивка пленок предшествует обрезке заусенца.

Размеры элементов штампа для обрезки-прошивки (рис. 30). Закрытая высота штампа

$$H_{шт} = H_{пр \max} - H_{пл} - (15 \div 20) \text{ мм},$$

где  $H_{пл}$  — толщина подштамповой плиты;  $H_{пр \max}$  — максимальная закрытая высота штампового пространства пресса.

Величина сдвига поковки

$$e = 2h_{зн} + h_{зв} + (15 \div 20) \text{ мм},$$

где  $h_{зн}$  — толщина срезаемого заусенца;  $h_{зв}$  — толщина удаляемой перемычки.

Высота пуансона

$$H_{пн} = (H_{шт} + e) - (H_{бш} + H_{м} + H_{д}).$$

Высота стойки

$$H_{ст} = (H_{бш} + H_{м}) - (H_{б} + H_{пв} + \lambda + 7 \text{ мм}),$$

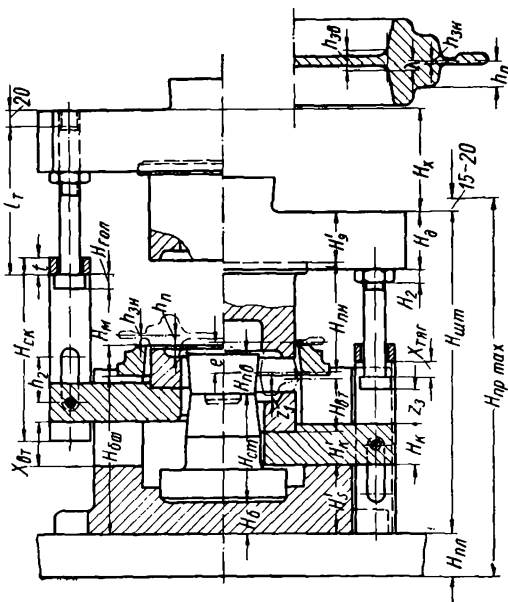


Рис. 30. Схемы размеров совмещенного штампа

где  $\lambda$  — расстояние от линии разреза по заусенцу до крайней нижней точки срезаемой перемычки (определяется графически).

Ход выталкивателя

$$X_{вт} = e + z_1 + a,$$

где зазор между пуансоном и выталкивателем  $z_1 = 10 \div 20$  мм; размер  $a = h_n$  (для поковок с центрирующим буртом со стороны выталкивателя).

Значение  $X_{вт}$  должно удовлетворять условию

$$(H_m - H_{бул}) - (H'_б + H'_к + H_{вт} + X_{вт}) = 15 \text{ мм.}$$

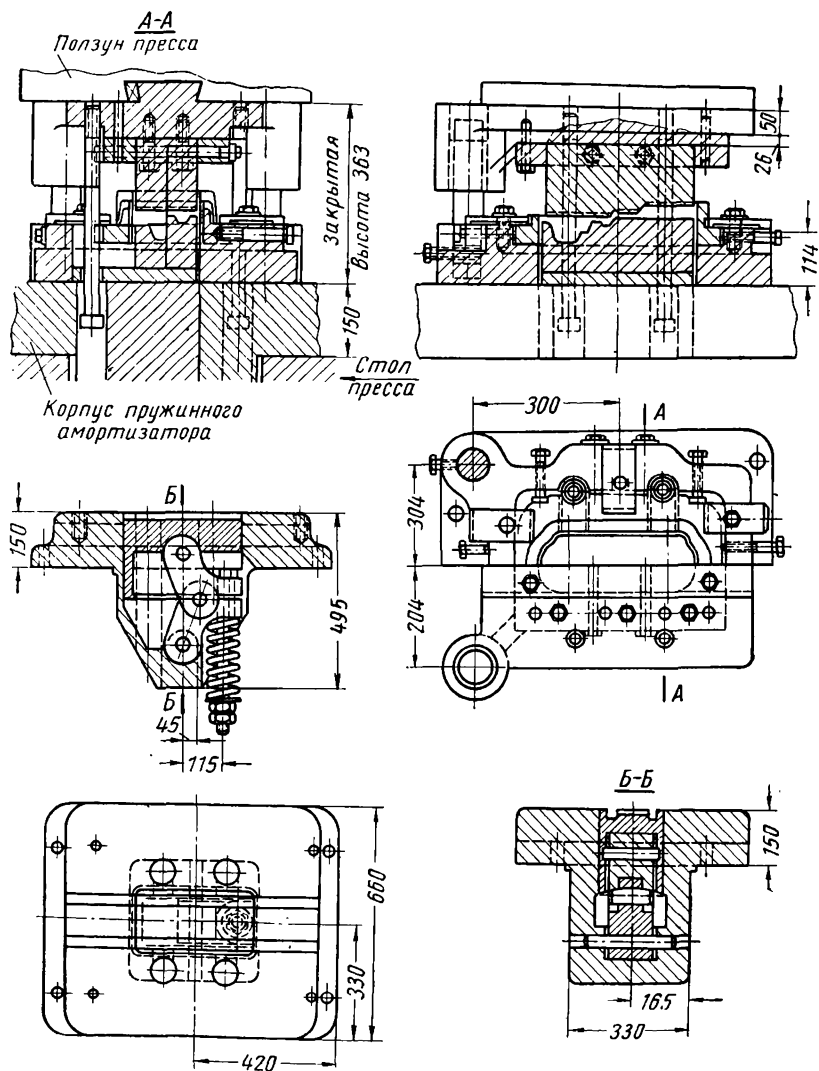


Рис. 31. Совмещенный штамп для обрезки-правки с пружинным амортизатором

Высота выталкивателя

$$H_{\text{шт}} = H_{\text{шт}} - \\ - (H'_b + H'_k + H_{\text{пн}} + H'_d + z_1).$$

Свободный ход тяги

$$X_{\text{тяги}} = H_x - (h_2 + X_{\text{шт}}),$$

где  $h_2$  подбирают по нормали в пределах от нуля до  $h_{2\text{max}}$ ;  $H_x$  — длина хода ползуна.

Если расчетная  $X_{\text{тяги}}$  получится с отрицательным знаком, то следует задаться меньшим значением  $h_2$ .

Длина тяги

$$l_m = (H_{\text{шт}} + X_{\text{тяги}} + t) - \\ - (H_{\text{ск}} + 20 \text{ мм}).$$

Значение  $l_m$  должно удовлетворять условию

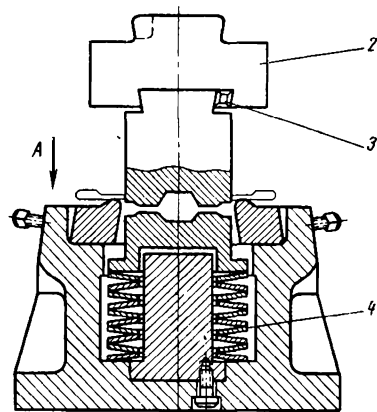
$$z_3 = H_{\text{шт}} - (H'_b + H_k + H_{\text{зол}} + \\ + l_m + 20 \text{ мм}) \geq 20 \text{ мм}.$$

Значение  $H_{\text{ск}}$  должно удовлетворять условию

$$z_2 = H_{\text{шт}} - (H_{\text{ск}} + H_d + \\ + H_{\text{зайк}}) \geq 15 \text{ мм}.$$

**Обрезные-правочные и прошивные-правочные совмещенные штампы** рентабельны при крупносерийном и массовом производстве. В этих штампах поковку укладывают на выталкиватель, опирающийся на буферное устройство, установленное под столом прессы или в самом штампе. Устройства, монтируемые под столом, бывают либо с набором спиральных пружин, либо с рычажно-пружинным механизмом (рис. 31), либо пневматические по типу маркетных. В самих штампах для этого используют тарельчатые пружины. При обрезке-правке (рис. 32) на пружины опирают выталкиватель. При прошивке-правке тарельчатыми пружинами сжимают правочные матрицы. В отличие от обычных прошивных штампов, совмещенные прошивные-правочные штампы позволяют одновременно с прошивкой срезать напуски, образуемые внутренними штамповочными уклонами. Опирая коромысла на тарельчатые пружины в штампах, показанных на рис. 24 и 25, можно совмещать обрезку, прошивку

и правку или обрезку, правку и удаление напусков и перемычки с образованием в поковке отверстия с вертикальными стенками и минимальным припуском на механическую обработку.



Вид А

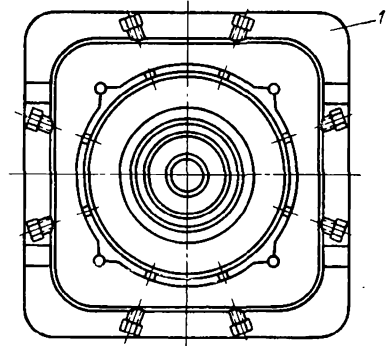


Рис. 32. Совмещенный штамп для обрезки и правки: 1 — нижняя плита; 2 — пуансон; 3 — клин; 4 — тарельчатые пружины

## ПРАВКА ШТАМПОВАННЫХ ПОКОВОК

**Способы правки.** Правку необходимо назначать в тех случаях, когда она оказывается экономически целесообразнее мероприятий, предупреждающих искривления.

Наиболее экономичной и производительной является холодная правка в штампах на фрикционных молотах, винтовых фрикционных прессах или



на обрезных прессах, осуществляемая после термообработки и очистки от окалины (перед холодной калибровкой). В этом случае кривизну поковки перед правкой особо не оговаривают, но необходимо, чтобы она допускала свободную укладку поковок в ручей правочного штампа, притом так, чтобы они не защемлялись и не забивались в нем при правке. Особо крупные поковки, а также поковки, правка которых в силу их значительного пружинения требует перегиба в сторону, противоположную искривлению, правят на правильных прессах, обычно с помощью универсальных призм, что требует дополнительного контроля, часто в контрольных приспособлениях.

Горячая правка в правочных штампах на молотах и прессах с использованием нагрева под штамповку или термообработку рекомендуется, если усилия молотов и прессов недостаточны для холодной правки.

Горячая правка в окончательном ручье основного штампа после обрезки, прошивки и других горячих завершающих операций исключает необходимость в правочных штампах и дополнительном оборудовании для них, но снижает производительность штамповки и может быть применена лишь в тех случаях, когда при указанных завершающих операциях форма поковки не изменяется, а происходящая при этом усадка поковок не препятствует свободной укладке их в окончательный ручей.

Горячая правка обычно не исключает вторичной холодной правки, которая выполняется с меньшими трудностями.

**Конструирование правочных ручьев и штампов.** Правочный ручей обычно изготавливают по номинальным размерам поковки с учетом следующего (рис. 33):

1) в случае горячей правки размеры ручьев корректируют на величину усадки поковки при ее частичном охлаждении;

2) по горизонтальным размерам зазоры  $\Delta$  берут равными половине указанного в чертеже поковки верхнего отклонения соответствующих размеров  $a$ ,  $D$  и  $b$ ;

3) наружные радиусы закруглений  $R$  в ручье, соответствующие внутренним радиусам закруглений  $r$  на поковке, принимают  $R = r + 2 \text{ мм}$ ;

4) величину радиуса на кромке ручья у плоскости разреза подсчитывают по выражению  $R_1 \approx 0,05H + 2 \text{ мм}$ , причем для круглых сечений  $H = \frac{D}{2}$ ;

5) у правочного штампа, устанавливаемого на молоте или фрикционном

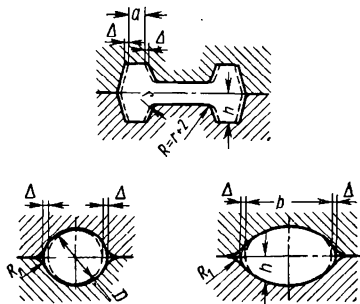


Рис. 33. Типовые сечения правочного ручья молотового штампа

прессе, предусматривают возможность соударения его верхней и нижней частей, для чего глубину его ручьев принимают по номинальным размерам поковки. У штампа, устанавливаемого на кривошипном прессе, между верхней и нижней частями штампа предусматривают зазор не менее 0,5—1 мм, исключая возможность их соударения; суммарная глубина ручьев при этом получается меньше соответствующих вертикальных размеров поковки на величину этого зазора.

В целях упрощения правочного ручья и облегчения правки рекомендуется:

1) упрощать контур ручья при сложных в плоскости разреза контурах поковки (рис. 34);

2) небольшие выступы на поковке (рис. 35) не обжимать, предусмотрев вокруг них зазор 0,3—0,5 мм;

3) если верхняя и нижняя части поковки отличаются только небольшими выступами (рис. 36), предусмотреть для них углубления в обеих частях ручья;

4) для удобства укладки и удаления поковок ручей (рис. 37) делать открытым со стороны не подвергающихся обжатия поверхностей;

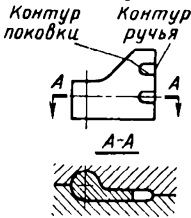


Рис. 34. Контур правочного ручья, упрощенный относительно контура поковки

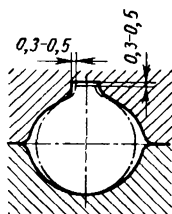


Рис. 35. Зазор в ручье у небольших выступов на поковке

5) если поковка после гибки, выкрутки или других операций получает такую сложную форму, что поковку нельзя целиком обжать в штампе с одним разъемом, до-

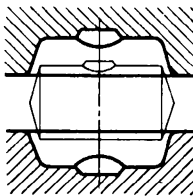


Рис. 36. Симметричный ручей для несимметричной поковки

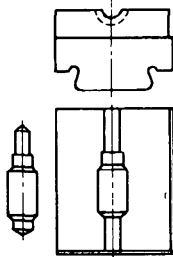


Рис. 37. Штамп с открытыми передней и задней частями ручья

пускать более значительные отклонения формы ручья от формы поковки, чтобы обжатие в нем хотя бы части

поковки было достаточным для ее правки, или же производить правку последовательно в двух ручьях (в двух направлениях), с тем чтобы не обжаты в первом ручье элементы поковки подвергались обжатию во втором ручье.

В двухручьевых правочных штампах для последовательной или параллельной правки двух поволок оба ручья следует располагать так, чтобы их можно было использовать одновременно.

При конструировании штампов для правки на молотах или прессах следует руководствоваться правилами конструирования штампов для штамповки на соответствующем оборудовании. На рис. 38 и 39 даны примеры правочных штампов.

### КАЛИБРОВКА (ЧЕКАНКА) ШТАМПОВАННЫХ ПОКОВОК

**Виды калибровки.** По способам обжатия и соответствующим им условиям течения металла калибровку разделяют на плоскостную, криволинейную или объемную, по температурным условиям — на холодную или горячую, по оборудованию — на чеканочных прессах или на других машинах.

При плоскостной калибровке (рис. 40, а) металл течет свободно в горизонтальных направлениях М. При криволинейной калибровке (рис. 40, б) в одних горизонтальных направлениях М течение металла свободно, в других N оно затруднено боковыми (наклонными) стенками

*Ручей изготовить по чертежу холодной поковки для изготовления штампа. По контуру дать зазор 0,8 мм на сторону*

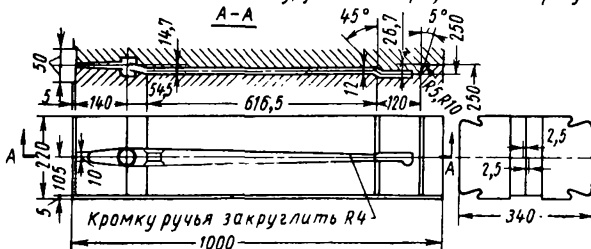


Рис. 38. Правочный молотовый штамп для рычага

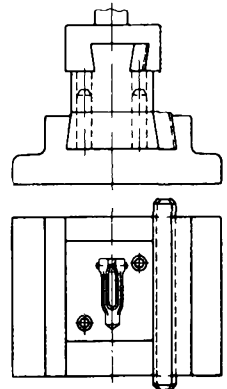


Рис. 39. Штамп для правки вилки на об- резном прессе

ручья штампа. При объемной калибровке (рис. 40, в) боковые стенки ручья затрудняют течение металла во всех направлениях, при этом калибровать можно как с образованием заусенца, так и без этого.

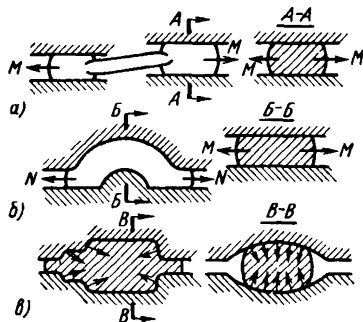


Рис. 40. Основные виды калибровки: а — плоскостная; б — криволинейная; в — объемная

Калибровку можно сочетать со значительным изменением формы поковок (например, при обжатии штамповочных уклопов), а также с получением на обжимаемых поверхностях рельефной фигуры (чеканка рельефа).

Горячая калибровка бывает обычно объемной. Ее можно вести на штамповочных молотах и винтовых фрикционных прессах, но лучше на кривошипных горячештамповочных прессах, при том только после горячей обрезки заусенца с использованием нагрева под штамповку и с образованием вторичного заусенца, подлежащего холодной обрезке.

При холодной калибровке применимы все указанные выше способы обжатия поковок, но ее рекомендуется проводить только на чеканочных кривошипно-коленных прессах.

К нагреву перед калибровкой на чеканочных прессах (для полугорячей калибровки) рекомендуется прибегать лишь в крайних случаях — при недостаточном усилии имеющегося пресса или при калибровке поковок из низкопластичной стали. Нагревать поковки рекомендуется в электрических сопротивлениях или в газовых печах с нейтральной атмосферой до температуры не ниже 600°, но и не выше темпера-

туры структурных превращений, т. е. для низкоуглеродистой стали примерно до 700—780°, для высокоуглеродистой до 700—750°, для жаропрочной и коррозионностойкой до 850°.

**Усилие чеканочного пресса.** Необходимое усилие чеканочного пресса для плоскостной и объемной калибровки можно определить с достаточной для практики точностью по удельным усилиям (табл. 30) на единицу площади проекции обжимаемой поверхности на горизонтальную плоскость, с учетом заусенца, если таковой при этом образуется.

30. Удельные усилия при холодной калибровке (по В. Н. Степанову)

Примерные марки стали	Удельное усилие в $t/cm^2$ при калибровке	
	плоскостной	объемной
10, 15ХА	13—16	18—22
25, 12ХНЗА, 12Х2Н4А, 38ХА, 40ХФА	18—22	25—30
35 и 45, 20ХНЗА, 30ХНЗА, 38ХМЮА, 40ХНМА, 4Х14Н14В2М	25—30	30—40

Удельные усилия при криволинейной калибровке берут промежуточными между необходимыми для плоскостной и объемной калибровок, ближе к той или другой в зависимости от вида криволинейной калибровки.

Нагрев перед калибровкой снижает необходимое усилие чеканочного пресса на 50—70%.

**Повышение точности калибровки и чистоты поверхности.** Точность калибровки можно повысить путем: 1) снижения допусков на штамповку; 2) предварительной горячей калибровки или сортировки калибруемых поковок по высоте на партии с последующей калибровкой каждой партии отдельно после соответствующей переналадки

пресса. Рекомендуется сортировать поковки на партии с общим допуском до 0,3 мм на обжимаемый размер для каждой партии. При этом одинаковые размеры для всех поковок обеспечивают калибровку их отдельными указанными партиями с отдельной для каждой из них настройкой калибровочного штампа по его закрытой высоте; 3) многократной (двойной или тройной) калибровки. Однако для снижения твердости материала поковок, упрочняемого при многократной калибровке, обычно возникает необходимость промежуточных отжигов, приводящих к порче поверхности поковок, и поэтому многократная холодная калибровка не всегда дает должный эффект; 4) увеличения припуска на калибровку и 5) понижения твердости материала поковок перед калибровкой. Однако эти мероприятия связаны с усложнением технологического процесса. При обычной же калибровке поковок с увеличением припуска на калибровку и уменьшением твердости точность размеров получается порядка 0,2—0,5 мм, что является недостаточным для широкого использования калибровки.

Точность калибровки значительно повышается путем применения калибровочных штампов с ограничителями. Ограничители размещают с двух сторон поковки, причем нижнюю калибровочную плитку и ограничители можно выполнять в виде цельной детали с прорезью соответствующей ширины и определенной глубины, в которой и производят калибровку поковок. Применение ограничителей повышает точность калибровки в 2 раза и более [6]. При конструировании калибровочных штампов с ограничителями высоту и опорную площадь ограничителей определяют расчетом.

После калибровки плоские поверхности становятся несколько выпуклыми. Эта выпуклость в отдельных случаях (особенно при малых отношениях высоты к ширине обжимаемого участка поковки) достигает нескольких десятых долей миллиметра. Уменьшить выпуклость можно, применяя для плиток материал с наибольшим модулем упругости (например, замена стали твердыми сплавами уменьшает прогиб

плиток в 2 раза), а также уменьшая усилия калибровки за счет снижения твердости материала поковок, уменьшения площади обжимаемой поверхности, применения смазки и т. д.

Кроме того, для устранения выпуклостей на обжимаемых поверхностях можно выполнять их при штамповке в окончательном ручье основного штампа вогнутыми. При этом форма и глубина вогнутости должны соответствовать форме и глубине выхлопности, какая получается при калибровке поковок с плоскими торцами и определяется экспериментально при обжатии образцов из того же материала и тех же размеров. Можно также применять калибровку в штампах с выпуклыми рабочими поверхностями.

Для уменьшения площади обжимаемых поверхностей рекомендуется, например, перед калибровкой торцовых поверхностей головок, в которых при последующей механической обработке получают отверстия, отштамповать хотя бы неглубокие, но все же не подвергаемые обжатию неметки этих отверстий. Для смазки рабочих поверхностей калибровочных плиток применяют машинное масло, жиротный жир, масло с графитом, а также эмульсол на окисленном петролатуме, стандартный эмульсол на олеиновой кислоте и другие смазочные материалы (табл. 31). С помощью смазки можно усилие калибровки снизить на 8—20%, а иногда и более.

Чистота калиброванной поверхности обычно не менее  $\nabla 6$ — $\nabla 8$ . Требуемая чистота поверхности на краях обжимаемого участка достигается несколько раньше, чем в середине. В связи с этим калибровка поковок с отверстиями в середине обжимаемого участка может осуществляться с меньшими обжатиями. Поверхность, подвергнутая травлению, требует несколько меньшего обжатия, чем очищенная дробью. С уменьшением отношения высоты к ширине обжимаемого участка величина обжатия, необходимого для достижения требуемой чистоты, снижается. Смазка ухудшает качество калибровочной поверхности, особенно при нанесении толстым слоем.

**Чертеж поковки.** Допуски на размеры поковок между обжимаемыми

31. Смазки для холодной калибровки [7]

Сталь	Отношение $d/b$			
	1	2	3	4
45 $\sigma_{\theta} =$ $= 78 \text{ кг/мм}^2$	Вазелин технический — 60%, мыло хозяйственное — 30%, стеарин — 10%	60% парафина в машинном масле	70% парафина в машинном масле	80% парафина в машинном масле
30 $\sigma_{\theta} =$ $= 65 \text{ кг/мм}^2$	То же	То же	60% парафина в машинном масле	70% парафина в машинном масле
20 $\sigma_{\theta} =$ $= 51 \text{ кг/мм}^2$	То же	Вазелин технический — 60%, мыло хозяйственное — 30%, стеарин — 10%	50% парафина в машинном масле	60% парафина в машинном масле

поверхностями зависят от площади этих поверхностей и способа калибровки. Так, например, при обычной плоскостной холодной калибровке для обжимаемых поверхностей площадью менее  $3 \text{ см}^2$  легко достичь точности  $\pm 0,1 \text{ мм}$ , а при калибровке с ограничителями —  $\pm 0,05 \text{ мм}$ ; для поверхностей площадью  $20-40 \text{ см}^2$  — соответственно  $\pm 0,25$  и  $\pm 0,15 \text{ мм}$ . При этом раковины от окалины после очистки перед обычной калибровкой могут быть глубиной не более  $0,2 \text{ мм}$ , а перед калибровкой с ограничителями — не более  $0,1 \text{ мм}$ . Тогда чистота калиброванных поверхностей получается  $\nabla 6-\nabla 8$ . Если допуск на размер или чистота калиброванной поверхности не соответствуют требованиям, предъявляемым к готовым деталям, то необходимо предусмотреть припуски на последующее шлифование  $0,2-0,4 \text{ мм}$  на сторону. Припуски на калибровку и допуски на размеры поковок, подлежащих калибровке, определяют по ГОСТу 7505—55 (см. главу X). Чтобы вертикальные размеры между калибровочными плитками соответствовали номинальным размерам калиброванной поковки, следует в случаях одновременного обжатия нескольких ступенек припуски на калибровку определять отдельно для каждого вертикального размера поковки, учитывая, что упругие деформации на различных ее участках будут неодинаковы.

Нарушение параллельности калиброванных плоскостей получается обычно с расхождением их в ту сторону, с которой при калибровке оказывается повышенное сопротивление течению металла. Например, у стержня с двумя головками при одновременной калибровке торцов обеих головок течение металла в сторону стержня затруднено, и высота головок со стороны стержня может получиться большая, чем с наружных сторон. Этот дефект устраняется тем, что у штампуемых поковок предусматривают непараллельность указанных плоскостей, но с расхождением в обратную сторону. Например, у поковок типа стержня с двумя головками высоту последних со стороны стержня делают меньшей, чем с наружных его сторон, причем величину непараллельности, образуемой разностью указанных высот, устанавливают экспериментально.

Если при плоскостной калибровке увеличение горизонтальных размеров поковок против заданных нежелательно, следует получить их до калибровки уменьшенными на величину ожидаемых приращений. В общем случае это приращение размеров в обе стороны

$$x \approx \frac{2F \Delta h}{p(h + \Delta h)},$$

где  $F$  — площадь горизонтальной проекции обжимаемого участка до ка-

либровок;  $p$  — его периметр в горизонтальной плоскости до калибровки;  $h$  — высота обжимаемого участка;  $\Delta h$  — припуск на калибровку. При обжатии круглых или квадратных в плане участков

$$x = d \left( \sqrt{1 + \frac{\Delta h}{h}} - 1 \right)$$

или приближенно

$$x \approx 0.5d \frac{\Delta h}{h},$$

где  $d$  — начальный диаметр или начальная сторона квадрата обжимаемого участка. При осаживании участков формы, удлиненной в плане, и соответственно незначительных приращениях в длину поперечные приращения

$$x \approx b \frac{\Delta h}{h},$$

где  $b$  — ширина рассматриваемого участка до калибровки.

При плоскостной калибровке поковок, изогнутых в плане или имеющих полузамкнутый или замкнутый контур, приращение наружу получается обычно больше приращения внутрь (например, у обода шестерни в 2,5—3 раза, а при одновременном обжатии ступицы, полотна и обода — еще больше). Кроме того, у таких поковок может получиться искажение формы (развод) изогнутых в плане контуров, величину которого устанавливают экспериментально и учитывают в чертеже поковки, назначенной к калибровке. При замкнутых контурах тело поковки после калибровки может остаться упруго напряженным. Тогда развод обнаруживает себя при разрезке поковки, например при отрезке крышки от штампованного и калиброванного вместе с ней шатуна. Во избежание развода перед разрезкой применяют низкотемпературный отжиг.

Для свободной укладки поковок в калибровочный ручей при объемной калибровке горизонтальные размеры их перед калибровкой делают меньше окончательных на 0,5—0,8 мм. При этом соответствующие вертикальные размеры увеличивают, исходя из условия постоянства объема, так как при-

пуск на объемную калибровку не предусматривают, за исключением калибровки, сопровождающейся образованием заусенца. В последнем случае принимают припуск, равный объему предполагаемого заусенца, если припуск не получается сам собой за счет недоштамповки.

Объемная калибровка часто требует более значительных отклонений в конфигурации штампованных поковок от их окончательной формы.

Если при калибровке изменяются размеры и форма поковки, составляют два отдельных чертежа ее до калибровки и после калибровки. Когда изменяются лишь размеры поковки, выпускают один чертеж, у которого над размерными линиями изменяющихся размеров делают надпись «штамповать» с указанием размера, получаемого после штамповки с соответствующим допуском на штамповку, а под ними делают надпись «калибровать» (или «чеканить») с указанием размера, получаемого после калибровки с соответствующим допуском на калибровку.

**Калибровочные штампы.** Штампы для плоскостной калибровки (рис. 41) состоят из нижней 1, верхней 2 и пары промежуточных 3 плит, на которых винтами укреплены калибровочные матрицы (плитки) 4 и 5. Вместо крепления промежуточных плит болтами 6 при плоскостной калибровке может быть использовано более универсальное клиновое крепление. Количество калибровочных плиток определяется числом обжимаемых плоскостей и формой изделия.

На фигурных ступенчатых плитках можно обжимать более одной пары плоскостей. В них по мере надобности следует сделать выемки под ребра и другие выступающие части поковки, мешающие укладке ее в штамп, или выемки, уступы и буртики для фиксации поковки при укладке. При этом между плитками и необжимаемыми частями поковки предусматривают зазоры. В случаях же, когда ввиду значительного встречного горизонтального течения металла между двумя обжимаемыми элементами возможно коробление некалибруемой средней части поковки (например, стержня рычага,

спиц или полотна шестерни и т. п.), эту часть поковки надлежит обжать во время калибровки на 0,2—0,3 мм теми же или специальными фигурными плитками.

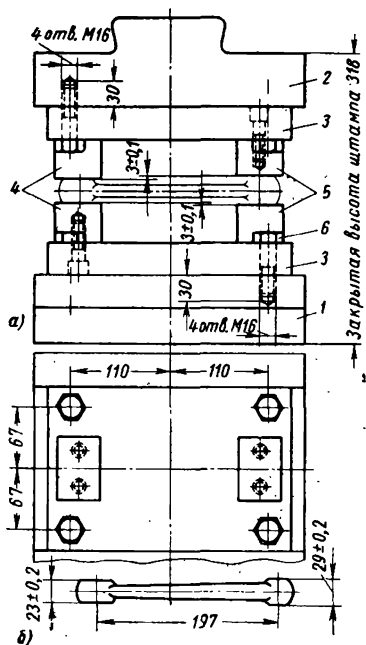


Рис. 41. Штамп для плоскостной калибровки рычага: а — общий вид; б — поковка

Для плоскостной калибровки с одновременным обжатием наружных и внутренних стенок для снятия штамповочных уклонов (рис. 42) штамп, кроме одинаковых верхней и нижней плиток 1, имеет промежуточную калибровочную плитку 2, зажатую болтами 3 между подвижными боковыми пластинами 4 и 5. В исходном положении пружины 6 отжимают боковые пластины вместе с калибровочной плиткой 2 кверху насколько позволяют упоры 7. Поковка (рис. 43) штампуется с разведенными отрезками развилины, что позволяет свободно надеть ее на плитку 2 (рис. 42). При ходе ползуна вниз пружины 6 сжимаются, и обжатие всех четырех стенок с уклонами происходит почти одновременно.

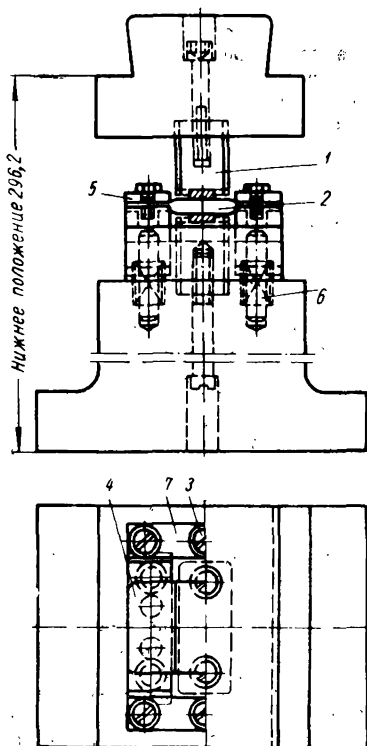


Рис. 42. Штамп для плоскостной калибровки вилки

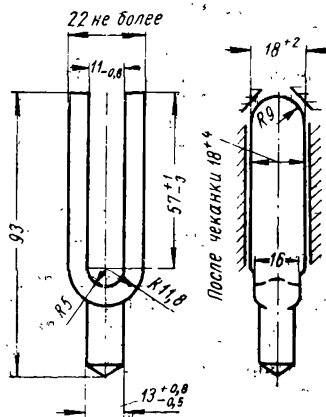


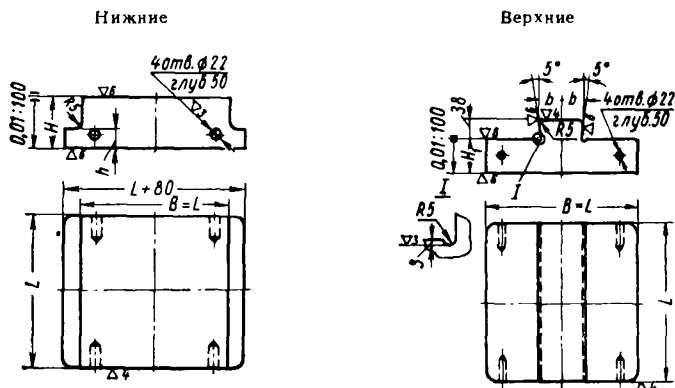
Рис. 43. Поковка вилки





## 32. Плиты для болтового крепления пакетов [10]

Размеры в мм

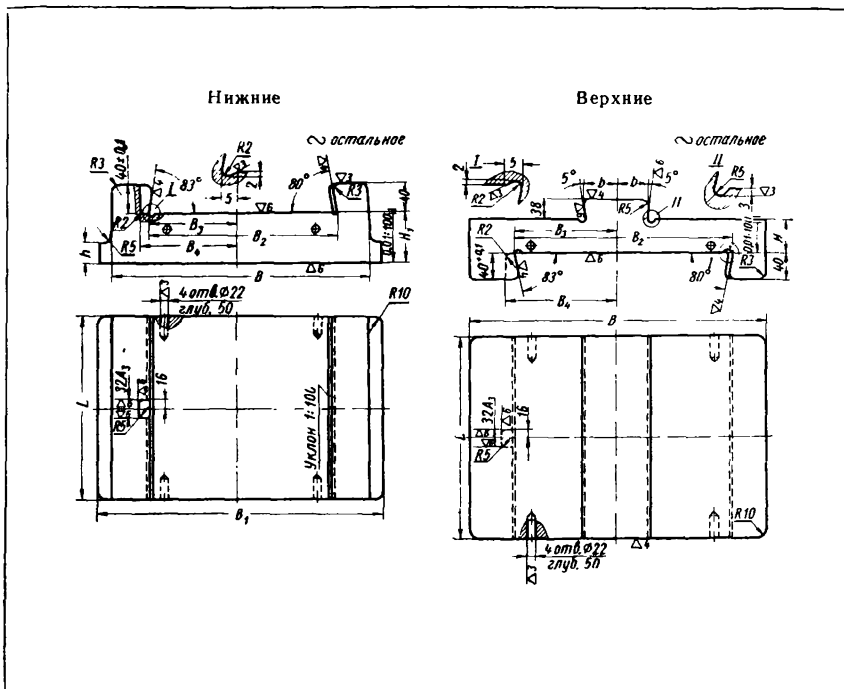


$L$	$H$	$H_1$	$b$	$h$
200	60 80	60 —	50	32
320	60 70 80 100	60 70 70 —		
400	70 80 100	80 и 90	60	40
500	80 100	80 и 90		

Примечание. Материал: сталь 45 по ГОСТу 1050—60 или сталь 45Л по ГОСТу 977—58. Твердость  $HV$  300—360.

33. Плиты для клинового крепления пакетов [10]

Размеры в мм

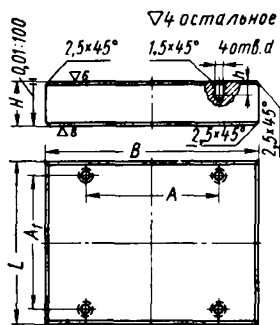


$B$	$L$	$H$	$H_1$	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$ (доп. откл. $\pm 0.1$ )	$h$	$b$ (доп. откл. $\pm 0.1$ )
360	250	60	60 80	450	195	85	105	32	50
450		70	60 70 80	560	285	130	150		
		70	100						
500	400	80	70 80 100	630	355	165	185	40	60
600		90	80 100	710	435	205	225		

См. примечания к табл. 32.

## 34. Плиты калибровочные [10]

Размеры в мм



B	L	H	d	h	A <sub>1</sub> , A <sub>1</sub>	
					Доп.	откл. ±0,15
100	140	32 40 50	M12	22	70	110
140	250	50 60			110	220
180	180	50 60	M14	24	150	
250		250 и 400			50 60	220 и 250

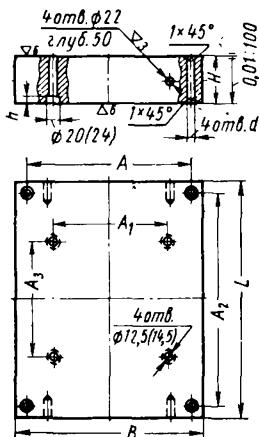
Материал — см. гл. XX.

Резьба по ГОСТу 9150—59. Допуски на резьбу по 3-му классу точности ГОСТ 9253—59.

Чистота обработки и допуск на непараллельность рабочих поверхностей указаны для окончательно обработанной плиты. Допускается по особо обоснованному требованию заказчика повышение чистоты рабочих поверхностей до  $\nabla 9$ .

## 35. Плиты промежуточные для пакетов с болтовым креплением [10]

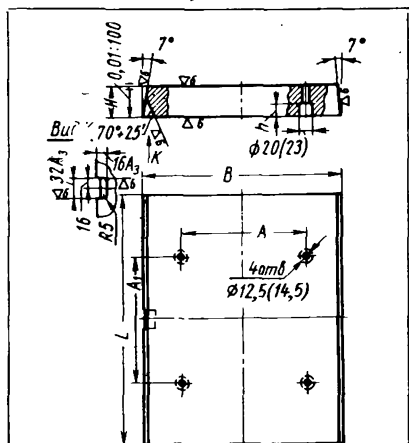
Размеры в мм

Размеры в скобках для плит с  $B \geq 250$ 

B	L	H	А (доп. откл. ±0,2)	A <sub>1</sub> (доп. откл. ±0,15)	A <sub>2</sub> (доп. откл. ±0,2)	A <sub>3</sub> (доп. откл. ±0,15)	d	h (доп. откл. ±0,1)
160	200	36 40 50	125	70	166	110	14,5	14 18 28
200	320	36 40 45 50	160	110	280	220		14 18 23 28
250 и 320	250	36 40 45 50	210 и 280	150	210	150	16,5	15 19 16 21
400	320 и 500	40 45 50 60	360 и 350	220 и 250	280 и 450	220 и 250		19 16 21 31

Примечание. Материал: сталь 45 (ГОСТ 1050—60). Твердость HB 300—360.

36. Плиты промежуточные для пакетов  
с клиновым креплением [10]  
Размеры в мм



Размеры в скобках для плит с  $B \geq 260$

B (доп. откл. $\pm 0,1$ )	L	H (доп. откл. $\pm 0,1$ )	A   A <sub>1</sub>		h
			Доп откл. $\pm 0,15$		
170	160	40	70	110	18
		50	110	220	18 28
260	250	40	150		19
		45			16
		50			21
330 и 410	400	40	220 и 250		19
		45			16
		50			21
		60			31

См. примечание к табл. 35.

Для подобных работ рекомендуются также последовательные калибровочно-правочные штампы с парой дополнительных правочных матриц для установления параллельности обжатых отрезков в другой плоскости.

Холодную объемную калибровку выполняют в штампах с ручьями полузакрытого (рис. 44) и закрытого (рис. 45) типов. Штампы следует конструировать с направляющими колонками.

Штампы с ручьями для горячей калибровки устроены так же, как и штампы, устанавливаемые на штамповочных молотах, фрикционных винтовых и кривошипных горячештамповочных прессах.

Для калибровочных штампов следует использовать нормализованные плиты (табл. 32—36). Предусмотрены также плиты с направляющими колонками.

Материал деталей калибровочных штампов указан в гл. XX.

## ОЧИСТКА ПОВЕРХНОСТИ ПОКОВОК И ЗАГОТОВОК

### Характеристики способов очистки

В табл. 37 приведены сравнительные характеристики способов очистки, области применения и сравнительная стоимость их.

### Галтовка в барабанах

В табл. 38 приведены характеристики очистных барабанов для сухой галтовки. Для мокрой галтовки мелких поковок в мелкосерийном производстве применяют секционный барабан (рис. 46), позволяющий менять объем загрузки по желанию.

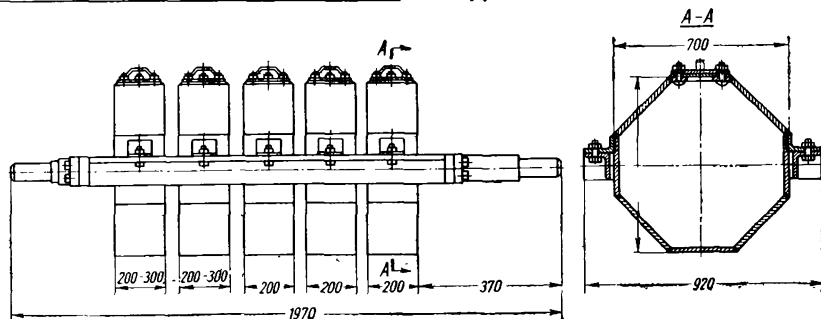


Рис. 46. Барабан для мокрой галтовки мелких поковок (секционный)

## 37. Сравнительные характеристики

Наименование способа	Вес (или размер) заготовок и поковок	Форма очищаемых заготовок и поковок	Качество поверхности после очистки	Шероховатость поверхности после очистки
Галтовка сухая	До 50 кг	Прямолинейная; обтекаемой формы; без тонких полотен и отверстий небольшого диаметра	Поверхность очищается полностью, за исключением отверстий	Прокат $\nabla 1$ и $\nabla 2$ ; поковка $\nabla 1 - \nabla 4$
Галтовка мокрая	До 16 кг	То же	То же	$\nabla 5 - \nabla 8$
Дробеструйная (пневматическая) очистка	Любой	Любая	Поверхность очищается полностью; коррозионная устойчивость нержавеющей сталей понижается	$\nabla 2 - \nabla 4$
Пескоструйная мокрая очистка	Любой	Любая	Поверхность очищается полностью, за исключением глубоких полостей и отверстий	$\nabla 2 - \nabla 4$
Дробеметная очистка	Любой	Любая	Поверхность очищается полностью, за исключением отверстий; коррозионная устойчивость нержавеющей сталей понижается	Прокат $\nabla 1$ , поковка $\nabla 2 - \nabla 4$
Химическое травление (иногда перед галтовкой, дробеструйной или дробеметной очистки)	До 1000 кг	Любая. Способ обеспечивает очистку труднодоступных отверстий и углублений	Обеспечивает выявление поверхностных дефектов (трещины, волосовины и т. д.)	Без изменений под слоем окислы
Гидравлическая очистка	Заготовки диаметром 50—150 мм	Стержни круглого и прямоугольного сечений	Очищается от окислы вся поверхность	То же
Обдувание воздухом (или паром) при кузнечных операциях	Любые	Все подвергаемые горячей штамповке	Полнота и качество очистки зависят от квалификации рабочего	То же

## различных способов очистки [5 и 3]

Искажение размеров	Изменение механических свойств	Область применения	Экономичность способа
Не учитывается по толщине и контуру для всех поковок, по длине — для массивных поковок; необходима правка для тонких поковок	Нет	Мерные исходные и промежуточные заготовки при точной штамповке и готовые поковки, обрабатываемые резанием при обычной штамповке	Капитальные затраты невелики; дешевле в эксплуатации
Размеры искажаются значительно, особенно у тонких длинных поковок; острые углы и кромки заваливаются	Нет	Поковки, не обрабатываемые резанием, когда чистота поверхности важнее точности размеров	То же
Нет	Повышение твердости на 40% на глубину 0,3 мм	Промежуточные заготовки и готовые поковки с тонкими стенками и небольшими отверстиями и при наличии пескоструйных установок, переделанных на дробеструйные	В 5—6 раз дороже дробеметной очистки и на 15—30% дешевле травления
Нет	Нет	Только поковки из нержавеющей сталей, не обрабатываемые резанием	То же
Нет	Нет	Промежуточные заготовки и готовые поковки, обрабатываемые резанием	В 5—6 раз дешевле любой пневматической очистки и в 7 раз дешевле травления
Потеря основного металла 1—1,5%, что соответственно отражается на размерах	Появление водородной хрупкости	Промежуточные заготовки и готовые поковки, у которых возможны поверхностные дефекты или имеются небольшие отверстия и труднодоступные участки	В 7 раз дороже дробеметной очистки и на 20—40% дороже пневматической очистки
Нет	Нет	Очистка нагретых заготовок перед штамповкой	Значительные капитальные затраты, если в цехе нет воды высокого давления (120—180 ат)
Нет	Нет	То же	Не требует специальной установки, но дорог как способ ручной индивидуальной обработки

Наименование способа	Вес (или размер) заготовок и поковок	Форма очищаемых заготовок и поковок	Качество поверхности после очистки	Шероховатость поверхности после очистки
Окунание нагретой заготовки в воду (с последующими ударами)	До 15 кг	Любая	Полнота и качество очистки зависят от квалификации рабочего	Без изменений под слоем окалины
Механические способы очистки	Заготовки диаметром до 100 мм	Стержни любого профиля	То же	То же
Вырубка пневматическими зубилами	Любой	Любая	Полностью очищается от глубоких дефектов	▽1—▽3
Огневая зачистка	Любой	Любая	При огневой зачистке холодных заготовок возможно появление трещин	▽1—▽3
Зачистка на наждачных точилах	Любой	Любая	Полностью очищается от заковов, плен и остатков заусенца	▽5—▽6
Бесцентровое шлифование	До 30 кг	Круглые прутки нормального сорта-проката	Поверхность зачищается полностью и обезуглерожженный слой удаляется	▽5—▽6
Обтачивание	До 30 кг	Тела вращения	То же	▽2—▽6

Продолжение табл. 37

Искажение размеров	Изменение механических свойств	Область применения	Экономичность способа
Нет	Нет	Очистка нагретых заготовок перед штамповкой	Не требует специальной установки, но дорог как способ ручной индивидуальной обработки
Нет	Нет	Очистка заготовок удлиненной формы, когда полного очищения значения не имеет	То же
Зависит от глубины дефектов	Нет	Удаление глубоких дефектов на слитках, исходных заготовках и крупных поковках	Зачистка наждачным точилом в 2,5—3 раза дороже вырубки пневматическим зубилом. Стоимость ручной огневой зачистки без подогрева на 30—45% ниже; с учетом стоимости подогрева — примерно равна стоимости вырубки пневматическим зубилом
То же	Нет	То же на слитках и крупных исходных заготовках	
То же	Нет	Удаление мелких поверхностных дефектов на всех стадиях кузнечной обработки стали, особенно высоколегированной труднообрабатываемой пневматическими зубилами, а также для снятия заусенцев и остатков после обрезки последних	
Диаметр прутка уменьшается приблизительно на 0,5 мм	Нет	Снятие дефектного слоя с цилиндрических заготовок из нержавеющей стали и когда в поковках не допускается обезуглероживание	Способы экономичны, если стоимость их ниже стоимости операций, исключенных в результате введения шлифования или обтачивания
Получаются заданные формы и размеры по 5—7-му классам точности	Нет	Снятие дефектного слоя и получение точных размеров заготовок перед точной штамповкой ответственных поковок (турбинных лопаток, шестерен с зубом и т. п.)	



38. Огненные барабаны периодического действия [12 и 13]

Параметры		ОБ 800	3А-11	311	313	КБ 48 завода «Станколит»	312 (КБ 29)	КБ 28	По ГОСТу 10548—63				
Объем загрузки в м <sup>3</sup>		0,8	0,8	0,8	2,0	2,96	0,75	1,8	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6
Размеры барабана в свету	Диаметр (или стороны сечения)	800	900	800	1200	1300×1300	780	1150	450	560	710	910	1120
	длина	1250	1400	1550	1850	1750	1540	1700	710	900	1120	1400	1800
Вес загружаемых поковок (без звездочек) в кг		1600	1800	—	—	—	—	—	До 220	До 450	До 900	До 1800	До 3600
Диаметр (или стороны сечения) загрузочных и разгрузочных люков в мм		1200×550	600	—	—	—	—	—	220	320	450	600	900
Вес машины в кг	без загрузочного подъемника	3500	4800	4275	6856	14 560	2900	4020	До 600	До 1200	До 2400	До 4800	До 9600
	с загрузочным подъемником	5200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Производительность в т/ч		1,5—3,0	1,0—4,0	0,8—1,0	1,2—1,5	1,5—2,0	0,9—1,1	1,2—1,3	—	—	—	—	—

Продолжение табл. 48

Параметры	ОБ-800	ЗА-11	311	313	КБ-48 завода «Станкоинт»	312 (ЦКБ 29)	ЦКБ 28	По ГОСТу 10548—63
Число оборотов барабана в минуту	30	27	30	23	23	29,8	27,3	—
Расход свободного воздуха в м <sup>3</sup> /ч (при давлении 5—7 атм.)	—	0,55	—	—	—	—	—	—
Мощность электродвигателей приводов в кВт	7	7	8	11,4	40	6,8	11,4	—
скипового подъемника	2,8	—	—	—	—	—	—	—
Длина	3300	3280	4360	4675	5340	3700	3940	—
ширина	2100	2200	1505	1765	2100	2200	2120	—
высота (над уровнем пола)	3020	1880	1250	1640	1700	1250	1610	—
Режим работы	Полуавтоматический и пооперационный							—

Режимы работы при галтовке в барабанах даны в табл. 39.

При выборе дробы и абразива для очистки в барабанах (как и в прочих очистных машинах) следует учитывать следующие рекомендации:

1) мелкий абразив дает более гладкую поверхность;

2) при очистке поковок с отверстиями во избежание их закупорки размеры частиц должны быть либо меньше

$\frac{1}{3}$  диаметра отверстий, либо значительно больше его;

3) мелкие частицы хорошо обрабатывают внутренние скругления, крупные же не проникают к ним;

4) крупные частицы заваливают выступающие кромки поковок, мелкие — более равномерно (но зато более медленно) очищают их;

5) энергия удара частицы в поковку при ударных способах очистки (а

39. Режим работы при галтовке [1, 4]

Характеристики	Галтовка	
	сухая	мокрая (обкатывание)
Шлифующая среда	Сухие березовые опилки, обрезки кожи, стальные звездочки, шарики	Абразив: гранитный булыжный щебень; дробленый обожженный фарфор; керамический абразив (синтетическая окись алюминия). Жидкость: раствор мыла в воде (1—2 г/л) или раствор соды в воде (10 г/л)
Размеры абразива в поперечнике	—	Щебень (или фарфор) от 20 до 50 мм; керамический абразив (мелкий от 3 до 13 мм, крупный свыше 13 мм)
Отношение объема поковок к объему твердой шлифующей среды	От 4 : 1 до 5 : 1	От 2 : 1 до 3 : 1
Загрузка барабана	Поковки с опилками должны занимать $\frac{3}{4}$ объема барабана	Абразив с поковками $\sim \frac{3}{4}$ объема барабана; раствор не должен доходить до крышки на $\sim 80$ мм
Продолжительность цикла	От 20 мин до 3 ч в зависимости от толщины слоя окалины и формы поковок	12—16 ч
Число оборотов барабана $n$ в минуту	$n \leq \frac{23,1}{\sqrt{R}}$ при $2R > 0,7$ , $n \leq \frac{21,2}{\sqrt{R}}$ при $2R < 0,7$ ,	$n = 50 \div 60$ при $R \approx 0,6$

где  $R$  — внутренний радиус барабана в м.  
При большой разнице между удельными весами среды и обкатываемых поковок следует работать с меньшими  $n$  для предотвращения центробежной сепарации поковок и среды

следовательно, глубина вмятины на поковке (приблизительно) пропорциональна весу частицы, или кубу ее диаметра. Поэтому, например, тонкостенные поковки надо обрабатывать мелким абразивом.

Мокрую галтовку применяют также для снятия поверхностного слоя основ-

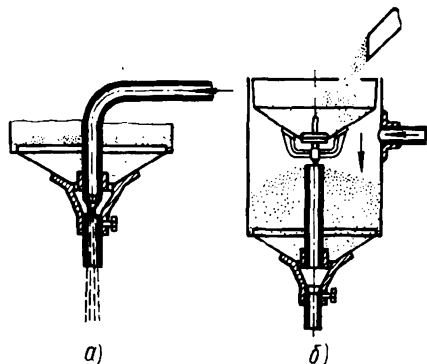


Рис. 47. Схемы аппаратов дробеструйной очистки: а — гравитационной системы; б — нагнетательной системы

ного металла поковки. Лучшей шлифующей средой для точного обкатывания считается керамический абразив ( $Al_2O_3$ ).

При грубом шлифующем обкатывании размеры незакаленных поволоков уменьшаются приблизительно на 0,6 мм; при точном шлифующем обка-

тывании на 0,25 мм, а при полировочном обкатывании (гладким абразивом или стальными шариками) на 0,05—0,07 мм.

### Дробеструйная (пневматическая) очистка

В дробеструйных аппаратах применяют гравитационную (рис. 47, а) и нагнетательную (рис. 47, б) системы подачи [5].

Эффективность действия струи в нагнетательной системе выше, чем в других системах. Недостатком ее является конструктивная сложность аппарата.

Характеристики дробеструйных аппаратов приведены в табл. 40.

В зависимости от способа перемещения поволоков в дробеструйных установках их можно разделить на дробеструйные барабаны (табл. 41 и 42), вращающиеся и проходные столы (табл. 43) и камеры периодического и непрерывного действия (табл. 44).

Барабаны применяют преимущественно для очистки тонкостенных поволоков; вращающиеся столы — для массивных поволоков весом до 100 кг; проходные столы — для длинных поволоков; камеры периодического действия — для крупногабаритных поволоков в мелкосерийном производстве, а камеры непрерывного действия — в массовом производстве.

Сопла дробеструйных аппаратов изготавливают из белого нелегированного

40. Дробеструйные аппараты [13]

Параметры	331	334М
Емкость рабочей камеры в л . . . . .	140	140
Рабочее давление в ат . . . . .	6	6
Расход воздуха при непрерывной работе в м <sup>3</sup> /мин . . . . .	3,6	4,2
Расход дроби на 1 т поволоков в кг . . . . .	2,4—3,5	2,4—5,0
Радиус действия аппарата в мм . . . . .	3000	3000
Количество сопел . . . . .	2	2
Диаметр подводящего воздуховода в мм . . . . .	50,8	50,8
Диаметр сопла в мм . . . . .	—	8
Мощность электродвигателя компрессора в квт . . . . .	—	25
Вес в кг . . . . .	810	780
Производительность аппарата (с одним соплом диаметром 8 мм) в кг/ч . . . . .	1500	1500
Количество дроби, загружаемой в аппарат (в начале работы), в кг . . . . .	—	375
Габариты в мм: . . . . .		
длина . . . . .	1500	1650
ширина . . . . .	1040	840
высота . . . . .	2040	2120

## 41. Дробеструйные барабаны с горизонтальной осью вращения [1]

Параметры	Барабаны с аппаратами				
	гравитационной системы			нагнетательной системы	
Внутренний диаметр в мм	600	800	1000	1000	1200
Длина в мм	550	700	1000	1000	1500
Количество сопел	2	2	4	2	2
Габариты в м	1,2 × 1,2 × 1,7	1,4 × 1,3 × 1,9	1,7 × 1,7 × 2,0	3,7 × 2,1 × 2,5	4 × 2,5 × 3,0
Вес в кг	650	900	1000	3800	5200
Производительность в т/ч	0,15—0,3	0,17—0,35	0,37—0,75	1—2 или 1,4—1,8	1,5—2 или 2,0—2,5

## 42. Дробеструйные барабаны с наклонной осью вращения [1]

Параметры	Показатели	
Диаметр и длина барабана в мм	1200 × 1070	760 × 760
Емкость загрузки в м <sup>3</sup>	0,45—0,5	0,11—0,17
Вес загрузки барабана в кг	450—900	180—270
Число сопел	2 или 1	1
Диаметр сопел в мм	8 или 10	8 или 10
Мощность для вращения барабана в квт	2,2	2,2
Число оборотов барабана в минуту	2	3
Расход воздуха для отсоса в м <sup>3</sup> /мин	75	50
Вес без дробеструйного аппарата и без элеватора в кг	4100	1500

## 43. Вращающиеся дробеструйные очистные столы [1 и 13]

Параметры	324	325	С-4
Диаметр стола в мм	1500	2400	2300
Число оборотов стола в минуту	6	0,35—1,0	0,44 или 0,88
Наибольший вес очищаемой поковки в кг	400	—	50
Наибольшая высота поковки в мм	950	350	380
» нагрузка на стол в кг	—	800	1200
Производительность в т/ч	5	5	1—1,5
Продолжительность цикла очистки в мин	5	1—10	3—5
Мощность электродвигателей в квт	18,9	19,1	2,2
Количество рабочих тарелок	—	4—8	—
Диаметр большой тарелки в мм	—	920	—
» малой	—	600	—
Габариты машины в м	3,8 × 2,35 × 5,39	3,5 × 2,8 × 5,0	—
Вес машины в т	4,4	4,5	3,7

## 44. Дробеструйные очистные камеры периодического действия [13]

Параметры	ВПТИ ОМ9984-003	361М
Способ перемещения поковок в камере	Поворотным столом, выходящим на половину из камеры	Погрузочной тележкой
Размеры камеры в мм:		
длина . . . . .	1500	4200
ширина . . . . .	2900	3800
высота . . . . .	1815	3086
Диаметр поворотного круга в мм	2400	2000
Грузоподъемность стола (или тележки) в т. . . . .	1	5
Размеры тележки в мм:		
длина . . . . .	—	1700
ширина . . . . .	—	1310
Наибольшие габариты поковки в мм:		
длина . . . . .	1500	1800
ширина . . . . .	300	1500
высота . . . . .	500	1500
Количество сопел (или дробеструйных аппаратов)	1	2
Мощность электродвигателей в кВт	1,7	1,7+4,5+1,7
Габариты установки (с рельсовыми путями) в мм:		
длина . . . . .	5050	12 150
ширина . . . . .	3450	5 650
высота над уровнем пола . . . . .	3810	5 060
Вес машины в т. . . . .	4,62	17,0
Потребный отсос воздуха в м <sup>3</sup> /ч . . . . .	4000	19 200

и легированного (27—30% Cr) чугуна или из твердых сплавов. В первом случае стойкость обычно достаточна

## 45. Размеры дробы при дробеструйной и дробеметной очистках [5, 15]

Размеры в мм

Очищаемые изделия	Дробь чугуна Старо-Оскольского завода, диаметр	Проволока рублиная	
		Диаметр	Длина
Стальные поковки отожженные То же, закаленные	1,0; 1,5; 2,0	1,5 1,4	1,5 1,4
	0,3; 0,5; 0,8	1,0 0,75	1,0 0,75
Примечание. Окончательные размеры дробы в крупносерийном производстве устанавливаются опытным путем.			

на одну смену, во втором — на сотни часов.

Размеры сопел в мм:

Диаметр $d$	Длина
4—8	(10—12) $d$
9—15	(14—15) $d$

Размеры дробы даны в табл. 45, количество выбрасываемой соплом дробы — в табл. 46. Средний расход (безвозвратная потеря) чугунной дробы в зависимости от рода поковок и качества дробы 2,5—3,5 кг на 1 т поковок; расход воздуха приведен в табл. 47.

## 46. Количество выбрасываемой соплом дробы при давлении 8 ат (предельное) [5]

Диаметр сопла в мм	Расход дробы в кг/ч	Диаметр сопла в мм	Расход дробы в кг/ч
4,8	560	9,5	1900
6,5	1300	11,0	2500
8,0	1500	12,7	3400

47. Расход воздуха в м<sup>3</sup>/мин  
дробеструйным соплом  
в аппарате нагнетательной системы [5]

Диаметр сопла в мм	Сечение сопла в см <sup>2</sup>	Давление воздуха в ат		
		4	5	6
4	0,126	0,75	0,90	1,05
5	0,196	1,16	1,42	1,62
6	0,283	1,68	2,04	2,32
7	0,385	2,28	2,77	3,16
8	0,503	2,97	3,62	4,12
9	0,636	3,75	4,58	5,22
10	0,785	4,63	5,65	6,44
11	0,950	5,61	6,84	7,99
12	1,130	6,67	8,14	9,25
13	1,327	7,83	9,55	10,90
14	1,539	9,03	11,82	12,62
15	1,767	10,53	12,72	14,49

Примечание. Для гравитационной системы расход воздуха увеличивают на 15—20%, причем в этом случае берется диаметр воздушного сопла.

### Мокрая пескоструйная очистка

Для поковок, у которых не допускается упрочнение поверхности, применяют мокрую пескоструйную очистку. Гидропескоструйная установка для такой очистки показана на рис. 48 [10]. Поковки очищают внутри камеры 1 на поворотном столе 6, загруженной тележки пистолетом 7, из которого под действием сжатого воздуха выбрасывается смесь песка и воды (пульпа), поступающая из смесителя 8. Песок в смесительной камере заменяют через каждые 3—4 дня работы.

### Дробетная очистка

По способу перемещения поковок внутри дробетных установок последние делятся на ленточные барабаны (табл. 48—50), вращающиеся столы (табл. 51) и камеры (табл. 52—54).

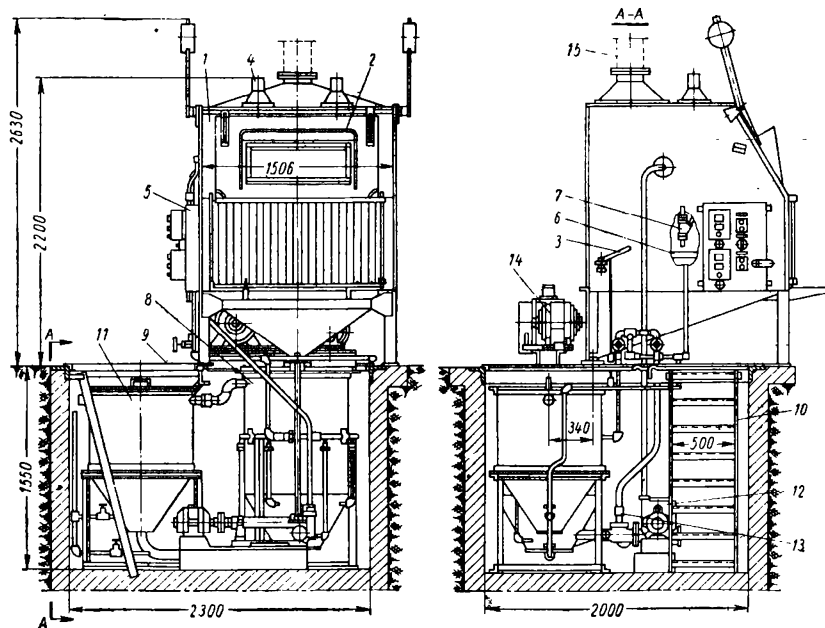


Рис. 48. Гидропескоструйная установка: 1 — камера; 2 — дверца с резиновой завеской; 3 — ручка управления клапаном; 4 — фонарь; 5 — пульт управления; 6 — поворотный стол; 7 — пистолет; 8 — смеситель; 9 — настил из металлических листов; 10 — лестница; 11 — отстойник; 12 — насос для пульпы; 13 — трубопровод; 14 — привод смесителя; 15 — вытяжная труба

48. Очистные дробеметные ленточные барабаны периодического действия [12 и 13]

Параметры	323	326	0-34	Завод Вулкан	322	324
Объем загрузки в м <sup>3</sup>	0,3	1,2	0,45	0,35	0,25	—
Наибольший вес одной загрузки в кг	500	3000	700	500	400	800
Наибольший вес одной очищаемой поковки в кг	50	100	40	20	15	40
Размеры рабочей полости барабана в мм: диаметр длина	902 1075	1100 1800	1200 —	900 —	686 —	1220 —
Дробеметные головки (табл. 49): количество модель	1 393M	2 392M 393M	—	—	—	—
Производительность в т/ч	2—3	5—7	2,0— 2,5	1,5— 2,0	1,0— 1,5	3—4
Скорость перемещения пода барабана в м/мин	4,8	5,7	—	—	—	—
Вес циркулирующей в системе дроби в т	0,8— 1,0	1,0—1,2	—	—	—	—
Расход дроби на 1 т поковок в кг	2—3	5—7	2—3	3	2—3	2—3
Объем отсасываемого воздуха в м <sup>3</sup> /ч (при разрежении 180 мм вод. ст.)	5500	15 000	—	—	—	—
Расход свободного воздуха в м <sup>3</sup> /ч (при рабочем давлении 5—6 ат)	5	7,5	—	—	—	—
Мощность электродвигателей приводов в кВт: дробеметных головок подъемника ленточного транспортера элеватора трясуна	14,0 2,8 1,7 1,0 —	14,0 × 14,0 7,0 4,5 1,7 1,7	20,3	—	—	—
Габариты машины в мм: длина ширина высота (над уровнем пола)	5100 3065 4800	6310 3220 5566	5040 3250 4360	3032 2335 4625	— — —	— — —
Вес машины в кг	9300	14 520	10 000	—	—	—
Режим работы	Пооперационный и полуавтоматический					



Продолжение табл. 48

Параметры	Барабаны по ГОСТу 9227—59						
	0,08	0,15	0,3	0,5	0,8	1,2	2,0
Объем загрузки в м <sup>3</sup>	0,08	0,15	0,3	0,5	0,8	1,2	2,0
Наибольший вес одной загрузки в кг	200	400	800	1200		3000	5000
Наибольший вес одной очищаемой поковки в кг	5	10	80	150	250	400	600
Размеры рабочей полости барабана в мм: диаметр длина	560 700	700 900	900 1100	1200	1400 1800		1600 2500
Дробебетные головки (табл. 49): количество	1	1	1	1	2	2	—

## 49. Дробебетные головки [12 и 13]

Параметры	393М*	Параметры	393М*
	392М**		392М**
Диаметр рабочего восьмилопастного колеса в мм	500	Скорость вылета дроби в м/сек	80
Ширина лопастей его в мм	—	Ширина струи дроби у выхода в мм	60
Расход дроби в кг/мин	130	Электродвигатель: тип мощность в квт число оборотов в минуту	АО63-4 14 1460
Число оборотов рабочего колеса в минуту	2450	Габариты головки в мм: длина ширина высота	1320 1320 644
Диаметр дроби в мм	0,8—3,0	Вес в кг	800

Продолжение табл. 49

Параметры	Головки по ГОСТу 8665—63							
	I (колесо однодисковое)		II (колесо двухдисковое)					
Диаметр рабочего восьмилопастного колеса в мм	400	500	250	315	400	500	500	500
Ширина лопастей его в мм	68		60	75				
Расход дробы в кг/мин	Не менее 80	120	40	60	100	140	220	350
Число оборотов рабочего колеса в минуту	Не более 2650	2500	3800	3000	2650	2500 для чугушной дробы		
						2650 для стальной дробы		
* При правом вращении колеса. ** При левом вращении колеса.								

50. Очистные дробетные ленточные барабаны непрерывного действия  
(по ГОСТу 10955—64)

Производительность в т/ч	2,5	5	10	20
Наибольший вес очищаемых поковок в кг	16	25	40	63
Наибольшие размеры очищаемых поковок в мм	300×300× ×500	400×400× ×600	500×500× ×700	600×600× ×800
Размеры рабочей поверхности барабана в мм: диаметр длина	1320 2120	1700 2500	2120 3000	2650 3550
Количество дробетных головок в шт.	2	2	4	8
Наибольший вес машины в т	12	16	63	100
Угол наклона оси барабана в град	0—4			
Дробетные головки Технические условия	— —	По ГОСТу 8665—63 По ГОСТу 10580—63		

## 51. Очистные дробеметные столы [12 и 13]

Параметры	353	342	ОМ9084-003 ВЛТИ 12
Вращение стола	Периодическое		Непрерывное
Диаметр основного стола в мм	3200	2400	2400
Диаметр <sup>1</sup> тарелок в мм	1300	600 (920)	600 (900)
Количество <sup>1</sup> тарелок в шт	3	8 (4)	8 (4)
Наибольшая нагрузка <sup>1</sup> одной тарелки в кг	530	125 (250)	80 (160)
Дробеметные головки (табл. 49): количество модель	2 392М, 393М	1 —	1 —
Наибольшие габариты очищаемой поковки в мм: высота длина × ширина	600 900 × 900	350 —	350 —
Наибольшая производительность в т/ч: без кантовки поковок с кантовкой поковок	24 12	6 3	2 1
Число оборотов тарелок в минуту	10—18	—	—
Число оборотов стола в минуту	0,8—1,3	—	—
Количество циркулирующей в системе дробы в т	2,5	—	—
Расход дробы на 1 т поковок в кг	25	—	—
Объем воздуха, отсасываемого вентиляцией, в м <sup>3</sup> /мин	130	75	—
Мощность электродвигателей приводов в кВт: дробеметных головок элеватора стола тарелок	14+14 2,8 1,7 1	14 1,7+1,7	23,4
Габариты <sup>2</sup> в мм: длина ширина высота над уровнем пола	4500 3750 (3700) 4650 (4500)	3850 3040 5206	3720 3043 3365
Вес <sup>2</sup> машины в т	10,43 (11,9)	5,94	12,6
Режимы работ	Пооперационный, полуавтоматический и автоматический		

Продолжение табл. 51

Параметры	Столы по ГОСТу 9256—51				
	Периодическое и непрерывное				Непрерывное
Вращение стола					
Диаметр основного стола в мм	1600	2000	2500	3200	4000
Диаметр <sup>1</sup> тарелок в мм	350 (550)	450 (700)	550 (900)	1300	стол без рабочих тарелок
Количество <sup>1</sup> тарелок в шт.	8 (4)	8 (4)	8 (4)	3	
Наибольшая нагрузка <sup>1</sup> одной тарелки в кг	75 (150)	125 (250)	150 (300)	530	
Дробетные головки (табл. 49): количество	1	1	До 2	До 2	До 2
Наибольшая высота очищаемой поковки в мм	450	500	500	600	600

<sup>1</sup> В скобках данные для столов с уменьшенным числом тарелок.  
<sup>2</sup> В скобках данные для прежнего варианта модели 353.

## 52. Очистные дробетные камеры периодического действия [12 и 13]

Параметры	ДК10	372	365	367	ОМ984-001 ВПТИ12	984-884 ВПТИ2
	Грузоподъемность загрузочной тележки (или стола) в т	5	5	30	30	8
Внутренние размеры камеры в мм:						
длина	3400	4900	8700	9000	4600	—
ширина	3400	4000	2000	4500	4600	—
высота	2500	2605	3000	3000	2760	—
Диаметр поворотного круга в мм	1900	2500	—	—	—	—
Высота загрузочной тележки от головки рельса в мм	—	725	—	—	—	—
Наибольшие размеры очищаемых поковок в мм:						
диаметр (или диагональ)	3510	3000	5700	5910	4250	3740 *
высота	1500	1200	1500	1800	1000	1910 *
Производительность в т/ч	3—4	5—6	—	—	—	—

Продолжение табл. 52

Параметры	ДК10	372	365	367	ОМ9984-001 ВПТИ12	9984-884 ВПТИ12
Вес камеры в т	15,05	24,3	30,6	37,0	33,8	32,0
Диаметр головки (табл. 16): количество модель	2 —	3 392М	4 —	4 —	3 —	3 —
Число оборотов поворотного круга в минуту	2	1,3	—	—	—	—
Количество дробеструйных аппаратов мод 334М (табл. 40) в шт.	—	1	—	—	—	—
Количество циркулирующей в системе дробы в т	0,8	2,5	—	—	—	—
Расходы дробы на 1 т поковок в кг	6—8	6—8	—	—	—	—
Объем воздуха, отсасываемого вентиляцией, в м <sup>3</sup> /мин	270— 300	—	—	—	317	317
Расход воздуха на дробеструйный аппарат в м <sup>3</sup> /мин (при рабочем давлении 5— 7 ат)	—	4,2	—	—	—	—
Мощность электродвигателей приводов в кВт: дробеметных головок поворотного круга элеватора ворот тележки и трясунов	14+14 1,7 4,5 — —	14+14+ +14 1,7 1,7 2,8 1,7+1,7+ +1,7	68	74	70	71,8
Габариты установки (с рельсовыми путями) в мм: длина ширина высота	7000 7100 5460	10 000 5 400 6 100	16 700 4 400 6 300	15 800 6 730 5 700	11 100 7 970 6 885	10 850 7 400 6 435
Режимы работы камеры	Полуавтоматический и пооперационный					
* Размеры дверного проема.						

Продолжение табл. 52

Параметры	Камеры по ГОСТу 10354—64								
	Не менее	2	3	5	8	12	20	32	50
Грузоподъемность загрузочной тележки (или стола) в т	Не менее	2	3	5	8	12	20	32	50
Внутренние размеры камеры в мм: длина и ширина высота	Не более	3000	3500	4000	4250	4750	5300	5600	6300
	Не более	2300	2500	2600	2800	3000	3500	4000	4500
Диаметр поворотного круга в мм	—	1600	2000	2500	2800	3200	3500	4000	4500
Высота загрузочной тележки от головки рельса в мм	Не более	700	800	900	1000	1200	1400		
Ширина колеи загрузочной тележки в мм	—	1000	1200	1524	1800	2000	2500	3000	
Наибольшие размеры очищаемых поковок в мм: диаметр (или диагональ) высота	Не более	2000	2500	3000	3300	3750	4250	4750	5300
	Не более	1000	1100	1200	1400	1600	1800	2000	2200
Производительность в т/ч	Не менее	2	3	5	8	12	20	32	50
Вес камеры в т	Не более	10	15	25	28	30	35	45	50
Количество дробеметных головок	Не менее	2	2	2	3	3	4	6	6

## 53. Полуавтоматические дробеметные очистные машины периодического действия [13]

Параметры		ОМ9984-004 ВПТИ12	ОМ9984-011 ВПТИ12
Размеры рабочего пространства в мм	диаметр	1200	700
	длина	1070	900
Вес одной загрузки в кг		500	150
Наибольший вес поковки в кг		20	8
Производительность в т/ч		1—2	0,4—0,6
Отсос воздуха в вентиляцию в м <sup>3</sup> /мин		117	133
Мощность электродвигателей в кВт		24,5	13,4
Габариты без загрузочного устройства в мм	длина	3700	2600
	ширина	3400	2150
	высота над уровнем пола	5570	4215
Вес машины в т		9,8	5,1

## 54. Дробеструйные конвейерные очистные камеры [13]

Параметры		С вращающимися подвесками														
		Без вращающихся подвесок			9984-880 ВПТИ12			OM9984-036 ВПТИ12			OM9984-005 ВПТИ12					
Грузоподъемность подвески в кг		—			160			315			630			1250		
Размеры проходного окна в мм:		1000			1000			1250			1600			2000		
высота		900			800			1000			1250			1600		
ширина		—			800			1000			—			—		
Шаг подвесок:		—			800			1000			—			—		
при шаге звена цепи (по ГОСТу 589—64) 100 мм то же 160 мм		—			—			—			1280			1600		
Количество дробеструйных головок (табл. 49)		6			8			4			3			6		
Производительность камеры в т/ч		7—12			10—15			4—8			2			4		
Число оборотов подвески в минуту		—			—			—			2—8			1—4		
Скорость движения конвейера в м/мин		0,75—3,0			1—2			6			1—4			0,5—2,0		
Наибольший вес очищаемых деталей в кг		500			500			500			500			500		
Мощность электродвигателей в кВт		127			172			85			—			—		
Габариты камеры в мм:		длина 8250			11 200			5200			—			—		
ширина		5460			4 400			5400			—			—		
высота		6500			6 550			6500			—			—		
Общий вес установки в т		31			35,9			20			—			—		
Потребный отсос воздуха в м <sup>3</sup> /мин		600			355			166			—			—		

**Техника безопасности.** По нормам Госсанинспекции от 10.1.1959 г. воздух в зоне дыхания рабочего может иметь следующее предельное содержание пыли разного состава (в  $мг/м^3$ ):

Свободной $SiO_2$ более 70%	Не более 1,0
$SiO_2$ от 10 до 70%	Не более 2,0
Искусственных абразивов	Не более 5,0
Прочих видов пыли, в том числе металлической . . . . .	Не более 10,0 [7]

Так как при пескоструйной (даже мокрой) очистке невозможно обеспечить выполнение этих норм, применять песок для очистки не рекомендуется [16].

Дробеструйные установки также иногда вызывают повышенное против норм содержание металлической пыли.

По этой причине, а также для изоляции от шума помещения для галтовочных барабанов, дробеструйных и дробеметных установок должны быть изолированы от соседних помещений. Очистные установки должны быть снабжены вытяжной вентиляцией с пылеуловительными устройствами (табл. 55)

Лица, работающие с открытой струей дробы или мокрого песка, должны надевать скафандры и защитные лицевые маски, в которые подается чистый воздух под давлением 0,1—0,16 ат в количестве 0,5  $м^3/мин$ . Перед поступлением на работу, а также не реже одного раза в полугодие они должны проходить медицинский осмотр с обязательным просвечиванием легких рентгеном; при длительной работе внутри камер рекомендуется периодически сменять дробеструйщиков.

Для дробеметных машин с сепарацией дробы, кроме отсоса воздуха из рабочих камер, должны быть предусмотрены отсосы производительностью 10—20  $м^3/мин$  для головки ковшового элеватора и 40—50  $м^3/мин$  для сепаратора.

Предусмотрено присоединение всех очистных машин (дробеструйных и дробеметных), выпускаемых отечественной промышленностью, к цеховой вентиляции для отсоса пыли.

55. Нормы отсоса воздуха от очистного оборудования [5]

Оборудование	Кратность обмена в минуту	Количество отсасываемого воздуха в $м^3/мин$ не менее
Галтовочные барабаны диаметром 0,6—1,0 м	—	15—45
То же, 1,2—1,5 м	—	60—90
Дробеструйные и дробеметные <sup>1</sup> машины с рабочим объемом в $м^3$ :		
до 1 . . . . .	40	15—25
1—2 . . . . .	25	40
2—5 . . . . .	15	50
5—10 . . . . .	10	75
10—20 . . . . .	9	100
св. 20 . . . . .	7	180

<sup>1</sup> Для гидропескоструйных аппаратов приведенные нормы увеличивают на 40—50%.

### Химическое травление

**Основные данные.** Заготовки между операциями и готовые поковки перед травлением обезжиривать и промывать не требуется. Химический состав и основные свойства окислы на поверхности стали приведены в табл. 56.

Для травления применяют растворы кислот, указанные в табл. 57.

Для предотвращения перетравливания металла, неравномерности травления и водородной хрупкости в растворы добавляют присадки (называемые еще регуляторами травления, или ингибиторами).

**Процесс травления.** Травление стальных поковок производят в следующем порядке:

1. Заправка ванны:
  - а) заполнение травильной ванны приблизительно на 70% ее объема;
  - б) осторожное прибавление кислот до требуемой концентрации (табл. 57);
  - в) перемешивание;
  - г) подогрев ванны до наименьшей рекомендуемой температуры;
  - д) добавление присадки;
  - е) перемешивание.



## 56. Состав и свойства окалины [18]

Свойства	Вюстит (закись железа)	Магнетит (закись — окись железа)	Гематит (окись железа)
Химический состав . . . . .	FeO	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Молекулярный вес . . . . .	71,84	231,52	159,68
Удельный вес в г/см <sup>3</sup> . . . . .	5,28	5,20	5,12
Температура плавления в °С . . . . .	1370	1538	1565
Цвет . . . . .	Черный	Черный	Серо-черный бархатистый
Структура . . . . .	Пористая, мелкокри- сталлическая	Стекловидная, твердая, хрупкая	Плотная, кри- сталлическая
Расположение на поверх- ности . . . . .	Прилегае т металлу	Промежуточ- ный слой	Наружный слой
Толщина слоя в % от об- щей толщины . . . . .	50	40	10

## 57. Химический состав и температура растворов для химического травления стальных поковок и заготовок [2, 8, 18, 19]

Сталь	Кислота в г/л воды	NaCl в г/л воды	Присадки в г/л воды. Пенообразователь П, присадки ЧМ в кг на 1 м <sup>2</sup> поверхности ванны	Темпера- тура раствора в °С
Углеродистая	200H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	25—35	Пенообразователь П 1—1,5	85—90
		50	КС жидкая 10	60—90
	—	ЧМ регулятор Р 4,5. Пенообразователь П 1—1,5		
	150HCl	—	КС жидкая 10 SnCl <sub>2</sub> 2 ПБ 0,9	30—40
Малолегированные хромоникелевые	100H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + 150HCl	—	КС жидкая 10	60—90
Нержавеющие и жаропрочные типа 2Х13, 9Х	3—4H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + 250CrO <sub>3</sub>	—	—	15—30
Аустенитные типа 1Х18Н9Т	100H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + 150HNO <sub>3</sub> + + 240HF	—	—	—

Примечание. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> по ГОСТу 2184—59 (уд. вес 1,84); HCl по ГОСТу 857—57 (уд. вес 1,19); HNO<sub>3</sub> по ГОСТу 701—58 (уд. вес 1,3); HF по ГОСТу 2567—54 (уд. вес 1,13); CrO<sub>3</sub> по ГОСТу 3776—47; NaCl по ГОСТу 4233—48.

## 2. Загрузка ванны:

а) загрузка поковок в корзины из дерева, кислотоупорной проволоки или отлитые из кислотоупорной стали;

б) погружение корзин с поковками в ванну так, чтобы они не соприкасались с трубами и стенками ванны.

3. Травление. Начало работы при температуре, наименьшей из рекомендуемых; по мере ослабления концентрации раствора температуру повышают и к концу цикла доводят до наибольшей (табл. 57).

Продолжительность процесса травления 15—80 мин в зависимости от концентрации раствора, температуры ванны и толщины слоя окалины на поковке.

4. Промывка от остатков кислоты и железного купороса в ванне с проточной горячей водой повторными погружениями их в воду в течение 3—5 мин при температуре 60—70° С или в течение 2—3 мин при температуре 85—90° С.

5. Нейтрализация в щелочной ванне (50—70 г/л NaOH или KOH) при комнатной температуре.

6. Промывка в горячей воде (60—70° С) в течение 3—5 мин и сушка.

7. Контроль качества травления на полное снятие окалины.

Вся поверхность хорошо протравленных поковок одинакового сероватостального цвета, без пятен и остатков окалины; поверхность перетравленного металла черная и глубоко изъеденная.

**Контроль, корректировка и производительность травильных растворов.** Плотность травильных растворов проверяется ежедневно ареометрами (по ОСТу 5048).

При определении количества растворенного железа в сернокислотной ванне с пересчетом на железный купорос (для концентрации  $H_2SO_4$  в пределах 9—18%) применяют формулу

$$d = 1 + (0,0285\% \text{ Fe} + 0,00675\% \text{ S}),$$

где  $d$  — удельный вес травильного раствора при 15—20%; Fe — содержание Fe в весовых %; S — содержание  $H_2SO_4$  в весовых %, которое определяют титрованием.

В процессе травления количество  $H_2SO_4$  снижается, а количество

$FeSO_4$  возрастает, поэтому раствор корректируют периодическими добавками  $H_2SO_4$  до тех пор, пока удельный вес его не дойдет до 1,15—1,25. Тогда добавку  $H_2SO_4$  прекращают, поднимая температуру до верхнего предела, и вырабатывают раствор до  $S = 2 \div 3\%$  с удельным весом 1,25—1,30, после чего его сливают.

Данные о производительности и расходе растворов приведены в табл. 58.

**Оборудование.** Ванны для травления (табл. 59) покрыты кислотоупорной футеровкой, снабжены паровыми змеевиками для подогрева жидкости и вентиляционными отсосами.

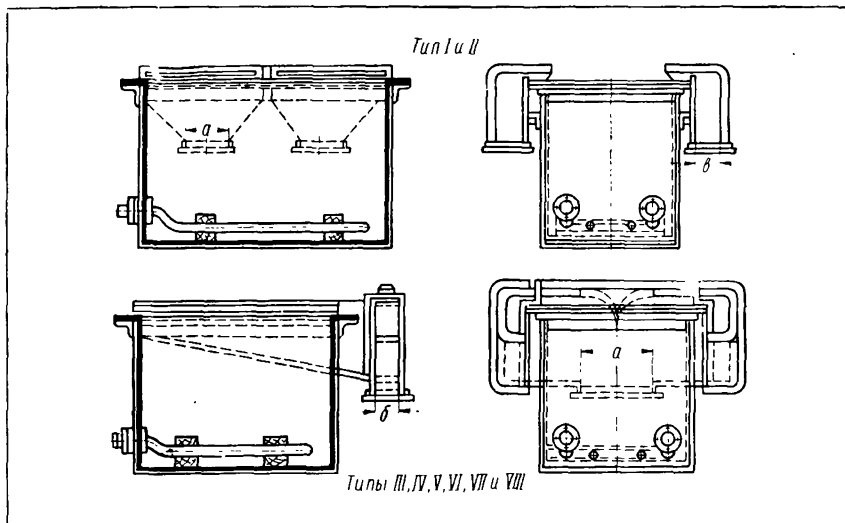
Наиболее долговечны ванны с облицовкой из материалов, кислотостойких

58. Производительность и расход материалов при травлении [5]

Наименование показателей	Сталь конструкционная	
	углеродистая марок 10, 20 и др.	легированная марок 15X, 35X и др.
Среднее количество поковок, получаемых в час, в 1 м <sup>3</sup> травильного раствора, в кг	300	350
Количество поковок, получаемых в 1 м <sup>3</sup> раствора при полном его использовании в т	13—15	13—14
Продолжительность травления в мин:		
в свежем растворе в конце работы раствора . . . . .	15—25	15—25
средняя . . . . .	80	80
	~ 40	~ 40
Плотность отработанного раствора . . . . .	1,21—1,24	1,18—1,21
Содержание извести в нейтрализующем растворе в %	15—20	15—20
Расход материалов на 1 т поковок в кг: серной кислоты . . . . .	14—16	14—16
соляной » . . . . .	—	1,6
извести . . . . .	2	2
пара . . . . .	180—200	180—200
воды в м <sup>3</sup> . . . . .	4—5	4—5

Примечание. Данные относятся к условиям правильного ведения процесса травления, с постепенным поднятием температуры.

59. Ванны для химического травления  
(по материалам б. треста «Металлохимзащита» и Гипроавтопрома)



Техническая характеристика	Типоразмеры							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Внутренние размеры ванны в мм:								
длина . . . . .	2000	2000	1500	1500	1200	1200	1000	600
ширина . . . . .	900	800	900	800	900	800	800	500
высота . . . . .	1000	800	1000	800	1000	800	800	600
Рабочий объем ванны в л . . . . .	1500	1050	1150	800	925	625	520	150
Диаметр змеевика в мм . . . . .	38,1	31,8	31,8	25,4	31,8	25,4	25,4	12,7
Размеры вентиляционных отпусков в мм:								
а . . . . .	300	300	650	550	550	550	500	280
б . . . . .	180	160	220	260	220	200	160	120
Воздухосъем с 1 м <sup>2</sup> зеркала ванны в м <sup>3</sup> /мин . . . . .	65	55	65	55	65	55	55	45
Вес ванны в кг . . . . .	600	475	450	360	375	300	250	120

Конструкция ванны: стальной сварной корпус; футеровка — битум для серноокислых ванн, битум и винилпласт для солянокислых ванн; вентиляция — двусторонний бортовой отсос; теплоноситель — пар.

60. Устойчивость различных материалов в травильных кислотах  
(С — вполне устойчив; с — частично устойчив)

Кислотоупорный материал	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		HCl		HNO <sub>3</sub>	
	при концентрации в %					
	70—70	5—20	33	5—10	5	5—10
Алюминий	—	—	—	—	С	С
Асфальт и битум	—	С	С	С	—	С
Медь	—	с	—	—	—	—
Кремнистый чугун	С	С	—	—	С	С
Свинец и сурьмянистые сплавы	С	С	—	с	—	с
Мягкая сталь	С	—	—	—	с	—
Фосфористая бронза	с	С	с	с	—	—
Резина	—	С	—	С	—	—
Плавляная глина, кислотоупорный цемент, химическая камешная посуда	С	С	С	С	С	С

при любой концентрации кислоты и любой температуре (бетон, цемент ГОСТ 5050—49, керамиковые плитки ГОСТ 961—57, кирпич ГОСТ 474—41 и ОСТ 4245). Ванну, содержащую HF, футеруют резиной и графитовыми плитками, защищенными деревянной опалубкой.

Размеры ванн для промывки в горячей и холодной воде те же, что и ванн для травления (табл. 59), но они не имеют кислотоупорной футеровки и вентиляционных отсосов, а ванны для холодной воды — паровых змеевиков.

Данные о стойкости в кислотах некоторых материалов для производства при изготовлении корзин, трубопроводов и ванн приведены в табл. 60.

Корзины для обработки деталей при травлении изготавливают из стальной проволоки, часто покрытой свинцом или полиэтиленом, из латуни, нержавеющей стали, лозы и керамиковые. Для травления в растворе H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> в массовом производстве наиболее пригодны корзины из сплавов, содержащих 60—65% Ni, очень устойчивы также кремнистые бронзы.

Из небольших установок отработанные растворы сливают в приемок с лотком, расположенным у ванн, и далее через нейтрализатор в канализацию. В крупных установках растворы регенерируют [18].

В кузнечных цехах серийного производства травильные отделения оборудуют обычными подъемными средствами для загрузки и выгрузки поковок в виде электроталей, пневматических подъемников и мостовых кранов.

В цехах крупносерийного производства широко применяют травильные машины карусельного типа (табл. 61).

61. Травильные машины карусельного типа [10]

Диаметр цилиндра в мм	Максимальная нагрузка на одно коромысло в кг	Производительность в т/ч при выдержке в мин		
		20	30	40
350	450	1,35	0,9	0,675
560	900	2,7	1,8	1,35
810	1800	5,4	3,6	2,7

**Техника безопасности.** Травильные отделения следует размещать в просторных, светлых, изолированных помещениях и обеспечивать естественным светом (0,25—0,50 м<sup>2</sup> оконной поверхности на одного человека), приточно-вытяжной вентиляцией с 5—7-кратным обменом и расположением вентиляторов вне травильного отделения. Металлические части в отделении надо окрашивать краской, двери обивать войлоком. Ванны для травления и горячей промывки необходимо снабжать бортовыми вентиляционными отсосами (табл. 62). Верхние края ванн с травильными растворами должны находиться на расстоянии 0,75—1,0 м от уровня пола. Полы выкладывают метлахскими плитками или кислотоупорным бетоном и делают с наклоном к стоку и возможно чаще промывают водой. В травильных отделениях должна быть аптечка.

Хранение кислот допускается только в закрытых бутылках в специально от-

62. Нормы отсоса воздуха от травильных ванн с 1 м<sup>2</sup> поверхности раствора в м<sup>3</sup>/мин [5]

Ширина ванн в мм	Травление в растворах серной или соляной кислот при температуре в °С		Травление в смеси азотной и серной кислот при 20° С
	20	50	
До 500	35—40	40	40—45
500—700	45—50	50	45—50
750—900	50—55	60	50—55
900—1000	55—60	70	60

веденном помещении (кладовой) с кислотоупорным полом и стенами. Кладовую необходимо обеспечить надежным вентиляционным отсосом воздуха. Запас кислот в цеховых кладовых не должен превышать потребность 1—3 суток.

Заполнение ванн и разлив кислот и щелочей надо производить преимущественно сифонами с плотными кранами, заряжаемыми всасыванием или нагнетанием воздуха; при сифонном переливании не допускается засасывания воздуха ртом.

Приготовляя растворы для травления черных металлов, необходимо добавлять к холодной воде серную и другие кислоты. При этом сначала вливают соляную, затем азотную и под конец серную кислоту. Добавление кислоты к нагретой воде не разрешается. Спуск разлитой и отработанной кислоты в сточные канализационные трубы без предварительной нейтрализации не допускается.

Кислотные остатки можно нейтрализовать непосредственно в травильной ванне добавлением гашеной извести; после отстоя жидкость спускают в канализацию, а остатки выгребают лопатой и складывают в ящики.

Операции с кислотами и щелочами необходимо производить в спецодежде, состоящей из резиновых сапог, перчаток и фартука.

### Гидравлическая очистка нагретых заготовок

Струя воды под давлением 100—180 ат, направляемая на нагретую заготовку, охлаждает окалину до тем-

ного цвета, отчего она сжимается и растрескивается, и сбивает ее с заготовки.

Аппараты для образования струй бывают двух типов: сопла с отверстиями диаметром 0,75—1,0 мм и обоймы, создающие непрерывную кольцевую струю. Обоймы благодаря простоте изготовления и полноте очистки заготовок предпочтительнее. Болты 2 обоймы (рис. 49) предварительно затягивают, отчего детали ее подвергаются упругой деформации. Контакт между седлом 3 и обоймой 1 по кольцевой поверхности сохраняется до определенного давления воды в кольцевой полости р. При поступлении в полость воды с давлением выше этого предельного, между седлом и обоймой образуется кольцевая щель (измеряемая микронами), через которую вырывается струя воды и очищает заготовку, проходящую через отверстие обоймы.

Толщина кольцевой струи зависит от степени затяжки болтов и давления воды [9].

Необходимые для практики данные приведены в табл. 63. В установках непрерывного действия нагретая заготовка по конвейеру проходит через обойму (или кольцо с соплами), где и очищается струей воды.

Во всех установках для очистки воды от механических примесей, не проходящих через струйные отверстия, предусматривают специальные фильтры, установленные перед впускным клапаном или встроенные в него.

### Механические способы очистки

Механические способы очистки от окалины применяют как для нагретых, так и для холодных заготовок. Очистку вручную осуществляют скребками в приспособлениях.

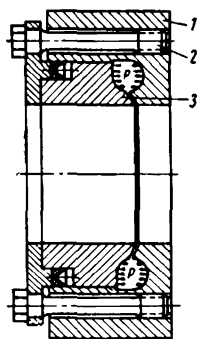


Рис. 49. Струйная обойма

63. Установки для гидравлической очистки нагретых заготовок

Параметры		Экспериментальная, Московский институт стали и сплавов	Невского завода в Ленинграде	ЭНИКМАШ
Размеры очищаемой заготовки в мм	диаметр	До 80	До 135	80—120
	сечение	—	От 15×50 до 45×120	—
	длина	—	До 450	До 350
Расстояние между заготовкой и обоймой в мм		5—35	—	—
Скорость перемещения заготовки через обойму в м/сек		0,5—1,2	0,5	—
Давление воды в ат в установках	из углеродистой и хромистой стали	100—150	До 200	До 200
	из нержавеющей стали	150—180		—
Расход воды (из расчета 0,035—0,045 л/сек на 1 см периметра щели) в л/сек		1—1,27	1,7	2,3
Производительность насоса в л/мин		100	100	—
Мощность электродвигателя в квт		—	40	—
Производительность в шт/ч		—	—	420

Значительно производительнее механизированные установки механической очистки.

#### Вырубка пневматическими зубилами

Вырубку дефектов зубилами на мелких и средних поковках производят после очистки от окалины, на крупных часто без очистки от окалины. Глубокие трещины вырубают за два прохода или более. Глубина вырубki зубилом за один проход доходит до 2—2,5 мм. Допускаемая глубина вырубki поверхностных дефектов поковок и проката оговаривается техническими условиями. В результате вырубki остается след — канавка. Канавки должны иметь плавные очертания и достаточный коэффициент разделки

$$K_p = \frac{b}{h} \geq 5,$$

где  $b$  и  $h$  — соответственно ширина и глубина канавки в мм. Скорость вы-

рубki зубилом в среднем составляет около 300 мм/мин. Легированная сталь по сравнению с низкоуглеродистой при прочих равных условиях требует в 3—4 раза больше времени на обработку.

Технические характеристики пневматических молотков приведены в табл. 64.

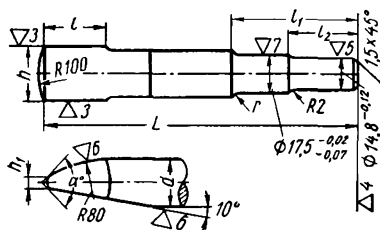
Наибольшее применение для вырубki дефектов имеют клепальные молотки КЕ-16, КЕ-19 и КЕ-22.

Зубила рекомендуется применять круглого сечения в стержне как более простые в изготовлении и удобные для вырубki. Зубила с прямым лезвием (табл. 65) служат для вырубki сплошных слоев металла, например при зачистке поверхности, пораженной мелкими волосовинами, зубила с закругленным лезвием (табл. 66) — для вырубki местных дефектов.

Угол заточки зубила  $\alpha = 55 \div 60^\circ$  для мягкой стали и  $\alpha = 70 \div 75^\circ$  для твердой стали.

64. Основные характеристики рубильных и клепальных молотков  
Томского электромеханического завода имени В. В. Вахрушева

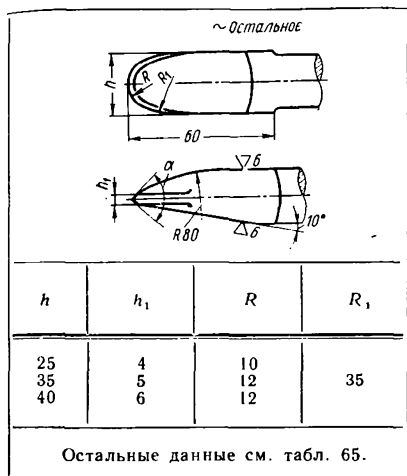
Марка			Число ударов в минуту	Расход воздуха в м <sup>3</sup> /мин	Давление воздуха в ат	Диаметр шланга в мм	Полная длина в мм	Полный вес в кг
Обозначение	Старое обозначение	Соответствует марке завода «Пневматика»						
РБ-54	РК43	РМЗ	1400	0,6	5,5 для твердой стали	13	340	5,4
РБ-58	РК44	—	1200	0,6		13	380	5,8
РБ-63	РК45	РМЗ	1000	0,6		13	410	6,3
КЕ-16	КМ31	КМ1	1900	1,0	6,0 для мягкой стали	16	309	8,0
КЕ-19	КМ32	—	1500	1,0		16	361	9,0
КЕ-22	КМ33	КМЗ	1100	1,0		16	411	9,5

65. Зубила для пневматических молотков. Тип I [5]  
Размеры в мм

L	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	h	h <sub>1</sub>	l	d	r	Для молотков типа	α° при обрабатываемом материале		
									твердом	среднем	мягком
150 175 200	60±0.5	33±0.5	25 35 40	4 5 6	30 35 60	22 22 26	3	РБ, КЕ (КМ и РК)	70	60	45
150 175 200	62±0.5	42±0.3	25 35 40	4 5 6	30 35 60	22 22 26	4.5				

Материал: сталь 4ХС, 6ХС, 60С2, 4ХВС, 5ХВС, У8, У9. Твердость рабочей части HRC 55—60 на длине 30—35 мм, хвостовой части HRC 40—45 на длине l<sub>1</sub> + 10 мм.

66. Зубила для пневматических молотков.  
Тип II [5]  
Размеры в мм



Хвостовики зубил лучше изготовлять коническими.

Размеры конуса должны быть подобраны таким образом, чтобы коническая часть зубила несколько выступала из втулки молотка.

### Очистка шлифовальными кругами

**Оборудование.** Поковки весом до 30 кг и прутки диаметром 40—50 мм очищают на стационарных станках, поковки и заготовки любых габаритов — на подвесных (маятниковых) станках, переносных (ручных) станках с гибким валом и электромеханическим приводом или пневматическим с гибким шлангом (табл. 67 и 68).

**Шлифовальные круги.** Для обдирки поковок из стали применяют искусственный корунд. Круги должны быть крупнозернистыми (№ 16—25 по ГОСТу 3647—59) средней и выше-средней твердости по классификации завода им. Ильича (Ленинград).

Форма обдирочных кругов ПП по ГОСТу 2424—60 (плоские прямого профиля). Нормальная окружная скорость 25 м/сек.

Данные о способах крепления шлифовальных кругов см. ГОСТ 2270—54. Правила и нормы безопасности работы с ними (окружные скорости, осмотр и хранение кругов, испытание их на прочность, установка на станок, защитные устройства, подручники и правила эксплуатации) изложены в ГОСТе 3881—53.

67. Техническая характеристика обдирочно-шлифовальных станков [9]

Станок	Модель	Размеры кругов (диаметр и ширина) в мм	Габаритные размеры (длина, ширина, высота) в мм	Вес в кг	Мощность электродвигателя в кВт	Число оборотов шпинделя в минуту
Точильный двусторонний . . . . .	332А	250×40	560×630× ×1115	160	1,7	2650
Точно-шлифовальный двусторонний . . . . .	ТШС-250	250×40	900×600× ×1060	138	1,7	—
Точильный двусторонний . . . . .	332Б	300×40	700×480× ×1100	230	1,7	1800
Обдирочно-шлифовальный двусторонний	3М634	400×40	900×600× ×1200	450	3,2	—
То же . . . . .	3М636	600×75	1280×750× ×1340	750	7,8	—
Обдирочно-шлифовальный с гибким валом (передвижной)	3382	200×25	765×630× ×740	150	2,2	—
Обдирочно-шлифовальный подвесной маятникового типа . . . . .	3374К	400×40	2650×540× ×660	270	4,2	—



68. Техническая характеристика пневматических шлифовальных машинок [5]

Марка	Максимальный диаметр абразивного круга в мм	Мощность в л. с.	Число оборотов в минуту		Давление воздуха в ат	Расход свободного воздуха в м <sup>3</sup> /мин	Полная длина в мм	Вес в кг	Диаметр шланга в мм
			Холостой ход	Нормальная нагрузка					
ШР-12	125	1,0	500	4500	5,0	1,6	470	5,8	16
ШР-2	150	1,4	4500	3000	5,0	1,7	580	6,7	16

### Огневая зачистка

Огневая зачистка производится пламенем газовой горелки со специальным мундштуком. Температура пламени доходит до 2500—3100° С.

Высокоуглеродистая и легированная сталь перед огневой зачисткой требует нагрева во избежание трещин, температура которого зависит от содержания в стали углерода и хрома; зачистку начинают немедленно после нагрева до 200—400° С и ведут без задержек; температура стали в конце зачистки должна быть примерно на 100° С ниже начальной температуры.

Температура подогрева перед огневой зачисткой летом доходит до 427° С; зачистка при температуре ниже 120—130° С не допускается. В зимнее время температуру подогрева стали под огневую зачистку повышают на 50—60° С.

Огневою зачистку поковок и слитков можно осуществлять также непосредственно послековки при температуре 800° С и выше. Для этого применяют специальные резаки, отличающиеся большой длиной, подвесным устройством и водяным охлаждением.

Сталь, содержащая хрома и кремния в сумме более 4,5%, не поддается огневой зачистке без специальных шлакообразующих добавок.

В табл. 69 приведены данные о работе усовершенствованного резака ВНИИАвтогена РВП-49 с подачей стального прутка; резаки выпускаются серийно.

Источником питания резака ацетиленом служит ацетиленовый генератор

с рабочим давлением 300—700 мм вод. ст., но может быть использован любой ацетиленовый генератор с максимальной производительностью 1,25—1,5 м<sup>3</sup>/ч и давлением не ниже 400 мм вод. ст. Резак весит 3,6 кг, без пруткового устройства 3 кг.

### Обтачивание заготовок

Обтачивание на токарных станках исходных и промежуточных заготовок перед нагревом под штамповку обеспечивает удаление всех поверхностных дефектов, в том числе и обезуглероженного слоя, а также получение заготовок с точными заданными размерами и, следовательно, поковок с высоким качеством поверхности и с минимальным равномерно распределенным заусенцем или вовсе без него. В результате сравнительно высокая стоимость обтачивания окупается значительным уменьшением дорогой последующей обработки резанием готовой поковки, повышением стойкости штампов и часто уменьшением количества перештамповок.

Для ответственных деталей из нержавеющих сталей, которые в дальнейшем нежелательно обрабатывать на станках (например, турбинных лопаток), считается целесообразным обтачивать ступенчатые заготовки, полученные вальцовкой или подкаткой в штампах.

### Предохранение поковок от коррозии

Слой окалины предохраняет поковки от ржавчины в течение нескольких недель, что особенно важно для необ-

69. Данные о работе резака РВП-49 при местной зачистке [5]

№ мундштука	1			2			3					
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Давление кислорода на входе в резак в ат	8—10	10—15	12—18	15—22	16—22	20—28	22—30	28—33	20—25	22—30	28—35	33—40
Ширина канавки в мм	3—5	3—6	3—10	2—10	3—5	2—7	2—8	2—9	3—6	2—8	2—9	2—11
Глубина канавки в мм	9	14	19	23	13	20	26	35	16	24	32	40
Расход кислорода в м <sup>3</sup> /ч	0,4	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,8	0,6	0,7	0,8	0,9
» ацетилена в м <sup>3</sup> /ч	1,2—1,5	1,2—2,0	1,5—3,5	1,5—4,0	1,3—2,0	1,5—3,5	1,7—4,0	2,0—4,5	1,3—2,5	2,0—3,7	2,2—4,0	2,5—5,0
Скорость перемещения резака в м/мин												

работываемых поковок, подвергнутых калибровке при температуре 800—700°С и имеющих на своей поверхности тонкий, но плотный слой окислы.

Если поковки очищены от окислы дробью или в барабане, то немедленно после очистки их надо промыть при комнатной температуре в растворе следующего состава: нитрита натрия (NaNO<sub>2</sub>) 10%, кальцинированной соды (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) 0,5—0,6%, воды остальное.

При длительном хранении надо пользоваться либо смазками (веретенное масло и др.), либо дешевыми способами покрытия металлов, а именно фосфатированием, горячей обработкой нитритом натрия повышенной концентрации.

## ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

### Обрезка, прошивка, калибровка

1. Бабенко В. А. и др. Объемная штамповка. Атлас схем и типовых конструкций штампов. М., «Машиностроение», 1965.
2. Брюханов А. Н., Ребелский А. В. Горячая штамповка. М., Машгиз, 1952.
3. Залесский В. И. и Максимов А. И. Чистота поверхности при плоскостной чеканке. «Кузнечно-штамповочное производство», 1959, № 3.
4. Залесский В. И. и Максимов А. И. О достижимой точности размеров деталей при плоскостной чеканке. «Кузнечно-штамповочное производство», 1959, № 10.
5. Зворонко Б. П. О точности размеров поковок при свободной плоскостной калибровке на кривошипных прессах. «Кузнечно-штамповочное производство», 1963, № 4.
6. Максимов А. И. и др. Исследование и наладка процесса холодной плоскостной калибровки с ограничителями. «Кузнечно-штамповочное производство», 1962, № 9.
7. Никольский Л. А., Эйфир Е. М. Калибровка штампованных поковок. НТО Машпром, Общественный университет. М., 1962.
8. Охрименко Я. М. Технология кузнечно-штамповочного производства. «Машиностроение», 1966.
9. Степанов В. Н. Технология чеканки штампованных деталей и конструкции чеканочных штампов. Оборонгиз, 1954.
10. Штампы для калибровки на чеканочных прессах. Блоки, пакеты и детали. МН 4557-63—МН 4577-63.
11. Штампы для обрезки облоя. Детали. Конструкция и исполнительные размеры. МН 1748-61—МН 1778-61.
12. Штампы для обрезки облоя. Расчет и конструирование. РТМ 29-61.

**Очистка поверхности поковок  
и заготовок**

1. Аксенов Н. П., Аксенов П. Н. Оборудование литейных цехов. М. Машгиз, 1950.
2. Бундин А. М. Очистка поковок. Энциклопедический справочник «Машиностроение». Т. 6. М., Машгиз, 1947.
3. Головнева М. А., Алексеев П. Е. Термическая обработка и очистные операции. Л., «Машиностроение», 1964.
4. Головнева М. А., Головнев И. Ф. Точная горячая штамповка мелких деталей. Л., Машгиз, 1952.
5. Головнев И. Ф. Очистка поковок. Технологический справочник по ковке и объемной штамповке. М., Машгиз, 1950.
6. Девкин М. М., Севастьянов Н. Д. Очистка поверхности деталей металлическим песком. М., Машгиз, 1963.
7. Дитятковский Я. М., Фиргер И. В. Очистка деталей металлическим песком. Л., 1961.
8. Жетвин Н. П., Раховская Ф. С., Ушаков В. И. Удаление окислы с поверхности металла. М., «Металлург», 1964.
9. Залесский В. И. и др. Разработка и исследование установки для гидравлического удаления окислы с нагретых заготовок. «Кузнечно-штамповочное производство», 1963, № 1.
10. Крымский И. И. Очистные операции в кузнечно-штамповочных цехах. М., 1960.
11. Мастерков Т. А. Травление на металлообрабатывающих заводах. Томск, 1942.
12. НИИЛИТМАШ. Литейное оборудование. Каталог. М., Машгиз, 1963.
13. Справочник литейщика под редакцией Н. Н. Рубцова. Чугунное литье. М., Машгиз, 1961.
14. Судакович Д. И., Бернадский Г. И. Справочник по механизированному ручному инструменту. М., Машгиз, 1954.
15. Фастовский Б. Г. Огневая зачистка стали. М., Metallurgizdat, 1950.
16. ЦИНТИАМ. Современная очистка отливок дробью. М., 1964.
17. Шуралев М. В. Методы зачистки поверхностных дефектов металла. М., Metallurgizdat, 1953.
18. Ямпольский А. М. Травление металлов. М., «Машиностроение», 1964.
19. M a s c h u W i l l i Ober flächenvorbereitung von Eisen—und Nichteisenmetallen, Akademische Verlagsgesellschaft Geest und Portig K.—G. Leipzig, 1957.

# ГЛАВА XIX

## КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПОКОВОК

При оценке отдельных свойств продукции (размера, предела прочности, твердости и др.) обычно используют две характеристики: уровень качества и однородность качества. Уровень качества характеризуется средней арифметической  $M$  из результатов многократных измерений или испытаний, а однородность — средним квадратическим отклонением  $\sigma$ , т. е. рассеиванием тех же результатов относительно средней арифметической  $M$ .

Не все показатели качества поковок или изделий выражаются количественно (требования к очистке поверхности от окалины, к внешнему виду, отсутствию трещин и т. п.); но в требовании отсутствия трещин уже заложено числовое понятие, указывающее, что в годных поковках экземпляры с трещинами должны составлять *нулевую долю* или весьма близкую к нулю часть всей продукции; в других случаях указываются размеры допускаемых трещин, например, «волосовины глубиной не более 0,3 мм допускаются без выточки».

Помимо уровня и однородности принимают третей числовой показатель качества — долю брака  $q$  или процент брака 100  $q$  в партии. Этот показатель имеет два значения: доля брака  $q$  в предъявленной к приемке партии и доля незамеченного брака в принятой партии  $q^*$  или  $q_{нп}$ .

### КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА КОВАННЫХ ПОКОВОК

#### Виды и классификация брака поковок

Дефекты исходного стального слитка. Многие дефекты, свойственные стальному слитку (рис. 1), могут встречаться и в поковках.

Дефекты нагрева. *Окалина* — слой окисленного металла на поверхности нагретой заготовки.

*Окалина*, не удаленная с заготовки или с поверхности бойков, вдавливается в металл, образуя глубокие вмятины на поковках.

*Недогрев* — появление внутренних трещин в заготовке вследствие чрез-

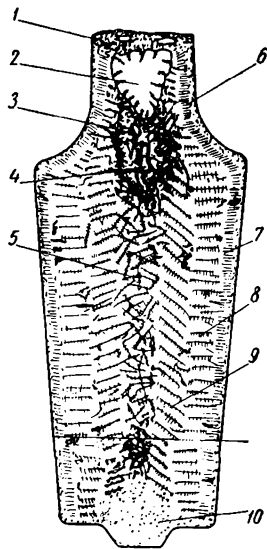


Рис. 1. Схематическое изображение строения стального слитка: 1 — мосты; 2 — усадочная раковина; 3 — усадочные пустоты и ликвационная зона; 4 — усадочная рыхлость и ликвационная зона; 5 — зона средних дендритов всевозможных направлений; 6 — тонкий слой плотного зернистого строения; 7 — мелкие плотные дендриты, идущие отвесно к стенкам изложницы; 8 — крупные дендриты; 9 — крупные наклонные дендриты; 10 — часть слитка с плотным зернистым строением

мерной скорости нагрева и влияния напряжений, вызванных различной степенью линейного расширения и неоднородностью химического состава по сечению, а также и при ковке вследствие недостаточной выдержки

заготовки в нагревательной печи и отсутствия по этой причине необходимой пластичности металла для обработки его давлением.

**Перегрев** — чрезмерный рост зерен в стали и понижение механических свойств в результате нагрева до температур, превышающих допускаемую для данной марки стали, а также при чрезмерной продолжительности нагрева до требуемых ковочных температур или окончанияковки при высоких температурах, значительно превышающих оптимальную.

Перегрев характеризуется наличием крупнозернистой так называемой видманшеттовой структуры.

Перегретые поковки исправляют нормализацией, отжигом или улучшением.

**Пережог** — окисление или оплавление по границам зерен стали в результате длительного окислительного нагрева при высоких температурах (1300—1350° С); характеризуется обильным выделением искр из нагретой добела заготовки, потерей ею пластических свойств и появлением многочисленных разрывов при ковке с обнажением характерного, напоминающего гребеневую крупку, крупнозернистого излома. Поковки с пережогом исправлению не подлежат и могут быть использованы только в переплавку.

**Обезуглероживенная поверхность** — дефект, вызываемый выгоранием (окислением) углерода в поверхностных слоях поковки, по глубине нередко превышает припуск на обработку.

**Дефекты, возникающие при ковке.** *Торцовые заусенцы* возникают при небрежной рубке избыточной и донной частей слитка или при горячей рубке заготовок на части. Оставшиеся торцовые заусенцы после рубки подлежат удалению, так как они при дальнейшей ковке вызывают образование зажимов (складок).

**Зажимы** возникают в случаях применения неправильных приемов протяжки и разгонки заготовки.

**Вознутые торцы, или голенище,** возникают на концах поковки в результате активной протяжки заготовки с круглым поперечным сечением, недостаточного прогрева заготовки или малого веса падающих частей молота.

а также недостаточной длины оттягнутого конца.

**Наружные трещины, или рванины,** возникают вследствие:

а)ковки при низких температурах;  
б) быстрого охлаждения (особенно легированной стали);

в) недоброкачественного нагрева заготовки, вызывающего сильный перегрев или пережог поверхности, или при использовании сернистого топлива;

г) недоброкачественности исходного слитка или заготовки.

Наиболее подвержены поверхностным рванинам и трещинам при ковке инструментальная быстрорежущая сталь и легированная малопластичная сталь некоторых марок.

Трещины, замеченные в процессековки конструкционной стали, во избежание их увеличения в дальнейшем следует удалять в горячем (иногда в холодном) состоянии, даже с применением специального подогрева. В ряде случаев допускается в местах возможного образования трещин оставлять увеличенный припуск на обработку.

**Внутренние разрывы (свищи расслоения)** чаще всего возникают вследствие неправильного процессаковки.

Свищи в центральной зоне сечения обычно имеют форму креста из-за разрыва по направлению диагонали квадратного сечения при ковке с большими подачами.

Свищи и внутренние разрывы не крестообразной формы могут появляться при обкатке круглой заготовки в плоских бойках.

Внутренние трещины, имеющие вид расслоений, наблюдаются при значительной осадке в плоских бойках, при больших размерах контактных поверхностей и малой высоте осаженой поковки.

Для выявления внутренних разрывов, свищей и расслоений наиболее эффективен метод ультразвуковой дефектоскопии (см. стр. 346).

**Наклеп** — состояние поверхностных слоев поковки в результате окончанияковки при низкой температуре. Наклеп, не устраненный термообработкой, может приводить к повышенному короблению и даже к поломкам при последующей обработке резанием.

**Кривизна** возникает:

а) при протяжке вследствие неравномерного охлаждения заготовки в процессековки и несоблюдения порядка кантовки, а также под действием собственного веса поковки при ковке весьма длинных валов;

б) при осадке вследствие неравномерного прогрева заготовки перед ковкой и чрезмерного отношения длины к диаметру или к меньшей стороне сечения.

Кривизну исправляют правкой в нагретом состоянии.

**Смещение осевой зоны** слитка происходит от неравномерного прогрева, неравномерных обжатий во время кантовки вокруг продольной оси или от искривления его оси при осадке.

**Недостаточная уковка** — основной признак этого вида брака — наличие в поковке крупной кристаллической литой структуры.

**Вмятины** — следы небрежной работы в виде ступенчатых переходов и вмятин от бойков, следы от вдавленной в тело поковки окалины.

**Невыдержанные размеры** — отклонения от заданных размеров и допусков, преувеличение или преуменьшение припусков и напусков, отклонения по длине, овальность, эксцентричность и перекося отверстий, завал радиусов отверстий, маломерность фланцев и выступов, отклонения угловых параметров.

**Невыдержанные показатели механических свойств** — отклонения от заданных ГОСТом и ТУ предела прочности, предела текучести, относительного удлинения или сжатия, ударной вязкости и твердости на образцах, отрезанных от поковок после того, как последние прошли термообработку.

Брак при термообработке и очистке см. стр. 340—341.

### Измерительный инструмент

Универсальный измерительный инструмент. Сведения об универсальном измерительном инструменте, применяемом в кузнечных цехах, приведены в табл. 1.

**Специальный измерительный инструмент.** К специальному измерительному инструменту

относятся *скобы и шаблоны*. Их применяют для контроля поковок, изготавливаемых повторяющимися партиями.

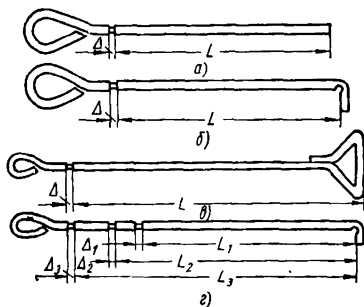


Рис. 2. Прутковые шаблоны: а — с прямым упором; б — с обратным упором; в — со специальным упором; г — прутковый шаблон для измерения длины на трех изделиях



Рис. 3. Профильный шаблон для измерения расположения выступов и длины поковки

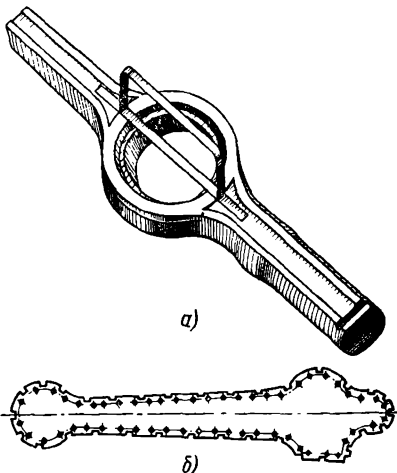


Рис. 4. Контурные шаблоны: а — для поковки заднего моста большегрузного автомобиля; б — для проверки припусков по контуру поковки паровозного дышла (отверстия по контуру шаблона служат для целей разметки с помощью кернов)

## 1. Универсальный измерительный инструмент для контроля поковок

Инструмент	Размер в мм	Точность в мм	Назначение
Линейка метрическая . . . . .	0—500	1,0	Контроль длины заготовок и габаритов кованных поковок
То же . . . . .	0—1000	1,0	То же
Рулетка . . . . .	0—2000	1,0	»
Штангенциркуль . . . . .	0—150	0,1	Контроль габаритов штампованных поковок и профилей заготовок
Штангенвысотомер . . . . .	0—300 0—500	0,1 0,1	То же Разметка штампованных поковок
Штангенглубиномер . . . . .	0—250	0,1	То же
Центроискатель . . . . .	∅ 100	—	»
Призмы установочные с домкратами . . . . .	∅ 100	—	»
Призмы поверочные . . . . .	250×250	—	»
Угольник . . . . .	90°	—	Контроль перпендикулярности плоскостей в поковках
Угломер универсальный . . . . .	360°	1°	Контроль углов между плоскостями или осями
Радиусмер (набор для наружных закруглений) . . . . .	0,5—15	Через 0,5	Контроль закруглений в поковках и штампах
Радиусмер (набор для внутренних закруглений) . . . . .	0,5—15	Через 0,5	Контроль закруглений в поковках и штампах
Шупы (набор) . . . . .	0,1—3	0,1	Контроль коробления поковки
Циркуль измерительный (микрометрический) . . . . .	50	—	Разметка отверстий
Кронциркуль со шкалой . . . . .	0—120	1,0	Измерение стенок у глубоких отверстий
Кронциркуль индикаторный . . . . .	0—120	0,1	Измерение стенок у глубоких отверстий
Индикатор круглый . . . . .	0—10	0,1	Для измерительных кронциркулей и измерения точных поковок
То же . . . . .	0—20	0,1	Контроль коробления поковки
Универсальный штатив к индикатору . . . . .	—	—	То же

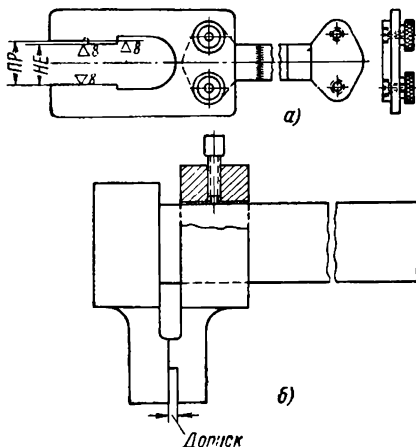


Рис. 5. Предельные скобы для измерения горячих поковок: а — сменная скоба, укрепленная на державке; б — регулируемая скоба

Для измерения общей длины поковок или заготовок применяют *прутковые шаблоны* (рис. 2).

Размеры между уступами и расположение уступов в осевом направлении определяют *профильными шаблонами* (рис. 3). Контрольные зарубки



Рис. 6. Шаблон для измерения размеров ряда последовательных переходов при ковке

на шаблонах обычно фиксируют размеры обработанной детали и максимально допускаемые припуски.

Для проверки основных габаритов и внешнего контура поковок сложной формы применяют *контурные шаблоны* (рис. 4).

Толщину горячих поковок в процессековки измеряют *предельными скобами*, укрепляемыми на специальных державках (рис. 5, а), и *регулируемыми скобами* (рис. 5, б).

При производстве поковок с большим количеством ковочных переходов следует снабжать кузнца специальными шаблонами и скобами, рассчитанными на проверку каждого перехода (рис. 6).

## КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ШТАМПОВАННЫХ ПОКОВОК

### Виды брака

Брак, возникающий от исходного материала. *Риски* на поверхности поковок, представляющие собой мелкие открытые

при нагревах и последующем травлении (рис. 7, б).

*Закуты* — заусенцы, возникающие от неправильной калибровки или износа ручьев в прокатных валках и закатанные в виде диаметрально противоположных складок глубиной более 0,5 мм (рис. 7, в).

В отличие от дефектов штамповочного или закалочного происхождения перечисленные выше дефекты материала всегда обнаруживаются на поверхности поковки и строго следуют перегибам ее контура (рис. 7, м).

*Плены* представляют собой брызги жидкой стали, застывшие на стенках изложницы и раскатанные при прокатке в виде отслаивающихся с поверхности пленок толщиной до 1,5 мм (рис. 7, з). После штамповки остаются на поверхности поковок.

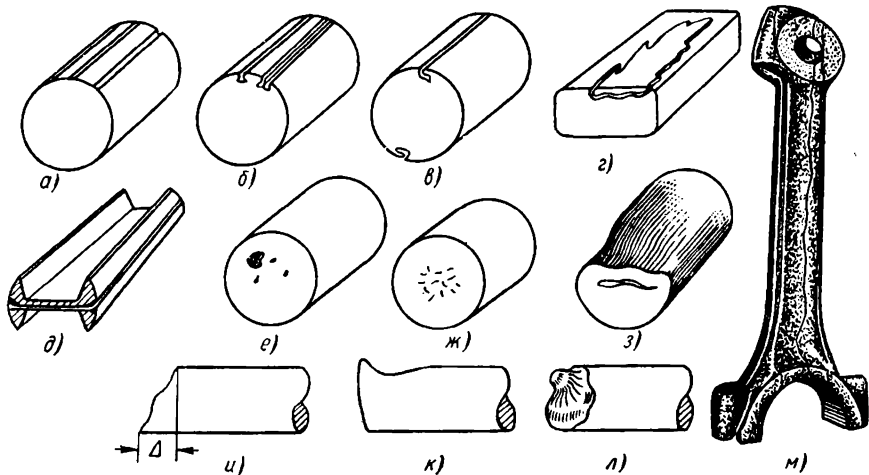


Рис. 7. Виды брака исходного материала и заготовок

царапины глубиной 0,2—0,5 мм и просматриваемые до дна, возникают при прокатке металла вследствие задиоров и заусенцев на прокатных валках (рис. 7, а).

*Волосовины* — тонкие (волосные), не просматриваемые до дна трещины на поверхности поковок глубиной 0,5—1,5 мм, возникают при прокатке в результате раскатки в длину подкорковых газовых пузырей стального слитка и обнажаются в результате окисления

*Расслоения* обнаруживаются в виде трещин по срезу заусенца или в виде расслаивания поковок на две части по плоскости разъема штампов (рис. 7, д); дефект обнажается при обрезке заусенца (рис. 8). Расслоения являются следствием усадочной раковины или рыхлости.

*Шлаковые включения* — все инородные включения, попадающие в жидкую сталь (шамотины, песочины и др.); выявляются при резке заготовок, если



включение попадает на линию среза (рис. 7, е), а также при просмотре микро- и макрошлифов.

Флокены представляют собой скопления или гнезда мельчайших трещин (рис. 7, ж), видимых при осмотре на срезах заготовок в виде белых хлопьев или пятен. Поковки, отштампованные из металла, пораженного флокенами, растрескиваются при закалке, иногда с отделением кусков; обнаруживаются непосредственно при закалке, при

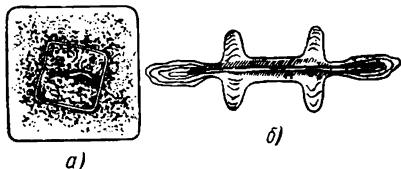


Рис. 8. Образование расслоения в поковке шатуна: а — заготовка с дефектом перед штамповкой; б — выжимание дефекта в заусенец при штамповке

снятию припуска в процессе механической обработки или же при поломке детали.

Несоответствующая марка стали (несоответствующий химический состав стали). Брак по несоответствию химического состава или марок стали обнаруживается при испытании твердости, пробой по искре или стилоскопом, а также при растрескивании деталей в процессе закалки, при поломке деталей во время правки после цементации и закалки или в эксплуатации. Для избежания брака по этой причине рекомендуется унифицировать размеры профилей в кузнечно-штамповочном цехе таким образом, чтобы на одном участке не встречалось одинаковых профилей, резко различных по свойствам марок стали, главным образом стали цементуемой и улучшаемой.

Несоответствующие размеры профиля материала приводят к браку на штамповке — по неполной фигуре (маломерный профиль), по недоштамповке (увеличенный профиль) и по зажимам.

**Брак, возникающий при резке заготовок.** Различают следующие виды брака при резке заготовок: *косой срез* — торец наклонен к оси заготовки (рис. 7, и); *заусенцы* и *искривление конца заготовки*

(рис. 7, к); *грубый срез* или *скол* с вырывом металла (рис. 7, л); *торцовые трещины* (рис. 7, з); *несоответствие заготовки по длине или весу* (короткая заготовка или малая заготовка).

*Косой срез* зависит не только от зазора между ножами, но и от профиля вырезов в ножах и от того, под каким углом к передней плоскости ножей подается разрезаемая штанга.

*Торцовые трещины* появляются при резке главным образом металлами крупных профилей. Под действием возникающих остаточных напряжений материал растрескивается иногда через 2—6 ч после резки.

Зимой брак по торцовым трещинам особенно возрастает, так как низкая температура способствует растрескиванию металла даже при резке малых профилей (менее 50 мм).

Торцовые трещины на поковках легко выявляются по расположению их на концах и торцах поковок. Применение подогрева проката до 300°С перед резкой на заготовки полностью исключает появление торцовых трещин.

*Несоответствие заготовки по длине* вызывается неправильной установкой упоров, недостаточной жестким их креплением и неполной подачей прутка до упора при резке. Заготовки, нарезаемые по заданному весу, следует взвешивать при наладке упоров на точных весах, лучше всего на циферблатных с ценой деления 5—10 г.

Брак, возникающий при нагреве заготовок. *Перегрев* — см. стр. 332.

Состояние перегрева характерно для всех штампованных поковок, так как процесс штамповки ведется в интервале температур 1250—1100°С.

Для исправления перегрева и улучшения механических качеств, как правило, предусматривается нормализация всех штампованных поковок. Исключение иногда делается только для неотвественных поковок, изготавливаемых из стали 10 и 20.

*Пережоге* — см. стр. 332.

*Окалина* — см. стр. 331.

При высокочастотном индукционном нагреве с методической подачей заготовок в индуктор пропуск хотя бы одного толкания (передержка заготовок в индукторе на один период тол-

кания) приводит к возникновению весьма опасных *внутренних трещин*, расположенных в зоне наибольшего напряжения, возникающего при горячем деформировании заготовки. Этому виду брака подвержены все заготовки, одновременно находящиеся в индукторе.

*Обезуглероженная поверхность* — см. стр. 332.

**Брак, возникающий при штамповке.** *Вмятины* представляют собой следы заштампованной и в дальнейшем вытравленной или обитой окалины. Вмятины имеют глубину до 3 мм, что приводит к браку при механической обработке или к ослаблению рабочего сечения детали в черных местах. Они являются результатом плохой обивки окалины с заготовки перед укладкой ее в формовочные ручьи.

*Забойки* являются следствием механических повреждений поковок, возникающих при извлечении застрявшей поковки из полости штампа, при переборке горячих поковок или при попадании посторонних предметов (обсечек) в обрезные штампы.

*Лом-бой* — поковка, получившая удар, когда она не была уложена в нижнюю фигуру штампа или смещена с нее.

*Неполная фигура* — брак, образовавшийся при незаполнении чистового ручья штампа металлом, главным образом у выступов, углов, закруглений и ребер. Брак возникает при недостаточном нагреве или недостаточном количестве ударов во время подкатки и окончательной штамповки; при работе на молоте с недостаточным весом падающих частей, в изношенном штампе, для которого нормальный объем заготовки недостаточен, или в штампе неудачной конструкции; вследствие недостаточных веса или длины заготовки, а также несоответствия профиля (например круг вместо квадрата).

*Недоштамповка* характеризуется увеличением всех размеров поковки в направлении, перпендикулярном к основной плоскости разъема (т. е. в направлении хода бабы на молоте, пуансона на ковочной машине и т. п.). Причиной брака является недостаточное количество ударов при штамповке

в окончательном ручье или штамповка с недостаточным нагревом; работа на молоте с недостаточным весом падающих частей или в штампе с недостаточной выемкой под заусенец; чрезмерный вес или увеличенный профиль заготовки.

*Перекос* — смещение одной половины поковки относительно другой (по плоскости разъема). Этот вид брака происходит из-за неисправности оборудования (ослабление параллелей и увеличенный зазор бабы в направляющих, ослабление посадки станины в шаботе

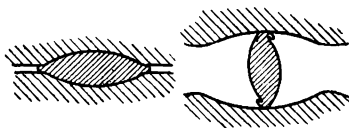


Рис. 9. Образование зажима при резких ударах по заготовке в подкатном ручье

и т. п.) и штампов (сбитые, направляющие (замки), выработка крепежных плоскостей, несовершенство крепления, неуравновешенный разъем штампов и т. п.).

Перекосы при штамповке на молоте и прессе бывают продольными и поперечными. При высадке на ковочной машине перекос считается по смещению боковых матриц, а эксцентричность — по смещению пуансона с оси зажатой в матрице заготовки.

*Зажим* — заштампованная складка в результате неправильного заполнения чистового ручья штампа металлом

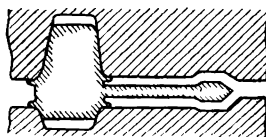


Рис. 10. Образование зажима вследствие несоответствия черного ручья чистовому

(встречное движение металла) или закатывания заусенцев, полученных на первых переходах штамповки. Зажимы происходят вследствие эксцентричной укладки заготовки в предварительный и окончательный ручьи,

резких ударов при протяжке или подкатке заготовок (рис. 9), при перекосе в предварительном ручье или штампе; при работе на неисправном штампе или неисправном оборудовании, а также при неудачной конструкции штампа [подготовительные переходы не согласованы с окончательной фигурой (рис. 10)].

Необнаруженный брак по зажимам приводит к авариям в эксплуатации.

Заусенец — несрезанный остаток заусенца (облой), получившийся в результате несоответствия и плохой подгонки обрезного и ковочного штампов. Этот вид брака возникает главным образом при плохой установке и неисправности штампов или смещении поковки во время укладки ее на обрезающую матрицу.

Кривизна наблюдается на поковках со сложным контуром обрезки или с тонкими сечениями при большой длине. Возникает она главным образом из-за неисправных обрезных пуансонов или неудачной конструкции штампов, а также при извлечении поковок из штампов, нагреве для термообработки и остывании поковок в горизонтальном положении. Кривизна коленчатых валов и полуосей полностью исключается, если остывание и термообработка производятся в подвешенном состоянии в вертикальном положении. Кривизна подлежит исправлению правкой, специально предусмотренной в технологии (гл. XVIII).

Ослабление размера — отклонение от допуска на размер, не поддающееся исправлению, возникает вследствие недостатка припуска на обработку или уменьшения (ослабления) рабочего сечения детали в черных местах. Ослабление размера происходит при наличии большой окалины или в изношенном штампе, дающем эллиптические и искаженные сечения в отдельных местах поковки; при работе на молоте с чрезмерным весом падающих частей или при небрежной наладке обрезных штампов (однобокий срез).

Отклонение по длине зависит: при штамповке на молоте или прессе — от температурной усадки, при высадке и гибке — от стабильности длины заготовки, конструкции и установки упо-

ров на высадочных и гибочных штампах.

Характерные виды брака при штамповке на кришошипных горячештамповочных прессах.

*Незаполнение фигур:*

в нижних полостях чистового ручья — из-за накопления в них продуктов сгорания смазки;

на высоких выступах и ребрах — из-за отсутствия или неправильного расположения газоотводящих отверстий во вставках штампа см. стр. 41.

в «углах» на тонких сечениях поковки, примыкающих к мостику для заусенца — вследствие того, что металл вытекает в заусенец без достаточного торможения (рис. 11).

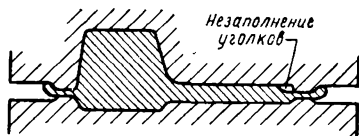


Рис. 11 Незаполнение «углов»

Коробление поковок возникает при выталкивании из ручья вследствие застревания их по периметру с наименьшими уклонами от  $1/2$  до  $2^\circ$  (особенно проявляется на поковках с большой поверхностью и тонкими сечениями).

След от толкателя имеет вид глубокой вмятины при удлиненном толкателе или высокого выступа на поковке при укороченном толкателе.

Увеличенный размер возникает из-за быстрого износа штампа в местах интенсивного истечения заготовки от большего сечения к меньшему (например, диаметр хвостовика у поворотного кулака).

Остатки заусенца образуются вследствие худших условий обрезки прессогих поковок (металл в заусенец течет лучше, чем в фигуру, поэтому происходит более быстрый износ кромки мостика, толщина под обрезку увеличивается против первоначальной, которая и без того по условиям работы задается больше, чем в молотовых штампах).

Зажимы проявляются как систематический дефект только в случае

несогласованности ручьев в штампе или другой ошибки конструктора и, в отличие от штамповки на молотах, почти не зависит от штамповщика. Наиболее часто встречаются зажимы типа «прострела» от истечения металла из перемычки или пленки в тело поковки (рис. 12) или при размещении

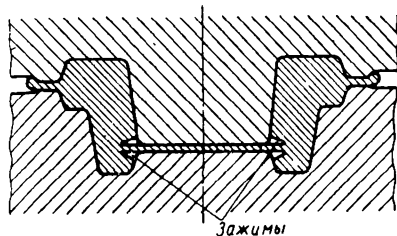


Рис. 12. Зажим типа «прострела» у перемычки для отверстия

фигур на штампе попарно «валетом» (рис. 13). Для избежания зажимов в местах перемычек в штампе предусматривают выемки или «карманы», в которых может разместиться избыток металла (стр. 44).

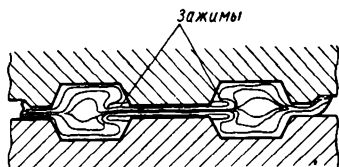


Рис. 13. Зажим типа «прострела» у поковок, штампуемых парой

К особенностям поковок, штампуемых на кривошипных горячештамповочных прессах, относится невозможность исправления дефектов по незаполнению или перекссу фигуры перештамповкой — вследствие невозможности повторного нагрева поковки в индукторе, рассчитанном только на профиль исходной заготовки и недопустимости нагрева в обычных пламенных печах из-за окаличи.

Брак при штамповке выдавливанием. *Прессутяжина* (рис. 14) возникает вследствие изменения направления течения верхних слоев металла (непосредственно под пуансоном) с горизонтального на вер-

тикальное. Устраняется снижением скорости деформирования.



Рис. 14. «Утяжина» при выдавливании



Рис. 15. «Прострел» при выдавливании

«Прострел» (рис. 15) — вид зажима, являющийся следствием интенсивности течения металла под выступающей частью штампа (под пуансоном) при недостаточном радиусе закругления кромки последней.

«Скол наружный» на границах так называемых «мертвых зон» (в углах перехода контейнера матрицы в очко) при процессе прямого выдавливания (рис. 16); может возникнуть вследствие образования в деформируемом металле мертвых зон при больших заходных углах матрицы. Устранению этого брака способствует снижение скорости деформирования. Появление на поверхности поковки надрывов типа «ерша» говорит о наличии большого внешнего трения о стенки матрицы. Устраняется полировкой стенок матрицы, правильным подбором смазки и скорости деформирования.

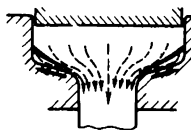


Рис. 16. Наружные сколы при выдавливании

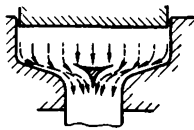


Рис. 17. Внутренний скол при выдавливании

«Скол внутренний» (рис. 17) возникает в тех случаях, когда металл очень пластичен, коэффициент трения мал, а угол велик.

Брак, вызываемый ошибками при конструировании штампов. Характерной особенностью конструктивного брака является систематическая повторяемость брака одного и того же вида с высоким процентом отбраковки.

Наиболее характерны следующие виды.

**Недостаточный припуск на обработку.** Проявляется в виде «черноты» или при отсутствии черноты в виде мягких пятен и недостаточной твердости после закалки токами высокой частоты вследствие неполного удаления обезуглероженного слоя.

**Негодная макроструктура** — неправильное направление волокна на травленых разрезах поковки по основным рабочим сечениям. При конструировании штампов для поковок и выборе размеров и формы исходной заготовки категорически запрещается направлять волокно поперек направления рабочих напряжений, возникающих в детали при ее эксплуатации, а также пересекать напряженные сечения детали волокнами центральной загрязненной зоны исходного проката.

**Систематический перекосяк штампов** происходит, когда конструктор не предусмотрел в штампе направляющих или выбрал неправильно линию рельефа.

**Систематическое незаполнение фигуры штампа**, особенно высоких выступов, ребер и «уголков» устраняется только правильным сочетанием размеров предварительного и окончательного ручьев в штампе.

**Систематическое образование зажимов** в определенных местах поковки. Кроме рассмотренных случаев (рис. 10, 12, 13, 15) зажим может происходить от несоответствия радиуса закругления в гибочном ручье с контуром фигуры в черновом и чистовом ручье.

**Невыдерживание размеров от заданной базы** (при формальном выдерживании других сопутствующих размеров), что приводит к окончательному браку при механической обработке. Происходит при несоблюдении «Правил о единстве базы» кузнечной и механической обработки (рис. 18). Для устранения такого брака необходимо в чертеже поковки «привязать» основные контрольные размеры к «черным» базовым поверхностям, по которым деталь базируется при механической обработке, обеспечить стабильное выполнение этих размеров при изготовлении поковок, предусмотреть их проверку соответствующими шаблонами и контрольными приспособлениями (см. стр. 348—351).

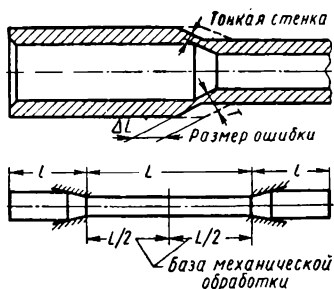


Рис. 18. Брак по зарезанию и утонению стенки в продольной рулевой тяге из-за несогласования баз. Вместо общей длины  $L + 2l$ , операцию высадки следует налаживать по размерам  $L/2$ ,  $l$  и  $T$

**Кривизна готовых поковок** является следствием неэффективного способа правки. Для контроля и правильной наладки правочной операции следует предусматривать изготовление соответствующих контрольных приспособлений.

**Брак при термической обработке.** **Недостаточная твердость.** Основные причины возникновения брака:

- а) неполная закалка (низкая температура нагрева под закалку, недостаточная выдержка или непрогрев при закалочной температуре, недостаточная активность охлаждения);
- б) завышенная температура отпуска;
- в) обезуглероживание поверхности при многократных нагревах;
- г) несоответствие химического состава стали (пониженный процент углерода и легирующих составляющих).

**Повышенная твердость.** Основные причины возникновения брака:

- а) быстрое охлаждение после нормализации;
- б) заниженная температура отпуска;
- в) недостаточная выдержка при нагреве в нормализационной или отпускной печи;
- г) несоответствие химического состава стали (повышенный процент углерода и легирующих составляющих).

**Пестрота твердости** — чрезмерная разница в твердости на одной поковке, определяется измерением твердости на одной поковке в нескольких точках. Основные причины возникновения брака:

а) недостаточный прогрев при термообработке (чрезмерная загрузка, недостаточная выдержка);

б) быстрое охлаждение после нормализации (на сыром песке, под дождем и т. п.);

в) местное обезуглероживание;

г) близкое расположение ликвационной зоны металла к поверхности детали, например, в зоне среза заусенца.

**Вязкость** (плохая обрабатываемость режущими инструментами при нормальной твердости) определяется выборочно по микроструктуре или опытной обработкой в механических цехах. Сплошной контроль осуществляется на магнитных приборах. Основные причины плохой обрабатываемости:

а) мелкозернистая структура;

б) наличие в перлитной стали зернистого или сорбитообразного перлита вместо пластинчатого;

в) наличие в высокоуглеродистой стали цементита и пластинчатого перлита вместо зернистого перлита.

**Закалочные трещины** — тонкие разветвляющиеся трещины, глубоко проникающие в тело поковки. В случаях резкой закалки закалочные трещины представляют собой криволинейные разрывы в местах перехода от тонких сечений к толстым или на тонких ребрах и кромках. Основные причины возникновения закалочных трещин:

а) чрезмерная скорость охлаждения;

б) резкое различие в содержании углерода в местах среза заусенца и в соседних слоях металла (поковки с тонкими сечениями и сложной формой)<sup>1</sup>;

в) несоответствие химического состава стали (повышенный против установленного по ГОСТу процент углерода, хрома или марганца);

г) загрязненный металл с резкой ликвацией.

Брак, возникающий при очистке поковок от окалины. **Окалина** на поверхности поковки, оставшаяся вследствие поспешной очистки или применения несоответ-

ствующих способов очистки. При удалении окалины в травильных ваннах этот вид брака возникает от недостаточной концентрации кислоты при избытке железного купороса.

**Перетравленность** — ноздреватость поковок вследствие передержки их в травильной ванне с чрезмерной концентрацией кислоты.

**Забоины при очистке** — механическое повреждение поковок с изменением размеров при совместной очистке в барабанах или дробеструйных установках крупных и мелких поковок.

**Брак поковок**, выявляемый механической обработкой. Кроме перечисленных видов брака, в процессе обработки резанием могут обнаружиться следующие виды брака поковок.

**Чернота** на обработанных местах детали в результате недостаточного припуска на обработку или кривизны поковки.

**Вмятины** — отдельные углубления и раковины в местах детали, на которых глубина вмятин от заштамповки окалины на поковке превысила фактический припуск на обработку. Остатки окалины на дне вмятин представляют особую опасность для зуборезного инструмента и протяжек.

**Тонкая стенка**, обнаруживаемая при сверлении отверстий или при обработке

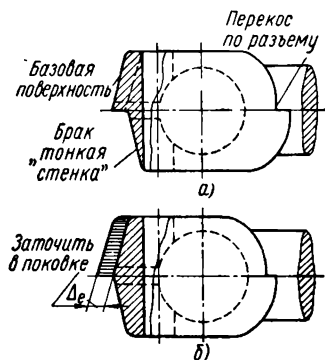


Рис. 19. Исправление заточки незначительного перекоса в поковке на базовой поверхности: а — влияние перекоса на образование тонкой стенки; б — заточка и выравнивание базовой поверхности исправляет поковку и позволяет получить годную деталь

<sup>1</sup> Для предупреждения закалочных трещин такие поковки, как шатуны, перед закалкой в воде должны проходить нормализацию или изготовляться из стали, закалываемой в масле.

одной из плоскостей. Этот вид брака является следствием перекаса поковки по плоскости разреза штампа (рис. 19, а), кривизны или отклонений поковки по длине.

Перечисленные виды брака могут возникать также и от погрешностей механической обработки, главным образом от погрешностей или неточностей базирующих устройств или неправильного выбора базовых поверхностей для обработки резанием.

### Исправление дефектных поковок

*Заусенцы, волосовины, закаты и зажимы* исправляют заточкой наждачным кругом или вырубкой зубилом.

*Неполная фигура*, если незаполнение незначительно, и небольшие вмятины исправляются перештамповкой в новом штампе или заваркой.

*Недоштампованные* поковки целесообразно обрабатывать в механических цехах отдельными партиями с предварительной обдиркой. Перештамповка таких заготовок нежелательна, так как при этом может получиться окончательный брак вследствие заштамповки вновь образуемой окалины.

Если поковки не подвергаются последующей обработке резанием, то для ответственных деталей недоштамповку возможно исправить одним повторным нагревом для перевода избытка металла в окалину.

*Перекас* можно исправить перештамповкой только при наличии хорошего направления бабы в параллелях и обязательно в штампе с направляющими, в противном случае этот дефект неисправим. Незначительный перекас в поковке можно исправить путем заточки (выравнивания) базовых мест (рис. 19, б).

*Кривизна* исправляется правкой в холодном состоянии в штампе, под правочным прессом и вручную с подгонкой по шаблону или контрольному приспособлению.

*Перегрев* исправляется нормализацией, которая необходима почти для всех штампованных поковок.

*Повышенная твердость, недостаточная твердость и вязкость* поковок исправляются применением повторной термообработки.

*Несоответствующая марка стали*, попавшая в партию поковок, отсортировывается по искре (если имеется отклонение по углероду) или при помощи стилоскопа (если имеется отклонение от заданных легирующих составляющих).

Перештамповку, правку и повторную термообработку производят отдельными партиями на основном оборудовании цеха (в общем потоке). Заварку и заточку дефектов осуществляют в специальном дефектном отделении цеха, которое должно быть изолировано от основного грузопотока поковок.

*Пережог, расслоение, закалочные трещины, торцовые трещины и значительное незаполнение фигуры* считаются окончательным браком и исправлению не подлежат.

### Контроль штампованных поковок

Контроль поковок (табл. 2) включает проверку механической прочности поковки, что связано с выполнением химических, металлографических, механических и магнитных испытаний, испытанием твердости, выявлением различных пороков и дефектов и проверку геометрических размеров поковки, что связано с линейными, весовыми и объемными измерениями.

При контроле качества одновременно ведется подсчет количества годных поковок, дефектных (т. е. подлежащих исправлению) и окончательного брака.

Среди методов контроля особо необходимо отметить метод *вихревых токов*, который имеет высокую чувствительность и не требует особых навыков от контролера, так как обладает наглядностью и четкостью, фиксируя отклонение химического состава относительно эталонного образца. Этот метод выявляет качество проведенной термической обработки (взаем измерения твердости).

Применение специальных компенсирующих схем и усилителей, а также использование осциллографа в качестве измерительного прибора позволяют отдельно выявить влияние каждого фактора и через них четко контролировать в изделиях следующие параметры, которые тесно связаны со значениями электропроводности  $\gamma$ , ма-

## 2. Методы контроля качества поковок

Предмет контроля	Метод контроля	Применение
Химический состав стали	<p>1. <i>Химический анализ в лаборатории.</i> Исследования подвергают стружку, отбираемую от каждого испытуемого образца, от партии металла или партии поковок (табл. 3)</p> <p>2. <i>Спектральный анализ на приборах.</i> Стилоскоп дает возможность определять примерное содержание элемента. Стилоскопы или спектроскопы позволяют определить содержание элементов более точно. Производительность стилоскопа 500—1500 анализов в смену (см. табл. 3). Наиболее удобен переносный стилоскоп</p> <p>3. <i>Сравнительный анализ по искре</i> (рис. 20) заключается в сравнении искровых потоков, возникающих при соприкосновении металла с переносным абразивным кругом. Определяет содержание углерода с точностью до 0,05%. Пропускная способность при рассортировке опытным контролером — до 1000 мелких поковок в 1 ч. Менее точно определяются наличие молибдена, чрезмерное содержание фосфора, стали с высоким содержанием хрома (сильхром) и вольфрама (быстрорежущая сталь). Контролеров необходимо снабжать эталонными образцами стали и пневматической переносной бормашиной, работающей от сети давлением 4—7 ат и развивающей 6000 об/мин, с абразивным кругом диаметром 120 мм крупной зернистости (40—60)</p> <p>4. <i>Термоэлектрический</i> основанный на принципе термопары. По величине и знаку отклонения стрелки гальванометра, разградуированного по эталонным образцам, определяют марку стали. Позволяет проверять материал, сложенный в стеллажах, путем опробования прибором по зачищенным торцам прутков и деталей</p>	<p>1. а) Приемка поступающего на завод металла; б) анализы по исследованию причин брака; в) арбитражные анализы. 2. а) Для экстренных анализов (до 5 мин); б) для рассортировки прутков металла или партии поковок из стали различных марок (без учета содержания углерода, серы и фосфора, которые спектральным анализом не определяются) 3. а) Рассортировка металла в прутках, нарезанных заготовок или штампованных поковок по углероду с целью отделения цементуемой стали от нецементуемой; б) то же с целью отделения инструментальной стали от конструкционной</p> <p>4. Отделение стали марок 30ХГС, 18ХГМ, 40Х, отделение углеродистой стали от легированной. Сплошная рассортировка поковок или материала в прутках, или нарезанных заготовок</p>
Соответствие марки материала в поковках техническим условиям	<p>1. <i>Проверка накладных, сертификатов или паспортов</i> на поступающие в цех заготовки. Обезличенный металл (не имеющий сопроводительных документов) к производству не должен допускаться</p> <p>2. <i>Установка в штампах условного клейма</i>, отличающего поковки из данной плавки или из стали данной марки от других</p> <p>3. <i>Проверка и рассортировка</i> поступивших на приемку или в механическую обработку поковок с различными клеймами по однородным партиям с одинаковым клеймом в каждой партии</p> <p>4. <i>Сплошной контроль твердости</i> после термообработки</p>	<p>1. Обязательна перед запуском заготовки в кузнечную обработку</p> <p>2. а) При поплавоочном изготовлении и сдаче заказчику ответственных поковок; б) При частой замене марок материала для штамповки 3. То же</p> <p>4. Для поковок, проходящих закалку с отпуском и в некоторых случаях нормализацию</p>



Продолжение табл. 2

Предмет контроля	Метод контроля	Применение
Выполнение режимов термообработки	<p>1. Оборудование термических печей пирометрами (термопарами) с самозаписывающими приборами</p> <p>2. Оборудование термических печей механизмами для автоматического толкания поддонов по заданным режимам</p> <p>3. Ведение печного журнала и графика статистического контроля на термических печах</p>	<p>1. На всех печах для термообработки поковок</p> <p>2. На методических и конвейерных печах с толкателями</p> <p>3. На всех печах, производящих термообработку</p>
Качество поковок после термообработки	<p>1. Периодическая проба твердости по Бринелю при термообработке. Проверке подлежат образцы, отбираемые, например, по 2 шт. через 2—3 поддона. Показатели твердости фиксируются на графике статистического контроля или в печном журнале</p> <p>2. Контроль твердости термически обработанных поковок. Поковки для несложных процессов обработки резанием (токарные и фрезерные работы без применения многорезцовых наладок, все виды шлифовальных работ и сверление на длину не более 3d) принимают по твердости выборочным методом (см. стр. 362)</p> <p>Поковки для сложных процессов резания [зуборезные, зубодолбежные, протяжные операции, автоматные работы с многорезцовыми наладками, резьбофрезерные работы и сверление глубоких (более 3d) отверстий] проходят сплошную проверку твердости. Выборочную приемку по твердости поковок этой группы можно проводить при изготовлении их из технологичных материалов, обладающих равномерной структурой и хорошей обрабатываемостью (стали типа 18ХГТ, 30ХГТ, 12ХНЗА).</p> <p>Улучшаемые поковки (ответственного назначения в эксплуатации) подлежат сплошной проверке твердости. Для такой проверки наиболее удобен скоростной пресс Бринеля (рис. 21) с периодом испытания 4 сек</p> <p>3. Металлографический анализ поковок. Исследуется от каждой партии по два образца, имеющих крайние значения твердости в пределах установленной нормы. Образцы на анализ отбирает контролер ОТК из числа первых проверенных по твердости поковок</p> <p>4. Механические испытания. Исследуются от партии не менее двух образцов с крайними значениями твердости. Регулярным испытаниям подвергаются наиболее ответственные изделия. Остальные изделия испытывают только по специальным заданиям</p>	<p>1. Как обязательная контрольная операция, возложенная на термистов, обслуживающих данную печь, и контролеров, обслуживающих термическое отделение в каждой смене</p> <p>2. При окончательном контроле для выявления и изоляции поковок с отклонениями по твердости, для гарантирования нормальной обрабатываемости поковок режущими инструментами в механических цехах и нормальной работы в эксплуатации улучшаемых поковок ответственного назначения</p> <p>3. Производится параллельно с проверкой твердости для гарантии нормальной обрабатываемости поковок режущими инструментами и прочности в эксплуатации</p> <p>4. В случаях, установленных техническими условиями</p>

Продолжение табл. 2

Предмет контроля	Метод контроля	Применение
Качество поковок после термической обработки	<p>5. <i>Магнитные методы контроля</i> физического состояния (структуры) стали после термообработки. До применения магнитных методов для массовой приемки поковок должны быть исследованы магнитные свойства стали, из которой изготавливаются поковки. После этого выбирают магнитную характеристику стали, которая наиболее чувствительно реагирует на изменения физического состояния (структуры) стали. Наиболее эффективными для такого контроля являются приборы, использующие <i>метод вихревых токов</i> (см. стр. 342)</p>	<p>5. При массовой проверке деталей без нарушения их целостности. Магнитные методы дают относительную оценку обрабатываемости стали режущими инструментами и механических свойств (твердость) во всей массе. Местные колебания твердости (пестрота твердости) магнитным методом выявляются не полностью</p>
Внешние дефекты	<p>1. <i>Визуальный осмотр.</i> Для выявления дефектов и пороков в штампованных поковках их надо подвергнуть очистке от окалины путем травления. Очистка в барабанах и дробеструйных аппаратах непросеянной дробью диаметром более 1,2 мм забивает и зачеканивает дефекты, не позволяя выявлять наиболее опасные из них. Явные дефекты обнаруживают немедленно в процессе штамповки и непосредственно у ковочного агрегата, скрытые — после соответствующей термообработки и очистки поверхности от окалины (а иногда и после механической обработки — обдирки)</p> <p>2. <i>Люминесцентный метод выявления дефектов</i> основан на способности минеральных масел, проникших в трещины на поковках или изделиях, излучать свет под действием ультрафиолетовых лучей. Перед проверкой изделия должны пройти следующую подготовку:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) погружение на 3 мин в раствор 10% автола + +90% керосина;</li> <li>2) окунание на 5—10 сек в бензин марки Б-70 или промывку в горячей воде;</li> <li>3) просушку под теплым калориферным дутьем;</li> <li>4) опыление или голтовку в порошок из окиси магнезии (магнезия); порошок должен быть просеян через сито с <math>10\ 000\ \text{отв/см}^2</math>.</li> </ol> <p>Детали просматривают в затемненной кабине под лучами ртутной кварцевой лампы ПРК-2 (медицинская), снабженной светофильтром (увиолевое стекло, содержащее окись никеля). Освещаемые детали приобретают темно-фиолетовый цвет, причем дефектные места ярко флюоресцируют белым светом, повторяя очертания глубоких, но узких (даже менее 0,005 мм) трещин. Царапины и шероховатости не задерживают на себе флюоресцирующего вещества и не создают ложных представлений о дефектах. Внутренние пороки данным методом не выявляются</p>	<p>1. На всех контрольных операциях. Каждую поковку проверяют дважды:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>а) у молота или ковочной машины — для обнаружения явного брака;</li> <li>б) после очистки окалины, т. е. на окончательном контроле — для отбраковки явного и скрытого брака</li> </ol> <p>2. а) Контроль ответственных по назначению поковок; б) контроль поковок из немагнитных металлов; в) контроль улучшенных поковок при отсутствии травления</p>

Предмет контроля	Метод контроля	Применение
Внешние дефекты	<p>3. <i>Магнитный метод выявления дефектов</i> (магнитная дефектоскопия). Проводится на приборах «магнафлекс» с применением магнитного цветного порошка («сухой» метод) или магнитной суспензии, поливаемой на деталь из шланга («мокрый» метод)</p>	<p>3. В практике кузнечно-штамповочных цехов применяется для выявления трещин при замене травления поковок ответственного назначения дробеструйной очисткой</p>
Глубина залегающих дефекта	<p>1. <i>Местная зашлифовка дефекта</i> на допускаемую глубину с повторным просмотром. Зашлифовка производится в двух-трех местах в направлении, пересекающем линию дефекта под прямым углом. Осмотр производится без применения травления зашлифованного места. При осмотре требуется, чтобы в самом глубоком месте зашлифовка не превышала допускаемой глубины (<math>1/2</math> припуска), а линия дефекта имела разрыв, т. е. была выведена. Невыполнение одного из этих условий дает основание для браковки</p> <p>2. <i>Местная вырубка дефекта зубилом</i> — производится в двух-трех местах по длине дефекта на установленную глубину с последующей проверкой наличия дефекта в местах вырубki</p> <p>3. <i>Зашлифовка дефекта</i> наждачным кругом до полного выведения в пределах допускаемого ослабления рабочего сечения детали. Направление заточки должно пересекать линию дефекта под прямым углом. Повторный просмотр производится после повторного травления заточенных поковок</p> <p>4. <i>Полная вырубка дефекта</i> ручным или пневматическим зубилом. Осмотр производится с применением местного травления вырубленных мест крепкой серной кислотой. При полном удалении дефекта деталь не должна быть ослаблена. Ширина вырубki должна превышать глубину не менее чем в 3 раза. Вырубка дефектов производится производственным персоналом, а проверка и измерения после вырубki — контролером</p>	<p>1. На мелких и средних поковках для выявления глубины волосяни, закатов, зажимов, расположенных на поверхностях, подлежащих механической обработке</p> <p>2. Для тех же целей в крупных поковках</p> <p>3. На черных, необрабатываемых поверхностях ответственных поковок. Зашлифовка дефектов должна предшествовать закалке изделий</p> <p>4. То же на крупных поковках ответственного назначения</p>
Внутренние дефекты	<p>1. <i>Просвечивание лучами Рентгена</i></p> <p>2. <i>Ультразвуковой метод</i> основан на способности ультразвуковых колебаний отражаться от поверхностей внутренних пороков металла</p> <p>При помощи УЗК выявляются раковины, трещины, расслои, свищи и рыхлоты, залегающие на глубине, в толще металла, не обнаруживаемые магнитными и люминесцентными методами и не всегда обнаруживаемые рентгеновскими лучами. Дойдя до противоположной грани изделия (до «дна»), ультразвуковой луч отражается, попадает на специальный искатель, преобразующий его в переменное напряжение, поступающее на вход усилителя и далее на экран трубки осциллографа в виде пика (донный сигнал). Если в толще металла есть дефект, луч отражается и от него и в стороне от донного сигнала появится дефектный сигнал (расположение дефектного и донного сигналов на экране предопределяется устройством осциллографа)</p>	<p>1. Имеет ограниченное применение</p> <p>2. Выявление внутренних пороков и свищей в поковках турбинных валов и лопаток, тепловозных и вагонных осей, колечатых валов, штамповых кубиках и т. п.</p>

гнитной проницаемости  $\mu$  и радиуса изделия:

а) марка материала (от нее зависит  $\gamma$ );

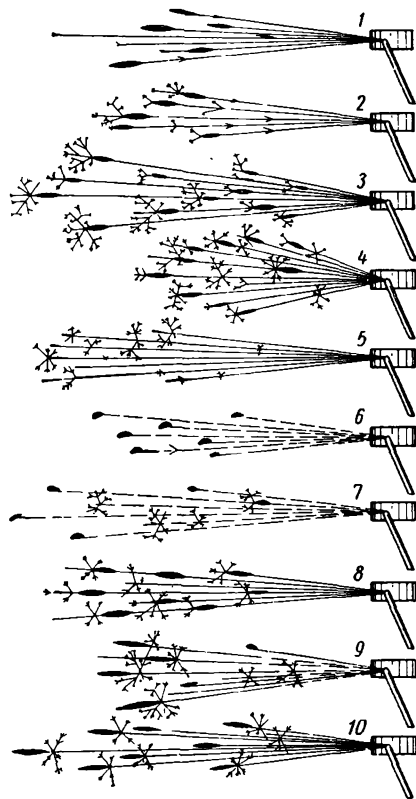


Рис. 20. Виды искр различных сортов стали при шлифовании наждачным кругом: 1 — мягкая углеродистая сталь с содержанием углерода 0,12% — соломенно-желтая; 2 — средней мягкости углеродистая сталь с содержанием углерода 0,5% — светло-желтая; 3 — средней твердости углеродистая сталь с содержанием углерода 0,9% — светло-желтая; 4 — очень твердая углеродистая сталь с содержанием углерода 1,2—1,4% — белая; 5 — твердая марганцовистая сталь с содержанием марганца 10—14% — блестящая вино-желтая; 6 — быстрорежущая сталь с содержанием 10% W, 4% Cr, 0,7% C — темно-красная; 7 — вольфрамовая сталь с содержанием 1,3% W — темно-красная; 8 — кремнистая сталь — светло-желтая; 9 — хромистая сталь — цвет в зависимости от содержания углерода; 10 — хромоникелевая сталь с содержанием 3—4% Ni и 1% Cr — желтая

б) твердость (от нее зависит  $\gamma$  и  $\mu$ );  
в) трещины и непровары (если от них зависят  $\gamma$  и  $\mu$ );

г) структурное состояние (от него зависят  $\gamma$  и  $\mu$ );

д) внутренние напряжения (от них зависят  $\gamma$  и  $\mu$ );

е) размеры сечения (наружные диаметры определяются с точностью

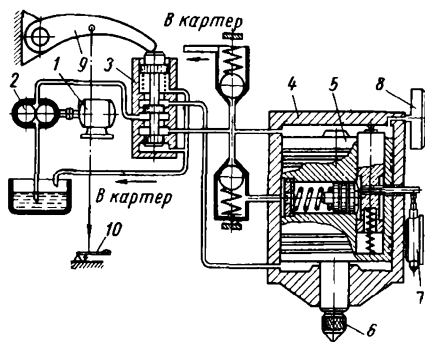


Рис. 21. Схема скоростного пресса Бриделя с электрогидравлическим приводом: 1 — электродвигатель; 2 — масляный насос; 3 — узел клапанов; 4 — гидравлический цилиндр; 5 — поршень; 6 — измерительный наконечник; 7 — индикатор; 8 — манометр; 9 — нажимной рычаг; 10 — педаль

0,01%, внутренние — с точностью 0,10% от номинала).

Основные модели токовихревых приборов.

1. ЭМИД-2. Электромагнитный индукционный дефектоскоп с электронно-лучевой трубкой. Предназначен для выявления трещин и волосовин.

2. ЭМИД-3. Дефектоскоп для оценки качества термической и химико-термической обработки (определяет твердость, марки стали, глубину цементации). Изготавливается в СССР.

3. ДИ-4. Дефектоскоп индукционный с электронно-лучевой трубкой. Предназначен для выявления дефектов в немагнитных сплавах.

4. «Стальсорт». Электромагнитный индукционный дефектоскоп с электронно-лучевой трубкой. Определяет твердость и марку стали. Изготавливается в Венгерской Народной Республике под маркой «Электроимпекс орион KTS», тип 2733/S.

3. Сравнительная характеристика показателей химического и спектрального анализов стали

Элементы	Химический метод (лабораторный)		Спектральный метод (визуальный)			
	Потребное время в мин	Точность определения в %	Стилосметр		Стилоскоп	
			Время в мин на одно определение	Точность анализа в % от содержа- ния элемента	Время в мин на одно определение	Точность определения в %
Углерод . . . . .	5	0,02		Не определяется		
Марганец . . . . .	15	0,03	7	5	1	0,2
Кремний . . . . .	60	0,04	7	4	—	—
Сера . . . . .	7	0,005		Не определяется		
Фосфор . . . . .	60	0,004				
Хром . . . . .	30	0,03	8	4	1	0,3
Никель . . . . .	45	0,05	8	4	1,5	0,5
Молибден . . . . .	60	0,03	9	4	1	0,05
Ванадий . . . . .	30	0,03	9	4	1,5	0,15
Вольфрам . . . . .	180	0,06	8	7	1,5	1,0—0,05
Титан . . . . .	240	0,04	9	6	1,5	0,2
Медь . . . . .	180	0,04	9	5	2,5	0,3
Алюминий . . . . .	960	0,05	7	10	2,5	0,3

5. «Ферротест». Токовихревой прибор для контроля изделий из магнитных сплавов (классификация стали). Фирма «Легра» (Франция).

6. «Ферросигматест». Токовихревой прибор для контроля изделий из магнитных и немагнитных сплавов (классификация сплавов и их термической обработки). Фирма «Легра» (Франция).

7. «Структоматик». Токовихревой автоматический рассортировщик прутков и труб по трещинам после волочения. Фирма «Легра» (Франция).

8. Токовихревой комплексный дефектоскоп для автоматической рассортировки стального проката по трещинам и маркам стали. Автомобильный завод «Шкода» (г. Младо Болеслав, Чехословакия).

9. ЭНИИПП-58В. Токовихревой прибор со стрелочным указателем для контроля качества термообработки крупных подшипниковых колец, деталей тракторов и т. п. В СССР изготовлены экспериментальные образцы.

#### Инструмент и приспособления для проверки размеров

Для проверки размеров поковок применяют универсальные и специальные измерительные инструменты, а также контрольные приспособления.

Наиболее рациональным универсальным инструментом для измерения штампованных поковок является штангенциркуль размерами 0—150 и 0—300 мм и точностью отсчета 0,1 мм.

Для универсальных и всесторонних измерений поковки размечают на плите с применением поверочных призм, струбцинок и штангенрейсмуса (высотомера). Разметка при помощи обычного рейсмуса и разметочной линейки не обеспечивает требуемой точности штампованных поковок; штангенвысотомер дает отсчет с точностью до 0,1 мм, а рейсмус по разметочной линейке может дать погрешность от 0,5 до 1 мм и часто сбивается с установленного размера.

Разметку применяют для универсальной проверки первых и последних поковок, снимаемых со штампа.

Универсальный измерительный инструмент для разметки и контроля штампованных поковок тот же, что и для кованных (см. табл. 1).

Более производительным является применение специального измерительного инструмента — скоб, шаблонов, контрольных приспособлений.

Во всех случаях измерений поковок необходимо строго соблюдать *правило единства базы*. Базой для измерения поковки являются те черные точки

с поверхности, которыми поковка фиксируется в кондукторах для механической обработки.

Базовые места являются установочными при обработке резанием и определяют однообразное положение каждой поковки относительно режущего инструмента.

Все основные размеры ( $L_1, L_2, L_3, \dots, L_6$ ), подлежащие проверке

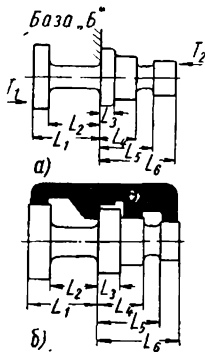


Рис. 22. а — установка размеров от единой базы до обрабатываемых поверхностей; б — измерение фактических припусков профильным шаблоном от единой базы

в поковке, представляются от одной базовой поверхности  $B$  (рис. 22, а), которая является единой базой как для обработки резанием, так и для контрольных измерений поковки. Допуски на размеры  $L_1, L_2, L_3, \dots, L_6$  ограничивают допускаемые колебания фактического припуска на соответствующих им поверхностях поковки.

Число базовых точек, должно быть не менее шести (рис. 23): три точки  $a, б$  и  $в$  определяют положение тела на горизонтальной плоскости, три точки  $г, д$  и  $е$  — в плане (точка  $д$  ограничивает перемещение детали вдоль оси  $O-O$ ). Все шесть базовых точек должны быть указаны на чертеже поковки условными знаками — штриховкой базовых поверхностей.

При контрольных измерениях поковку следует устанавливать так, как ее устанавливают при обработке резанием. Лучшими средствами для быстрых измерений поковок являются контрольные приспособления. По технологическому назначению их разделяют на наладочные и приемные.

Наладочные приспособления предназначены для выборочной проверки поковки при установке штампов и периодической проверки их в процессе

штамповки. В приспособлениях устанавливают показывающие, керночные или индикаторные измерительные устройства со шкалой для определения фактических геометрических осей или фактических размеров поковок от тех же базовых опор, которые применяют в производственных приспособлениях для обработки резанием.

Наладочные приспособления дают возможность измерять поковки со сложными геометрическими формами и получать заключение о правильности установки штампов и о каче-

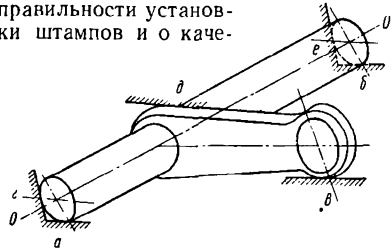


Рис. 23. Необходимые опорные точки, определяющие положение любого тела в пространстве

стве поковок в течение 3—5 мин, т. е. в 50—100 раз быстрее, чем при универсальной разметке.

Приемные контрольные приспособления предназначаются для сплошной проверки готовых поковок или сплошной рассортировки дефектных партий. Приспособления этого типа оборудуют «немыми», т. е. неотсчетными измерительными устройствами, которые фиксируют лишь попадание размеров поковки в допуск или выход из допуска при помощи световых сигналов или изменением положения указателей между предельными отметками.

Пропускная способность приемных контрольных приспособлений 300—1500 измерений в час, что соответствует темпу наиболее производительных процессов обработки. Приемные приспособления ускоряют техническую приемку поковок в 50—300 раз по сравнению с приемкой универсальными средствами (на плите, по угольнику, рейсмусом и т. п.), при этом само измерение производится значительно точнее. Так, универсальные средства гарантируют измерения с точностью 0,5—1 мм, проверка осмотром по уголь-

нику или шаблонам до 2—3 мм, а контрольные приспособления гарантируют измерения с точностью 0,1—0,2 мм.

Конструкция всякого контрольного приспособления состоит из базирующего, зажимного и измерительного устройств.

*Базирующие устройства* по площади и расположению опорных поверхностей

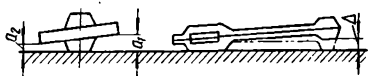


Рис. 24. Установка на плоскости



Рис. 25. Установка на опорах

должны точно копировать базирующие устройства соответствующих приспособлений

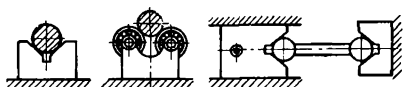


Рис. 26. Установка на призмах

для обработки резанием. Обычно употребляются различные способы базирования, например установка на плоскости (рис. 24), на опорах (рис. 25), на призмах (рис. 26), центрирование в обратных центрах

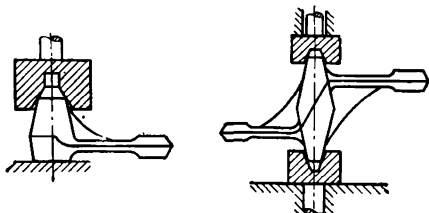


Рис. 27. Центрирование в обратных центрах

(рис. 27), в тисочных призмах (рис. 28) и в трехкулачковом патроне (рис. 29).

*Зажимные устройства* применяют для обеспечения стабильности установки поковок при измерениях. Когда стабильность установки обеспечивается значительным весом поковки, зажим-

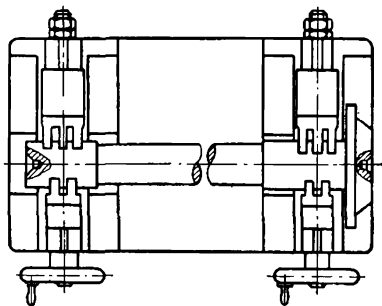


Рис. 28. Центрирование в тисочных призмах

ные устройства не применяют, что упрощает конструкцию приспособления и увеличивает его производительность.

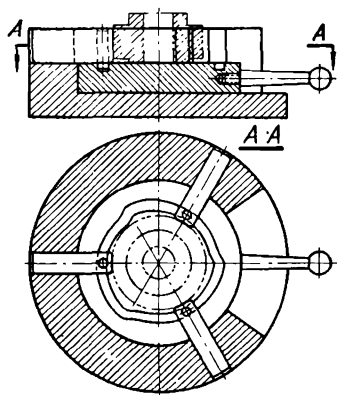


Рис. 29. Центрирование в трехкулачковом патроне

При консольной установке изделия в приспособлении с центром тяжести, расположенным в стороне от опор, прижим обязателен. Рекомендуется применять быстродействующие жесткие зажимные устройства с применением эксцентрика (рис. 30) или байонета (рис. 31). Не следует использовать винтовые и пружинные зажим-

ные устройства: винтовые зажимы снижают производительность, а пружинные не обеспечивают стабильной установки поковок. При установке достаточно тяжелых поковок в горизонтальной или слегка наклонной по-

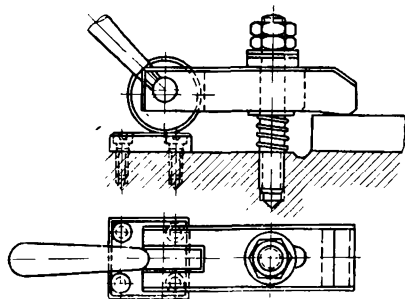


Рис. 30. Эксцентриковый прижим в приспособлениях

кости с расположением центра тяжести внутри опорного треугольника прижимных устройств не требуется. В контрольных приспособлениях для крупных и тяжелых поковок рекомендуется применять пневматические прижимные устройства.

*Измерительные устройства.* В качестве измерительных устройств в кон-

трольных приспособлениях для поковок применяют:

*щуп предельный* (рис. 32) для измерения зазоров между контуром по-

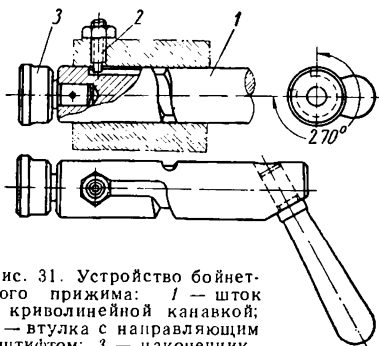


Рис. 31. Устройство бойнтового прижима: 1 — шток с криволинейной канавкой; 2 — втулка с направляющим штифтом; 3 — наконечник

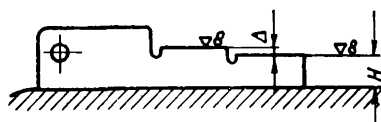


Рис. 32. Щуп предельный для измерения поковок

ковки и контрольной поверхностью шаблона, контрольного приспособления, контрольной плиты и т. п.;

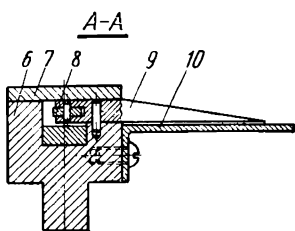
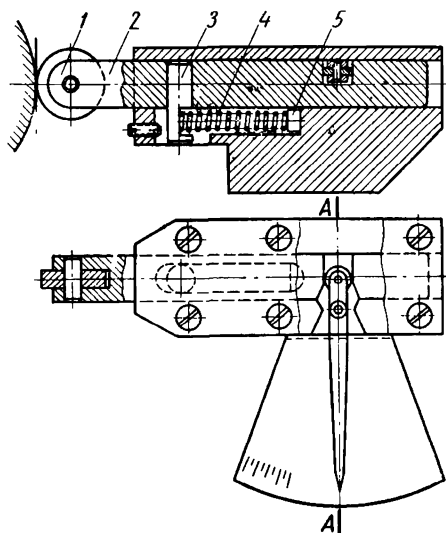


Рис. 33. Секторный индикатор для измерения поковок; цена деления 0,2 мм; диапазон измерения  $\pm 5$  мм: 1 — ролик; 2 — измерительный шток; 3 — поводок; 4 — пружина; 5 — упор; 6 — корпус индикатора; 7 — крышка; 8 — ролик стрелки; 9 — стрелка; 10 — секторный циферблат



индикатор круглый  $20 \times 0,1$  мм для измерения биений (кривизны) и фактических припусков на сферических и криволинейных поверхностях;

индикатор секторный (рис. 33) с ценой деления  $0,2$  мм и пределом измерения  $\pm 5$  мм для измерения биений в крупных поковках (главным образом коленчатые валы и трубы);

глубиномер предельный (рис. 34) для измерения фактического припуска и коробления поковок по двум предельным размерам;

рычажную передачу на глубиномер или индикатор (рис. 35) как промежуточную связь, позволяющую удобно разместить глубиномер или индикатор для наблюдения отсчета, предохранять их от износа и обеспечить наиболее выгодное передаточное отношение при передаче отклонения;

электроконтактные измерительные устройства (рис. 36) — в контрольных приспособлениях со световой сигнализацией результатов измерения или автоматической сортировкой.

В табл. 4 приведен краткий обзор методов контроля геометрических параметров штампованных поковок.

Технология контроля является неразрывной частью технологии производства и ее должны разрабатывать органы главного технолога в комплексе с общей подготовкой производства, т. е. одно и то же лицо — технолог — производственного участка; контрольный процесс фиксируется в единстве с производственным процессом в одной технологической карте, при подготовке производства соблюдаются единые сроки проектирования и изготовления контрольной оснастки наряду со штампами и другой производственной оснасткой, а

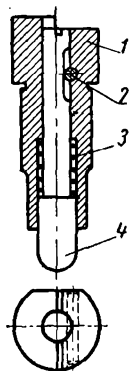


Рис. 34. Предельный глубиномер для измерения поковок: 1 — втулка с минимальным и максимальным пределом измерения; 2 — ограничительный штифт; 3 — пружина; 4 — измерительный штифт

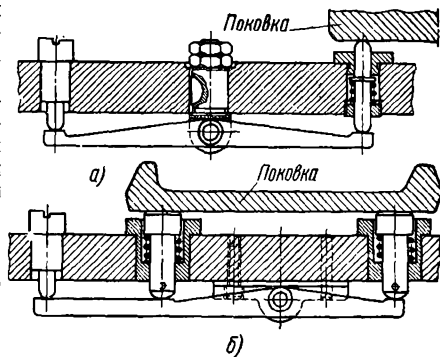


Рис. 35. Рычажная передача от измеряемой точки изделия на глубиномер: а — при измерении фактического припуска и кривизны; б — при измерении параллельности и коробления (в другом сечении поковка опирается на две неподвижные опоры)

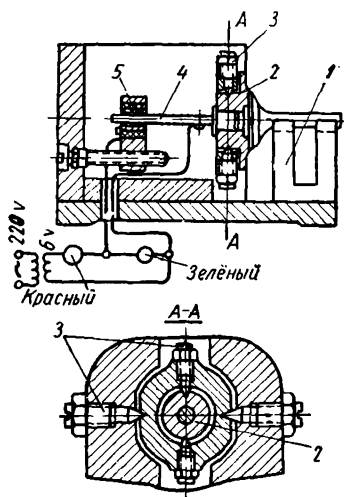


Рис. 36. Электроконтактное измерительное устройство карданного типа для измерения перпендикулярности торца поковки к стержню; 1 — призма; 2 — кольцо с опорной поверхностью; 3 — карданное сочленение; 4 — контактный рычаг; 5 — контактное кольцо, при замыкании которого (брак) загорается красная лампочка 15 свечей, при разомкнутом контакте (рычаг 4 не касается внутренних стенок кольца — поковка годная) горит зеленая лампочка 3 свечи

## 4. Методы контроля геометрических элементов штампованных поковок

Объект контроля	Метод контроля	Применение
Штамп новой конструкции	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Осмотр формы заусенца на первых поковках. Выявление равномерности распределения металла в заготовительных ручьях и отсутствия разрывов заусенца после обрезки.</li> <li>2. Травление первых поковок с целью выявления зажимов.</li> <li>3. Проверка макроструктуры по основным сечениям. Выявление правильного направления волокон.</li> <li>4. Подробная и всесторонняя разметка первых поковок универсально-измерительным инструментом с фиксацией действительных размеров в паспорте</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>а) При освоении производства поковок для новых деталей;</li> <li>б) при конструктивном изменении штампов для изготовления деталей существующего производства</li> </ol>
Геометрические размеры окончательного ручья	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разметка универсальным инструментом контрольной отливки, полученной в окончательном ручье штампа. Для контрольной отливки применяют свинец с линейной усадкой 1%, или смесь <math>2/3 \text{ NaNO}_3</math> и <math>1/3 \text{ KNO}_3</math>, с линейной усадкой при проволочном каресе 0,5—0,75%</li> <li>2. Разметка первой поковки универсальным инструментом или на контрольном приспособлении</li> <li>3. Разметка последней поковки универсальным инструментом</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 При поступлении нового или возобновленного штампа в штамповую кладовую</li> <li>2. При установке штампа на молоте</li> <li>3. Перед направлением штампа в кладовую</li> </ol>
Правильность установки штампового комплекта (ковочного и обрезного штампов)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Осмотр поковки до обрезки заусенца. Выявление перекося (смещения ковочного штампа)</li> <li>2. Осмотр поковки после отрезки заусенца. Выявление одностороннего среза, зарезания тела поковки, увеличенных остатков заусенца, вывертывания и прогибов в поковках с тонким сечением</li> <li>3. Травление первых поковок (от 3—10 шт.) в растворе 20—15%-ной серной кислоты (в малой контрольной ванне) для выявления зажимов</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. При первой установке, после каждой переналадки ковочного штампа и периодически не реже, чем через каждые 0,5 ч в процессе штамповки</li> <li>2. При первой установке и после каждой переналадки обрезного штампа, а в процессе штамповки не реже 2 раз в смену</li> <li>3. После установки штампов, перед запуском в массовую штамповку</li> </ol>
Параллельность плоскостей	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поковку устанавливают на базовый торец, относительно которого глубиномерами проверяется параллельность другой плоскости (рис. 37).</li> <li>2. Измерение методом, показанным на рис. 35, б</li> <li>3. Поковку 1 (рис. 38) устанавливают одной плоскостью на опору 2, подвешенную на подшипниках 3 и качающуюся в продольном направлении, другой на опору 4, подвешенную на карданном сочленении 5—7 и качающуюся во всех направлениях. Плоскость поковки определяется тремя неподвижными точками (а и б — на оси качания опоры 2 и в — на пересечении осей карданной опоры 4). Опоры 2 и 4 при нажиме на изделие рукой принимают тот же наклон, что и плоскости изделия. При чрезмерных отклонениях замыкаются контакты 8—9 и 10—11, зажигая соответствующие сигнальные знаки на экране приспособления</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 и 2. При массовой проверке поковок, получающих коробление при обрезке заусенца и прошивке отверстий</li> <li>3. При массовой проверке поковок после чеканки и при ручной правке с допусками на непараллельность 0,5 мм на длине 100 мм</li> </ol>

Продолжение табл. 4

Объект контроля	Метод контроля	Применение
Перпендикулярность плоскостей	<p>1. Поковку устанавливают в призмах по оси <math>O-O</math> (рис. 39) до упора <math>a</math>, при этом глубиномер <math>b</math> фиксирует отклонение от перпендикулярности. Измеряемый допуск 1—2 мм</p> <p>2. Проверка на электроконтактном приспособлении (рис. 36). Допуск на неперпендикулярность в любом направлении от 0,4 до 4 мм (на длине 100 мм)</p>	<p>1. При проверке перпендикулярности в одном сечении, например фланцев, коробящихся при обрезке заусенца в заранее известном направлении</p> <p>2. При массовой проверке поковок</p>
Угловые величины	<p>1. Разметка по угломеру</p> <p>2. В контрольных приспособлениях с использованием вращающихся призм и качающихся коромысел с передачей отклонений на индикаторы и предварительным пересчетом угловых единиц в линейные</p>	<p>1. Выборочная проверка</p> <p>2. Сплошная и массовая проверка</p>
Величина фактического припуска на механическую обработку	<p>1. Измерение припуска на плоской поверхности аналогично проверке коробления плоскости и параллельности плоскостей (см. рис. 35, <math>a</math> и 37) при обязательной установке поковок на единые с обрабатываемым цехом базовые места. Установка глубиномеров производится по эталону с максимальным припуском</p> <p>2. Измерение припуска на конической поверхности (рис. 40). Глубиномеры монтируют в откидной крышке и настраивают по эталону, сделанному с максимально допусаемым припуском</p> <p>3. Измерение припуска на цилиндрической поверхности поковки, закрепленной в положении, аналогичном установке для механической обработки (рис. 41 и 42). Глубиномеры устанавливают по шлифованному эталону с максимальным значением припуска</p> <p>4. Измерение припуска на сферической поверхности (рис. 43). Установку и настройку индикатора производят по эталону с минимальным припуском</p> <p>5. Измерение припуска на криволинейной поверхности (рис. 44 и 45)</p>	<p>1. При массовой проверке поковок, обрабатываемых на токарных автоматах с многорезцовыми наладками</p> <p>2. То же</p> <p>3. При периодических проверках в процессе штамповки поковок сложной формы</p> <p>4. При периодических проверках в процессе штамповки и наладки</p> <p>5. При периодических или массовых проверках поковок, имеющих кулачки сложного профиля, недоступные для измерения универсальным инструментом</p>

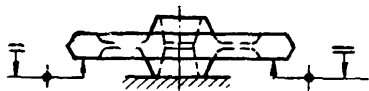


Рис. 37

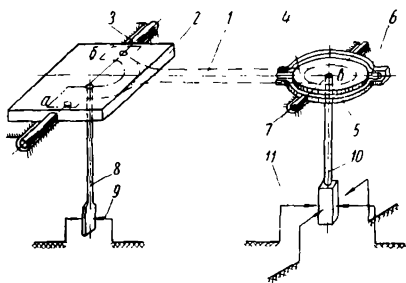


Рис. 38

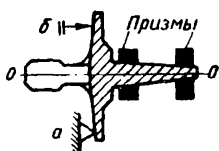


Рис. 39

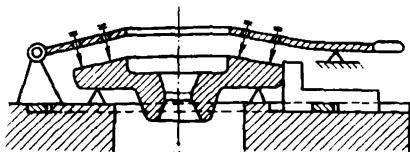


Рис. 40

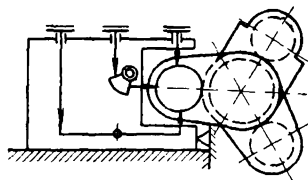


Рис. 41

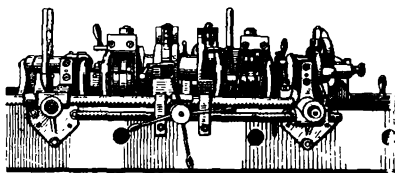


Рис. 42. Контрольное приспособление для измерения фактического припуска на шатунных шейках в поковке коленчатого вала шестицилиндрового автомобильного двигателя по схеме, показанной на рис. 41

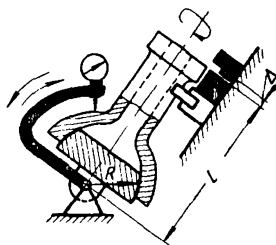


Рис. 43

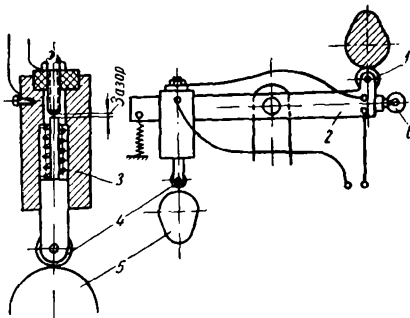


Рис. 44. Схема измерения припуска на обработку по криволинейной поверхности поковки: 1 — ролик, обкатывающий поверхность поковки; 2 — равноплечий рычаг; 3 — электроконтактный глубиномер; 4 — ролик, обкатывающий эталон; 5 — эталон, вращающийся синхронно с поковкой; 6 — сигнальная лампочка (загорается при недостатке припуска)

также единство методов, единство базы, согласованность операционных и окончательных технических условий и допусков и т. п.

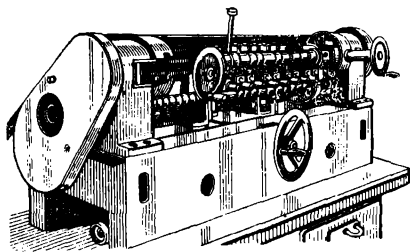


Рис. 45. Электроконтактное приспособление, проверяющее одновременно наличие припуска по профилю 11 кулачков в поковке распределительного вала автомобильного двигателя (за один оборот вала в приспособлении) по схеме, показанной на рис. 44

## СТАТИСТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ

В кузнечно-штамповочном крупносерийном производстве целесообразно применять статистический контроль штампованных поковок и режимов их обработки.

### Контроль в ходе производственного процесса

Статистический контроль в ходе производственного процесса ведут непрерывно путем отбора малых контрольных проб через различные промежутки времени и сравнения полученных результатов с границами, установленными на основе предварительного статистического анализа точности на данной технологической операции.

Статистический контроль в кузнечно-штамповочных цехах осуществляется в табличной и в графической форме.

На рис. 46 представлена *табличная форма* статистического контроля (паспорт периодических измерений), применяемая обычно для одновременной проверки многих параметров изделия сложной формы, образуемых на одной операции (в штампе, прессформе, металлической форме).

Паспорт включает эскиз детали с указанием буквенных обозначений

каждого размера, содержит таблицу с количеством граф, равным количеству регулирно контролируемых размеров или иных параметров детали. В заголовках этих граф помимо буквенных обозначений указываются числовые значения параметров: и с х о д н о е з н а ч е н и е (допускаемый минимальный размер с надбавкой на окалину для мелких поковок 0,2 мм, для средних поковок 0,5 мм и крупных поковок 1 мм, если таковые нагреваются в пламенных печах) и в е р х н я я г р а н и ц а (допускаемое превышение исходного значения, обычно равное по величине полному чертежному допуску на поковочный размер).

В паспорт записывают только отклонения размеров от их исходных значений.

Положительные отклонения записывают без указания знака плюс; отрицательные — со знаком минус.

Результаты измерения по каждой проверенной поковке записывают в паспорт отдельной строкой. Обычно бывает достаточно измерять четыре поковки в смену: первую — в начале смены, вторую — перед перерывом на обед (для проведения плановой профилактики в перерыве); третью — после перерыва на обед для проверки результатов проведенной в перерыв подналадки и профилактической зачистки штампа; четвертую — перед окончанием смены (для плановой профилактики в перерыве между сменами).

Если среди смены бывают дополнительные подналадки и производится заточка штампов, то измеряют дополнительно поковки, изготовленные после таких подналадок и заточки. Поковки, отбираемые для контрольных измерений, проштамповывают лучше, с тем чтобы выявить минимальные размеры, получаемые на штампе.

На рис. 47 и 48 приведены примеры *графической формы* статистического контроля.

Несколько деталей (поковок) или образцов, взятых для измерения или испытания немедленно после их изготовления, называют *пробой*.

Результат измерения или испытания по каждому, образцу, вошедшему в пробу, отмечают на контрольном графике отдельной точкой.

<b>О Т К</b>		<b>ПАСПОРТ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ</b>																																						
Кузнечный цех изд №120-1005020 Поковка колеччатого вала Литей Ковачный Штампа: Правочный Начат 10 декабря 1956 г Окончен, " 195 г																																								
		Ш — для всех шатунных шеек Б — Б К — для всех коренных шеек																																						
Дата 1/2	Смена 3	Коренные шейки 74*3(К)					Шатунные шейки 69*3(Ш)					Размеры противовесов в верхней строке 55*3(Ф) в нижней строке 101*3(П)					Размеры фланса М(М) Фланса Ф(Ф) М(М) Ф(Ф) М(М) Ф(Ф) М(М) Ф(Ф)	Припуски на шатунных шеек 2,5-5,5 мм в 3-х точках каждой шейки	Проверил																					
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5						
10/12	3	0	2	2	2	2	2	2	3	3	0	7	6	3	5	1	1	1	1	1	1	1	0	2	5	6	4	4	5	5	6	4	4	4	5	5	3	2	3	Ершов
11/12	3	0	2	2	2	2	2	2	3	3	0	7	6	3	5	1	1	1	1	1	1	0	2	5	5	4	6	4	4	6	4	4	4	5	5	4	2	3	Сафонов	
12/12	3	0	2	2	2	2	2	2	3	3	0	7	6	3	5	1	1	1	1	1	1	0	2	5	5	4	6	4	4	6	4	4	4	5	5	4	2	3	Сафонов	
13/12	3	0	2	2	2	2	2	2	3	3	0	7	6	3	5	1	1	1	1	1	1	0	2	5	5	4	6	4	4	6	4	4	4	5	5	4	2	3	Сафонов	
14/12	3	0	2	2	2	2	2	2	3	3	0	7	6	3	5	1	1	1	1	1	1	0	2	5	5	4	6	4	4	6	4	4	4	5	5	4	2	3	Сафонов	
15/12	3	0	2	2	2	2	2	2	3	3	0	7	6	3	5	1	1	1	1	1	1	0	2	5	5	4	6	4	4	6	4	4	4	5	5	4	2	3	Сафонов	
16/12	3	0	2	2	2	2	2	2	3	3	0	7	6	3	5	1	1	1	1	1	1	0	2	5	5	4	6	4	4	6	4	4	4	5	5	4	2	3	Сафонов	
17/12	3	0	2	2	2	2	2	2	3	3	0	7	6	3	5	1	1	1	1	1	1	0	2	5	5	4	6	4	4	6	4	4	4	5	5	4	2	3	Сафонов	
18/12	3	0	2	2	2	2	2	2	3	3	0	7	6	3	5	1	1	1	1	1	1	0	2	5	5	4	6	4	4	6	4	4	4	5	5	4	2	3	Сафонов	
19/12	3	0	2	2	2	2	2	2	3	3	0	7	6	3	5	1	1	1	1	1	1	0	2	5	5	4	6	4	4	6	4	4	4	5	5	4	2	3	Сафонов	
20/12	3	0	2	2	2	2	2	2	3	3	0	7	6	3	5	1	1	1	1	1	1	0	2	5	5	4	6	4	4	6	4	4	4	5	5	4	2	3	Сафонов	

Рис. 46. Паспорт периодических измерений в процессе штамповки колеччатых валов: 1 — минимально допускаемые размеры К, Ш, О, П, Ф, Д, М, Т, X включают по 0,5 мм на сторону для компенсации окалины; 2 — в паспорт записываются отклонения от минимально допускаемых размеров с точностью 0,1 мм; 3 — размеры, близкие к нулевым значениям или со знаком минус, обводятся кружком, увеличенные размеры подчеркиваются и принимаются меры к исправлению соответствующих мест в штампах; 4 — припуски измеряются на контрольном приспособлении (рис. 41 и 42) и записываются значениями 2, 3, 4, 5 и 6 мм; 5 — минимально допускаемый размер Б уменьшен на 0,5 мм, а размеры А и В увеличены на 0,5 мм с учетом слоя окалины

<b>ОТК</b>	<b>КОНТРОЛЬНЫЙ ГРАФИК КАЧЕСТВА</b>																	
Цех <i>Кузнечный</i>	<i>Поковка шатуна (Размер 40,5*)</i>																	
№№ проб ( <i>n = 2 шт.</i> ) <i>через 2 часа</i>																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
41,6																		
0,9			Б <sub>1</sub>															
0,7																		
0,5																		
0,3																		
0,1			Б <sub>2</sub>															
40,5																		

Рис. 47. График статистического контроля по крайним значениям при *n = 2*

Для сравнимости проб в них следует каждый раз включать равное число деталей или образцов. Наиболее часто для пробы назначают пять поковок для неустойчивых параметров и две — для устойчивых. Группу точек, относящихся к одной пробе, размещают

1. Контроль по крайним значениям из  $n = 2$  или 5 шт. (рис. 47).

Результаты измерений наносят на график в виде точек. На графике имеется только две границы: верхняя  $B_1$  и нижняя  $B_2$  для крайних значе-



а)



б)

Рис. 48. Графики статистического контроля по меднамам и крайним значениям при  $n = 5$ : а — график для контроля за толщиной поковок с границами  $B_1$ ,  $A_1$ ,  $A_2$  и  $B_2$ ; б — график для контроля биения (эксцентрисности) с границами  $B_2$  и  $A_2$ .

в одной колонке с номером очередной пробы. Каждую отдельную точку пробы ставят на графике против того деления шкалы, которому соответствует измеренный на поковках размер или численное выражение любого параметра (твердость, размер, предел прочности, коробление и т. д.).

Наиболее употребительны следующие варианты статистического контроля с применением графиков:

Эти границы обычно удаляются от грани допуска (внутрь поля допуска) на  $0,5\sigma_0$ , т. е. на половину среднего квадратического отклонения, полученного при анализе точности процесса (см. стр. 359).

Если все точки располагаются внутри грани, процесс протекает нормально; если хоть одна из них выходит из грани, процесс считается разлаженным и подлежит подналадке.

2. Контроль по медианам и крайним значениям (рис. 48); обычно для этого метода  $n = 5$ .

Все измеренные результаты наносят на график в виде точек. На графике имеется четыре границы:  $B_1$  и  $B_2$  — для крайних значений и границы  $A_1$  и  $A_2$  (внутри зоны  $B_1-B_2$ ) — для медиан. Границы  $B_1$  и  $B_2$  удаляются от соответствующих границ чертежного допуска на  $0,5\sigma_0$ , а границы  $A_1$  и  $A_2$  на  $1,5\sigma_0$  для проб из пяти поковок. Медианой считается размер, отмечаемый средней точкой в пробе (при  $n = 5$  медиану отмечает третья точка сверху или третья снизу). Эту точку выделяют, отметив ее крестом.

При нормальном протекании процесса медианы должны находиться в зоне границ  $A_1-A_2$ , а все отдельные точки не должны выходить из границ  $B_1-B_2$ . Если хоть одна точка выходит из границ  $B_1-B_2$ , или когда медиана выходит из границ  $A_1-A_2$ , процесс подлежит подналадке.

3. Контроль по средним значениям и размахам (рис. 49). Обычно для этого метода  $n = 5, 4$  или 3 шт. Измеренные результаты по каждой очередной пробе записывают в нижней части графика и из них определяют среднюю арифметическую в пробе  $\bar{x}$  и размах  $R$  ( $R$  равно разности между наибольшим и наименьшим значениями в измеренной пробе).

График имеет две полосы: на верхней полосе нанесены шкала с дробными значениями и две границы  $A_1$  и  $A_2$ , удаленные от границ допуска (внутри поля допуска) на расстояние  $l = 3\sigma_0 \left(1 - \frac{1}{\sqrt{n}}\right)$ . Здесь  $\sigma_0$  — мгновенное среднее квадратическое отклонение, которое легко определить через средний размах  $\bar{R}_n$  в 25 пробах по  $n$  шт. каждая:

$$\sigma_0 = \frac{\bar{R}_n}{d_n}, \quad \text{где } \bar{R}_n = \frac{\sum_{i=1}^{25} R_i}{25},$$

а коэффициент  $d_n$  берется из таблицы:

$n$	3	4	5	6
$d_n$	1,693	2,059	2,326	2,534
$n$	7	8	9	10
$d_n$	2,704	2,847	2,970	3,078

На верхней полосе наносят по масштабу шкалы в виде точек значения средней арифметической каждой очередной пробы.

На нижней полосе того же графика проводят нулевую линию, а на расстоянии  $4,5\sigma_0$  от нее границу  $A_3$  для размахов. Сюда наносят по масштабу шкалы в виде точек значения размахов в каждой очередной пробе.

При нормальном протекании процесса средние значения в пробах находятся в границах  $A_1-A_2$ , а размах — в границах  $0-A_3$ . Если среднее значение или размах совместно или порознь выйдут из своих границ, процесс подлежит подналадке. Существует еще несколько других разновидностей статистического контроля, но их применяют реже.

Контрольные границы, получают математическим расчетом и анализом. Они разделяют зону случайных, т. е. неизбежных для данной статистической характеристики, колебаний и зону систематических, т. е. управляемых, погрешностей, выход в которую говорит о нарушении нормального протекания процесса и о необходимости проведения подналадки. Ширина зоны между контрольными границами и их положение относительно пределов чертежного допуска зависят от того, какова стабильность процесса, каковы объем пробы и периодичность отбора проб, а также какую степень надежности хотят получить от применения статистического контроля.

Пробы 2—5 шт. отбирают от каждого действующего станка с промежутками 1—4 ч. Надежность, которой задаются при расчете контрольных границ, выражается величиной брака  $q_{нт}$ , заметно проникающего на следующие операции. Проникновение брака может гарантироваться в пределах от 0,15 до 1% при различных показателях точности самого процесса и различных



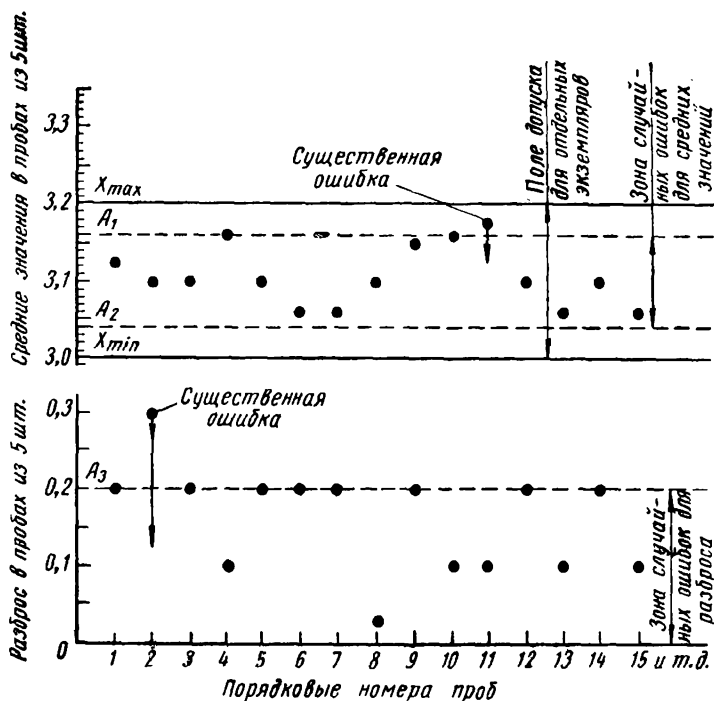


Рис. 49. График статистического контроля по средним значениям и размахам при  $n = 5$  (твёрдость рессорных листов по диаметру отпечатка Бринеля)

№ пробы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Диаметр в мм	1 3,2 2 3,2 3 3,1 4 3,1 5 3,0	3,1 3,0 3,1 3,3 3,0	3,2 3,2 3,0 3,3 3,0	3,2 3,2 3,2 3,1 3,1	3,2 3,1 3,1 3,1 3,0	3,2 3,1 3,1 3,0 3,0	3,0 3,1 3,1 3,2 3,0	3,1 3,1 3,1 3,1 3,1	3,2 3,2 3,2 3,1 3,0	3,2 3,2 3,2 3,1 3,1	3,2 3,1 3,1 3,2 3,0	3,2 3,1 3,1 3,2 3,0	3,2 3,1 3,1 3,2 3,0	3,1 3,1 3,1 3,1 3,0	3,2 3,1 3,1 3,1 3,0	3,2 3,1 3,1 3,1 3,0	3,1 3,2 3,1 3,0 3,0
Сумма . . . . .	15,6	15,5	15,5	15,8	15,5	15,4	15,4	15,5	15,7	15,8	15,9	15,5	15,3	15,5	15,3		
Среднее значение $\bar{x}$	3,12	3,10	3,10	3,16	3,10	3,08	3,08	3,10	3,14	3,16	3,18	3,10	3,06	3,10	3,06		
Наибольшее значение	3,2	3,3	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,1	3,2	3,2	3,2	3,2	3,1	3,2	3,1		
Наименьшее значение	3,0	3,0	3,0	3,1	3,0	3,0	3,0	3,1	3,0	3,1	3,1	3,0	3,0	3,0	3,0		
Размах $R_i$ (разброс)	0,2	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1		

**Б. Оптимальные контрольные границы**  
(удаление  $l$  контрольных границ внутрь поля допуска)

% незамечен- ного брака $q_{пл}$	Метод средних $n=5$				Метод медиан $n=5$				Метод крайних $n=2$			
	$S=4$		$S=8$		$S=4$		$S=8$		$S=4$		$S=8$	
	$l$	$W_s$	$l$	$W_s$	$l$	$W$	$l$	$W$	$l$	$W_s$	$l$	$W_s$
<i>I. При объеме произв. дства <math>N = 500</math> шт. в смену</i>												
0,3	$2\sigma_0$	0,50	$2\sigma_0$	0,75	$2\sigma_0$	0,43	$1,8\sigma_0$	0,64	$1,5\sigma_0$	0,43	$1,5\sigma_0$	0,54
0,5	$1,5\sigma_0$	0,43	$1,5\sigma_0$	0,70	$1,5\sigma_0$	0,38	$1,5\sigma_0$	0,59	$\sigma_0$	0,33	$\sigma_0$	0,44
0,7	$1,33\sigma_0$	0,42	$1,33\sigma_0$	0,68	$1,33\sigma_0$	0,35	$1,2\sigma_0$	0,57	$0,8\sigma_0$	0,30	$0,6\sigma_0$	0,40
1,0	$\sigma_0$	0,40	$\sigma_0$	0,67	$\sigma_0$	0,33	$0,9\sigma_0$	0,56	$0,5\sigma_0$	0,27	$0,33\sigma_0$	0,37
<i>II. При объеме производства <math>N = 2000</math> шт. в смену</i>												
0,15	$2,5\sigma_0$	0,40	$2,5\sigma_0$	0,45	$2,5\sigma_0$	0,41	$2,5\sigma_0$	0,42	$2\sigma_0$	0,44	$2\sigma_0$	0,44
0,3	$2\sigma_0$	0,27	$2\sigma_0$	0,30	$2\sigma_0$	0,26	$2\sigma_0$	0,27	$1,5\sigma_0$	0,30	$1,33\sigma_0$	0,26
0,5	$1,5\sigma_0$	0,21	$1,5\sigma_0$	0,23	$1,5\sigma_0$	0,20	$1,5\sigma_0$	0,21	$1,1\sigma_0$	0,22	$0,8\sigma_0$	0,18
0,7	$1,33\sigma_0$	0,18	$1,33\sigma_0$	0,21	$1,33\sigma_0$	0,16	$1,33\sigma_0$	0,19	$0,8\sigma_0$	0,18	$0,5\sigma_0$	0,15
1,0	$\sigma_0$	0,16	$\sigma_0$	0,20	$\sigma_0$	0,15	$\sigma_0$	0,18	$0,5\sigma_0$	0,15	$0,25\sigma_0$	0,13
Установочные параметры и контрольные границы записывают в «установочный паспорт». Порядковый номер «установочного паспорта» вносят в технологическую карту (так же, как заносят номера инструментов, калибров и приспособлений).												

соотношения объема пробы, количества отбираемых в течение смены проб  $S$  и величины удаления  $l$  контрольных границ от пределов заданного (чертежного) допуска. Наивыгоднейшее соотношение находится при помощи табл. 5, которая рассчитана для процессов, обладающих возможностью одной разладки в смену, равновероятной на протяжении всей смены. Через  $W_s$  обозначена относительная трудоемкость статистического контроля с учетом сплошной рассортировки партий при выявлении разладок. Трудоемкость сплошной проверки принята равной 1,0.

При помощи статистического метода контроля можно поддерживать высокий уровень качества и однородности изделий без 100%-ной проверки многих размеров, применяя лишь выборочную приемку или же пользуясь только статистическими наблюдениями.

Производственный персонал должен соблюдать следующие правила:

1. Не засорять изготавливаемую партию поковок бракованными экземплярами, полученными при наладке или от произвольных ударов, или от явно пережженных заготовок.

2. Периодически после проверки очередной пробы убирать изготовленные поковки от ковочного агрегата: годные поковки — на последующие операции, дефектные — на рассортировку или исправление, окончательный брак — в металлолом.

3. Не отправлять продукцию от ковочного агрегата, пока не произведена проверка очередной пробы и не получен удовлетворительный результат проверки.

4. Немедленно принимать меры к настройке операции и внесению исправлений в установку штампа, если показания контрольного графика сигнализируют о возникшей разладке, но когда в самой пробе брака еще нет.

5. Оборудовать у каждого ковочного агрегата специальные щиты для вывешивания контрольных графиков. Эти щиты снабжают сигнальными устройствами типа семафора или электрического светофора. Зеленый сигнал указывает на нормальное протекание процесса. Красный сигнал выставляется или включается при обнаружении разладок и необходимости остановить штамповку для устранения дефекта.

### Выборочная приемка продукции

При организации горячей штамповки поковок крупными партиями многие параметры их можно проверять выборочным путем с соблюдением следующих правил:

1. Ограничение партии по признаку одновременного изготовления (из одной партии металла, из одной плавки, из выработки одной смены, с одного комплекта штампов и т. п.).

2. Отбор из разных мест партии минимального, но достаточного количества, деталей (поковок).

3. Тщательная проверка каждой отобранной поковки, со строгим разграничением результата проверки на годные и негодные экземпляры.

4. Если в числе  $n$  окажется не более  $c_1$  негодных экземпляров, то партия принимается, если же в этом числе окажется негодных экземпляров  $c_1 + 2$ , партия подлежит рассортировке с изъятием из нее всех негодных экземпляров, и только после этого ее можно вновь предъявить к приемке.

5. Если в отобранных  $n$  окажется  $c_1 + 1$  негодных экземпляров, от партии повторно отбирается проба в количестве  $2n$  поковок, в которой допускается не более  $c_2$  негодных экземпляров. Если при этом окажется более  $c_2$  негодных экземпляров, партия подлежит рассортировке с удалением из нее негодных экземпляров.

Объем выборки  $n$  можно определить, задавшись значением  $q_{нп}^*$ , т. е. величиной допускаемого незаметного проникающего брака:

$$n = \frac{36.7}{q_{нп}^*}.$$

Для такого объема выборки допускаемое число дефектных изделий  $c = 0$ . Это означает, что в выборке из  $n$  деталей не допускается ни одной штуки брака.

При указанном методе выборочной приемки обязательно должны быть проверены все отобранные  $n$  деталей.

При больших партиях, предъявляемых к приемке ( $N > 2000$ ), и при браке в производстве, не превышающем 2%, выборку целесообразно брать большую по объему, допуская

в ней число дефектных деталей  $c = 1$ . Число  $n$  в пробе в зависимости от величины  $q_{нп}^*$  приведено в табл. 6.

6. Рекомендуемые объемы выборки

$q_{нп}^*$ в %	$\bar{C}$	$\bar{C}$	$q_{нп}^*$ в %	$\bar{C}$	$\bar{C}$
0,5	72	170	2,5	15	36
1,0	36	85	3,0	12	28
1,5	24	64	3,5	10	24
2,0	18	42	4,0	9	21

### Выборочная приемка партий поковок по испытаниям механических свойств.

При испытании механических свойств на разрывных или ударных образцах от каждой партии поковок берут весьма малые пробы (от двух до пяти поковок) и по ним судят о качестве партии.

Контроль по таким пробам может быть весьма надежен, если полученные при испытаниях результаты отвечают следующим условиям:

$$\text{при } n = 3 \quad (\bar{x}_n - 4,1s) \geq X_{\min};$$

$$\text{при } n = 4 \quad (\bar{x}_n - 2,9s) \geq X_{\min};$$

$$\text{при } n = 5 \quad (\bar{x}_n - 2,6s) \geq X_{\min},$$

где  $\bar{x}_n$  — средняя арифметическая из результатов очередного испытания  $n$  образцов;  $s$  — среднее квадратическое отклонение в тех же  $n$  образцах;  $X_{\min}$  — наименьший технический предел (нижняя граница допуска).

Если указанные неравенства не выполняются, то партию нельзя признать годной, так как с вероятностью 0,99 можно утверждать, что в ней имеется брак в количестве, превышающем 1%.

**Приемочный контроль по укрупненной выборке** применяют в случаях, когда контролируемые параметры можно оценить числовыми (размерными) величинами.

Взяв из разных мест партии укрупненную выборку в количестве  $n$ , равном 25, 50, 100 или 200 поковок, строят распределение измеренных значений, отмечая каждое из них точкой против заранее размеченной шкалы измерения. Если распределение однородно (т. е. одновершинное и примерно симметричное), проводят расчет

7. Параметры технологического процесса горячей штамповки, подлежащие переводу на статистический контроль

Оборудование	Параметры	Форма контроля	Средства измерения	Цена деления	Ожидаемая эффективность от применения статистического контроля
Ножницы	Длина резы заготовок	График; $n=2$	Метрическая линейка	0,5 мм	Улучшение качества поковок, снижение припусков на размеры поковок, предупреждение брака по торцовым трещинам, снижение расхода металла на поковки
	Перекос торца заготовки	График; $n=2$	Угольник и метр	0,5 мм	
	Вес отрезаемых заготовок	График; $n=2$	Циферблатные весы	5 г	
Нагревательная печь	Отсутствие торцовых трещин и температура подогрева перед резкой	Примочный; $c=0$	Осмотром и по цветам побелости	—	
	Процентное содержание CO и CO <sub>2</sub> в отходящих газах	График; $n=1+(2)$	Лабораторный анализ	0,5%	Уменьшение окалины, экономия очистных средств, предупреждение пережога
Штамповочный агрегат	Температура нагретых заготовок	График; $n=2$	Оптический пирометр	10°	Повышение срока службы штампов, предупреждение пережога
	Температура поковок при окончании штамповки	График; $n=2$	Оптический пирометр	10°	Повышение срока службы штампов, обеспечение стабильности размеров, отсутствие пережога
	Перекос (смещение половин) штампа	График; $n=5$	Специальное контрольное приспособление	0,1 мм	Улучшение качества поковок, уменьшение брака после механической обработки
	Недоштамповка	График; $n=5$	Штангенциркуль	0,1 мм	Снижение фактической припусков на обработку резанием, облегчение веса деталей
	Вес поковок	График; $n=5$	Циферблатные весы	5 г	
	Отсутствие зажимов и вмятин от окалины	Примочный; $c=0$	Травильная ванна (осмотр после травления)	—	Предупреждение брака, обнаружение несоответствия подготовительных ручьев штампа

Продолжение табл. 7

Оборудование	Параметры	Форма контроля	Средства измерения	Цена деления	Ожидаемая эффективность от применения статистического контроля	
Образцы прессы и арматур	Остаток заусенца	Паспорт; $n=4$ в смену	Штангенциркуль	0,1 мм	Улучшение качества поковок; своевременная обработка штамповки для производства профилактических слесарных работ над штампом; предупреждение и сокращение брака	
	Геометрические размеры и кривизна	Паспорт; $n=4$ в смену	Штангенциркуль или специальное контрольное приспособление	0,1 мм		
Термические печи	Отсутствие вмятин	Примечаний; $c=0$	Осмотр	—	Соблюдение режимов термообработки	
	Температура нагрева	График; $n=2$	Термопара (с учетом соответствующего перепада температуры между газовой средой и металлом)	10°		
	Твердость поковок (следует проверять после закалки и после отпуска)	График; $n=2$	Пресс Бриггеля с измерительной лулой для измерения диаметра отпечатка	0,05 мм		Улучшение качества поковок, снижение расхода режущего инструмента при механической обработке, обеспечение прочности деталей
	Пестрота твердости (разность твердостей) на одной поковке	График; $n=2$	То же	0,05 мм		
Травильные ванны	Механические свойства (предел текучести и ударная вязкость) по требованиям технических условий	График; $n=4$	Разрывная машина и маятниковый копер	0,1 кг/мм <sup>2</sup>	Обеспечение нужной прочности деталей	
	Содержание серной кислоты и железного купороса в травильной ванне	График; $n=1+(2)$	Лабораторный анализ	0,5%		
	Остатки кислоты на поверхности поковок после промывки	График; $n=2$	То же	0,01%	Улучшение качества окиски окатыни, лучшее выявление внешних пороков Сохранение поковок от коррозии	

Продолжение табл. 7

Оборудование	Параметры	Форма контроля	Средства измерения	Цена деления	Ожидаемая эффективность от применения статистического контроля
Камера дробеструйной очистки	Содержание осколков в составе дробы в %	График; $n=2$	Измерительная лупа к прибору Бринеля	0,05 мм	Улучшение качества очистки окатины; лучшее выявление пороков; повышение производительности очистки
	Диаметр дробинки	График; $n=5$	То же	0,05 мм	—
Пресс для калибровки поковок	Толщина поковки после калибровки	График; $n=5$	Микрометр	0,01 мм	Улучшение качества поковки, сокращение потерь прессы под повторными наладками, переход со 100%-ной проверки на выборочную, ликвидация брака по ослаблению размеров и короблению
	Разнотолщинность (неравность плоскостей) после чеканки	График; $n=5$	—	0,01 мм	
	Коробление как следствие упругих деформаций	График; $n=5$	Индикаторное контрольное приспособление	0,1 мм на длине 100 мм	—
Окончательный контроль поковок (пемка)	Твердость поковок	Приемочный; $s=0$ и $s=1$ или укрупненная выборка $n=100$ с определением $q$ по таблицам функции Ф ( $t$ ) для кривой Гауса	Пресс Бринеля с измерительной лупой	0,05 мм	Сокращение объема контрольной работы; высвобождение контролеров в связи с переходом со 100%-ной проверки на выборочную
	Размеры поковок	Приемочный; $s=0$ и $s=1$	Специальные контрольные приспособления, скобы, шаблоны, штангенциркуль, микрометр	0,1 мм, 0,01 мм	То же

возможного брака в данной партии, пользуясь интегральной функцией  $\Phi(t)$  для кривой Гаусса. Для этого по таблице функции  $\Phi(t)$  подсчитывают теоретическую площадь под кривой Гаусса на участках, выходящих за верхнюю и нижнюю границы допуска. Сумма этих площадей, выраженная в процентах, будет соответствовать вероятному проценту брака во всей партии

$$q = q_0 + q_n.$$

Если результаты расчета  $q$  в проверенной партии не превышают допускаемых величин, партия принимается. В противном случае она или бракуется, или подвергается рассортировке или исправлению.

Обычно партию принимают, если  $q$  не превышает 2%.

#### Подготовка к введению статистического контроля

В подготовительные работы при организации статистического контроля на участках кузнечно-штамповочного цеха входит:

1) ознакомление технологов, лаборантов, пирометристов, контролеров, производственных мастеров и руководства цеха с сущностью статистических методов контроля;

2) оснащение рабочих мест щитками стандартного образца с семафорными или лучше светофорными сигнальными устройствами и бланками контрольных графиков или паспортов;

3) проведение предварительного статистического обследования точности

операций, переводимых на статистический контроль.

Переводить операции следует комплексно, охватывая статистическим контролем важнейшие параметры технологического процесса (табл. 7).

На время проведения статистического обследования процесса на контрольный график наносят деления шкалы и проводят верхнюю и нижнюю линии допуска, если таковой задан, или одну линию, обозначающую уровень, которого должны придерживаться при ведении и регулировании процессов; результаты измерения или наблюдений наносят в масштабе на график в виде точек или записывают в табличной форме.

После получения более 100 наблюдений (замеров) по обследуемому параметру технолог производит статистический анализ их, сравнивая рассеивание замеров с полем заданного допуска. Обычно поле всего допуска  $2\delta$  должно быть не менее  $6\sigma_0$ , а чаще равно  $8\sigma_0$ .

Если первые пробы показывают явную разлаженность процесса, т. е. когда в поле допуска оказывается менее  $6\sigma_0$ , технолог и производственный мастер должны привести операцию в налаженное устойчивое состояние, устранив все причины, вызывающие неустойчивое протекание процесса. После этих мероприятий статистическое обследование процесса производится вновь, и по полученным результатам наблюдений рассчитывают или определяют по табл. 5 контрольные границы (см. стр. 361).

#### ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Гостев В. И. Качество штампованных поковок и методы предупреждения брака в кузнечных цехах. М., Машгиз, 1947.

2. Гостев В. И. Статистический контроль качества продукции М., «Машиностроение», 1965.

## МАТЕРИАЛ И ЗАГОТОВКИ

**Материал.** В табл. 1 приведен химический состав стали для штампов.

Основным материалом для бойков и штампов является деформированная сталь, иногда применяют литую сталь и даже чугун. Твердые сплавы используют преимущественно как наплавочный материал при ремонте, а в последнее время и для наплавки новых штампов. К стали для горячих штампов предъявляют ряд требований:

1. Высокое сопротивление небольшим деформациям при температурах возможного разогрева термообработанных штампов в процессе работы.

2. Высокое сопротивление деформации в отпущенном состоянии, при повышении температуры разогрева в отдельных частях штампа выше температуры отпуска (знаки — бобышки, выступы, ребра, углы).

3. Высокая температура критических точек, определяющая повышенную температуру отпуска стали.

4. Высокая разгаростойкость.

5. Относительно высокие показатели пластичности и ударной вязкости при температурах 300—600° С.

6. Высокая износостойкость (сопротивление истиранию) при повышенных температурах.

7. Относительно небольшой коэффициент теплового расширения и незначительная зависимость его от изменения температуры в пределах возможной при разогреве штампов.

8. Высокая теплопроводность.

9. Глубокая прокаливаемость.

10. Незначительное коробление при термообработке.

11. Хорошая обрабатываемость резцом или абразивом.

12. Пониженная склонность к слипаемости (схватыванию) со штампуемым металлом или высокая температура слипаемости (выше 700° С).

13. Относительно низкая стоимость.

14. Недефицитность легирующих элементов, входящих в состав штамповой стали.

Этим многообразным и в некоторой степени противоречивым требованиям один и тот же материал удовлетворить не может. Поэтому подбирают материал применительно к условиям работы соответствующих штампов.

Наиболее часто используемый сокращенный комплекс лабораторных испытаний штамповой стали включает следующие их виды:

1. Определение механических свойств (и как минимум — твердости) в отожженном состоянии.

2. Определение механических свойств (или только твердости) в закаленном и отпущенном (при разных температурах) состоянии.

3. Определение механических свойств (или только твердости и ударной вязкости) при температурах возможного разогрева штампов.

Эти данные позволяют судить о сопротивлении деформации штампа в процессе работы. Механические свойства стали приведены в табл. 2.

Температура отпуска стали и, следовательно, температура безопасного разогрева штампа в значительной степени зависят от положения критических точек  $A_{c1}$  и  $A_{r1}$  превращений (табл. 3). В условиях неравномерного прогрева штампа его прочность в большой мере определяется величиной коэффициента теплового расширения стали, который желательно иметь тем меньшей величины, чем массивней штамповый кубик и чем относительно больше разогревается штамп в процессе работы (табл. 4).

В табл. 5 приведены нормы твердости штамповой стали в состоянии поставки и после закалки, а также примерное назначение каждой стали в соответствии с рекомендацией ГОСТа 5950—63



I. Химический состав штамповой стали (по ГОСТу 5950—63)

Марка стали	Химический состав в %									
	Углерод	Марганец	Кремний	Хром	Вольфрам	Ванадий	Молибден	Никель		
3X2B8Ф	0,30—0,40	0,15—0,40	0,15—0,40	2,20—2,70	7,50—9,00	0,20—0,50	—	—		
4X8B2	0,35—0,45	0,15—0,40	0,15—0,35	7,00—9,00	2,00—3,00	—	—	—		
7X3	0,60—0,75	0,15—0,40	0,15—0,35	3,20—3,80	—	—	—	—		
8X3	0,75—0,85	0,15—0,40	0,15—0,35	3,2—3,8	—	—	—	—		
5XHM	0,50—0,60	0,50—0,80	0,15—0,35	0,50—0,80	—	—	0,15—0,30	1,40—1,80		
5XHB	0,50—0,60	0,50—0,80	0,15—0,35	0,50—0,80	0,40—0,70	—	—	1,40—1,80		
5XHCB	0,50—0,60	0,30—0,60	0,60—0,90	1,30—1,60	0,40—0,70	—	—	0,80—1,20		
5XГM	0,50—0,60	1,20—1,60	0,25—0,65	0,60—0,90	—	—	0,15—0,30	—		
4X5B4ФCM	0,35—0,45	0,15—0,40	0,60—1,00	4,00—5,00	3,50—4,20	0,30—0,60	0,40—0,60	—		
4X2B5ФM	0,30—0,40	0,15—0,40	0,15—0,35	2,00—3,00	4,50—5,50	0,60—1,00	0,60—1,00	—		
4X3B2Ф2M2	0,35—0,45	0,30—0,50	0,15—0,35	3,00—3,70	2,00—2,70	1,50—2,00	2,00—2,50	—		
4X5B2ФC	0,35—0,45	0,15—0,40	0,80—1,20	4,5—5,5	1,6—2,4	0,6—1,0	—	—		
4XC	0,35—0,45	0,15—0,40	1,20—1,60	1,30—1,60	—	—	—	—		
5XB2C	0,45—0,54	0,15—0,40	0,50—0,80	1,00—1,30	2,00—2,50	—	—	—		
6XB2C	0,55—0,65	0,15—0,40	0,5—0,8	1,00—1,30	2,20—2,70	—	—	—		
6XBГ	0,55—0,70	0,90—1,20	0,15—0,35	0,50—0,80	0,50—0,80	—	—	—		
8XФ	0,7—0,8	0,15—0,40	0,15—0,35	0,40—0,70	—	0,15—0,30	—	—		
9XФ	0,80—0,90	0,30—0,60	0,15—0,36	0,40—0,70	—	0,15—0,30	—	—		
Ф	0,95—1,05	0,15—0,40	0,15—0,35	—	—	0,20—0,40	—	—		
X12M	1,45—1,65	0,15—0,40	0,15—0,35	11,0—12,5	—	0,15—0,30	0,4—0,6	—		
X12Ф1	1,20—1,45	0,15—0,40	0,15—0,35	11,0—12,5	—	0,7—0,9	—	—		

## 2. Механические свойства некоторых сталей для штампов

Марка стали	Температура в °С и охлаждающая среда		Температура испытания в °С	Механические свойства				
				$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\psi$ в %	$\sigma_{HВ}$ в кг/мм <sup>2</sup>	HВ
	закалки	отпуска		в кг/мм <sup>2</sup>				
5ХНМ	840 ± 15; масло	500 ± 10; воздух	20	146	138	42	3,8	418
			300	137	106	60	4,2	363
			400	111	90	65	4,8	351
			500	86	78	68	3,7	285
			600	47	41	74	12,5	109
5ХГМ	830 ± 15; масло	600 ± 10; воздух	100	118	97	37	3,8	351
			300	115	99	47	6,5	331
			400	101	86	61	4,9	311
			500	78	69	80	3,2	302
			600	43	41	84	3,8	235
4Х8В2	1050 ± 25; масло	550 ± 10; воздух	200	—	—	—	—	460
			300	—	—	—	4,3	460
			400	135	111	31	4,7	460
			500	126	101	42	5,9	444
			600	85	74	54	8,0	321
			700	31	25	68	14,7	—
4Х2В5ФМ	1070 ± 10; масло	620 ± 10; воздух	20	183	162,5	45	3,0	441
			200	165	147,5	47	3,6	—
			300	160	141,0	49,5	4,2	423
			400	144,5	129,0	54	4,1	415
			500	130,5	120,5	50,5	4,4	393
			600	111,5	100,5	45,5	—	373
4Х5В2ФС	1040 ± 10; масло	570 ± 10; воздух	20	187	167	42	3,2	467
			200	167	149	43	3,9	440
			300	163	143	45	5,0	406
			400	150,5	135,5	52	5,5	397
			500	141	126	53	6,2	374
			600	96	88	72	6,6	320
4Х4В3ФСМ	1060 ± 15; масло	560 ± 10; воздух	20	196,5	—	24,5	2,6	514
			200	198	175	28,9	3,5	478
			300	192	161	32	3,75	444
			400	175	157	22,5	4,1	432
			500	145,4	130,9	26,9	4,6	415
			600	60,4	52,8	67,4	7,9	285
4Х3В2Ф2М2	1100 ± 10; масло	625 ± 25; воздух; второй от- пуск 600 ± 20; воздух	20	173	164	40	2,7	477
			500	130	124	46	4,0	467
			600	114	109	49	3,8	444
			650	98	93	37	4,6	415
6ХВГ	875 ± 10; масло	540 ± 25; воздух	200	122	102	43	6,8	363
			300	125	101	38	7,5	—
			400	120	95	55	7,3	—
			500	101	88	62	6,0	—
			600	90	82	72	7,5	—

Продолжение табл. 2

Марка стали	Температура в °С и охлаждающая среда		Температура испытания в °С	Механические свойства				
	закалки	отпуска		$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\Psi$ в %	$a_{H, V}$ в кг/мм <sup>2</sup>	НВ
				в кг/мм <sup>2</sup>				
4XB2C	950 ± 10; масло	При температуре испытания; воздух	300	180	—	—	4,0	514
			400	155	—	—	3,8	444
			500	112	—	—	4,2	331
			600	150	—	—	11,0	—
5XB2C	950 ± 10; масло	При температурах испытания в течение 1 ч; воздух	300	195	—	—	2,4	—
			400	160	—	—	2,0	—
			500	110	—	—	2,0	—
			600	50	—	—	3,0	—
7X3	865 ± 15; масло	520 ± 10; воздух	20	—	—	—	4,4	352
			200	—	—	—	8,3	—
			300	—	—	—	7,6	—
			400	—	—	—	8,8	—
			600	—	—	—	6,0	—

3. Температура в °С критических точек  $A_{C1}$  и  $A_{r1}$  превращения в стали некоторых марок

Марка стали	При нагреве			При охлаждении		
	$A_{C1}$		Скорость в °С/ч	$A_{r1}$		Скорость в °С/ч
	Начало	Конец		Начало	Конец	
5XHM	710	760	100	650	—	40—50
5XGM	730	780	60	690	625	40—50
4XHB	705	760	60	362	325	40
7X3	780	800	60	725	705	40
4XC	765	—	100	725	—	40—50
4X8B2	850	885	60	800	740	40
5XB2C	775	820	60	415	195	10
				750	730	40

4. Средние коэффициенты теплового расширения штамповой стали некоторых марок

Марка стали	Коэффициент расширения $\alpha \cdot 10^6$ в интервале температур в °С			
	100—250	250—350	350—600	600—700
5XHM	11,31	13,72	14,44	14,5
4XHB	10,78	12,95	13,6	13,2*
4X8B2	9,86	12,35	12,9	13,3
5XB2C	13,15	13,6	13,8	14,2

\* В интервале температур 600—675° С.

## 5. Нормы твердости и назначение штамповой стали (по ГОСТу 5950—63)

Марка стали	Сталь в состоянии поставки (после отжига)		Сталь после закалки		Примерное назначение
	Твердость НВ	Диаметр отпечатка при $d = 10$ мм и $P = 3000$ кг	Температура в °С и среда закалки образцов	Твердость НРС, не ниже	
3Х2В8Ф	255—207	3,8—4,2	1075—1125, масло	46	<p>Для пуансонов и матриц горячих штампов, работающих в весьма тяжелых условиях</p> <p>Для пуансонов и матриц горячих штампов, работающих в тяжелых условиях</p> <p>Для матриц горячевысадочных штампов, для штампов прессов, бульдозеров и для штампов горячей обрезки заусенца</p> <p>Для молотовых штампов при больших размерах кубиков</p> <p>Для средних и крупных штампов молотов вместо штамповой стали с большим содержанием никеля (5ХНМ)</p> <p>Для молотовых штампов при больших размерах кубиков</p> <p>Для горячего деформирования нержавеющей, жаропрочных и других труднодеформируемых сталей и сплавов</p> <p>Для ножей горячей и холодной резки металла</p> <p>Для ножей холодной резки металла</p> <p>Для горячих штампов небольших размеров, особенно когда требуется минимальное изменение размеров при закалке</p> <p>Для ножей при холодной резке металла; для обрезного инструмента при холодной обрезке заусенца</p> <p>Для матриц и пуансонов при холодной обрезке заусенца</p>
4Х8В2	255—207	3,8—4,2	1025—1075, масло	45	
7Х3	229—187	4,0—4,4	850—880, масло	54	
8Х3	255—207	3,8—4,2	850—880, масло	55	
5ХНМ	241—197	3,9—4,3	830—860, масло	47	
5ХНВ	255—207	3,8—4,2	840—860, масло	56	
5ХНСВ	255—207	3,8—4,2	860—880, масло	56	
5ХГМ	241—197	3,9—4,3	820—850, масло	50	
4Х5В2ФС	229—180	4,0—4,5	1030—1050, масло или воздух	50	
4Х5В4ФСМ	Не более 255	Не менее 3,8	1035—1065, масло	50	
4Х2В5ФМ	220—180	4,0—4,5	1060—1080, масло	50	
4Х3В2Ф2М2	269—207	3,7—4,2	1090—1110, масло	50	
4ХС	207—170	4,2—4,6	880—900, масло	47	
5ХВ2С	255—207	3,8—4,2	860—900, масло	55	
6ХВ2С	285—229	3,6—4,0	860—900, масло	57	
6ХВГ	217—179	4,1—4,5	850—900, масло	57	
8ХФ	Не более 255	Не более 3,8	830—860, масло	58	
			810—830, вода	58	
9ХФ	Не более 255	Не менее 3,8	850—880, масло	60	
			820—840, вода	60	

Продолжение табл. 5

Марка стали	Сталь в состоянии поставки (после отжига)		Сталь после закалки		Примерное назначение
	Твердость НВ	Диаметр отпечатка при $d = 10$ мм и $P = 3000$ кг	Температура в °С и среда закалки образцов	Твердость НРС, не ниже	
Ф	217—179	4,1—4,5	780—820, вода	62	Для чеканочного инструмента То же »
X12M	255—207	3,8—4,2	950—100, масло	58	
X12Ф1	255—207	3,8—4,2	1050—1100, масло	58	

6. Сравнительная стоимость штамповой стали  
(по состоянию на 1/1 — 65 г.)

Марка стали	Коэффициент стоимости	Марка стали	Коэффициент стоимости	Марка стали	Коэффициент стоимости
40, 50, 60 50Г	1,00 1,01	5ХГМ 5ХВ2С	1,83 3,67	4Х5В4ФСМ X12M	9,22 3,6
40Х 35ХГСА 7Х3, 8Х3 5ХГС	1,1 <sup>a</sup> 1,55 1,64 1,55	5ХВГ 4Х5В2ФС 4Х2В5ФМ 4Х3В2М2Ф2	2,30 5,67 9,47 12,00	X12Ф1 5ХНМ 6ХНВ 5ХНТ	3,97 2,43 2,64 2,1

Сравнительная стоимость штамповой стали различных марок приведена в табл. 6.

Более подробные данные по стали для основных элементов штампов и их крепежных частей приведены в табл. 7—14, в которых учтены рекомендации нормалей машиностроения.

Нормы твердости приведены для марки стали, помещенной в первой строке для каждой группы деталей.

С учетом влияния глубины полости ручья и объема или веса молотового штампа его твердость можно установить по номограмме рис. 1 [2, 11].

**Заготовки.** ГОСТом 7831—55 для штампов предусмотрены: кованые заготовки прямоугольного сечения от 40×50 до 170×450 мм при длине 1—2 м; прутковые диаметром 50—95 мм

и длиной 0,3—0,9 м; мерные диаметром 100—1250 мм и высотой 50—2000 мм, а также штамповые кубики (табл. 15).

Допускаемые отклонения на габаритные размеры заготовок для штампов назначают в соответствии с данными ГОСТа 7829—55 для заготовок круглого и прямоугольного сечений, получаемых ковкой на молотах, и ГОСТа 7062—67 для заготовок, изготавливаемых на прессах. Перекос граней штамповых заготовок определяется разностью диагоналей, которая не должна превышать 1% от размера  $H$  (табл. 15). Отклонение углов наклона образующей к основанию цилиндрических заготовок не должно превышать 6°. Этот же угол является предельным для торцов заготовок, не подвергающихся проглаживанию после рубки. Оправке с торца обязательно подвергают все

## 7. Штампы молотовые

Наименование молотовых штампов и их деталей	Вес падающих частей молота в т	Марка стали	Твердость НВ	
			рабочей части	опорной части
Штампы открытые и закрытые	0,63 1,0	5ХНМ; 5ХГМ; 5ХНВ; 5ХНСВ	388—461 375—444	Не более 302
	1,6 3,15		352—429 341—415	Не более 285
	4,0 6,3		321—388 311—341	Не более 255
	10,0 16,0		277—311	
Блоки кованные (для вставок) Блоки кованные с черновыми ручьями (для вставок)	— —	45Х; 5ХНМ; 5ХНВ	321—363	Не более 285
Блоки литые (для вставок):	0,63—2,0	40ХЛ	302—352	Не более 255
а) вставки штампов для штамповки углеродистых и легированных сталей	0,63—1,0	5ХНМ; 5ХНВ; 5ХНСВ; 5ХГС	341—401 401—444	черновой ручей чистой ручей
	1,6—3,15		331—388 388—429	черновой ручей чистой ручей
	4,0—6,3		321—375 352—401	черновой ручей чистой ручей
	Св. 6,3		285—331 332—375	черновой ручей чистой ручей
б) вставки для штамповки труднодеформируемых сталей и сплавов	0,63—1,0	4Х5В2ФС; 4Х5В4ФСМ; 4Х2В5ФМ; 4Х3В2Ф2М2; 3Х2В8Ф	341—401 415—460	черновой ручей чистой ручей
	1,6—3,15		341—401 401—444	черновой ручей чистой ручей
	4,0—6,3		331—388 363—401	черновой ручей чистой ручей
	Св. 6,3		311—352 331—375	черновой ручей чистой ручей
в) фиксаторы г) шпонки	—	45	375—429	
д) клинья	—	45	302—321	

Продолжение табл. 7

Наименование молотовых штампов и их деталей	Вес падающих частей молота в т	Марка стали	Твердость НВ	
			рабочей части	опорной части
Пуансоны (бобышки) вставные для штамповки труднодеформируемых сталей и сплавов	0,63—1,0 1,6—3,15 4,0—6,3	4Х5В2ФС; 4Х5В4ФСМ; 4Х2В5ФМ; 3Х2В8Ф	388—444 375—415 352—388	302—341
Штампы калибровочные, правочные цельные (без вставок)	0,63—1,0 1,6—3,15 4,0—6,3 Св. 6,3	5ХНМ; 5ХНВ; 5ХНСВ	429—477 401—444 388—429 341—388	255—302

заготовки, кроме заготовок прямоугольного сечения при  $L \geq 1200$  мм или  $L:H \geq 3$ . Это требование не относится к полосовым и прутковым заготовкам для штампов. Глубина

осадки на 50% высоты. Уковка для штамповых заготовок  $U \geq 3$ . Заготовки круглого сечения перед окончательной протяжкой необходимо подвергать предварительной протяжке в на-

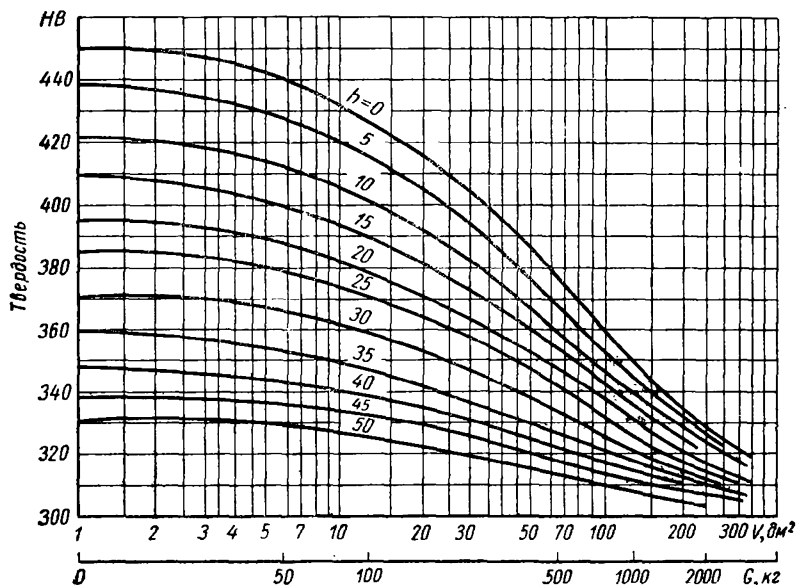


Рис. 1. Номограмма для определения твердости молотовых штампов

макронеровностей на всех поверхностях и овальность цилиндрических поверхностей заготовок не должны превышать допусков на заготовки.

Ковку заготовок следует производить с обязательной промежуточной

правлении, перпендикулярном к оси штамповой заготовки с уковкой  $U \geq 6$ .

Длина заготовок  $L$  должна совпадать с направлением волокон (т. е. с направлением протяжки при ковке).

## 8. Штампы кривошипных горячештампочных прессов

Наименование штампов и деталей	Марки стали	Твердость <i>HВ</i>		Способ поверхностного упрочнения
		рабочей части	опорной части	
Блоки	40ХЛ; 40Л	302—352		—
Вставки осадочные и не-режимные	7Х3; 5ХГС	341—415		—
Вставки ручьевые для штамповки углеродистых сталей	5ХНМ; 5ХГС; 5ХНВ; 5ХНСВ	341—401 черновой ручей 401—444 чистой ручей 444—495 калибровочный ручей		—
Плиты подкладные	40Л, 45	375—429		—
Колонки направляющие	20; 45	—		Цементация на глубину 0,8—1,2 мм, <i>HRC</i> 58—64 (для стали марки 20). Закалка т. в. ч. на глубину 1,0—2,0 мм, <i>HRC</i> 45—60 (для стали марки 45)
Втулки направляющие	Бронза; Бр. ОЦС 6-6-3	—		—
Матрицедержатели	45Х	321—388		—
Прижимы мелкие (шириной до 150 мм)	45Х; 45	321—363		
Прижимы крупные (шириной свыше 150 мм)	40ХЛ; 40Л	255—321		
Траверы толкателей, тяги толкателей, рычаги верхние и нижние	45Х; 40Х	321—388		
Выталкиватели	7Х3; 3Х2В8Ф; 5ХГС	388—461		
Толкатели	45Х	341—415		
Съемники	7Х3; 5ХГС	363—429		
Планки задние, боковые, шайбы опорные	45Х; 45	341—415		



Продолжение табл. 8

Наименование штампов и деталей	Марки стали	Твердость <i>HV</i>		Способ поверхностного упрочнения
		рабочей части	опорной части	
Бобышки (пуансоны) вставные диаметром до 50 мм	4X5B2ФС; 3X2B8Ф	388—460		Азотирование на глубину 0,22—0,3 мм, <i>HV</i> 750—1000 или электроискровое упрочнение
Бобышки (пуансоны) вставные диаметром свыше 50 мм	5XНМ; 5XНВ; 5XНСВ	363—429		
Матрицы для штамповки углеродистых и легированных сталей выдавливанием	5XНВ; 4X8B2; 4X5B2ФС; 3X2B8Ф	415—460		Азотирование на глубину 0,22—0,3 мм, <i>HV</i> 750—1000 или электроискровое упрочнение
Вставки для штамповки поковок сложной формы, нагревающиеся до 620—650°С	4X2B5ФМ; 3X2B8Ф	341—401 черновой ручей 415—444 чистой ручей 444—477 калибровочный ручей		—
Матрицы для штамповки поковок выдавливанием из труднодеформируемых сталей, нагревающиеся до 500°С	4X5B2ФС; 4X8B2	444—477		Азотирование на глубину 0,22—0,3 мм, <i>HV</i> 750—1000
Матрицы для штамповки поковок выдавливанием из труднодеформируемых сплавов, нагревающиеся до 650°С	4X3B2Ф2М2; 4X2B5ФМ; 3X2B8Ф	444—477		Азотирование на глубину 0,22—0,3 мм, <i>HV</i> 750—1000
Пуансоны для штамповки поковок выдавливанием	4X5B2ФС; 4X5B4ФСМ; 3X2B8Ф; 5XНМ	388—444	302—363	Азотирование на глубину 0,22—0,3 мм, <i>HV</i> 750—1000 или электроискровое упрочнение

## 9. Штампы для горизонтально-ковочных машин

Наименование штампов и их деталей	Марка стали	Твердость <i>HV</i>		Способ поверхностного упрочнения
		рабочей части	опорной части	
Блоки матриц (с ручьями без вставок)	7X3; 5XНВ	321—444		—
Блоки матриц (для вставок)	45 45X	285—321		
Блоки пуансонов (пуансонодержатели)	45X	311—388	207—229	
Вставки зажимные, педаль-режимные, формовочные	7X3; 8X3; 5XГС; 5XНВ; 5XНМ	363—415		

Продолжение табл. 9

Наименование штампов и их деталей	Марка стали	Твердость <i>HV</i>		Способ поверхностного упрочнения
		рабочей части	опорной части	
Вставки прошивные, об- резные, просечные	7X3; 8X3; 5XHB; 4X8B2	388—444		Дробеструйный на клев
Вставки для штамповки труднодеформируемых сплавов	4X5B2ФС; 3X2B8Ф	415—477		Азотирование на глу- бину 0,22—0,3 мм, <i>HV</i> 750—1000 или электро- искровое упрочнение рабочих поверхностей
Пуансоны наборные мел- кие и средние	7X3; 5XГС	363—415	321—363	
Пуансоны наборные крупные		352—388		
Пуансоны формовочные мелкие и средние	8X3; 5XHB; 5XHM	363—415	321—363	Электроискровое у- прочнение рабочих по- верхностей
Пуансоны формовочные крупные		341—388		
Пуансоны обрезные	8X3; 4X8B2	388—444		
Пуансоны толкающие	45	363—415		
Пуансоны прошивные Прошивники сборных пуансонов	4X5B2ФС, 4X8B2; 3X2B8Ф	363—415	302—341	Азотирование на глу- бину 0,22—0,3 мм, <i>HV</i> 750—1000 или электро- искровое упрочнение
Пуансоны для штампов- ки труднодеформируемых сталей и сплавов	4X5B2ФС; 3X2B8Ф	388—444		

## 10. Штампы для винтовых фрикционных прессов

Наименование штампов и их деталей	Марка стали	Твердость <i>HV</i>		Способ поверхностного упрочнения
		рабочей части	опорной части	
Блоки для вставок	45; 40Л	375—429		—
Штампы с замками или направляющими колонка- ми	5XHM; 5XHB	375—460		Дробеструйный на- клев
Колонки направляющие	20	—		Цементация на глу- бину 0,8—1,2 мм, <i>HRC</i> 58—62
Втулки направляющие				Цементация на глу- бину 0,8—1,2 мм, <i>HRC</i> 58—62

Продолжение табл. 10

Наименование штампов и их деталей	Марка стали	Твердость <i>HV</i>		Способ поверхностного упрочнения
		рабочей части	опорной части	
Державки пуансонов и выталкивателей	35ХГСА; 45Х	375—429		—
Матрицедержатели				
Обоймы				
Плиты верхние и нижние установочные	45 45Х	375—429		
Кольца разрезные				
Хвостовики		321—363		
Прижимы				
Толкатели	45Х	341—388		
Выталкиватели	4Х5В2ФС; 3Х2В8Ф	388—477		
Прокладки, плиты подкладные	У7А; 45Х	429—495		
Вставки для штамповки углеродистых и легированных сталей	5ХГС; 5ХНВ; 5ХНСВ; 5ХНМ	341—401 черновой ручей 415—444 чистой ручей		
Вставки для штамповки поковок сложной формы из углеродистых сталей, нагревающиеся до 620—650° С	4Х2В5ФМ; 5ХНМ; 4Х8В2	341—401 черновой ручей 415—444 чистой ручей		
Вставки для штамповки поковок из труднодеформируемых сталей и сплавов	4Х5В2ФС; 3Х2В8Ф			
Матрицы для штамповки поковок из труднодеформируемых сплавов выдавливанием	4Х5В2ФС; 3Х2В8Ф	429—477		Азотирование на глубину 0,22—0,3 мм, <i>HV</i> 750—1000
То же, когда требуется подогрев матрицы до 400—500° С	4Х3В2М2Ф2			
Матрицы для высадки болтов	7Х3; 8Х3; 5ХНВ; 5ХНМ	363—429		—
Пуансоны прошивные для штамповки углеродистых, легированных и труднодеформируемых сталей и сплавов	4Х5В2ФС; 4Х8В2; 3Х2В8Ф	388—429		Азотирование на глубину 0,22—0,3 мм, <i>HV</i> 750—1000 или электроискровое упрочнение
Пуансоны для высадки болтов	7Х3; 8Х3; 5ХГС	363—415		—

## 11. Штампы для горизонтально-гибочных машин (бульдозеров)

Наименование штампов и их деталей	Марка стали	Твердость <i>HВ</i>	
		рабочей части	опорной части
Блоки . . . . .	40Л	302—352	
Вставки матриц . . . . .	7Х3; 8Х3; 5ХГС	388—444	
Прижимы . . . . .	45; 40; Л	302—352	
Планки направляющие . . . . .	45Х; 45	352—388	
Пуансоны . . . . .	7Х3; 8Х3; 5ХГС	368—429	302—352
Вставки пуансонов . . . . .		388—444	

## 12. Штампы для ковочных валцов

Наименование штампов и их деталей	Марка стали	Твердость рабочей части <i>HВ</i>	Способ поверхностного упрочнения
Прижимы, шпонки и болты	45	311—352	—
Штампы формовочные, штамповочные, отделочные для штамповки углеродистых сталей	5ХНМ; 5ХНВ; 5ХГС	388—460	Дробеструйный наклеп или электроискровое упрочнение рабочих поверхностей
Штампы формовочные, штамповочные для штамповки труднодеформируемых сталей	4Х5В2ФС; 3Х2В8Ф	401—477	
Штампы для черновой штамповки углеродистых сталей	40ХЛ; высокопрочный чугун ВЧ 60-2	352—415	—

## 13. Штампы обрезные, просечные и правочные

Детали штампов	Марка стали	Твердость <i>HВ</i>
Плиты верхние и нижние . . . . .	30Л-1; 40Л-1	≤255
Матрицы горячей обрезки . . . . .	8Х3	363—415
» холодной обрезки . . . . .	8ХФ; 9ХФ; Х12М	444—514
Пуансоны горячей обрезки . . . . .	7Х3; 8Х3	363—415
» холодной обрезки . . . . .	8ХФ; 9ХФ	144—514
Матрицы прошивные . . . . .	У10А; У10	56—58 <i>HRC</i>
Пуансоны прошивные . . . . .	Х12М; Х12Ф1	56—60 <i>HRC</i>

Продолжение табл. 13

Детали штампов	Марка стали	Твердость <i>HВ</i>
Инструмент для горячей правки . . .	8Х3	363—415
» » холодной » . . . . .	Х12М; Х12Ф1	56—60 <i>HRC</i>
Пуансодержатели переходные . . . . .	45	≤217
Подкладки под пуансоны и матрицы . . . . .	45	363—415
Выталкиватели . . . . .	40Х	321—363
Съемники и болты к ним . . . . .	45	285—321
Втулки распорные для съемников . . . . .	Ст. 3	—
Прихваты . . . . .	45	285—321

## 14. Штампы для калибровки (чеканки)

Детали штампов	Марка стали	Твердость
Блоки (плиты верхние и нижние) . . . . .	45; 45Л	<i>HВ</i> 302—363
Плиты для плоскостной калибровки . . . . .	У10А; Х12М	<i>HRC</i> 51—58
Плиты калибровочные (матрицы) для объемной калибровки . . . . .	Х12М; Х12Ф1; Ф	<i>HRC</i> 56—60
То же для горячей калибровки . . . . .	4Х8В2; 3Х2В8Ф	<i>HRC</i> 52—58
Плиты промежуточные . . . . .	45	<i>HВ</i> 302—363

## 15. Предельные габариты штамповых кубиков (по ГОСТу 7831—55)

<i>L</i>	180	200	220—340	280	300	320	360—420
<i>B</i>	180—280	180—360	180—400	180—450	180—560	180—480	180—500
<i>H</i>	180—280	180—360	180—400	180—450	180—560	180—480	180—500
<i>L</i>	400—450	480	500	530	560—600	630	670
<i>B</i>	180—600	180—710	180—670	180—600	180—750	180—800	180—900
<i>H</i>	180—600	180—630	180—630	180—600	180—630	180—630	180—600
<i>L</i>	710	750	800	850	900	950	1000
<i>B</i>	180—900	180—900	250—1250	250—1250	280—1250	280—1250	280—1250
<i>H</i>	180—630	180—630	180—630	180—630	180—630	180—630	180—630
<i>L</i>	1060	1120— 1180	125	1320	1400	1500— 1700	1600— 2500
<i>B</i>	280—1250	320—1250	400—1250	400—1250	500—1250	600—1250	600—1250
<i>H</i>	180—630	180—630	180—630	180—630	200—630	280—630	250—630

Промежуточные размеры из ряда: 180, 200, 220, 250, 280, (300), 320, (340), 360, (380), 400, (420), 450, (480), 500, (530), 560, (600), 630, (670), 710, (750), 800, (850), 900, (950), 1000, (1060), 1120, (1180), 1250, (1320), 1400, (1500), 1600, (1700), 1800, 2000, 2240, 2500. Размеры в скобках применять не рекомендуется.

Примечания: 1. Направление волокон — вдоль стороны *L*.

2. В таблицу включены габариты кубиков согласно сортамента, а также допускаемые стандартом при серийных заказах.

Клеймо заготовки проставляют на грани, перпендикулярной к длине заготовки (клеймо содержит указания о заводе-изготовителе, номер плавки, марку стали и отметку ОТК о годности заготовки).

Штамповые заготовки поставляют в отожженном состоянии. Их твердость приведена в табл. 5.

По особому соглашению сторон штамповые заготовки перед сдачей после отжига подвергают закалке с отпуском на требуемую твердость (см. табл. 5). Заготовки сдают по весу, подсчитываемому по номинальным (без учета допусков) размерам.

### ЭКСПЛУАТАЦИЯ ШТАМПОВ

**Нагрев штампов.** В нормальных условиях при горячей штамповке стали обычных марок температура штампов должна быть 250—400° С. Нагрев штампов до более высоких температур опасен из-за возможности самоотпуска штамповой стали. Для подогрева штампов можно применить газовые и электрические переносные или стационарные нагревательные установки.

На рис. 2, а приведена печь для нагрева, а на рис. 2, б — переносная газовая горелка. Горелку подключают к газопроводу при помощи резинового шланга. Обогревательные трубы располагают на расстоянии 40—50 мм от штампа. Отверстия диаметром 4 мм и шагом 18 мм сверлят перпендикулярно обогреваемой поверхности. Пламя не должно попадать на чистовой ручей штампа. Разогрева штампов заготовками следует избегать, так как при этом не обеспечивается равномерный прогрев поверхности.

Наиболее совершенным является нагрев с помощью переносных индукционных нагревателей, устанавливаемых непосредственно между частями нагреваемого штампа. Для нагрева штампов размерами 300×300×300, 350×300×350 и 400×300×200 мм применяют нагреватель высотой 360 мм, шириной 345 мм, длиной 650 мм, мощность нагревателя 76 квт, подводимое напряжение 220 в, ток однофазный промышленной частоты, сила тока 340 а, коэффициент мощности 0,41, к. п. д. 0,8, нагрев штампа до

250—300° С осуществляется за 25—30 мин, т. е. в 1,5—2 раза быстрее, чем горячим металлом.

При номинальной мощности индукционного нагревателя 30 квт удельный расход электроэнергии составляет 0,06—0,08 квт·ч на 1 кг веса подогреваемых штампов.

Естественное охлаждение неработающего штампа в нормальных условиях

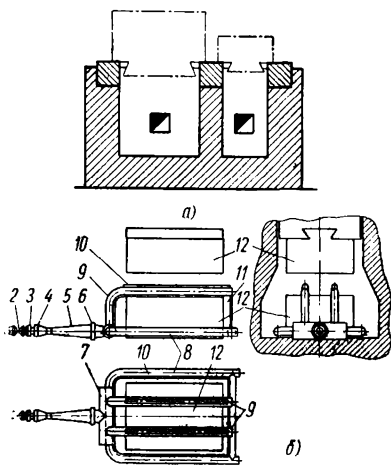


Рис. 2. Способы нагрева штампов перед началом работы [13]: а — в печи; б — газовой горелкой непосредственно на молоте; 1 — соединительный штуцер; 2 — кран; 3 — воздушная заслонка; 4 — сопло; 5 — корпус инжекторного смесителя; 6 — соединительная муфта; 7 — коллектор; 8 — боковые патрубки; 9 — верхние патрубки; 10 — планки металлические; 11 — подкладки; 12 — штамп

протекает сравнительно медленно. Так, для охлаждения штампового кубика весом 180 кг с 300 до 100° С требуется около 4,5 ч. После перерывов в работе штампа более чем на 0,75—1 ч необходим дополнительный подогрев.

Нагрев штампа следует контролировать шуповой термпарой (а не по испарению капель воды, как это иногда практикуется).

**Охлаждение штампов.** Применяют наружное и внутреннее охлаждение штампов. Отвод тепла снаружи приводит к появлению опасных растягивающих напряжений. Рационализация наружного охлаждения штампа

состоит в том, чтобы тепло отбиралось такими порциями, при которых напряжения были примерно одинаковы весь промежуток времени, используемый для охлаждения. При этом

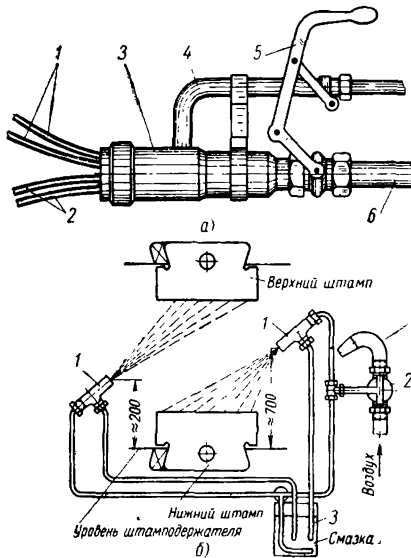


Рис. 3. Приспособления для охлаждения штампов: а — соляным раствором: 1 — трубки для охлаждения верхнего штампа; 2 — то же для нижнего штампа; 3 — смешивательная камера; 4 — труба для воды; 5 — рукоятка; 6 — коллоидный графитом; 1 — распылитель; 2 — кран; 3 — бачок; 4 — сопло

вначале оно должно быть менее обильным или температура охладителя должна быть более высокой. Для осуществления подобного режима необходим теплотехнический расчет интенсивности охлаждения в функции времени с учетом массы штампа и заготовки, их температуры и темпа штамповки.

На рис. 3 показаны устройства, применяемые при стационарном режиме охлаждения и для смазки ручьев штампов.

Внутреннее охлаждение штампов (рис. 4) обеспечивает подачу охлаждающей жидкости непрерывно, причем тепло отводится в том же направлении, в каком происходит разогрев. Стойкость штампов с внутренним охлаждением примерно в 2 раза выше, чем с наружным.

**Смазка штампов.** При горячей штамповке смазка должна снижать трение и, кроме того, быть бездымной, не терять смазочных свойств при разогреве штампа, гарантировать высокую чистоту поверхности поковок, предотвращать налипание металла на инструмент и обеспечивать его высокую стойкость. Качество смазки оценивается с учетом «кроющей» способности, негорючести, недефицитности, невысокой стоимости, простоты нанесения и т. п. Под эффективностью смазки обычно подразумевается уменьшение работы деформации при изготовлении поковок, а также возможность применения меньших штамповочных уклонов и умень-

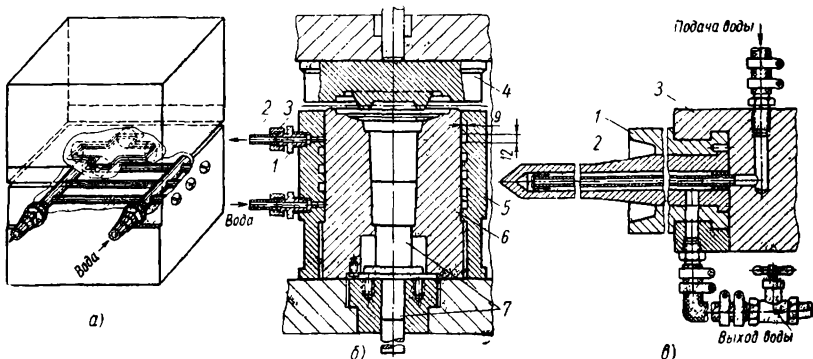


Рис. 4. Штампы с внутренним водяным охлаждением: а — кривошипного пресса; б — фрикционного пресса; 1 — штуцер; 2 — ниппель; 3 — гайка; 4 — верхняя вставка; 5 — блок; 6 — нижняя вставка; 7 — толкатель; в — пуансона ГKM; 1 — пуансон; 2 — вставка; 3 — блок пуансонов

шение износа штампов. Однако применение смазки может обеспечить также уменьшение угара металла, в частности, если смазку наносят непосредственно на заготовку. Смазку можно использовать и как теплоизолятор, предотвращающий вредный чрезмерный разогрев штампов. При пульверизационной подаче смазки (см. рис. 3, б) одновременно возможно удаление из ручья окалины (вместо обдувки штампа).

В табл. 16 приведены составы смазок, применяемые в кузнечно-штамповочных цехах. Мазут и древесные опилки не рекомендуются вследствие выделения ими при сгорании большого количества дыма. В этом отношении хорошо себя зарекомендовали солевые смазки.

Водную суспензию графита (или «аквадаг») применяют для покрытия обезжиренных поверхностей штампов, нагретых до 100—150° С. Вода быстро испаряется и на поверхности штампа остается плотный и равномерный слой мелкодисперсного графита, который после полирования надолго остается в ручье. Через 1—2 ч работы его возобновляют. В ряде случаев стойкость штампов при этой смазке удваивается. Получила распространение также суспензия (или коллоид) графита на масляной основе (или как его иногда называют «ойлдаг»). Графит применяется и в смазках на основе эмульсолов. Чистота графита должна быть высокой — 99,9%; размер его частиц — не более нескольких микронов, но лучше, если они составляют доли микрона. От измельчения графита зависят его адсорбционные свойства, что определяет кроющую способность и прочность графитового слоя на поверхности штампа. Чем слой тоньше, тем эффективнее используется смазка. Рекомендуется наносить смазки малыми дозами и регулярно; обильная единовременная смазка штампов нецелесообразна.

К мероприятиям по уходу за штампами относится также своевременное (лучше непрерывное) удаление окалины из полостей штампа. Зачистка и другие виды текущего ремонта необходимы и способствуют увеличению работоспособности штампа. Оплывание (де-

формация) знаков, ребер, кромок, кроме зачистки, устраняют пластической деформацией ударами пневматическим и обычным молотком. Стойкость элементов штампа, восстановленных таким образом, иногда даже возрастает.

**Износ штампов.** При естественном износе штампы выходят из строя в ре-

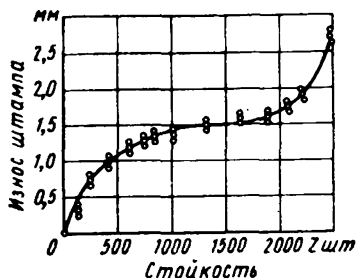


Рис. 5. Стадии износа штампов [20]

зультате ряда разнородных процессов, из которых основными являются следующие:

- 1) мелкое трещинообразование, связанное с микро- и макроскопическими разрывами металла, разгар;
- 2) истирание, связанное с отрывом частичек металла штампа;
- 3) смятие, связанное с местной пластической деформацией штампа.

Различные процессы износа взаимно дополняют и ускоряют друг друга. Износ штампов происходит весьма неравномерно в различных участках ручья. Например, трещины чаще появляются в углах полости, а смятие на углах выступов и на мостике для заусенца канавки [11, 16, 19, 20]. Различают три стадии естественного износа штампов (рис. 5): а) приработки, характеризующуюся относительно быстрым износом ручья; б) установившегося износа; в) прогрессирующего износа, при котором размеры отштампованных поковок в короткий срок достигают предельных по допускам. Стадия приработки происходит при штамповке первых десятков или сотен поковок и обеспечивает дальнейшую работоспособность штампа, поэтому в этот период требуется особый тщательный уход за штампом: хорошая



## 16. Смазки, применяемые при горячей штамповке

Смазка	Состав смазки	Способ нанесения	Примечание
Мазутная	Мазут малосернистый марок 20, 40, 60, 80, 100; высокосернистый марок 20, 40—100%	Вручную помазком	Для сложных и ребристых поковок. Не рекомендуется по гигиеническим условиям
	Мааут 97% + графит 3%		Для очень сложных поковок. Не рекомендуется по гигиеническим условиям
Древесная	Древесные опилки	Вручную	Для крупных поковок. Не рекомендуется по гигиеническим условиям
Коллоидальный раствор графита в воде (аквадаг)	Коллоидальный графит 1 ч. + вода (15—30) ч.	Механическим распылением	Гигиенична. Хорошо охлаждает фигуру штампа. Сокращает появление разгарных трещин
	Коллоидальный графит 10% + жидкое стекло (15—20)% + вода (или эмульсия 3—5%) остальное		
Коллоидальный раствор графита в минеральных маслах (ойлдаг)	Масло (15—30) ч. + коллоидальный графит 1 ч.	Помазком вручную или специальным приспособлением	Выделяет большое количество газа. Хорошо охлаждает фигуру штампа. Уменьшает склонность к разгарным трещинам
	Масло «Ванор-Т» (ГОСТ 6411—52) 50—55% + графит 50—45%		
Эмульсионные	25%-ный эмульсол (88—85% трансформаторного масла + 9,5±10,5% олеиновой кислоты + 3,6±6,5% трианоламина)	Механическим распылением	Для поковок средней сложности. Большое газообразование. Повышенные стоимость и расход
	25%-ный эмульсол — 97% + графит (серебристый) — 3%		Требует непрерывного перемешивания (быстро оседает графит)
	5%-ная эмульсия — 98% + 2% графита (серебристый)		Для поковок средней сложности. Проста в приготовлении, отличается низкой стоимостью
Солевые (расположены в порядке повышения смазывающего воздействия на штамп)	15% NaCl + 85% воды 15% NaCl + 5% NaNO <sub>3</sub> + 80% воды 70% CaCl <sub>2</sub> + 30% NaCl насыщенный раствор 75% CaCl <sub>2</sub> + 25% KCl насыщенный раствор 70% NaCl + 30% BaCl насыщенный раствор	Механическим распылением	Хорошо охлаждает фигуру штампа, гигиенична

Продолжение табл. 16

Смазка	Состав смазки	Способ нанесения	Примечание
Литиевая	60% $\text{LiCO}_3 + 40\% \text{LiCl}$ при $t = 1100 \pm 1150^\circ \text{C}$	Механическим распылением в печи при $\alpha = 0,9$	Наносится на заготовку при температуре штамповки до $1000^\circ \text{C}$ , при $1000^\circ \text{C}$ покрытие испаряется
На основе стекла	1 ч. горячей воды + 1 ч. сульфитно-целлюлозный щелок + 1,5 ч. стеклопорошка (10С или 31С)	Обмазка холодной заготовки	На бойки не налипают, обеспечивает безокислительный нагрев

смазка, достаточное и не слишком интенсивное охлаждение, недопущение «залипания» поковок или штамповки остывшего металла и т. п.

*Стадия установившегося износа* у хорошо приработанного штампа соответствует 80—90% времени его службы. В этот период работы может потребоваться зачистка или подправка ребер гравюры, которые необходимо выполнять с минимально возможной потерей металла. По этой причине абразивной подправке ручьев штампов следует предпочесть подправку пневматическим инструментом.

*Стадия прогрессирующего износа* сопровождается появлением борозд, выкрашиванием более крупных, чем обычно, частиц металла, углублением и расширением отдельных трещин. Ручей быстро теряет размеры, и во избежание брака штамповка должна быть прекращена.

Для упрощения последующей реставрации целесообразно не доводить штамп до полного износа, приурочивая его замену к концу смен или обеденному перерыву. Износ штампов определяют следующие факторы.

**Образование трещин.** Многократно повторяющиеся напряжения ниже предела текучести приводят к сетке разгара штампов. По этой причине разгар иногда полагают результатом термической усталости.

Опасные растягивающие напряжения появляются при охлаждении штампа, поэтому высокий нагрев его недопустим. Однако чтобы обеспечить среднюю температуру штампа  $250\text{—}400^\circ \text{C}$ , приходится допускать разогрев по-

верхности ручьев в процессе штамповки до более высокой температуры ( $500\text{—}600^\circ \text{C}$ ), а охлаждение этой поверхности до более низкой температуры ( $100\text{—}150^\circ \text{C}$ ). Это и создает перепад температур в несколько сот градусов в поверхностном слое, подверженном разгару. Для повышения разгаростойкости стали необходимо снижать максимальные тепловые напряжения, которые возникают в первый момент охлаждения штампов (за счет меньшей подачи воды вначале охлаждения), или применять внутреннее охлаждение штампов (см. рис. 4). Отдельные разгарные трещины (например, расположенные в углах полости) служат концентраторами напряжений тепловых и от внешних сил, что может привести к разрушению штампа. Особенно опасным для штампа является начальный период его работы, если штамп не прогрет до  $250\text{—}400^\circ \text{C}$  (при постановке нового штампа, после выходных дней и других перерывов в работе).

**Истирание.** Полости и выемки ручьев, заполняемые выдавливанием, подвержены истиранию в большей мере, чем полости, заполняемые осадкой в них заготовки. Особенно велико истирание мостика канавки для заусенца в открытых штампах, которое в большинстве случаев и является причиной выхода штампа из строя. Места «прилипания» (застойные участки на контактной поверхности штампа, затрудняющие деформацию) не подвержены истиранию. Истирание прогрессирует при появлении сетки разгарных трещин. Для уменьшения истирания следует применять более высокую

степень фасонирования заготовок и штамповать поковки с возможно меньшим заусенцем.

Если штамп выполнен с достаточной чистотой поверхности (например, 7—9-й класс чистоты по ГОСТу 2789—51), то износ его за счет истирания незначителен.

**Деформация (смятие).** Под влиянием местного разогрева штампа

этом глубина полостей и размеры поковки по высоте уменьшаются.

Чтобы снизить деформации элементов штампа, уменьшают количество ударов за счет применения дополнительных, например, черновых ручьев; улучшают фасонировку в заготовительных ручьях; применяют прокат периодических профилей или вальцовку фасонных заготовок взамен штам-

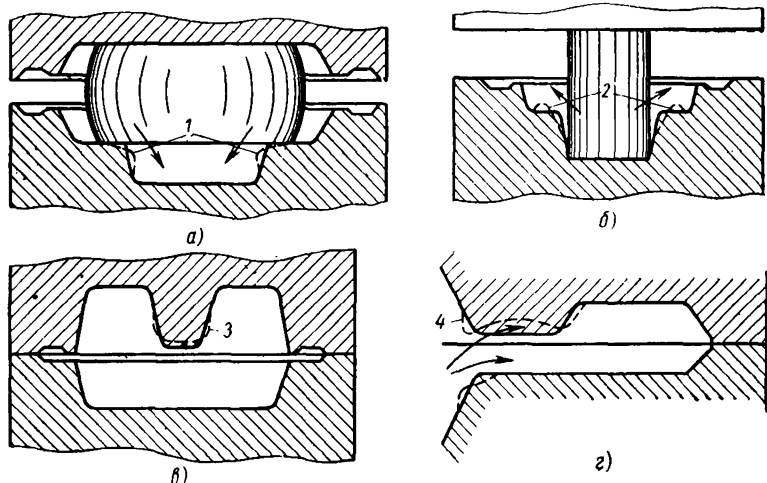


Рис. 6. Искажение формы полости штампа под влиянием его пластической деформации (стрелками указано направление оплавления штампа): 1 — поднутрение; 2 — увеличение уклона; 3 — деформация бобышки; 4 — деформация мостика канавки

и больших давлений материал штампа в отдельных местах подвергается оплавлению, смятию и другим деформациям, ведущим к искажению формы полости (рис. 6). При деформации кромок полости образуются поднутрения, задерживающие удаление поковки из ручья (рис. 6, а), или, наоборот, происходит увеличение уклона штампа (рис. 6, б). Деформация кромок зависит от направления течения деформируемого металла в полости: либо металл течет в ступичную часть шестерни, как показано на рис. 6, а, либо в полость для образования ее венца (см. рис. 6, б). На рис. 6, в показана деформация бобышки, а на рис. 6, г — мостика канавки. При соударении молотовых штампов происходит смятие зеркала штампа, при

поковки заготовок из обычного проката и т. п.

Температуру разогрева молотового штампа в процессе работы можно снизить за счет повышения температуры штампуемого металла (штамповка в интервале более высоких температур), при этом время штамповки сокращается настолько, что штамп не успевает нагреться до опасной температуры.

**Налипание и свариваемость.** Износ поверхности штампов приводит к появлению неокисленной и несмазанной поверхности металла штампа, к которой легко пристаёт деформируемый металл (налипание), и если поверхность этого металла при движении обнажена, то при больших давлениях и высоких температурах

возможно полное схватывание металла (сварка). В противоположность истиранию налипание металла приводит к искажению формы ручья с уменьшением его объема.

## СПОСОБЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШТАМПОВ

**Изготовление штампов с фрезерованными ручьями.** В промышленности применяют следующие варианты технологических процессов изготовления штампов с фрезерованными ручьями:

1. Ковка, отжиг, механическая обработка, закалка с отпуском, устранение результатов коробления, слесарная доводка и отделка поверхности ручьев.

2. Ковка, отжиг, предварительная механическая обработка, закалка с отпуском, окончательная механическая обработка и слесарная доводка штампа.

3. Ковка, отжиг, закалка с отпуском, механическая обработка, слесарная доводка.

По варианту 1 изготавливают мелкие штампы с более высокой твердостью, по варианту 2 — штампы, у которых не должно быть значительного коробления, или при повышенной склонности штамповой стали к короблению; по варианту 3 — крупные штампы и штампы с пониженной твердостью (не выше *HV* 360).

Штампы, у которых ручьи изготовлены после окончательной термической обработки, отличаются повышенной стойкостью.

При изготовлении ручьев электроэрозсионным (электроискровым или электроимпульсным) способом твердость штампов не имеет значения поэтому целесообразна их предварительная термическая обработка. Этот способ рекомендуется также при сложной форме ручьев. Особенно эффективно сочетание грубой механической обработки и окончательной электроискровой — после нее.

**Штамповка штампов.** К числу рациональных способов серийного изготовления штампов относятся холодное и горячее выдавливание гравюр в кубиках или во вставках для штампов молотов, прессов и ГКМ.

Типовой технологический процесс изготовления молотового штампа с применением штамповки заключается в следующем (рис. 7). Заготовку 1 для вставки молотового штампа, откованную по специальным техническим условиям [4], предварительно штампуют в заготовительном штампе 2, после

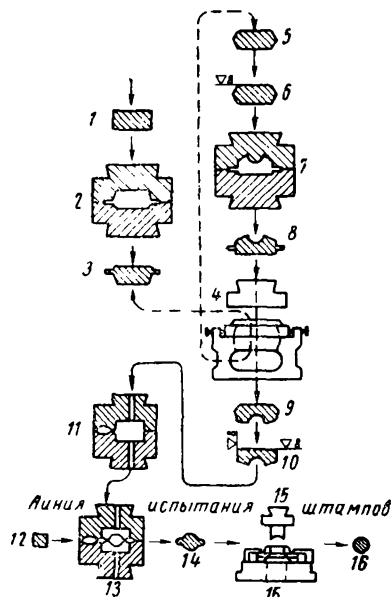


Рис. 7. Схема типового технологического процесса штамповки штампов

чего заготовка 3 поступает на горячую обрезку в штампе 4. Затем у заготовки 5 шлифуют поверхность будущего ручья, которую при последующем нагреве изолируют от окисления и обезуглероживания листом оцинкованного железа. Полученную заготовку 6 штампуют в мастер-штампе 7.

У штампованной вставки 8 обрезают заусенец в штампе 4, после чего вставку 9 подвергают отжигу, пескоструйной обработке, механической обработке с боковых сторон и донной плоскости 10, окончательной термообработке и после шлифования крепят горячей посадкой в блок молотового штампа 11. Перед посадкой вставки блок прогревают в печи с температурой 450—500°С в течение 2—2,5 ч.

Поверхность штампованных ручьев подвергают слесарной зачистке, на что предусматривают припуск 0,1—0,2 мм.

На линии испытания штампуют пробную заготовку 12 в собранном штампе 13; отштампованные поковки 14 поступают в обрезной штамп 15. На готовой поковке 16 проверяют качество изготовленных вставок.

Стойкость штампованных окончательных ручьев повышается в 1,5—2 раза, а в отдельных случаях, до 5 раз. То обстоятельство, что волокна стали не перерезаны и повторяют контуры ручья, способствует увеличению прочности и износоустойчивости штампа.

Стойкость мастер-штампов составляет 150—200 шт. Для мастер-штампов применяют штамповую сталь с прочностью после термической обработки 150—160 кг/мм<sup>2</sup>. Мастер-штамп изготовляют механической обработкой и после термообработки полируют.

Размеры мастер-штампа, перпендикулярные направлению удара, учитывая удвоенный усадочный масштаб, увеличивают на 2%, а в направлении удара на 3%. При штамповке на прессе это увеличение по всем направлениям составляет 2%. Если мастер-штамп троучают штамповкой, то учитывают тройной усадочный масштаб. Для лучшего заполнения металлом ручья в мастер-штампе делают воздушные каналы.

Чтобы получить в поковке острые углы на переходе к заусенцу, мостик канавки в мастер-штампе изготовляют на 0,5—2 мм выше указанного в чертеже. Излишняя высота мостика устраняется путем фрезерования или шлифования.

При подготовке штамповых блоков и вставок их рабочие поверхности шлифуют. Не допускается окисление рабочей поверхности.

Чтобы и при штамповке поверхность штампа не окислялась, к нему иногда подводят защитный газ. Для обеспечения идентичности размеров ручьев штампов необходимо штамповку заканчивать при постоянной температуре с отклонением  $\pm 30^\circ$ . Штампованные вкладыши или вставки во избежание коробления и образования окалины

в процессе остывания упаковывают в стружку или отработанный карбюризатор.

При холодной штамповке штампов (выдавливании) технологический процесс упрощается. Однако для этого способа требуются весьма мощные прессы с очень малой (0,1—2,0 мм/мин) скоростью движения рабочих органов.

Удельные усилия при этом достигают 300—350 кг/мм<sup>2</sup> вместо 35—45 кг/мм<sup>2</sup> при горячем выдавливании гравюр штампов.

При холодной штамповке штампов для мастер-штампов применяют сталь

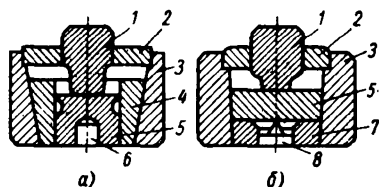


Рис. 8. Выдавливание: а — с облегчающей камерой; б — с приемником; 1 — мастер-пуансон; 2 — направляющее кольцо; 3 — обойма; 4 — разрезное кольцо; 5 — заготовка; 6 — облегчающая камера (полость в заготовке); 7 — приемник; 8 — центр

повышенной твердости, например, сталь с содержанием хрома до 12% и с твердостью HRC 61—62.

Желательно, чтобы штамповая сталь могла подвергаться холодной штамповке после ее термической обработки. Предпочтительнее стали с присадкой хрома и молибдена и более низкой прокаливаемостью, чем стали хромоникелевые и вольфрамовые. Поскольку при холодном выдавливании сопротивление деформации с ростом глубины вдавливания значительно повышается (например, при деформации 40% с HB 120—240), рекомендуется по возможности уменьшать в штамповой стали содержание кремния, марганца и никеля, способствующих упрочнению стали.

Если за одну операцию не удается получить нужную глубину ручья, необходимо снять наклеп путем отжига, после чего продолжать штамповку, предварительно зачистив и отполировав плоскость выдавливаемого ручья.

Для уменьшения усилия применяют

выдавливание (рис. 8) с облегчающей камерой в нижней части заготовки и с приемником в подкладном инструменте.

**Отливка штампов.** Процесс изготовления штампованных вставок молотовых штампов становится более экономичным, если применять литые заготовки. При этом в зависимости от сложности фигуры штампуемого ручья заготовки отливают плоскими или с наметкой фигуры ручья на их рабочей поверхности.

Литые заготовки вставок с точно отлитой фигурой простейших ручьев, не испытывающих высоких напряжений в эксплуатации, не подвергают штамповке. Такие вставки, как и штампованные после соответствующей обработки, устанавливают в блок.

Отливкой получают и штамповые кубики с последующей нарезкой ручьев, и даже с готовыми ручьями, требующими лишь зачистки. Хвостовики штампов обычно выстрагивают [7]. Хорошее качество этих штампов обеспечивается высокой скоростью охлаждения металла.

Литые кубики после выковки из форм подвергают высокому отпуску, а после удаления прибылей и очистки их —

лом и наконечником для зацепления абразивного инструмента и фрез со вставными зубьями из твердого сплава. При диаметре фрезы 12 мм и скорости вращения 12 000 об/мин требуется усилие нажима 4—5 кг, чтобы снять достаточной толщины поверхностный слой металла [2].

Получает распространение способ гидрополирования поверхности ручья [12]. Жидкость под давлением 7 ат, в которой во взвешенном состоянии находятся абразивные части (карбид кремния) с величиной зерна до 18 мк, обильной струей подается на поверхность ручья и обрабатывает ее. Шероховатость высотой 15—20 мк при гидрополировке уменьшается до 2—10 мк.

Один из весьма совершенных способов получения необходимой чистоты поверхности ручья состоит в электроискровой обработке его после грубой механической и термической обработки. Применяют специальные электроды для черновой и калибровочной электроискровой обработки (например, из сплава типа силумин). Преимущества электроискровой обработки видны из следующего сопоставления применительно к чистовым ручьям штампов [2]:

Способ обработки ручья	Разряд работы	Продолжительность в ч	Стоимость работы в руб.
Слесарная после фрезерования . . . . .	7	110,4	32
Фрезерная на полировальных станках . . . . .	7	43,3	14,42
Электроискровая алюминиевыми электродами . . . . .	2	24,9	3,96

отжигу и дальнейшей термической обработке как и обычные кубики.

Заслуживает внимание способ инж. Голуба<sup>1</sup>, который состоит в получении необходимой фигуры ручья при отливке штампов. В жидкий металл погружают охлаждаемый водой пуансон по форме ручья. Быстрая кристаллизация стали вблизи пуансона обеспечивает отливку плотного мелкозернистого строения [2].

**Дополнительная обработка и отделка.** Доводку штампов осуществляют на специальных станках с гибким ва-

Для изготовления и отделки ручьев применяют электроимпульсный способ, отличающийся повышенной производительностью работы.

**Химико-термическая обработка.** Для различных штампов успешно применяют: цементацию, азотирование, алитирование, хромирование, покрытие молибденом, никелем, вольфрамом и сульфидирование.

**Азотирование** повышает твердость, прочность и износостойкость. Оно более эффективно, чем цементация и цианирование. Азотированный слой сохраняет первоначальную твердость при нагреве до 500° и повышает антикоррозионность металла. Стойкость азотированных штампов увеличивается в среднем в 2 раза.

<sup>1</sup> Производство литых штампов по методу инж. Голуба. Всесоюзный проектно-технологический ин-т МТМ СССР. «Зарубежная техника», 1956, № 5.

**Алитирование** предупреждает образование разгарных трещин и рекомендуется для штампов на горячих работах и при относительно спокойной нагрузке, в частности для работы на прессах.

**Хромирование** увеличивает срок службы штампов в 2—3 раза. Оптимальная твердость слоя хрома на поверхности  $HV\ 780\text{--}790$ . Для уменьшения хрупкости штамп после хромирования необходимо выдерживать в печи при слое хрома 10—20 мк 16—20 ч при температуре 150° и при слое 20—40 мк 24 ч при температуре 190°. При этом твердость хрома снижается до  $HV\ 750$ . Поверхность штампа перед хромированием должна быть доведена до 0,3—3 мк.

**Молибденовое покрытие** чеканочных штампов осуществляют путем металлизации. В литературе имеются данные о покрытии поверхности штампа никелем или вольфрамом, повышающим стойкость штампов на 25—28%.

К числу способов дополнительной обработки поверхности ручьев с целью повышения стойкости штампов можно отнести дробеструйную обработку, поверхностную закалку после объемной термической обработки, ультразвуковую обработку штампов.

## РЕМОНТ И ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ШТАМПОВ

**Текущий ремонт** штампов состоит в устранении мелких дефектов обычно без демонтажа штампов. Устраняют напльвы, зачищают риски, задиры, наварившийся металл поковок. Частая и чрезмерная зачистка может привести к изменению некоторых размеров поковок до предельных по допускам прежде, чем штамп получит естественный износ.

Мелкие разгарные трещины допускается зачеканивать. После текущего ремонта, который обычно продолжается не более 10—30 мин, проверяют ручьи по размерам очередной поковки. Если штамповку осуществляют в открытом штампе, то следует проверить соответствие чистового ручья обрезному (см. гл. XVIII).

При текущем ремонте штампов применяют ручные шлифовальные пневматические или электрические машинки с гибким валом для удобства маневрирования инструментом.

Трещины зачеканивают пневматическим тупым зубилом или бородком.

**Капитальный ремонт** производят после того, как штамповка годных поковок в данном штампе становится невозможной. При этом со стороны

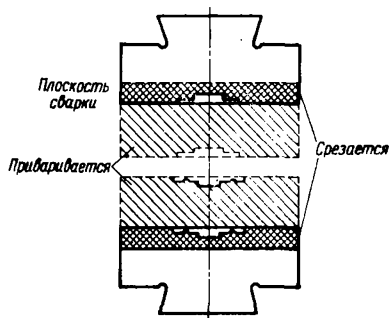


Рис. 9. Схема ремонта молотовых штампов электрошлаковой сваркой

зеркала штампа сострагивают слой металла [толщина его определяется по формуле (2)], что обеспечивает удаление с боковых поверхностей полости дефектного слоя и вместе с тем дает возможность разметить фигуру нового ручья. Возобновление штампа происходит с частичным или полным удалением гравюры ручья. Затем фрезеруют ручей, как и у нового штампа.

Электрошлаковая сварка (рис. 9) применима при ремонте штампов, имеющих высоту меньше минимально допустимой, т. е. в тех случаях, когда возобновление их обычным способом уже невозможно [10]. Электрошлаковой сваркой можно изготовить и новые заготовки для штампов. К основанию с хвостовиком из углеродистой стали приваривают достаточно массивную пластину из штамповой стали, на которой, как и обычно, воспроизводят ручьи.

Простой и экономичный (в смысле расхода штамповой стали) способ восстановления штампов состоит в обновлении полости ручья формовиком [7]. При восстановлении штампов этим спо-

собом вначале, как и обычно, сострагивают необходимой толщины слой металла по высоте штампа, затем, вдавливая формовик в оставшуюся часть ручья, образуют полость. Для этого пользуются инструментом, выполненным по схеме рис. 8. Более 2—3 раз этим способом восстановить форму ручья не удается, так как поверхность его становится чрезмерно обезуглероженной и покрытой разгаром (в тех местах, где металл с поверхности

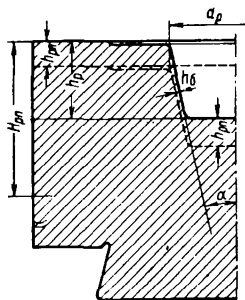


Рис. 10. Зависимость величины ремонтного припуска  $h_{pn}$  при возобновлении штампа от штамповочного уклона  $\alpha$

ручья не снимают). Если таким способом обрабатывают вставки, то ручки у них могут быть на каждой грани, что позволяет использовать штамп значительно более рационально. Величину ремонтного припуска  $H_{pn}$  для каждой половины штампа определяют по формуле

$$H_{pn} = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{2}, \quad (1)$$

где  $H_{\max}$  и  $H_{\min}$  — высоты нового и полностью изношенного штампов, которые обычно указаны в паспорте данной машины.

Припуск на каждое возобновление штампа определяется главным образом видом износа. Если разгарные и другие трещины, сопровождающие износ штампа, неглубоки или отсутствуют, то ремонтный припуск  $h_5$  на боковые стенки ручья может составить всего несколько мм, что достаточно, чтобы снять слой металла, имеющий борозды или наплывы, и обеспечить заданную чистоту поверхности ручья (рис. 10).

Однако для того, чтобы сохранить при возобновлении ручья его поперечный размер  $d_p$ , необходимо удалить тем большим слой металла  $h_{pn}$ , чем меньше штамповочный уклон  $\alpha$ . Из схемы (рис. 10) следует, что  $h_5 = h_{pn} \sin \alpha$ , поэтому на 1 мм  $h_5$  приходится предусматривать следующие величины ремонтных припусков

$$h_{pn} = \frac{h_5}{\sin \alpha}, \quad (2)$$

по высоте штампа:

$\alpha^\circ$	1	3	5	7	10
$\sin \alpha$	0,0175	0,0523	0,0872	0,1219	0,1736
$h_{pn}$	57,1	19,1	11,4	8,2	5,7

Для наиболее распространенного у молотовых штампов углов  $\alpha = 7^\circ$  толщина припуска  $h_{pn} = 8,2h_5$ . Для штампов с выталкивателями (прессовых) при  $\alpha = 3 \div 1^\circ$  ремонтный припуск по высоте составит  $h_{pn} = (19,1 \div 57,1) h_5$ . По этой причине при восстановлении прессовых штампов снимают больший слой металла, чем при восстановлении молотовых штампов. На схеме рис. 10 величина общего ремонтного припуска  $H_{pn} = 2h_p$ . Таким образом, при восстановлении ручья перестройкой штампа на всю глубину полости (как при  $\alpha = 0$ ) в данном случае возможна лишь одна реставрация штампа. Если стойкость  $z$  нового штампа равна стойкости возобновленного, то общая стойкость  $Z = (n + 1) z$ , где  $n$  — число возобновлений, а  $n + 1$  — число установок штампа для работы до износа ручья.

Нетрудно видеть, что при таком соотношении между  $h_5$  и  $h_{pn}$ , как на рис. 10, возможно шесть возобновлений штампа и  $Z = 7z$ .

В общем случае возможно  $n$  возобновлений штампа на величину  $H_{pn}$ :

$$n = \frac{H_{pn}}{h_{pn}} = \frac{H_{pn} \sin \alpha}{h_5}. \quad (3)$$

Ремонт вставок значительно проще ремонта цельноблочных штампов. Наиболее просто восстанавливать вставки прессовых штампов, поскольку их крепление позволяет компенсировать снятый слой металла подкладками.

Восстановление вставок штампов ГКМ обработкой резанием усложнено





## 18. Химический состав сормайт в %

Сормайт	C	Cr	Ni	Mn	Si
№ 1	2,5—3,3	25—31	3,5	1,5	2,8—4,2
№ 2	1,5—2,0	13,5—17,5	1,3—2,2	1,0	1,6—2,2
Остальное—железо.					

ростойкостью и при температуре нагрева  $1000^{\circ}\text{C}$  не теряет твердости и износостойкости (твердость после наплавки  $HRC\ 48-51$ ), его не подвергают термической обработке. Для штампов горячей штамповки, а также для гибочных штампов сложной формы сормайт № 1 не применяют, так как его трудно обрабатывать. Сормайт № 2 обладает большей вязкостью и его можно применять для наплавки сложных штампов. Наплавленный штамп подвергают закалке до твердости  $HRC\ 52-60$  по тем же режимам, как для основного металла, а после остывания — нормализации.

Наплавка твердыми сплавами значительно повышает также стойкость штампов для горячей обрезки заусенца.

Подготовка инструмента перед наплавкой заключается в образовании выемок глубиной до 10 мм во всех местах быстрого износа штампа истиранием и смятием (рис. 11, а).

Глубокие разгарные трещины разделяют до полного выведения под углом к поверхности  $\alpha = 12 \div 15^{\circ}$  (рис. 11, б). Образующиеся V-образные канавки с радиусом  $r = \frac{1}{3}h$  заполняют наплавляемым металлом. У обрезных штампов либо полностью снимают затупленную кромку (рис. 11, в), либо затачивают кромки под углом  $45^{\circ}$  к оси матрицы (рис. 11, г).

Наплавку осуществляют слоями. Перед наложением каждого слоя предыдущий наплавленный слой очищают.

Доводку в размер наплавленных штампов осуществляют обычными способами. Твердые сплавы требуют абразивной, а особо твердые — алмазной обработки.

Аналогично способом наплавки ремонтируют и крепежные детали штампа, например разбитые гнезда под шпонки, выемки под клинья и т. п.

Ремонт мест крепления надо производить не только по мере надобности, но и в плано-предупредительном порядке, причем особое внимание уделяет возобновлению мест креп-

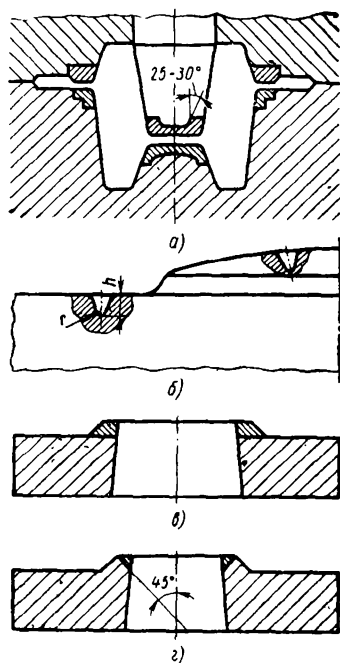


Рис. 11. Схема расположения наплавляемых участков в штампах

ления штампов в бабах и штамподержателях молотов, а также возобновлению гнезд под штамподержатели в шиботах с помощью специальных переносных строгальных и фрезерных станков.

## СТОЙКОСТЬ ШТАМПОВ

Общая стойкость штампа складывается из стойкости нового штампа и стойкостей после ряда его возобновлений. В крупносерийном и массовом производстве штампы обычно возобновляют для штамповки одного и того же типа поковок. При небольших сериях поковок практикуют возобновление штампов с одновременной их переточкой на другой тип поковок примерно того же размера. При рациональном использовании штампов возможна их переделка после окончательного износа на штампы меньшего размера. Общая стойкость штампов, в основном зависящая от формы и размера поковок, определяется возможным количеством возобновлений штампов в пределах допустимых размеров по высоте.

Общую стойкость штампа можно определить по выражению

$$Z = z \left( \frac{H_{pn}}{h_0} \sin \alpha + 1 \right), \quad (4)$$

где  $z$  — средняя стойкость штампа за одну установку в шт.

При работе со штампами большой твердости для их возобновления необходим отжиг или высокий отпуск. После возобновления штампы подвергают обычной термической обработке и стойкость их такая же, как и новых. Если возобновление штампов возможно в термообработанном состоянии, то в зависимости от глубины прокаливаемости стали каждое следующее возобновление снижает их твердость, а следовательно, и стойкости. В этом случае стойкость штампа определяют по формуле

$$Z = \frac{H_{pn} z \sin \alpha}{h_0} \eta + z = z \left( \frac{H_{pn}}{h_0} \sin \alpha \eta + 1 \right), \quad (5)$$

где  $\eta$  — коэффициент, учитывающий снижение стойкости штампа после возобновлений.

Расход штампов определяется их стойкостью, которая в значительной степени зависит от марки штампуемой стали, способа изготовления штампов и условий их эксплуатации. В табл. 19 приведена сравнительная стойкость мо-

19. Относительная стойкость молотовых штампов

Материал штампа	У7	4ХС	5ХГМ	5ХНМ	3Х2В8	X12М
Относительная стойкость в % . . .	100	120	140	180	250	320

20. Средняя стойкость молотовых штампов из стали 5ХНМ

Тип поковок	Стойкость до первого возобновления в шт.	Число установок штампов	Стойкость до полного износа штампа в шт.	Удельный расход штамповой стали на 1000 кг поковок в кг
Тяжелые и длинные поковки (передние оси, колечатые валы) . . . . .	3 500	3	10 500	7,8
Поковки типа поворотных кулачков . . . . .	5 000	3	15 000	11,0
Шатуны и рычаги средних размеров . . . . .	10 000	4	40 000	13,5
Поковки типа шестерен . . . . .	15 000	4	60 000	12,0

ловых штампов, изготовленных из различной стали при штамповке одной и той же поковки [1], а в табл. 20 — средние данные стойкости и расхода штамповой стали 5ХНМ на 1000 кг поковок при изготовлении их на молотах крупными сериями из различных марок среднелегированной стали [18].

С увеличением относительных размеров и веса штампов их стойкость

На рис. 12 приведена зависимость [5] средней межремонтной стойкости молотовых штампов (из стали 5ХНВ, с твердостью рабочей поверхности  $HV\ 341-368$ ) от веса и сложности поковок.

Штамповка поковок из углеродистой и среднелегированной стали осуществлялась при температуре нагрева  $1150-1200^\circ C$  и подогреве штампа газовыми горелками до  $250-400^\circ C$ .

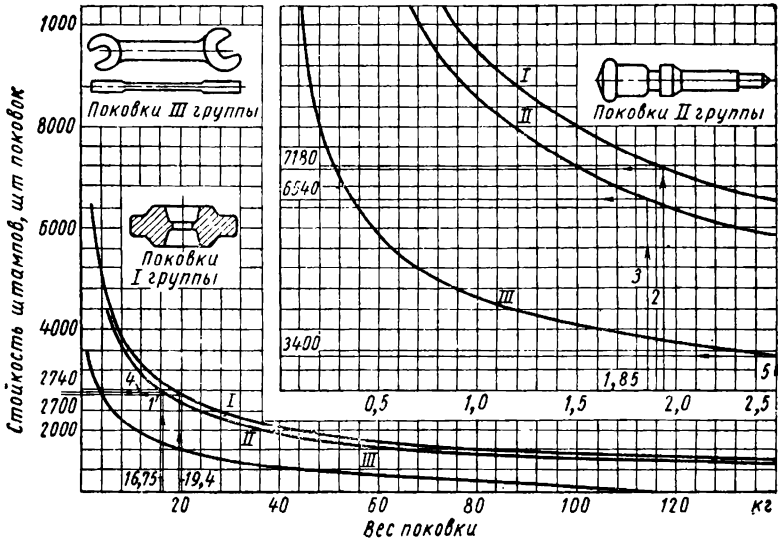


Рис. 12. График стойкости молотовых штампов: I — поковка I группы; II — поковка II группы; III — поковка III группы

возрастает. Большой объем штампов способствует лучшему отводу тепла в процессе работы, поэтому штампы малого размера для одних и тех же поковок имеют пониженную стойкость. Штампы для небольших поковок отличаются большей стойкостью по сравнению со штампами для крупных поковок. Ухудшение теплового режима крупных штампов приводит к большому износу их. Штампы крупных молотов и пресов менее стойки, например, для молотов с весом падающих частей до 1 т суммарная стойкость штампов достигает 18 000—20 000 поковок, для 2—3-тонных молотов — 10 000—12 000, а для 5—10-тонных молотов и более только 3000—6000 поковок.

Применялась смазка штампов мазутом, сбив окалины производился на зеркале штампа с последующей обдувкой воздухом. Для поковок типа тел вращения и им подобных (I группа, кривые I) стойкость штампов, определяемая по кривым, действительна для отношения приведенной высоты  $\left( H_{np} = \frac{V}{F_{max}} \right)$  к наибольшему диаметру поковки  $\frac{H_{np}}{D_n} = 0,15$ . При величине этого отношения 0,05 и менее полученную характеристику стойкости штампа следует умножить на 0,7; при  $\frac{H_{np}}{D_n} = 0,05 \div 0,1$  — соответственно

на 0,85, а при  $\frac{H_{пр}}{D_n} = 0,3$  и более — на 1,2.

Для поковок валов (II группа) и поковок других форм, некруглого сечения, но с удлиненной осью (III группа) соответствующие кривые показывают среднюю стойкость штампов в зависимости от веса поковок.

Стойкость штампов можно определить по формуле

$$Z = \frac{A}{G^m},$$

где  $G$  — вес поковок в кг;  $A$  и  $m$  — коэффициенты: I группы соответственно 940 и 0,42; II группы — 8400 и 0,4; III группы — 4500 и 0,35.

Чем больше высота поковки, тем ниже стойкость штампов (рис. 13). С увеличением высоты мостика заусенца  $h_3$  по отношению к высоте поковки  $H$  стойкость штампов (в связи с уменьшением сопротивления металла деформации) увеличивается (рис. 14).

Для открытых штампов обычно снятие мостика канавки для заусенца. С увеличением высоты заусенца  $h_3$  и радиуса  $r$  скругления мостика канавки стойкость штампа для одной и той же поковки увеличивается:

$h_3$ в мм	$r$ в мм	Стойкость
1,8	2,0	700
2,0	2,0	1500
2,2	3,0	2700
2,5	4,0	3800

Недостаточный вес падающих частей молота приводит к увеличению числа ударов при штамповке и ускорению износа штампов. Оптимальным числом ударов при штамповке на молотах считают от одного до трех, однако штамповка за один удар, предпочтительная в отношении производительности работы, не рациональна при отсутствии черногового ручья вследствие пониженной стойкости мостика канавки для заусенца.

У прессовых открытых штампов, в которых штамповка осуществляется за один ход, обычно бывает черновой или формовочный ручей, а канавки выполняют с увеличенной шириной мостика.

Нижняя половина штампа (молотового особенно) изнашивается быстрее, чем верхняя, поэтому ее иногда делают более высокой или изготавливают 2 шт. на каждый экземпляр верхней половины. Делают также в молотовых штампах и по два шпоночных гнезда, тогда каждую часть штампа можно использовать и как верхнюю, и как нижнюю. Кроме того, применяют диагональное расположение клиньев (по условиям безопасности вверх левый клин), при котором верхняя и нижняя половинки штампов взаимозаменяемы.

Наиболее изнашиваемым ручьем, определяющим срок эксплуатации штампа, является окончательный (чистовой) ручей. Поэтому не рекомендуется производить правку поковок в основном штампе (после горячей обрезки заусенца).

При обычной смазке нет необходимости полировать поверхность штампов, так как при этом наблюдается налипание на нее металла. При обработке по 7-му классу точности (ГОСТ 2689—54) достаточным является 9-й класс чистоты поверхности (по ГОСТу 2789—59). На рис. 15 видно, что износ вальцовых штампов при повышении чистоты обработки поверхности с 5-го до 8-го класса снижается, а при повышении до 10-го класса — возрастает.

На ряде заводов применяют литые штампы, в том числе и молотовые, стойкость которых в общем не ниже, чем у кованных, а по некоторым данным даже выше [15].

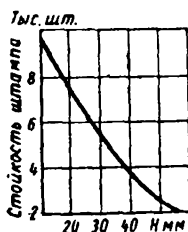


Рис. 13. Зависимость стойкости штампов от высоты поковок при штамповке на молотах с весом падающих частей № 1—8 т

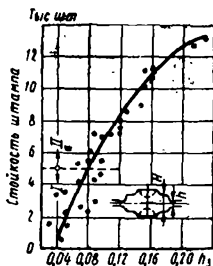


Рис. 14. Зависимость средней стойкости штампов молотовых штампов от отношения  $\frac{h_3}{H}$  поковок типа шестерен: I — область преобладающего износа смятием; II — область износа истиранием

Высокую стойкость имеют штампованные штампы, обладающие лучшей макроструктурой и имеющие остаточные сжимающие напряжения в поверхностном слое рабочей части.

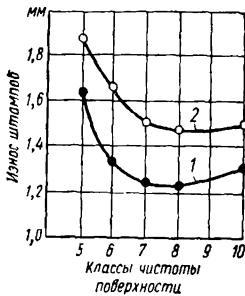


Рис. 15. Влияние чистоты поверхности вальцовых штампов на интенсивность их изнашивания: 1 — для стали 4Х8В2; 2 — для стали 5ХНТ

На рис. 16 дано сопоставление стойкости молотовых штампов и штампов кривошипных горячештамповочных прессов в зависимости от веса поковок. Сопоставление произведено при штамповке поковок типа тел вращения

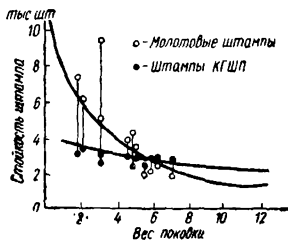


Рис. 16. Сопоставление стойкости молотовых и прессовых штампов для поковок различного веса

в одинаковых условиях (нагрев в мазутных печах, отсутствие гидравлической очистки, смазка штампов мазутом), по данным Минского тракторного завода. Стойкость прессовых штампов для небольших и средних по весу поковок (1—2 кг) значительно ниже стойкости молотовых штампов. С увеличением веса поковок до 4—6 кг разница уменьшается, и при дальнейшем увеличении веса (до 8—

12 кг) несколько более высокой стойкости обладают прессовые штампы. Стойкость высадочных штампов можно определить по графикам

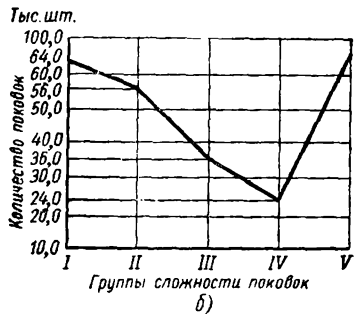
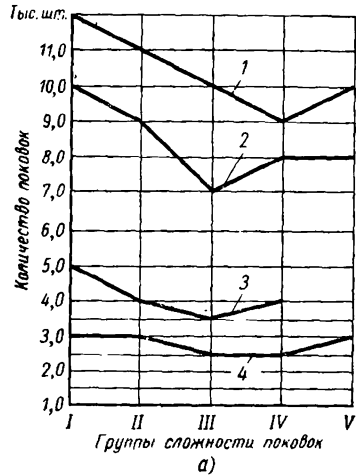


Рис. 17. График стойкости штампов ГКМ до полного износа: а — пуансоны; 1 — пуансоны для набора; 2 — пуансоны формовочные; 3 — вставки для матриц; 4 — вставки для пуансонов; б — матриц [18]

(рис. 17) применительно к поковкам пяти групп сложности:

I — поковки с массивными высаживаемыми головками типа тел вращения;

II — поковки шестерен, колец (с просечкой и без нее);

III — поковки с выступами и тонкими фланцами;

IV — поковки, изготовленные в скользящих матрицах;

V — поковки клапанов и другие с тонким полотном головок.

## 21. Паспорт №

Цех _____		Изделие № _____ Тип штампа _____ Литер штампа _____ Наименование поковки _____			
Место хранения штампа		Норма твердости _____ Чертеж № _____ Поковка № _____ Габариты _____			
Кладовая № _____	Стеклаж _____	Ячейка _____			
		Стойкость нового штампа _____ Количество возобновлений _____ Стойкость возобновленного штампа _____			
Марка стали _____	Плавка № _____	Химический состав в %			
		_____	_____		
Размер и термообработка		Дата движения			
Габаритные размеры в мм	Вес в кг	Шифр термобработки	Твердость	Состояние штампа после работы. Причины порчи и необходимый ремонт	Расписка в получении штампа
				Сдача в ремонт	
				Прем в ре-монт	
				ЗаклЮчение мастера	ЗаклЮчение контролера ОТК
				ЗаклЮчение технодзора	
				Возобновить Переделать для другой поковки Утиль	
				Завод-поставщик	Дата составления паспорта
					Дата первого поступления штампа в кузнечный цех

Количество возобновлений: 4 для группы IV; 6 для группы III и 8 для остальных групп.

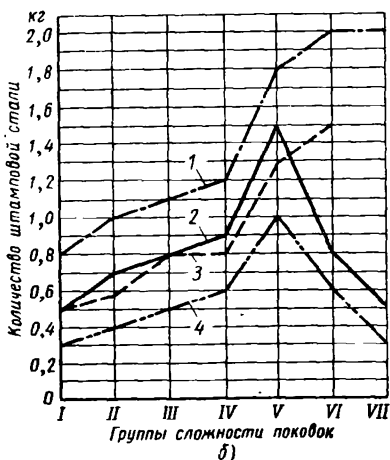
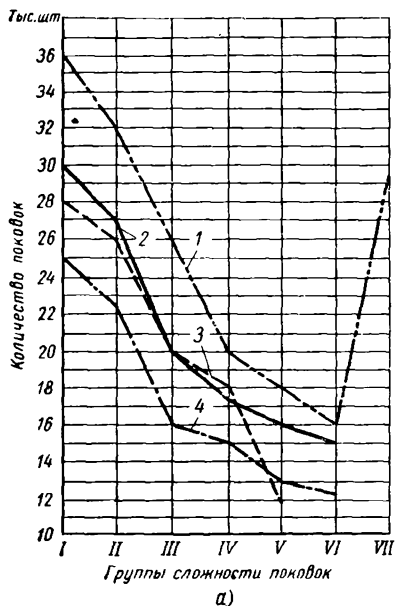


Рис. 18. Графики стойкости (а) и удельного расхода штамповой стали (б) для обрезных штампов [18]: 1 — пуансоны для горячей обрезки; 2 — матрицы для горячей обрезки; 3 — пуансоны для холодной обрезки; 4 — матрицы для холодной обрезки

Стойкость штампов горячей и холодной обрезки заусенца и перемычек, а также удельный расход штамповой стали приведены на рис. 18. Группы сложности поковок характеризуются следующими признаками: I — шестерни, шайбы; II — крышки подшипников и другие квадратные и прямоугольные поковки; III — вилки, крестовины; IV — валики, рычаги прямые и сложные; V — кривые рычаги, крюки; VI — поворотные кулаки, буксирные крюки; VII — коленчатые валы, передние оси.

При планировании расхода штамповой стали соответствующий расход штамповых заготовок  $N$  в кг на 1 т поковок определяют по выражению

$$N = \frac{1000Q}{(n + 1)zG}, \quad (6)$$

где  $Q$  — вес комплекта штамповых заготовок в кг;  $n$  — число возобновлений штампа до полного износа;  $z$  — средняя стойкость штампа за одну установку в шт.;  $G$  — вес поковки в кг.

### ОРГАНИЗАЦИЯ ШТАМПОВОГО ХОЗЯЙСТВА

Штамповые заготовки снабжают паспортом (табл. 21).

При выдаче штампа на производственный участок заполняют сопроводительный талон (табл. 22), который

#### 22. Сопроводительный талон на штампы

Тип штампа — ковочный № изделия	Литер № поковки
Молот, пресс № Дата выдачи . . . . ., дата возврата Снято изделий	
Заключение производственного мастера о состоянии штампа, причинах порчи и необходимом ремонте . . . . .	
Возобновить Подпись мастера . . . . .	
Заключение ОТК или мастера по штам- пам	
Заключение начальника ШПХа	



сдают в мастерскую вместе с изношенным штампом.

По данным сопроводительных талонов заполняют соответствующие графы паспорта штампа.

Расход штампов, стоимость их и другие сведения об эксплуатации штампов фиксируют в особом журнале, по суммарным данным которого можно установить общий технологический уровень состояния штампового хозяйства в данном цехе за любой период.

Для обеспечения бесперебойного снабжения оборудования штампами необходимо определенное их количество

в зависимости от серийности производства. При небольших сериях поковок и большой их номенклатуре можно обойтись одним комплектом штампов на несколько поковок, перетачивая их по мере выполнения программы. В крупносерийном и массовом производстве необходимо не менее трех комплектов для каждого типоразмера поковок: один в эксплуатации, один в кладовой к выдаче, один в ремонте. Если время ремонта больше времени работы штампа до износа, то приходится иметь четыре и более комплектов штампов для каждой поковки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бельский Е. И., Казаченок В. И. Справочное пособие кузнеца-штамповщика. Минск, Гос. Изд-во БССР, 1961.
2. Бельский Е. И. и Томилин Р. И. Повышение стойкости штампов при объемной штамповке. Минск, Гос. изд-во БССР, 1962.
3. Бельский Е. И., Томилин В. И. Стойкость молотовых и прессовых штампов в зависимости от веса поковок. «Кузнечно-штамповочное производство», 1962. № 8.
4. Брюханов А. Н. Штамповка штампов. ОНТИ, 1936.
5. Вазулин Ю. С. и др. Расчет и планирование штампов. М.—Свердловск, Машгиз, 1959.
6. Вейлер С. Я., Лихтман В. И. Действие смазок при обработке металлов давлением. М., АН СССР, 1960.
7. Гинзбург З. М., Стельмаков С. М. Модернизация кузнечно-прессового оборудования и штамповое хозяйство кузнечных цехов. М.—Л., Машгиз, 1958.
8. Ильин М. М. Наплавка штампов специальными электродами. М., Машгиз, 1954.
9. Колтун С. И., Боринский М. Л. Экономия штамповой стали. М.—Свердловск, Машгиз, 1961.
10. Колтун С. И., Райцес В. Б. Изготовление и эксплуатация штампов. М.—Свердловск, Машгиз, 1961.
11. Меркулов Ф. Н. Исследование износа молотовых и прессовых штампов истиранием. Сб. Трудов Тульского механического института. Вып. 15, 1960.
12. Мюллер Д. Ж. Повышение стойкости молотовых штампов. «Steel Processing», № 12, 1950; № 1, 2, 3, 5, 6, 9, 10, 1951; сокращенный перевод «Прикладная механика и машиностроение», 1952 и др., № 6.
13. Немировский А. Я. Горелки для подогрева штампов непосредственно на молотах. «Машиностроение», 1960. № 6.
14. Нечипорович Ф. В. К вопросу выбора смазок для горячей штамповки. «Машиностроитель Белоруссии». Вып. 4, 1957.
15. Носков В. А. Производство литых молотовых штампов, М., Машгиз, 1953.
16. Охрименко Я. М., Корнеев Д. М., Бабенко В. А. Ковочные штампы и их эксплуатация. Промиздат, 1963.
17. Сидоров И. А. Нормализация технологической оснастки для обработки давлением. Изд-во стандартов, 1964.
18. Справочник проектанта машиностроительных заводов. Кн. 1. ГНТИ, 1946.
19. Трахтенберг Б. Ф. Стойкость штампов и пути ее повышения. Куйбышев, кн. изд-во, 1964.
20. Шарапин Е. Ф., Нога Н. А. Определение производительности ковочных штампов. Известия высших учебных заведений. «Черная металлургия», 1960. № 7.
21. Штамповые стали. Сборник Трудов ЭНИКМАШ. Под ред. Н. Т. Деордиева и Л. А. Поздняка, № 9, 1964.

**ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ  
И АНАЛИЗ РАБОТЫ КУЗНЕЧНЫХ ЦЕХОВ**

**ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ  
ПОКАЗАТЕЛИ**

**Прессовые, кузнечно-прессовые  
и кузнечные цехи**

Технико-экономические показатели (табл. 1, 2 и 3) предусматривают цехи с полным циклом производства, с учетом заготовительных, термических и адыюстажных операций, а также вне-

дрение передовой технологии с обслуживанием производственного оборудования следующими механизмами:

а) ковочных пневматических молотов 0,5—1,0 т — безрельсовыми манипуляторами, подвесными посадочными машинами, поворотными столами;

б) паровоздушных ковочных молотов 1,0—5,0 т — рельсовыми и безрельсовыми манипуляторами, подвес-

**1. Технико-экономические показатели прессовых цехов (свободнойковки)[1]**

Показатели	Группа цехов		
	I	II	III
Выпуск в год в т . . . . .	60 000—80 000	40 000—60 000	25 000—35 000
Основное производственное оборудование: прессы гидравлические ковочные с усилием в т	10 000, 3200, 2000, 1250	7000—5000, 3200, 1250	3200, 2000, 1250, 800
Примерный вес поковок в кг . . . . .	До 5000—20% 5000—20 000—30% Св. 20 000—50%	До 5000—20% 5000—20 000—40% Св. 20 000—40%	500—1000—10% 1000—5000—30% Св. 5000—60%
Тип производства . . . . .	Индивидуальный и мелкосерийный		
Количество смен работы	3	3	3
Выпуск на 1 м <sup>2</sup> общей площади в т:			
прессового отделения . . . . .	3,6—4,0	3,2—3,5	2,9—3,2
для новых цехов (с учетом термического отделения для первичной термообработки) . . . . .	2,6—3,2	2,4—2,9	—
для реконструируемых цехов (с учетом термического отделения для первичной и частично вторичной термообработки) . . . . .	2,0—2,5	1,8—2,2	1,6—1,8
Выпуск на одного рабочего в т:			
по прессовому отделению для новых цехов (с учетом термического отделения для первичной термообработки) . . . . .	280—300	240—270	200—220
для реконструируемых цехов (с учетом термического отделения для первичной и частично вторичной термообработки) . . . . .	200—250	200—230	160—175
Машиноемкость на 1 т поковок по прессовому отделению в машино-часах . . . . .	170—200	150—170	120—130
	0,3—0,4	0,35—0,45	0,5—0,6

## 2. Технико-экономические показатели кузнечно-прессовых цехов [1]

Показатели	Группа цехов	
	IV	V
Выпуск в год в т . . . . .	40 000—60 000	10 000—30 000
Основное производственное оборудование: прессы гидравлические ковочные уси- лием в т . . . . .	3200, 2500, 1250, 800, 500	1250, 800, 500
молоты ковочные с весом падающих частей в т . . . . .	0,15—3,0	0,15—3,0
Примерный вес поковок в кг . . . . .	5—100—10% 100—1000—20% 1000—5000—35% Св. 5000—35%	5—100—30% 100—1000—50% 1000—5000—20%
Тип производства . . . . .	Индивидуальный и мелкосерийный	
Количество смен работы: на прессах . . . . .	3	3
на молотах . . . . .	2	2
Выпуск на 1 м <sup>2</sup> общей площади в т: кузнечно-прессового отделения . . . . .	3,6—3,8	3,3—3,6
для новых цехов . . . . .	—	2,4—2,6
для реконструированных цехов . . . . .	2,6—2,8	2,2—2,4
Выпуск на одного рабочего в т: по кузнечно-прессовому отделению . . . . .	190—210	120—150
по цеху в целом . . . . .	130—150	70—100
Машиноёмкость 1 т по кузнечно-прессовому отделению в машино-часах . . . . .	1,0—2,0	2,0—3,0

ными посадочными машинами, поворотными столами, посадочными вилками;

в) гидравлических ковочных пресов 500—10 000 т — рельсовыми манипуляторами, мостовыми ковочными кранами, подвесными кантователями, манипуляторами для подачи инструмента, поворотными столами.

Показатели рассчитаны, исходя из полной загрузки основного ковочного оборудования и состава бригад, определенного по нормам технологического проектирования машиностроительных заводов.

Технико-экономические показатели определены из условий изготовления поковок средней сложности из углеродистых и малолегированных сталей.

В случае преобладания в программах цехов сложных поковок (для прессовых поковок, см. гл. VI табл. 9; для молотовых поковок, см. гл. VI табл. 3), изготавливаемых из высоколегированных сталей, показатели должны быть снижены на 20—40%.

## Кузнечно-штамповочные цехи

Технико-экономические показатели (табл. 4) предусматривают: 1) двухсменную работу ведущего оборудования при 7-часовом рабочем дне (годовой фонд времени работы оборудования 3830 ч, рабочих — 1795 ч);

2) коэффициент загрузки ведущего оборудования — 0,84;

3) состав цеха — кузнечное и термическое отделения со всеми вспомогательными службами и складами; не учитываются площади: склада металла, заготовительного цеха и ремонтной кузницы;

4) выпуск продукции на одного рабочего и на одного работающего с учетом соотношения между группами работающих (табл. 7).

Площадь на единицу ведущего оборудования указана в табл. 8.

При определении площадей учтены: а) установка гидроочисток для снятия окислы и ковочных валцов для протяжки заготовки, а также введения полугорячей и холодной калибровки;

## 3. Технико-экономические показатели кузнечных цехов [1]

Показатели	Группа цехов				
	VI	VII	VIII	IX	X
Выпуск в год в т . . .	8000— 12 000	5000— 7000	2000— 3000	10 000— 15 000	500—1500
Молоты ковочные с весом падающих частей в т . . .	0,15—3,0; 5,0 (или гидравлический пресс 500 т)	0,15—3,0	0,15—3,0	0,15—3,0	0,15—1,0
Молоты штамповочные с весом падающих частей в т . . .	—	—	—	До 5,0	—
Прессы кривошипные ковочно-штамповочные усиленным в т . . .	—	—	—	• 4000	—
Горизонтально-ковочные машины усиленным в т . . .	—	—	—	• 800	—
Примерный вес поковок в кг . . . . .	1—50— 40% 50—100— 15% 100— 300— 15% 300— 1000— 30%	1—50— 30% 50—100— 30% 100— 500— 40%	1—50— 60% 50—100— 15% 100— 500— 25%	1—50— 50% 50—100— 15% 100— 500— 35%	1—10— 30% 10—20— 20% 20—50— 20% 50—100— 30%
Удельный вес штампованных поковок в % . . .	—	—	—	60—70	—
Тип производства . . .	Индивидуальный и мелкосерийный				Индивидуальный
Количество смен работы	2	2	2	2	2
Выпуск на 1 м <sup>2</sup> общей площади в т:					
кузнечного отделения	2,8—3,0	2,5—2,8	1,6	3,6—3,8	1,5—1,8
для новых цехов . . .	1,9—2,1	1,7—1,9	1,2	2,2—2,8	—
для реконструируемых цехов . . . . .	1,8—2,0	1,6—1,8	1,1	2,0—2,5	1,1—1,4
Выпуск на одного рабочего в т:					
по кузнечному отделению . . . . .	110—130	70—80	45	100—120	30—35
по цеху в целом . . . . .	75—85	50—60	30—35	70—80	—
Машиноемкость на 1 т поковок по кузнечному отделению в машино-часах	4,0—5,0	6,0—7,0	8,0—9,0	5,0—10,0	20—30

б) поточные линии с поперечной планировкой оборудования, устройство тоннелей для транспортировки заусенцев за пределы цеха и поковок на термообработку;

в) механизация межоперационных передач;

г) применение автоматических и автоматизированных линий с включением в них термообработки (термические агрегаты работают в две смены, что вызывает увеличение количества агрегатов и соответственно площадей).

4. Технико-экономические показатели кузнечно-штамповочных цехов (с кривошипными горячештампочными прессами) [2]

Показатели	Средний вес поковки в кг													
	0,5—0,8	1—1,5	2—2,5	3—3,5	4,5—6									
Выпуск в год в тыс. т	10	20	40	60	30	75	150	30	75	150				
Трудоёмкость 1 т поковки с термообработкой в чел.-час. . . . .	16	14	12	11	9,5	9	8	7	7,3	6,5	6	5,3	5	
Выпуск на единицу ведущего оборудования в т . . . . .	825	900	1000	1150	1330	1400	1560	1700	1670	2000	2200	2140	2500	2700
Выпуск в т: на 1 м <sup>2</sup> общей площади цеха . . . . .	2,0	2,2	2,3	2,7	3,1	3,0	3,4	3,7	3,4	4,0	4,4	3,7	4,3	4,7
на одного рабочего . . . . .	55	65	75	77	90	95	105	120	115	130	140	140	160	165
на одного работающего . . . . .	48	56	65	67	78	85	90	105	100	115	120	120	140	145

Примечания: 1. Технико-экономические показатели цеха рассматривают с примерным составом ведущего штамповочного оборудования: кривошипных горячештампочных прессов — 45—50%; паровых штамповочных молотов — 5—10%; горизонтально-ковочных машин — 40—45%.

2. Закрепление за единицей ведущего оборудования от 5 до 8 типоразмеров локовок.

3. Применение новейших способов работы, а также изготовление примерно 25% продукции цеха (по весу) на автоматических линиях.

4. Для цехов, изготавливающих всю продукцию на автоматических линиях, применяют поправочные коэффициенты (табл. 5).

5. Для реконструируемых кузнечных цехов автомобильных заводов, в составе которых преобладают паровые штамповочные молоты, применяют поправочные коэффициенты, указанные в табл. 6.

## 5. Поправочные коэффициенты для кузнечных цехов с автоматическими линиями [2]

Показатели	Поправочный коэффициент
Трудоёмкость . . . . .	0,35—0,5
Выпуск на единицу ведущего оборудования . . . . .	1,4—1,6
Выпуск на 1 м <sup>2</sup> общей площади цеха . . . . .	1,1—1,8
Выпуск на одного работающего . . . . .	1,5—2,5

## 6. Поправочный коэффициент для кузнечных цехов с паровыми штамповочными молотами [2]

Показатели	Поправочный коэффициент
Трудоёмкость . . . . .	1,1—1,2
Выпуск на единицу ведущего оборудования . . . . .	0,8—0,85
Выпуск на 1 м <sup>2</sup> с общей площади цеха . . . . .	0,8—0,85
Выпуск на одного работающего . . . . .	0,7—0,85

Примечание. Коэффициенты даны для состава оборудования: кривошипные горячештамповочные прессы — 10—15%; паровые штамповочные молоты — 40—50%; горизонтально-ковочные машины — 35—40%.

## 7. Соотношение между группами работающих в кузнечных цехах автомобильных заводов в % [2]

Отношение групп работающих	Выпуск цеха в тыс. т до			
	20	40	75	150
Вспомогательные рабочие к числу производственных рабочих . . . . .	100	110	115	120
ИТР к числу рабочих . . . . .	9	9	10	11
Служащие к числу рабочих . . . . .	2	2	1,5	1,5
Младший обслуживающий персонал к числу рабочих . . . . .	1	1	1	1
ИТР, ОТК к числу рабочих . . . . .	0,5	0,5	0,8	1
Рабочие контролёры к числу производственных рабочих . . . . .	3	2	1,2	1

Примечание. Процент вспомогательных рабочих к производственным рабочим возрастает с увеличением масштаба производства в связи с повышением механизации и автоматизации технологических, транспортных и вспомогательных работ.

## 8. Площадь на единицу ведущего оборудования

Средний вес поковки в кг	Площадь в м <sup>2</sup>
0,5—0,8	420
1,0—1,5	480
2,0—2,5	460
3,0—3,5	500
4,5—6,0	580

## КАПИТАЛОВЛОЖЕНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ НОВЫХ И РЕКОНСТРУКЦИИ КУЗНЕЧНЫХ ЦЕХОВ

9. Капиталовложения в рублях на 1 т выпуска цеха [4]

Тип производства	Максимальный вес поковки в кг	1961—1965 гг.											1966—1970 гг.						
		Годовой выпуск цеха в тыс. т																	
		3	5	10	25	35	75	3	5	10	25	35	75	3	5	10	25	35	75
Мелкосерийный	30	220	200	180	—	—	—	205	185	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5000	150	140	120	200	180	170	140	130	110	185	170	150	185	120	110	165	160	
		—	—	—	130	120	115	—	—	—	—	—	—	190	110	110	110	105	
Средне- и крупносерийный	50	—	—	—	260	240	215	—	—	—	—	—	—	240	220	200	200	200	
	150	—	—	—	145	135	120	—	—	—	—	—	—	135	125	110	110	110	
		—	—	—	195	180	160	—	—	—	—	—	—	180	170	150	150	150	
		—	—	—	110	100	90	—	—	—	—	—	—	100	95	85	85	85	

Тип производства	Максимальный вес поковки в т	1961—1965 гг.											1966—1970 гг.					
		Годовой выпуск цеха в тыс. т																
		10	20	50	70	100	100	10	20	30	70	100	10	20	30	70	100	
Средне- и крупносерийный	15	290	260	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	150	165	150	200	180	170	115	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		—	—	130	120	115	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Кузнечно-прессовые цехи

Примечания: 1. Числитель — общие капиталовложения в рублях на единицу выпуска в год; знаменатель — в том числе капиталовложения на строительство монтажные работы.

2. Удельные капиталовложения даются для строительства в освоенных районах 1 и 2-го территориальных поясов с сезонностью до 6 баллов. Для остальных территориальных поясов в сейсмических районах вводятся поправочные коэффициенты (табл. 10 и 11).

3. При реконструкции заводов (цехов) капитальные вложения определяются по настоящим нормативам на заданный выпуск, за вычетом стоимости основных промышленных фондов реконструируемых заводов (цехов).

Пример. Требуется определить удельные капиталовложения для кузницы с годовым выпуском 120 тыс. т поковок: 50 тыс. т прессовых (42% от выпуска цеха) и 70 тыс. т штампованных (58% от выпуска цеха). Норматив для кузнечно-прессового цеха с выпуском 50 тыс. т — 190 руб/т и ближайший норматив для кузнечно-штамповочного цеха 75 тыс. т — 160 руб/т. Норматив общих капиталовложений равен:  $190 \times 0,42 + 160 \times 0,58 = 173$  руб/т; в том числе для строительного-монтажных работ:  $125 \times 0,42 + 105 \times 0,58 = 114$  руб/т.

10. Коэффициент увеличения капиталовложений в строительные и монтажные работы, в зависимости от географического размещения завода [4]

Территориальный пояс	Коэффициент	Распределение по территориальным поясам и коэффициенты приняты по материалам Госстроя СССР
1 и 2 3 и 4 5 и 6 7,8 и 9	1,0 1,15 1,30 1,50	

11. Коэффициенты для увеличения капиталовложений в зависимости от сейсмичности района [4]

Количество баллов	Коэффициент	1. Общая часть к сборникам укрупненных показателей стоимости зданий и сооружений для переоценки фондов Госстроя СССР. 1959 г. стр. 8 2. Сборник — «Основы проектирования зданий в сейсмических районах». Госстройиздат, 1961, стр. 31—48.
7 8 9	1,04 1,04 1,08	

12. Коэффициент выхода годного в кузнечном цехе от нормы расхода металла

Производство	Вес штампованных поковок в кг								
	До 0,25	0,25—0,63	0,63—1,60	1,60—2,5	2,5—4	4—10	10—25	25—63	63—160
Серийное	0,5	0,6	0,68	0,72	0,74	0,76	0,78	0,80	0,85
Крупносерийное	0,65	0,72	0,78	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92

### АНАЛИЗ РАБОТЫ КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВЧНЫХ ЦЕХОВ

На рис. 1 представлен график усредненной себестоимости 1 т штампованных поковок (автотракторное производство), а на рис. 2 дана диаграмма процентного соотношения основных составляющих цеховых расходов к

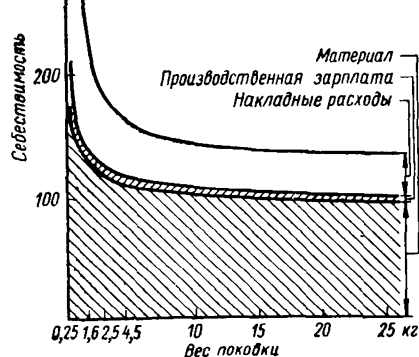


Рис. 1. График себестоимости штампованных поковок весом 0,25—25 кг

производственной заработной плате, принятой за 100% (для кузнцы с средним весом поковки 2,7 кг).

**Металл.** Наибольшей составляющей себестоимости является стоимость металла, поэтому при анализе работ кузнцы используют два дополнительных показателя:

1) коэффициент выхода годного в кузнечном цехе от нормы расхода металла (характеризующий тщательность обработки технологического процесса в кузнце), примерная величина коэффициента дана в табл. 12;

2) коэффициент выхода годного в механическом цехе от веса поковки (характеризующий степень приближения формы поковки к форме готовой детали).

Повышение коэффициента выхода годного в кузнечном цехе достигается: улучшением дозирования, снижением потерь при нагреве (малоокислительный нагрев), сокращением потерь в засуеце (внедрение процессов выдавливания и штамповки в закрытых штампах, в частности в штампах с разъемными матрицами), штамповкой полых поковок и другими мероприятиями.



### Производственная заработная плата.

На графике (рис. 3) показана зависимость трудоемкости 1 т поковок в человеко-часах от среднего веса штампуемых поковок для хорошо организованных кузнечно-штамповочных

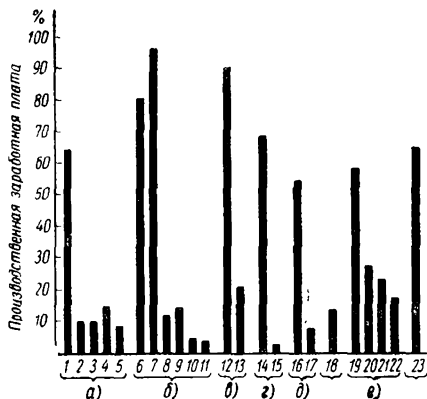


Рис. 2. Диаграмма процентного соотношения основных составляющих цеховых расходов к производственной заработной плате: а — штампы и материал; 1 — штампы; 2 — инструмент общего пользования; 3 — брак; 4 — материалы и услуги по содержанию здания и инвентаря; 5 — материалы для технологических и производственных целей; б — энергия; 6 — топливо; 7 — пар; 8 — электроэнергия силовая; 9 — сжатый воздух; 10 — вода; 11 — прочая энергия; в — хозяйственный инвентарь и транспорт; 12 — хозяйственный инвентарь (тара и др.); 13 — транспорт; г — текущий ремонт; 14 — оборудование; 15 — зданий и сооружений; д — амортизация; 16 — оборудование; 17 — зданий и сооружений; 18 — охрана труда; е — заработная плата и отчисления: 19 — вспомогательных рабочих; 20 — цехового персонала; 21 — отчисления на производственную зарплату; 22 — прочие; 23 — общезаводские расходы

цехов, оснащенных новейшим оборудованием (машины кривошипного типа). В кузницах, оборудованных паровоздушными штамповочными молотами, трудоемкость выше (в 1.5—2 раза).

Кривая отражает трудоемкость основных операций, связанных с формированием металла (нагрев, штамповка и обрезка заусенца), и действительно при изготовлении поковок как комплектного изделия (автомобиль, трактор, комбайн и др.), а также и для

комплекса запасных частей этих изделий (шестерни, валы и пр.). Для кузниц узкоспециализированных, как, например, кузница коленчатых валов, кла-

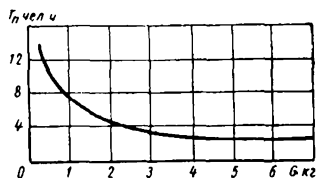


Рис. 3. Трудоемкость изготовления 1 т поковок  $T_n$  в зависимости от их среднего веса  $G$

панов и т. д., трудоемкость несколько иная.

Трудоемкость очистных и отделочных операций, а также термообработки можно определить, если известна трудоемкость основных операций.

Трудоемкость зачистки заусенца, зачистки для определения твердости, очистки поковок от окисной составляющей 15—20%, термообработки 13—25%, калибровки и правки 7—15%, прочих операций 5—15% от трудоемкости основных операций (нагрева, штамповки и обрезки заусенца).

Зная трудоемкость в целом и по отдельным ее составляющим и доля соответствующую трудоемкость на годовую фонд работы производственного рабочего, можно определить общее количество производственных рабочих.

**Штампы.** В табл. 13 даны рекомендации о среднем весе условного комплекта штампов (нужный при организации производства) и расход штампов в штамповочных кузницах среднего и крупносерийного производства.

Стоимость штампов для кривошипных горячештамповочных прессов выше, чем для молотов (табл. 14).

**Производственное топливо.** При выборе энергоносителя для нагрева металла следует учитывать стоимость энергоносителя (цена) и расход его (энергетический к. п. д.). Сопоставление этих показателей для двух энергоносителей (природный газ и электроэнергия) в условиях г. Москвы даны в табл. 15 и 16.

**Энергоноситель для привода оборудования.** Расход пара на штамповку 1 т

13. Средний вес условного комплекта штампов — расход штампов в кузницах среднего и крупносерийного производства (автомобильная промышленность) [5]

Средний вес поковки в кг	Ведущее оборудование		
	КГШП	КГШП + ГКМ	ПШМ + ГКМ
<i>Средний вес условного комплекта штампов в кг на 1 типоразмер поковки</i>			
0,5	400	350	400
1,0	600	500	570
1,5	870	700	750
2,0	1150	930	950
2,5	1260	1000	1050
3,0	1520	1230	1250
3,5	1800	1500	1540
4,0	1960	1560	1580
4,5	2150	1800	1800
5,0	2300	1975	1900
5,5	2500	2200	2050
6,0	2650	2350	2160
6,5	2800	2500	2300
7,0	3000	2700	2460
<i>Расход штампов на 1 т поковки в кг в зависимости от среднего веса поковки</i>			
0,5	26	21	30
1,0—1,5	22	17	24
2,0—2,5	18	13	19
3,0—3,5	16	12	17
4,0—4,5	14	9	15
5,0—5,5	12	8,5	13
6,0—7,0	11	8	12
<p><b>Примечания:</b> 1. Кузницы оснащены:</p> <p>а) КГШП — только кривошипными горячештамповочными прессами;</p> <p>б) КГШП + ГКМ — кривошипными горячештамповочными прессами 45—50%; паровыми штамповочными молотами 5—10% и горизонтально-ковочными машинами 40—45%;</p> <p>в) ПШМ + ГКМ — кривошипными ковочно-штамповочными прессами 10—15%, паровыми штамповочными молотами 40—50%, горизонтально-ковочными машинами 35—40%.</p> <p>2. Средний вес условного комплекта штампов на 1 типоразмер поковки является частным от деления суммы весов всех видов штампов по цеху на количество типоразмеров локовок, выпускаемых цехом.</p> <p>3. Условный комплект включает все виды штампов: ковочные, обрезные, высадочные, правочные, гибочные, калибровочные.</p> <p>4. В условном комплекте один комплект плит для кривошипных горячештамповочных прессов и блок матриц для горизонтально-ковочных машин предусмотрен на 10 типоразмеров локовок.</p> <p>5. В расходе штампов учтены сменные детали и восстановительный ремонт; срок службы плит для КГШП и блок-матриц для ГКМ принят 5 лет.</p> <p>6. В показателях не учтено применение вставок из твердых сплавов и наплавки.</p>			

поковок (без обдувки штампов) при хорошем состоянии и содержании парового хозяйства представлен на графике рис. 4. При плохом содержании молотов расход его может увеличиться в 1,5—2 раза. При давлении 9 ат он

возрастает на 10—15%, а при давлении 8 ат — на 20—25% (при свободной ковке расход пара на 1 т локовок можно принять таким же).

Расход сжатого воздуха подсчитывают, исходя из эквивалентного со-

14. Стоимость штампов для кривошипных горячештамповочных прессов в сравнении со стоимостью штампов для паровоздушных молотов, принятых за единицу [6]

Средний вес поковок в кг	Коэффициенты стоимости	
	по первоначальному комплекту на 1 т штампов	по расходу штампов, приходящихся на 1 т отштампованных поковок
0,5	1,2	1,0
1,0—1,5	1,3	1,2
2,0—2,5	1,3	1,2
3,0—3,5	1,2	1,1
4,0—4,5	1,3	1,2
5,0—5,5	1,3	1,1
6,0—7,0	1,3	1,2

отношения: 1 кг пара эквивалентен 1 м<sup>3</sup> неподогретого или 0,88 м<sup>3</sup> подогретого до 100° С свободного воздуха.

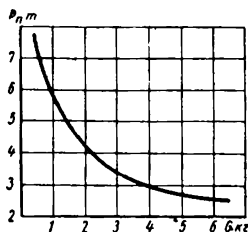


Рис. 4. Расход пара  $P_n$  при давлении 10 ат на 1 т штампованных поковок, в зависимости от среднего веса  $G$  штампуемых изделий

Расход электроэнергии для привода кривошипных горячештамповочных

15. Сопоставление стоимости энергоносителей в условиях г. Москвы: цена — франко технологический агрегат

Энергоноситель	Цена в коп.	Теплоудержание в ккал	Себестоимость 1000 ккал	
			в коп	по отношению к природному газу
Электричество (квт·ч)	1,3	860	1,51	8,5
Природный газ (м <sup>3</sup> )	1,5	8400	0,179	—

16. Сопоставление энергетических к. п. д.

Нагревательные средства	Энергетический к. п. д. (средний)
Пламенные печи: обычные без подогрева воздуха	12—15
обычные с подогревом воздуха	30—40*
Индукционный нагрев	15**

\* В полуметодических печах к. п. д. доходит до 65—70%.

\*\* Принято: расход электроэнергии 440 квт·ч/т нагреваемого металла; расход условного топлива на электростанциях — 0,3 кг на 1 квт·ч; потери на транспорт и трансформацию — 20%.

прессов и горизонтально-ковочных машин равен 100—180 квт·ч на 1 т поковок. Расход сжатого воздуха на включение машин, сдвигу окалины со штампов, привод мелкого пневматического инструмента и прочие нужды равен 540—800 м<sup>3</sup> (давление воздуха 6 ат) на 1 т поковок.

Ремонт оборудования и амортизационные отчисления на оборудование (рис. 2, 14, 16). Кривошипные горячештамповочные прессы дороже молотов в 5—6 раз; первоначальная стоимость штампа для прессов дороже, примерно на 20—30%; расход на штампы при изготовлении 1 т поковок на прессах обходится дороже, чем на молотах, приблизительно на 10—20% (табл. 14).

## 17. Примерное соотношение площадей кузнечного цеха в %

Отделение цеха	Соотношение площадей в %
Отдел штамповки со складами штампов и инструмента	60
Термическое отделение с отделочно-очистными участками	30
Ремонтные базы механика и инструментально-штампового хозяйства	4
Склад поковок	6
Всего по кузнечному цеху	100
Дополнительно предусматриваются площади (отдельно или рядом расположенные) в % от площади кузнечного цеха:	
заготовительного отделения	20
склада металла	35

Поэтому пресса целесообразно применять при крупносерийном и серийном производстве (для повышения съема с оборудования), а также при технологических процессах, обеспечивающих большую экономию металла, в частности — при выдавливании малоотходной штамповки и других процессах.

Затраты на ремонт и амортизационные отчисления по зданиям в цеховых расходах (рис. 2, 15 и 17) весьма незначительны и особого влияния на размер себестоимости 1 т поковок не имеют.

Примерное соотношение площадей кузнечно-штамповочных цехов дано в табл. 17 (автомобилестроение).

Зарплата и отчисления вспомогательных рабочих и зарплата и отчисления цехового персонала (рис. 2, 19 и 20). В связи с введением механизации и автоматизации технологических процессов наблюдается тенденция к возрастанию процента вспомогательных рабочих, а также аппарата служащих.

## ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Гипротяжмаш (Государственный Комитет тяжелого, энергетического и транспортного машиностроения при Госплане СССР). Техничко-экономические показатели по кузнечным и прессовым цехам заводов тяжелого машиностроения.
2. Гипроавтопром (Государственный Комитет анотракторного и сельскохозяйственного машиностроения при Госплане СССР). Техничко-экономические показатели по кузнечным цехам автомобильных заводов.
3. Гипроавтопром (Государственный Комитет анотракторного и сельскохозяйственного машиностроения при Госплане СССР). Техничко-экономические показатели по кузнечным цехам подшипников заводов.
4. Гипростройдормаш. Ростов на Дону. 1962, 23/Х.
5. Гипроавтопром (Государственный Комитет анотракторного и сельскохозяйственного машиностроения при Госплане СССР). Укрупненные показатели стоимости начального фонда и расхода инструмента и штампов по кузнечным цехам заводов автомобильной и подшипниковой промышленности. Таблицы 2, 3.
6. Гипроавтопром (Государственный Комитет анотракторного и сельскохозяйственного машиностроения при Госплане СССР). Укрупненные показатели стоимости начального фонда и расхода инструмента и штампов по кузнечным цехам заводов автомобильной и подшипниковой промышленности. Таблицы 4 и 5. 1961 г.

**А**

- Автоматы** горячештамповочные 2\* — 240—242  
 — для резки кислородной 1 — 77; — Режимы 1 — 76; — Характеристики технические 1 — 78  
**Азотирование штампов** 2 — 389  
**Алитирование штампов** 2 — 390  
**Анодно-механическая резка** 1 — 78—80  
**Анодно-механические станки** — Характеристики технические 1 — 80  
**Арматура печей кузнечных** 1 — 146

**Б**

- Барабаны очистные** для галтовки 2 — 299, 304, 305, 319  
 — дробеметные ленточные 2 — 310—313  
 — дробеструйные 2 — 307, 308  
**Блоки штампов** — см. под названиями штампов, например: *Штампы для ГКМ* — Блоки; *Штампы молотовые* — Блоки  
**Блюмы** — см. *Заготовки стальные квадратные*  
**Бойки** для вертикально-ковочных машин 2 — 175, 176  
 — для молотов ковочных — Выбор при ковке сплавов и сталей жаропрочных 2 — 250, 251; — Выбор при ковке стали высоколегированной 1 — 303; — Марки стали 1 — 254; — Размеры 1 — 235, 236  
 — для молотов ковочных фигурные 1 — 370  
 — для прессов ковочных — Размеры 1 — 246; — Типы рабочих поверхностей и крепление 1 — 247  
 — для ротационно-обжимных машин 2 — 177, 180; — Материалы 2 — 179; — Стойкость 2 — 179, 181  
**Болванки стальные обжатые** — Сортамент 1 — 42

- Брак** поковок молотовых и прессовых 2 — 331—333  
 — поковок штампованных 2 — 335—342  
 — при выдавливании 2 — 339  
 — при ковке 2 — 331, 333  
 — при резке 2 — 336  
 — при термической обработке 2 — 340, 341  
 — при травлении химическом 2 — 341  
 — при штамповке 2 — 337—340  
**Брусья** для крепления матриц обрезных 2 — 271, 276, 278  
**Бульдозеры** — см. *Горизонтально-гибочные машины*

**В**

- Валки** для накатки 2 — 233  
 — для раскатки — Размеры постоянные 2 — 230; — Размеры рабочие 2 — 226—229  
**Вальцовка** 2 — 10; — Производительность 2 — 184, 202, 208; — Процессы — Классификация 2 — 184; — Усилия — Расчет 2 — 216—218; — Штампы — см. *Штампы для вальцовки*  
**Вальцовка формовочная** многоручьева 2 — 184, 192—201; — Коэффициент вытяжки 2 — 195, 200, 201; — Оперение металла 2 — 198—201  
 — многоручьева комбинированная 2 — 192, 201  
 — одноручьева 2 — 184—192  
 — одноручьева в закрытом ручье 2 — 184, 191, 192  
 — одноручьева в открытом ручье 2 — 184, 185, 188—191; — Коэффициент вытяжки 2 — 185—187; — Коэффициент уширения 2 — 188—190; — Оперение металла 2 — 187, 188  
 — периодическая 2 — 184, 201—206; — Коэффициент вытяжки 2 — 202; — Коэффициент уширения 2 — 203—205

\* Первая цифра, набранная полужирным, означает номер тома.

- периодическая без заусенцев 2 — 184, 202
  - периодическая в закрытом ручье 2 — 205, 206
  - периодическая в открытом ручье 2 — 202—205
  - периодическая с заусенцем 2 — 184, 202
  - Вальцовка холодная (отделочная) 2 — 184, 207, 208, 218**
    - штамповочная 1 — 232; 2 — 184, 208—220; — Опережение металла 2 — 208—210; — Скорость окружная валков 2 — 211; — Температура 2 — 208, 210, 211; — Усилия — Расчет 2 — 216, 217
  - Вальцы ковочные 1 — 193, 194**
    - Валки — Диаметр и скорость окружная 2 — 184, 207, 208, 211
    - Подача заготовок в валки 2 — 220
    - Проводки 2 — 218
    - Проводкодержатели 2 — 219
    - Типы и их применение 2 — 185
    - Усилия — Расчет 2 — 216, 217
    - Штампы — см. *Штампы для вальцовки*
  - Ванны травильные 2 — 319, 321—324**
  - Вертикально-ковочные машины 1 — 193**
    - Применение 1 — 233; 2 — 175, 176
  - Вилки посадочные 1 — 211, 212; —**
    - Количество — Выбор 1 — 196, 197; — Применение 1 — 195
    - с противовесом 1 — 255
  - Вмятины 2 — 333, 341, 342, 363**
  - Волосовины 2 — 335, 342**
  - Вольфрам 1 — 21, 32, 71; 2 — 348**
  - Вставки для блоков матриц для ГКМ 2 — 147, 161, 162; — Размеры 2 — 152**
    - для блоков штампов — Материалы 2 — 375—379; — Ремонт 2 — 391, 392
    - для блоков штампов для КГШП закрытых 2 — 59, 60
    - для блоков штампов для КГШП призматические — Размеры 2 — 37, 38
    - для блоков штампов для КГШП цилиндрические — Размеры 2 — 38
    - для блоков штампов молотовых — Материалы 2 — 373
    - для блоков штампов молотовых литые 2 — 389
    - для ручьев штампов для ГКМ 2 — 146
  - для ручьев штампов для КГШП — Выемки для захвата поковок клещами 2 — 43, 44; — Толкатели 2 — 42—44, 53, 56
  - для ручьев штампов для КГШП гибочных 2 — 49, 50, 53
  - для ручьев штампов для КГШП окончателных 2 — 48—51, 53, 55—58, 64
  - для ручьев штампов для КГШП открытых 2 — 55, 57, 58
  - для ручьев штампов для КГШП пережимных 2 — 47, 55
  - для ручьев штампов для КГШП предварительных 2 — 48, 52—54, 57, 58, 64
  - для штампов молотовых 1 — 402, 403; — Гнезда 1 — 403, 405—407; — Крепление 1 — 403, 407, 408; — Материалы 1 — 408; — Размеры 1 — 404—406
- Втулки направляющие для штампов —** Материалы 2 — 375, 377; — Размеры 2 — 273
- распорные съемников заусенца — Размеры 2 — 271
- Выдавливание 1 — 185, 231; — Брак 2 — 339**
- на КГШП 2 — 19—32; — Выбор прессы 2 — 22; — Переходы — Выбор 2 — 22—32; — Режимы термомеханические 2 — 19; — Смазки — Выбор 2 — 33; — Схемы 2 — 19; — Технологические процессы — Примеры 2 — 60—65; — Усилия — Расчет 2 — 33; — Штампы закрытые 1 — 60—65; 2 — 46
  - на КГШП двухпереходное 2 — 23—25, 27, 28, 31, 61
  - на КГШП обратное 2 — 19, 61, 65
  - на КГШП однопереходное 2 — 22, 23, 60
  - на КГШП поперечное в разъемных матрицах 2 — 30—32
  - на КГШП с прошивкой 2 — 28—30
  - на КГШП трехпереходное 2 — 25, 26
  - на КГШП четырехпереходное 2 — 28—30
  - на прессах винтовых фрикционных 2 — 86—89
  - на прессах гидравлических — Усилия — Расчет 2 — 83
  - ручьев штампов 2 — 388

- Выдра 1** — 293  
 — Объем — Определение 1 — 295
- Вырубка дефектов зубилами пневматическими 2** — 325—327  
 — Характеристики и экономичность 2 — 302, 303
- Высадка на ГКМ 1** — 428, 429; 2 — 10  
 — Варианты — Выбор 2 — 122, 132  
 — Переходы 2 — 162  
 — — Примеры 2 — 162—164  
 — Переходы наборные 2 — 127, 129, 131, 142, 143  
 — Переходы предварительные 2 — 129—131  
 — Переходы формовочные 2 — 124, 125, 127, 130, 142, 143  
 — Технологические процессы 2 — 119—136  
 — Усилия — Расчет 2 — 112, 113
- Высадка на ГКМ в ручье пуансона конечном 2** — 119—122  
 — втулок 2 — 128—132  
 — колец 2 — 124—127, 129, 160—162  
 — поковок группы I 2 — 122—124, 159, 160, 163, 164  
 — поковок группы II 2 — 124—132, 160—162  
 — поковок группы III 2 — 124—132  
 — поковок группы IV 2 — 132—136, 165  
 — утолщений 2 — 119
- Высадка на прессах винтовых фрикционных 2** — 97, 99—102  
 — на электровысодочных машинах (с одновременным электронагревом) 1 — 233  
 — с электронагревом сопротивлением при деформировании в штампе 1 — 172, 173  
 — с электронагревом сопротивлением при деформировании свободном 1 — 170, 172  
 — с электронагревом сопротивлением точная 1 — 173, 174
- Высодочные агрегаты для болта толкателя клапана с электронагревом сопротивлением 1** — 173, 174  
 — для педали велосипеда с электронагревом сопротивлением 1 — 172, 173
- Выталкиватели в штампах — Материалы 2** — 375, 378, 380  
 — в штампах для КГШП 2 — 35, 39, 42, 59; — Рычаги 2 — 39—41  
 — в штампах для прессов винтовых фрикционных 2 — 94, 96, 100, 102; — Размеры 2 — 99  
 — на КГШП пневматические 2 — 61, 63
- Вытяжка** — см. также *Протяжка*
- Вытяжка заготовок на вальцах в ручьях**  
 — закрытых 2 — 193  
 — квадратных 2 — 193—195  
 — круглых 2 — 193—195  
 — овальных 2 — 193—198, 218  
 — прямоугольных 2 — 193

## Г

- Газорезущие автоматы 1** — 77  
 — Режимы 1 — 76  
 — Характеристики технические 1 — 78
- Газорезущие полуавтоматы 1** — 77  
 — Режимы 1 — 76  
 — Характеристики технические 1 — 78
- Газы горючие** — Стоимость 1 м<sup>3</sup> 2 — 410; — Характеристики 1 — 134; — Экономия при сжигании в кузнечных печах 1 — 142  
 — горючие для кислородной резки 1 — 74, 76; — Характеристики и расход 1 — 75  
 — отходящие печей кузнечных — Тепло — Использование 1 — 119, 120, 142, 143
- Галтовка в барабанах 2** — 299, 306, 307  
 — Режимы 2 — 306  
 — Техника безопасности 2 — 310  
 — Характеристики и экономичность 2 — 300, 301
- Генераторы машинные высокочастотные 1** — 160, 163  
 — Мощность — Выбор 1 — 154, 155  
 — Характеристики технические 1 — 162
- Гибка 2** — 166—175; — Виды 2 — 166; — Операции дополнительные 2 — 174; — Усилия — Расчет 2 — 170—173 — Технологические процессы 1 — 232; 2 — 167, 169—174  
 — горячая 2 — 166, 168, 174; — Момент изгибающий — Расчет 2 — 168, 169  
 — деталей дугообразных и круглых 2 — 172, 173  
 — деталей из профильных заготовок 2 — 174

- деталей пространственных форм 2 — 174
- деталей сложных 2 — 167, 173, 174
- деталей П-образных 2 — 166, 170, 171, 173, 174
- деталей U-образных 2 — 171, 172
- деталей V-образных 2 — 166, 169, 170, 183, 174; — Схемы 2 — 167
- деталей Z-образных 2 — 173
- под молотом 1 — 268, 269
- холодная 2 — 168; — Момент изгибающий — Расчет 2 — 168; — Пружинение — Показатели 2 — 169, 170; — Радиусы изгиба внутренне 2 — 166, 169
- Гибка-штамповка** 2 — 169
- Гибочное оборудование** 2 — 166
- Гибочные штампы** — Виды 2 — 167; — Детали — Материалы 1 — 379; — Конструирование 2 — 175; — Матрицы — Пазы — Ширина 2 — 170
- для деталей П-образных 2 — 170, 171
- для деталей U-образных 2 — 172
- комбинированные трехпереходные 2 — 174
- одноручевые двухпереходные 2 — 173
- ГКМ** — см. *Горизонтально-ковочные машины (ГКМ)*
- Глубиномеры** 2 — 353, 354
- предельные 2 — 354
- электроконтактные 2 — 355
- Гнезда для вставок в штампах молотковых** 1 — 403
- Размеры 1 — 405—407
- Гнутые детали** 2 — 166
- Заготовки — Длина — Расчет 2 — 167
- Отверстия — Пробивка 2 — 174
- Головки очистные дробеметные** 2 — 312, 313
- электронагревательных установок контактные зажимные 1 — 171
- Горелки газовые длиннопламенные** 1 — 142
- инжекторные 1 — 133, 137, 138
- инжекционные 1 — 138, 139
- панельные 1 — 139, 140
- турбулентные 1 — 141
- щелевые 1 — 140
- Горелки комбинированные для сжигания мазута и газа** 1 — 133
- Горизонтально-гибочные машины** (бульдозеры) 1 — 192
- Параметры 1 — 193
- Горизонтально-ковочные машины** (ГКМ) 1 — 186, 187
- Выбор 2 — 109
- Перекладчики 1 — 201, 202, 218, 219
- Применение — см. *Штамповка на КГМ*
- Производительность и усилия 1 — 187
- Пространство штамповое 2 — 107—109
- Расположение — Схемы 1 — 224
- Расход электроэнергии для привода 2 — 410
- Средства механизации 1 — 199, 202
- Упоры задние на станине 2 — 155, 158
- Усилия — Расчет 2 — 109, 112, 113
- Штампы — см. *Штампы для ГКМ*
- Горизонтально-ковочные машины с вертикальным разъемом матриц** — Параметры 1 — 186
- с горизонтальным разъемом матриц — Параметры 1 — 187
- Горны кузнечные** 1 — 119, 120
- Расход тепла и топлива 1 — 144, 145
- ГОСТ** 103-57 1 — 45, 87
- ГОСТ 380-60 1 — 5, 6; 2 — 271
- ГОСТ 474-41 2 — 323
- ГОСТ 591-61 2 — 232
- ГОСТ 701-58 2 — 320
- ГОСТ 712-65 1 — 179
- ГОСТ 713-49 1 — 188
- ГОСТ 801-60 1 — 13, 87; 2 — 272
- ГОСТ 857-57 2 — 320
- ГОСТ 961-57 2 — 323
- ГОСТ 977-65 2 — 296
- ГОСТ 1050-60 1 — 7, 414, 418; 2 — 272—276, 296, 298
- ГОСТ 1054-53 2 — 304
- ГОСТ 1435-54 1 — 18
- ГОСТ 1682-56 1 — 202, 208
- ГОСТ 2184-65 2 — 320
- ГОСТ 2270-54 2 — 327
- ГОСТ 2424-60 2 — 327
- ГОСТ 2590-57 1 — 44, 82, 87; 2 — 126
- ГОСТ 2591-57 1 — 43, 87, 416
- ГОСТ 2689-54 2 — 273, 396
- ГОСТ 2567-54 2 — 320



ГОСТ 2789-59 2 — 232, 386, 396  
 ГОСТ 3057-54 2 — 282  
 ГОСТ 3647-59 2 — 327  
 ГОСТ 3776-47 2 — 320  
 ГОСТ 3881-65 2 — 327  
 ГОСТ 4233-66 2 — 320  
 ГОСТ 4543-61 1 — 8; 2 — 274, 275  
 ГОСТ 4692-57 1 — 42, 87  
 ГОСТ 4693-57 1 — 43, 87  
 ГОСТ 5050-49 2 — 323  
 ГОСТ 5384-64 1 — 192  
 ГОСТ 5614-58 \* 1 — 77  
 ГОСТ 5632-61 1 — 15, 104, 105  
 ГОСТ 5949-61 1 — 15  
 ГОСТ 5950-63 1 — 19, 104, 105; 2 — 368, 371, 372  
 ГОСТ 6039-51 \*\* 1 — 411  
 ГОСТ 6411-52 2 — 384  
 ГОСТ 6809-53 1 — 185  
 ГОСТ 7023-56 1 — 186; 2 — 108, 109, 160  
 ГОСТ 7024-65 1 — 181, 411, 414  
 ГОСТ 7062-67 1 — 229, 266, 273, 276, 318; 2 — 372  
 ГОСТ 7284-54 1 — 180  
 ГОСТ 7417-57 1 — 47, 87; 2 — 124  
 ГОСТ 7419-55 1 — 87  
 ГОСТ 7505-55 1 — 230, 232, 319, 329 — 331, 369; 2 — 10, 14, 15, 113, 115, 117, 118, 165, 275  
 ГОСТ 7507-60 2 — 292  
 ГОСТ 7829-55 1 — 229, 273, 318; 2 — 372  
 ГОСТ 7831-55 2 — 372, 380  
 ГОСТ 8248-56 1 — 62  
 ГОСТ 8319-57 1 — 48  
 ГОСТ 8320-57 1 — 49  
 ГОСТ 8559-57 1 — 47, 87  
 ГОСТ 8560-57 1 — 87  
 ГОСТ 8665-66 2 — 313  
 ГОСТ 8732-58 2 — 271  
 ГОСТ 9150-59 2 — 298  
 ГОСТ 9227-59 2 — 312  
 ГОСТ 9253-59 2 — 298  
 ГОСТ 9256-59 2 — 315  
 ГОСТ 9373-60 1 — 20  
 ГОСТ 9408-60 1 — 190  
 ГОСТ 9562-60 2 — 232  
 ГОСТ 9752-61 1 — 177  
 ГОСТ 10026-62 1 — 189  
 ГОСТ 10548-63 2 — 305  
 ГОСТ 10580-63 2 — 313  
 ГОСТ 10954-64 2 — 317  
 ГОСТ 10955-64 2 — 313  
 ГОСТ 11046-64 2 — 318

**Графитовые смазки** — см. *Смазки графитовые*

\* С 1 июля 1969 г. ГОСТ 5614—67

\*\* С 1 июля 1968 г. ГОСТ 6039—67

## Д

**Державки для крепления ножей на нижних 1 — 55**

— для пуансонов прошивных 2 — 281

**Дефектоскопы токовихревые** — Типы 2 — 347, 348

**Деформации стали при ковке** — Скорость 1 — 35; — Степени допустимые 1 — 306

— при осадке — Степени допустимые 1 — 257, 306

— при протяжке — Степени допустимые 1 — 259, 260

— при раскатке с оправкой — Степени допустимые 1 — 260

**Деформирование стали** — Скорость 1 — 35

— пластическое — Коэффициент трения 1 — 36

**Диски для анодно-механической резки 1 — 179**

— пыльные для резки заготовок — Зубья 1 — 67; — Стойкость 1 — 66

**Допуски на длину заготовок при резке 1 — 81, 82, 88**

— на заготовки для поковок штампованных 1 — 82, 88; 2 — 206

**Допуски на поковки кольцевые, 1 — 282, 283**

— кольцевые раскатанные 2 — 225, 233

— молотовые 1 — 229, 283, 278—283, 329, 330, 333

— прессовые 1 — 229, 273, 284—290

— штампованные 1 — 230—233, 322, 323; — Порядок назначения и примеры 1 — 324—326

— штампованные калиброванные 2 — 291, 292

— штампованные молотовые 1 — 329, 330, 333

— штампованные на автоматах горячештамповочных 2 — 242

— штампованные на вальцах ковочных 2 — 214—216

— штампованные на ГКМ 2 — 113, 118

— штампованные на КГШП 2 — 10, 14, 15, 20

— штампованные на прессах винтовых фрикционных 2 — 88

— штампованные на прессах гидравлических 2 — 66, 67

**Дробеметная очистка** — см. *Очистка дробеметная*  
**Дробеструйная очистка** — см. *Очистка дробеструйная*  
**Дробь для очистки заготовок и поковок** — Выбор 2 — 306, 307  
 — Размеры 2 — 309  
 — Расход 2 — 309, 310, 312

## Ж

**Железо техническое** — Рекристаллизация — Диаграммы 1 — 37

## З

**Заготовки** — Дефекты поверхностные — Зачистка — см. *Зачистка дефектов поверхностных*  
 — Допуски на длину 1 — 81, 82, 88  
 — Количество из прутка — Расчет 1 — 89  
 — Концы опорные (зажимные) 1 — 86, 88  
 — — Уменьшение 1 — 93  
 — Ломка на холодноломах 1 — 64—66  
 — Нагрев — см. *Нагрев*  
 — Объем — Определение 1 — 297  
 — Очистка — см. *Очистка заготовок и поковок*  
 — Подача в тару — Механизация 1 — 93—95  
 — Размеры — Расчет 1 — 260, 261; 2 — 179  
 — Размеры при электроннагреве сопротивлением 1 — 164, 167  
 — Резка — см. *Резка*  
 — Сечение — Выбор формы 1 — 297  
 — Торцы — Искажения 1 — 81  
 — — Искажения допускаемые 1 — 53, 167  
 — — Пористость при анодно-механической резке 1 — 80  
 — Шероховатость поверхности после очистки 2 — 300, 302

**Заготовки для деталей гнутых** — Длина — Расчет 2 — 167

**Заготовки для поковок штампованных** — Длина корректированная — Расчет 1 — 82, 85, 88; — Допуски весовые 1 — 82, 88; — Обтачивание 2 — 302, 303, 328; — Раскрой объемные — Корректирование 1 — 82—85, 88; — Точность — Повышение 1 — 85

— молотовых — Выбор 1 — 363; — Пределы применения 1 — 360; — Размеры — Расчет 1 — 352, 361—365, 420, 423, 424, 430; — Расход и раскрой металла — Расчет 1 — 373, 374  
 — — молотовых расчетные — Построение 1 — 353—356, 358, 359, 365; — Построение эпюры сечений 1 — 353, 355, 356  
 — — на ГКМ высадкой — Размеры — Расчет 2 — 120, 124, 126, 129  
 — — на КГШП 2 — 9, 10; — Размеры 2 — 5, 11—14  
 — — на КГШП в штампах закрытых — Выбор 2 — 14; — Размеры — Расчет 2 — 16  
 — — на КГШП выдавливанием — Размеры — Расчет 2 — 22  
 — — на прессах винтовых фрикционных — Размеры — Расчет 2 — 89, 90  
 — — нагретые — Очистка 2 — 300—303, 324, 325  
 — — фасонные — Вытяжка — см. *Вытяжка заготовок фасонных*; — Допуски и метки 2 — 206; — Изготовление — см. *Вальцовка формовочная*; — Концы конусные — Оттяжка 2 — 190, 191; — Осн — Отношения предельные 2 — 195; — Площади сечения — Расчет 2 — 192; — Размеры исходные — Расчет 2 — 186, 188—190, 193, 200; — Участки перехода — Углы наклона 2 — 200; — Формы типовые 2 — 192, 193  
 — — фасонные с периодически повторяющейся формой — Заусенцы — Ширина — Определение 2 — 202; — Изготовление — см. *Вальцовка формовочная периодическая*; — Размеры исходные — Расчет 2 — 203, 204

**Заготовки из проката** — Вес — Определение с учетом отходов и потерь 1 — 297—301

— из стали высоколегированной — Подготовка к ковке 1 — 303

— кольцевые под раскатку — Изготовление — Способы 2 — 221; — Размеры — Расчет 2 — 225; — Размеры при несимметричном профиле сечения — Расчет 2 — 221, 223, 224; — Размеры

- при симметричном профиле сечения — Расчет 2 — 221, 222
- под вальцовку холодную — Размеры профиля — Определение 2 — 207
- под накатку — Размеры — Расчет 2 — 233
- под раскатку на оправке — Высота — Определение 1 — 263
- стальные квадратные (блумы) — Длины расчетные 1 — 87; — Сортамент 1 — 43
- штамповые 2 — 372, 374, 381; — Паспорта 2 — 398, 399; — Расход — Расчет 2 — 399
- Зазоры между ножами при резке на ножницах** 1 — 53
- между пуансоном и матрицей в штампах обрезных 2 — 256, 276
- между пуансоном и матрицей в штампах прошивных 2 — 280
- Закалка стали штамповой** 2 — 381
- Температуры 2 — 369
- Закручивание** 1 — 267
- Замки штампов для прессов винтовых фрикционных** 2 — 91, 92
- молотовых 1 — 399, 401, 402
- Заусенцы** — Затягивание в зазор между пуансоном и матрицей — Предотвращение 2 — 256; — Удаление 2 — 255, 303
- заготовок фасонных — Ширина — Определение 2 — 202
- поковок штампованных — Возникновение — Причины 2 — 335, 338; — Удаление 2 — 342
- поковок штампованных молотовых — Объем 1 — 351, 352; — Размеры — Определение 1 — 418, 419, 421, 423, 430; — Толщина 1 — 349, 350; — Удаление 1 — 372
- поковок штампованных на вальцах кочовных — Ширина — Расчет 2 — 210
- поковок штампованных на ГКМ высадкой — Размеры 2 — 121
- поковок штампованных на КГШП выдавливанием — Виды характерные 2 — 21
- торцовые — Возникновение — Причины 2 — 332
- Защитка дефектов поверхностных** 1 — 51
- огневая 2 — 328, 329; — Характеристики и экономичность 2 — 302, 303
- шлифовальными кругами 2 — 327, 328; — Характеристики и экономичность 2 — 302, 303
- шлифованием бесцентровым 2 — 302, 303
- Зубила для молотков пневматических** 2 — 325
- Размеры 2 — 326, 327
- Хвостовики 2 — 327

## И

- Импакторы** 2 — 242
- Рабочее место — Организация 2 — 244
- Схемы и характеристики технические 2 — 243
- Штампы 2 — 244
- Индикаторы для измерения поковок** 2 — 334, 351, 352
- Индукторы** 1 — 158—161; — Мощность — Выбор 1 — 155; — Применение 1 — 155, 156
- для нагрева квадратных и прямоугольных заготовок 1 — 158—160
- для нагрева обычного 1 — 158; — Характеристики и режимы 1 — 159, 161
- для нагрева ускоренного 1 — 160, 161; — Характеристики и режимы 1 — 159
- камерного и муфельного типов 1 — 160
- методические для нагрева ускоренного 1 — 152, 153
- периодического действия 1 — 160
- сменные типовые 1 — 159
- цилиндрические 1 — 158, 161
- щелевые 1 — 158, 160
- Индукционные нагреватели** — Индукторы — см. *Индукторы* — К. п. д. энергетические 2 — 410; — Применение
- для нагрева штампов 2 — 381
- методического действия 1 — 156, 157
- периодического действия 1 — 155, 157
- специализированные 1 — 157, 158
- Индукционные нагревательные установки типовые** 1 — 163
- Индукционный нагрев** 1 — 151—163
- Время 1 — 152, 153
- Генераторы машинные высокочастотные 1 — 154, 155, 160, 162, 163

- Глубина проникновения тока 1 — 151
- Параметры — Выбор 1 — 151—155
- Показатели технико-экономические 1 — 149
- Показатели энергетические удельные 1 — 154
- Продолжительность — Влияние на угар металла 1 — 116
- Рост температур заготовки — Схемы 1 — 152
- Частота тока — Выбор 1 — 154
- Индукционный нагрев** комбинированный на двух частотах 1 — 154, 155
- ускоренный 1 — 152; — Время минимальное 1 — 153

- Инструмент дляковки** — Материалы 1 — 254; — Правила изготовления и эксплуатации 1 — 253, 254; — Рукоятки вставные — Крепление и заделка 1 — 254
- на молотах поддерживающий 1 — 243—245
- на молотах технологический 1 — 235—242
- на прессах поддерживающий 1 — 253
- на прессах технологический 1 — 246—252
- свободной — Классификация 1 — 235

- Инструмент для резки** на ножницах и прессах — Классификация 1 — 54
- для штамповки на прессах гидравлических — Конструирование 2 — 70—82
- измерительный специальный 2 — 333—335, 348
- измерительный универсальный 2 — 333, 334, 348
- раскаточный — Размеры постоянные 2 — 230; — Размеры рабочие 2 — 226—229

## К

- Калибровка** (чеканка) поковок штампованных 2 — 289—299; — Виды 2 — 289, 290; — Смазки технологические 2 — 291, 292; — Точность — Повышение 2 — 290, 291; — Требования к оформлению чертежей поковок 2 — 291—293; — Усилия удельные 2 — 290
- отверстий — Оправки 1 — 237, 254

- Калибровочно-правочные штампы** последовательные 2 — 299
- Калибровочные штампы** 2 — 293—299; — Детали — Материалы 2 — 374, 380; — Плиты — Типы и размеры 2 — 296—299; — Покрытия молибденовые 2 — 390
- для калибровки объемной 2 — 295, 299
- для калибровки плоскостной 2 — 293, 294
- Камеры очистные** дробеметные конвейерные 2 — 318, 319
- дробеметные периодического действия 2 — 315—317, 319
- дробеструйные периодического действия 2 — 307, 309

- Канавки для заусенцев** в ручьях окончателных в штампах для КГШП — Размеры 2 — 45; — Типы 2 — 44
- для заусенцев в штампах молотовых открытых 1 — 349—352, 397; — Коэффициент заполнения 1 — 352; — Размеры 1 — 350, 351; — Типы 1 — 349
- литниковые в ручьях штампов молотовых — Конструирование 1 — 376, 380
- при вырубке дефектов пневматическими зубилами 2 — 325

- Кантователи** — Грузоподъемность — Выбор 1 — 199
- подвесные электрические 1 — 202, 204, 205; — Количество и грузоподъемность — Выбор 1 — 196, 197
- ручные — Количество — Выбор 1 — 196, 197

**КГШП** — см. *Кривошипные горячештамповочные прессы*

**Керосинорезы** — Расход керосина 1 — 75

**Кирпич огнеупорный** — Нормы расхода 1 — 147

— Характеристики 1 — 145

**Кислоты травильные** 2 — 320, 323, 324

**Кладка печей кузнечных** — Сроки службы 1 — 147

- Клещи** — Материалы 1 — 254; — Применение 1 — 195, 200
- зажимные — Типы 1 — 256, 257
- крановые 1 — 207, 208
- охватывающие 1 — 256
- подвесные 1 — 195, 199, 200, 220
- поперечные — Размеры 1 — 244

- продольно-поперечные плоские — Размеры 1 — 245
- продольные — Размеры 1 — 243
- разжимные 1 — 257
- с противовесами 1 — 255
- Клинья для крепления вставок в штампах молотовых** 1 — 403; — Размеры 1 — 407
- матриц обрезных — Размеры 2 — 274
- пуансонов обрезных — Размеры 2 — 275
- штампов молотовых 1 — 411; — Размеры — 1 — 414
- Ковка** — Брак 2 — 332, 333; — Температурные интервалы 1 — 97—100
- в штампах подкладных 1 — 229
- Ковка на молотах** — Инструмент поддерживающий 1 — 243—245
- Инструмент технологический 1 — 235—242
- Механизация 1 — 195—197
- Операции — Выбор в зависимости от группы поковок 1 — 304, 305
- Отходы 1 — 292—296
- Производительность 1 — 178, 179
- Технологические процессы — Особенности в зависимости от группы поковок 1 — 307—314, 317
- — Особенности при сплавах и сталях высоколегированных жаропрочных 2 — 249—252
- — Особенности при стали высоколегированной 1 — 302, 303, 306
- — Разработка 1 — 272—283, 291—293, 295—302
- — Характеристики 1 — 229
- Ковка на прессах** — Инструмент поддерживающий 1 — 253
- Инструмент технологический 1 — 246—252
- Механизация 1 — 195, 196
- Операции — Выбор 1 — 304, 305
- Отходы 1 — 292—296
- Производительность без манипулятора 1 — 181
- Технологические процессы — Особенности в зависимости от группы поковок 1 — 306, 307, 315, 316
- — Особенности при сплавах и сталях высоколегированных жаропрочных 2 — 249—252
- — Особенности при сталях высоколегированных 1 — 302, 303, 306
- — Разработка 1 — 272—274, 284—302
- — Характеристики 1 — 229
- Ковка свободная** — Инструмент — Классификация 1 — 235
- Механизация 1 — 195—197
- Оборудование 1 — 202—218
- — Производительность 1 — 196, 197
- — Трудоемкость 1 — 196, 197
- Ковочно-штамповочное оборудование** — Параметры 1 — 177—194
- Площадь занимаемая 2 — 405
- Ковочные операции** 1 — 257—272
- Выбор в зависимости от группы поковок молотовых и прессовых 1 — 304, 305
- Колодцы для охлаждения поковок** 1 — 110—112
- Колонки направляющие штампов** — Материалы 2 — 375, 377
- для прессов винтовых фрикционных 2 — 91—94, 96, 101
- обрезных — Размеры 2 — 272
- Кольца для осадки** — Материалы 1 — 254; — Размеры 1 — 237, 251
- оправочные — Материалы 1 — 254; — Размеры 1 — 236
- протяжные 2 — 71, 73; — Количество — Определение 2 — 73
- разрезные блоков штампов для прессов винтовых фрикционных 2 — 92; — Размеры 2 — 95
- штампов закрытых для прессов винтовых фрикционных — Размеры 2 — 98
- Конвейеры подвесные** 1 — 225—228; — Назначение 1 — 198
- непрерывного действия 1 — 225—227; — Тележки 1 — 226, 227
- толкающие с программным управлением 1 — 227, 228
- Контроль геометрических элементов поковок штампованных** 2 — 342; — Методы 2 — 353, 354
- качества поковок молотовых и прессовых 2 — 331—335
- качества поковок штампованных 2 — 335—356; — Методы 2 — 342—348; — Технология 2 — 354
- качества поковок штампованных статистический 2 — 356—366; — Границы 2 — 359, 360; — Методы 2 — 358—360; — Подготовка к внедрению 2 — 366; — Правила 2 — 361; — Форма графическая 2 — 356—360; — Форма табличная 2 — 356, 357

- припусков поковок штампованных 2 — 349, 354—356
- размеров поковок молотовых и прессовых — Инструмент измерительный 2 — 348
- размеров поковок штампованных 2 — 365; — Инструмент измерительный и приспособления 2 — 348, 350—356
- размеров ручьев штампов окончателных 2 — 349
- растворов травильных 2 — 321
- состава химического стали — Методы 2 — 343
- твердости поковок штампованных — Методы 2 — 344, 347, 360, 365
- установки штампов на пресс 2 — 349, 351
- Корзины для травления химического 2 — 323**
- Коррозия поковок штампованных — Предотвращение 2 — 328, 329**
- Краны мостовые вспомогательные — Грузоподъемность и количество — Выбор 1 — 196**
- ковочные 1 — 202—204; — Грузоподъемность и количество — Выбор 1 — 196, 202; — Применение 1 — 195; — Характеристики технические 1 — 203
- ковочные грузоподъемностью 300 т — Характеристики технические 1 — 204
- общедехового назначения — Грузоподъемность — Выбор 1 — 196, 199; — Применение 1 — 195
- Краны поворотные ковочные 1 — 204—206**
- Грузоподъемность и количество — Выбор 1 — 196, 197, 205
- Применение 1 — 195
- Расположение — Схемы 1 — 205, 206
- Характеристики технические 1 — 205
- Кремний 1 — 20, 32, 71; 2 — 348**
- Кривизна поковок 2 — 333**
- штампованных 2 — 338, 340, 342
- Кривошипные горячештамповочные прессы (КГШП) 1 — 184, 185**
- Выбор для штамповки выдавливанием 2 — 22
- Выталкиватели пневматические 2 — 61, 63
- Показатели технико-экономические 2 — 411
- Применение — см. *Штамповка на КГШП*
- Производительность и усилия 1 — 185
- Расположение — Схемы 1 — 224
- Расход электроэнергетики для привода 2 — 410
- Усилия — Расчет 2 — 32, 33
- Штампы — см. *Штампы для КГШП*
- Кубики штамповые — Высота 1 — 411; — Габариты предельные 2 — 380**
- литые 2 — 389

## Л

- Лапы съемников заусенца — Размеры 2 — 272**
- Лития парь — Применение в кузнечных печах 1 — 116, 117**
- Ломка заготовок на холодноломах 1 — 64—66**
- Лопаты с противовесом 1 — 255**
- Лопаты-штыри 1 — 256**

## М

- Мазуты — Характеристики 1 — 134**
- Экономия 1 — 142
- Манипуляторы — Грузоподъемность — Выбор 1 — 199; — Назначение 1 — 201**
- для подачи инструмента 1 — 196, 215, 217, 218
- ковочные 1 — 195—197, 208, 209, 212—217
- Мастер-штампы 2 — 387, 388**
- Материалы для штампов 2 — 367—372 — см. также *Сталь штамповая***
- огнеупорные — Нормы расхода 1 — 147; — Характеристики 1 — 145
- теплоизоляционные — Применение 1 — 110, 111; — Характеристики 1 — 146
- Матрицедержатели — Материалы 2 — 375, 378**
- Матрицы — Материалы 2 — 371, 376, 378, 379**
- обрезаемые — см. *Обрезаемые матрицы*
- прошивные 2 — 71; — Размеры — Расчет 2 — 72
- прошивные роликовые 2 — 73, 74

- штампов гибочных — Пазы — Ширина 2 — 170
- штампов для выдавливания на КГШП 1 — 61, 62, 64
- штампов для ГКМ — Блоки 2 — 108, 148, 152; — Вставки к ним 2 — 147, 152, 161, 162
- штампов для прессов винтовых фрикционных разъемные 2 — 97—99

**Медь** 1 — 21, 32; 2 — 348

**Металлопрокат** — см. *Сталь прокатная*

**Механизация**ковки свободной — Оборудование 1 — 202—218; — Средства 1 — 195—197; — Степени — Влияние на производительность и трудоемкость 1 — 196, 197

— кузнечного производства — Степени 1 — 195

— нагрева под ковку и штамповку — Средства 1 — 195, 199, 200

— резки на ножницах и пилах 1 — 93—95

— штамповки объемной горячей — Оборудование 1 — 218—228; — Средства 1 — 197—202; — Степени — Влияние на производительность и трудоемкость 1 — 199—202

**Молотки пневматические** — Зубила 2 — 326, 327

— Применение 2 — 325

— Характеристики технические 2 — 326

**Молоты ковочные** 1 — 177—179

— Бойки — см. *Бойки для молотов ковочных*

— Вес падающих частей — Выбор 1 — 178, 179, 258, 263—265

— Параметры 1 — 177, 179

— Производительность 1 — 178, 179

— Применение — см. *Ковка на молотах*

— Расположение — Схемы 1 — 205, 206

— Средства механизации 1 — 195—197

**Молоты ковочные** паровоздушные — Бойки — Размеры 1 — 235; — Расход пара 2 — 409, 410

— паровоздушные двойного действия 1 — 177, 178; — Средства механизации 1 — 197

— пневматические приводные 1 — 178, 179; — Бойки — Размеры 1 — 236; — Средства механизации 1 — 197

**Молоты штамповочные** 1 — 181—184

— Вес падающих частей 1 — 182, 189, 414, 415, 418

— Места крепления штампов — Размеры 1 — 412

— Параметры 1 — 181—184

— Применение — см. *Штамповка на молотах*

— Производительность 1 — 182

— Расположение — Схемы 1 — 219, 224

— Средства механизации 1 — 199, 201

— Штампы — см. *Штампы молотовые*

**Молоты штамповочные** высокоскоростные — Преимущества 2 — 235, 238; — Принципы действия и схемы 2 — 236; — Рабочее место — Организация 2 — 240; — Характеристики технические 2 — 238; — Штампы 2 — 238, 239

— паровоздушные двойного действия 1 — 181; — Вес падающих частей — Расчет 1 — 414, 415; — Расположение — Схемы 1 — 210

— с двухсторонним ударом 1 — 183, 184

— фрикционные — Вес падающих частей — Расчет 1 — 415

— фрикционные с доской 1 — 182—183

**Мотор-генераторы** — см. *Генераторы машинные*

## Н

**Нагрев под ковку** — Время 1 — 103, 104, 109

— Особенности при стали высоколегированной 1 — 303

— Температуры предельные 1 — 97

— Число — Сокращение 1 — 292

**Нагрев под ковку и штамповку** 1 — 100—109

— Влияние на обезуглероживание стали 1 — 114

— Влияние на окисление стали 1 — 116, 117

— Влияние на угар стали 1 — 114—117

— Время 1 — 101

— Дефекты 2 — 331, 332, 336, 337

— Механизация — Средства 1 — 195, 199

- Особенности при сплавах и сталях высоколегированных жаропрочных 2 — 247—249
- Применение защитных покрытий и обмазок 1 — 116, 117
- Расход тепла и топлива — Показатели 1 — 144, 145
- Угар 1 — 292, 293, 301
- Нагрев под ковку и штамповку безокислительный открытым пламенем 1 — 116, 117, 120, 126, 131**
  - в расплавленных солях или стекломассе 1 — 116
  - индукционный — см. *Индукционный нагрев*
  - скоростной 1 — 116, 120, 131, 144
  - стали углеродистой конструкционной — Время 1 — 102, 103
  - электрический — см. *Электронагрев*
- Нагрев под ковку слитков 1 — 100; —**
  - Влияние на угар 1 — 114, 115; —
  - Время 1 — 109; — Дефекты 2 — 331, 332; —
  - Применение защитных обмазок 1 — 117; —
  - Расход тепла и топлива 1 — 144, 145
  - крупных —
  - Время 1 — 107, 108 —
  - Режимы температурные и скорости 1 — 101
  - крупных холодных —
  - Время 1 — 104—106
- Нагрев под ковку стали быстрорежущей —**
  - Продолжительность и режимы 1 — 108
  - под ковку стали малолегированной —
  - Время 1 — 103
  - при закалке, нормализации или отжиге —
  - Температуры предельные 1 — 97
  - штампов 2 — 381
- Нагреватели для индукционного нагрева —** см. *Индукционные нагреватели*
- Нагревательные установки для нагрева скоростного 1 — 120, 131; —**
  - Показатели расхода тепла и топлива 4 — 144
  - для нагрева сопротивлением 1 — 166—175
  - для штампов 2 — 381
  - индукционные типовые 1 — 163
- Надрезы перед ломкой на холодномолмах —**
  - Глубина —
  - Расчет 1 — 64
  - при резке на ножницах —
  - Глубина относительная 1 — 52
- Накатка —**
  - Валки 2 — 233
  - 
  - Заготовки —
  - Размеры —
  - Расчет 2 — 233
  - 
  - Параметры —
  - Определение 2 — 233, 234
  - 
  - Показатели технико-экономические 2 — 232
  - 
  - Станы 2 — 234, 235
  - 
  - Точность 2 — 231, 232
- Накатка звездочек 2 — 231, 232**
  - 
  - Валки 2 — 233
  - 
  - Заготовки—Размеры—Расчет 2—233
  - 
  - Преимущества 2 — 232
  - 
  - Режимы 2 — 233
  - 
  - Станы 2 — 234, 235
  - 
  - Усилия и крутящий момент 2 — 233, 234
  - 
  - Экономия металла 2 — 232
- Накатка зубчатых колес 1 — 234; 2 — 230, 231**
  - 
  - Валки 2 — 233
  - 
  - Заготовки —
  - Размеры —
  - Расчет 2 — 233
  - 
  - Преимущества 2 — 232
  - 
  - Режимы 2 — 233
  - 
  - Станы 2 — 234, 235
  - 
  - Усилия и крутящий момент 2 — 233, 234
  - 
  - Экономия металла 2 — 232
- Накатка резьб винтовых крупных 2 — 232**
  - 
  - Валки 2 — 233
  - 
  - Преимущества 2 — 232
  - 
  - Режимы 2 — 233
  - 
  - Станы 2 — 234, 235
- Наметки поковок штампованных на ГКМ 2 — 124—126, 128, 129**
  - 
  - поковок штампованных на пресах винтовых фрикционных 2 — 86—88
  - 
  - с магазином в ручьях окончателных в штампах для КГШП 2 — 44, 45
- Наплавка —**
  - Применение при ремонте штампов 2 — 392, 393
- Некратность проката немерного —**
  - Отходы заготовительные средневероятные 1 — 86
  - 
  - Расчет длины 1 — 85, 88, 89
- Никель 1 — 21, 32, 71; 2 — 348**
- Ниобий 1 — 21**
- Ножи для резки на ножницах 1 — 54—59; —**
  - Державки 1 — 55; —
  - Классификация 1 — 54; —
  - Материалы 1 — 59; 2 — 371
  - 
  - многоручьевые 1 — 55, 57
  - 
  - одноручьевые 1 — 54, 55



- плоские 1 — 56; — Ручьи — Размеры 1 — 57—59
- со сменными вставками-вкладышами 1 — 55; — Ручьи — Размеры 1 — 56

**Ножи штампов молотовых** (ручьи отрубные) 1 — 348, 376, 396, 399, 400

**Ножницы для резки заготовок** — Державки для ножей 1 — 55; — Ножи 1 — 54—59; — Прижимы консольные 1 — 92; — Приспособления прижимные 1 — 92, 93; — Рольганги для подачи профилей 1 — 93, 94; — Транспортёры для уборки заготовок в тару 1 — 93, 94

- комбинированные 1 — 62; — Характеристики технические 1 — 63
- сортовые 1 — 62; — Производительность 1 — 63
- сортофасонные 1 — 62

**Ножовки приводные для резки заготовок** — Характеристики механические 1 — 68

## О

**Обжатие концов труб** 2 — 162, 164, 177

- на радиально- и ротационно-обжимных машинах 1 — 233; 2 — 176—183

**Обжимки** — Марки стали 1 — 254

- для работы в вырезном бойке — Размеры 1 — 242
- круглые пружинные — Размеры 1 — 241
- круглые разъемные — Размеры 1 — 242

**Обжимные машины** — см. *Радиально-обжимные машины; Ротационно-обжимные машины*

**Обмазки защитные** 1 — 116, 117

**Оборудование** — см. под его названиями, например: *Ковочно-штамповочное оборудование; Очистное оборудование*

**Обработка на вертикально-ковочных машинах** 1 — 233; 2 — 175, 176

- на ротационно- и радиально-обжимных машинах 1 — 233; 2 — 175—183; — Степени обжатия 2 — 176, 179, 181; — Технологические процессы — Разработка 2 — 179, 182, 183

- термическая поковок штампованных — Брак 2 — 340, 341; — Контроль — Методы 2 — 242, 344, 345

- химико-термическая штампов 2 — 389, 390

**Обрезки торцовые** 1 — 85, 89

**Обрезные матрицы** 2 — 255, 260

- Выемки 2 — 258
- Вычерчивание 2 — 276
- Зазоры 2 — 256, 276
- Крепление 2 — 258, 259, 263—265
- — Брусья 2 — 271, 276, 278
- — Клинья 2 — 274
- — Прихваты 2 — 276
- Пригонка 2 — 255, 256
- Установка на стол пресса 2 — 276, 278

**Обрезные матрицы из двух секций** — Крепление 2 — 258, 259; — Размеры 2 — 257

— многосекционные 2 — 259, 276

— полукрытые 2 — 259

— прямоугольные (заготовки) — Размеры 2 — 258

**Обрезные прессы** — Выбор 2 — 276; — Усилия — Расчет 2 — 255; — Установка штампа 2 — 278, 279

— кривошипные 1 — 189; — Расположение — Схемы 1 — 210, 219, 224, 226, 227

— кривошипные закрытого типа — Параметры 1 — 189

**Обрезные пуансоны** 2 — 260

- Зазоры 2 — 256, 276
- Крепление 2 — 260, 273, 274
- — Клинья 2 — 275
- Обоймы 2 — 261
- Пригонка 2 — 255, 256

**Обрезные штампы** 2 — 255—279,

- Выбор конструкции 2 — 263
- Высота закрытия — Расчет 2 — 262
- Детали — Материалы 2 — 371, 379, 380

— Детали нормализованные — Размеры 2 — 263—276

— Матрицы — см. *Обрезные матрицы*

— Плиты нижние — Прихваты 2 — 275

— — Типы и размеры 2 — 263—267

— Пуансонодержатели — Размеры 2 — 274

— Пуансоны — см. *Обрезные пуансоны*

— Съемники заусенцев 2 — 261, 262, 283

— — Втулки распорные 2 — 271

— — Лапы 2 — 272

— Установка на пресс 2 — 278, 279, 353

— Чертежи — Оформление 2 — 279

— — Разработка 2 — 276—278

- Обрезные правочные штампы** последовательные 2 — 282  
 — совмещенные 2 — 286, 287
- Обрезные прошивные штампы** последовательные 2 — 282  
 — совмещенные 2 — 282—285; — Размеры — Схемы и расчет 2 — 285—287
- Обрезные штампы** подкладные 1 — 372, 374  
 — с направляющими колонками 2 — 277, 282—285; — Втулки направляющие 2 — 273; — Колонки направляющие 2 — 272; — Плиты верхние — Типы и размеры 2 — 269, 270; — Плиты нижние — Типы и размеры 2 — 262, 263, 267  
 — типовые 2 — 276, 277
- Обрубки концевые** 1 — 293  
 — Вес минимальный — Определение 1 — 296
- Обсечки** (просечки прямоугольные) — Размеры 1 — 240
- Обтачивание заготовок для поковок штампованных** 2 — 302, 303, 328
- Огнеупоры** — Нормы расхода 1 — 147  
 — Характеристики 1 — 145
- Окалина** 2 — 331, 336, 341  
 — Свойства и состав 2 — 320  
 — Толщина — Связь с поверхностным угаром 1 — 114  
 — Удаление 2 — 324 — см. также *Очистка заготовок и поковок; Травление химическое*  
 — Удаление из ручьев штампов 2 — 383
- Окисление при нагреве** — Меры борьбы 1 — 116, 117
- Оправки** — Марки стали 1 — 254  
 — бочкообразные для калибровки отверстий — Размеры 1 — 237  
 — для вытяжки на прессах удлиненные — Размеры 1 — 250  
 — для раскатки на прессах одноступенчатые — Размеры 1 — 249  
 — для ротационно- и радиально-обжимных машин — Стойкость 2 — 181; — Установка 2 — 178; — Характеристики 2 — 180
- Организация рабочего места у импактора** 2 — 244  
 — рабочего места у молота штамповочного высокоскоростного 2 — 240
- штампового хозяйства 2 — 399, 400
- Осадка** 1 — 257—259  
 — Выбор веса падающих частей молота 1 — 258  
 — Выбор усилия пресса 1 — 259  
 — Деформация — Степени 1 — 257, 306  
 — Разновидности 1 — 258  
 — Кольца 1 — 237, 251, 254  
 — Отходы — Коэффициенты 1 — 297
- Осадка слитков стальных** — Коэффициент масштабный 1 — 36  
 — Плиты 1 — 248, 249, 254
- Осаживание на КГШП в штампах** закрытых 2 — 14—19; — Переходы — Выбор 2 — 16—19; — Смазки — Выбор 2 — 33; — Усилия пресса — Расчет 2 — 32  
 — открытых 2 — 10—14; — Переходы — Выбор 2 — 11—14; — Переходы — Выбор 2 — 11—14; — Смазки — Выбор 2 — 33; — Усилия пресса — Расчет 2 — 32
- ОСТ 1010** 1 — 412—414; ° — 271, 273, 276  
**ОСТ 1014** 2 — 159  
**ОСТ 1015** 2 — 273  
**ОСТ 1042** 1 — 403  
**ОСТ 4245** 2 — 323  
**ОСТ 5048** 2 — 321
- Отделка поковок штампованных** 2 — 255—299
- Отжиг** — Нагрев — Температуры предельные 1 — 97; — Применение колдуцев отапливаемых 1 — 112  
 — слитков из стали высоколегированной 1 — 303
- Откосы** (подкладки клиновые) — Размеры 1 — 240
- Отпуск стали** штамповой 2 — 381  
 — Температуры 2 — 369
- Отрезные станки для заготовок** — Резцы 1 — 70  
 — Характеристики технические 1—68
- Оттяжка концов конусных заготовок фасонных** 2 — 190, 191
- Отходы** заготовительные (раскройные) — Использование 1 — 90, 92, 93; — Расчет 1 — 85—89  
 — при ковке на молотах и прессах 1 — 292—296; — Коэффициенты 1 — 297—301  
 — при штамповке на молотах — Расчет 1 — 373, 374

**Охлаждение заготовок кузнечных 1** — 109—111  
 — поковок 1 — 109—113, 292, 293  
 — штампов 2 — 381, 382

**Очистка заготовок и поковок 2** — 299—330; — Брак 2 — 341; — Способы — Характеристики и экономичность 2 — 300—303; — Шероховатость поверхности 2 — 300, 302  
 — гидравлическая 2 — 324; — Установки 2 — 325; — Характеристики и экономичность 2 — 300, 301  
 — дробеметная 2 — 310—319; — Дробь 2 — 306, 307, 309, 312; — Техника безопасности 2 — 319; — Характеристики и экономичность 2 — 300, 301  
 — дробеструйная (пневматическая) 2 — 307—310; — Дробь 2 — 306, 307, 309, 310; — Техника безопасности 2 — 319; — Характеристики и экономичность 2 — 300, 301  
 — механическая 2 — 324; — Характеристики и экономичность 2 — 302, 303  
 — мокрая пескоструйная 2 — 310; — Техника безопасности 2 — 319; — Характеристики и экономичность 2 — 300  
 — шлифовальными кругами 2 — 327, 328; — Характеристики и экономичность 2 — 302, 303

**Очистное оборудование** — Нормы отсоса воздуха 2 — 319

**Очистные аппараты дробеструйные** — Расход дробы 2 — 309  
 — Расход сжатого воздуха 2 — 310  
 — Характеристики технические 2 — 307

**Очистные барабаны для галтовки мокрой 2** — 299  
 — для галтовки сухой 2 — 299, 310; — Характеристики технические 2 — 304, 305  
 — дробеметные ленточные непрерывного действия 2 — 310; — Характеристики технические 2 — 313  
 — дробеметные ленточные периодического действия 2 — 310; — Характеристики технические 2 — 311, 312  
 — дробеструйные 2 — 307; — Характеристики технические 2 — 308

**Очистные головки дробеметные** — Характеристики технические 2 — 312, 313

**Очистные камеры дробеметные периодического действия 2** — 319; — Характеристики технические 2 — 315—317  
 — дробеструйные периодического действия 2 — 307; — Характеристики технические 2 — 309

**Очистные машины дробеметные полуавтоматические** — Нормы отсоса воздуха 2 — 319  
 — Характеристики технические 2 — 317

**Очистные столы вращающиеся дробеметные 2** — 319; — Характеристики технические 2 — 314, 315  
 — дробеструйные 2 — 307; — Характеристики технические 2 — 308

**Очистные установки гидроскопические 2** — 310

## П

**Паспорта заготовок штамповых 2** — 398, 399  
 — измерений поковок штампованных 2 — 356, 357

**Патроны 1** — 195  
 — Количество — Выбор 1 — 196, 197  
 — Материалы 1 — 254  
 — Размеры 1 — 253

**Перегрев стали 2** — 332, 336, 342

**Передача 1** — 266

**Пережим уступов 1** — 269

**Пережимки** — Марки стали 1 — 254  
 — круглые — Размеры 1 — 239, 252  
 — треугольные — Размеры 1 — 239, 252

**Пережок стали 2** — 332, 336, 342

**Перекладчики 1** — 201, 202, 218  
 — напольные стационарные 1 — 219  
 — подвесные 1 — 218

**Печи конвейерные для охлаждения поковок 1** — 112

**Печи кузнечные** — Арматура 1 — 146  
 — Атмосфера газовая — Влияние на угар металла 1 — 114  
 — Горелки газовые 1 — 133, 137—142

- Горелки комбинированные для сжигания мазута и газа 1 — 133
- К. п. д. энергетические 2 — 410
- Кладка — Сроки службы 1 — 147
- Материалы огнеупорные — Нормы расхода 1 — 147
- — Характеристики 1 — 145
- Материалы теплоизоляционные — Характеристики 1 — 146
- Поды — Размеры и напряженность 1 — 132
- — Сроки службы 1 — 147
- Посадка и выдача заготовок — Приспособления 1 — 255
- — Средства механизации 1 — 195, 199, 200
- Расположение — Схемы 1 — 209, 219, 224
- Расход тепла 1 — 144
- Расход топлива 1 — 143—145
- Регенераторы 1 — 125, 142
- Рекуператоры 1 — 142, 143
- Своды и стенки — Сроки службы 1 — 147
- Тепло отходящих газов — Использование 1 — 119, 120, 142, 143
- Топливо — см. *Топливо для печей кузнечных*
- Форсунки 1 — 135—137
- Характеристики тепловые 1 — 144
- Печи кузнечные** двухкамерные с закрывающимися окнами 1 — 119, 124
- — двухкамерные щелевые 1 — 119, 123, 144
- — для нагрева крупных слитков 1 — 119, 120, 126
- — камерные — Кладка — Сроки службы 1 — 147; — Нормы расхода огнеупоров 1 — 147; — Подача и вынос заготовок 1 — 200
- — камерные для безокислительного нагрева открытым пламенем 1 — 116, 117, 120, 126
- — камерные на твердом топливе 1 — 123; — Топки — Схемы и характеристики 1 — 134, 135
- — камерные с закрывающимися окнами 1 — 119, 123—125
- — камерные щелевые 1 — 119, 122, 132, 144
- — колодезные 1 — 119, 144
- — конвейерные 1 — 120, 128, 132, 144
- — методические — Кладка — Сроки службы 1 — 147; — Нормы расхода огнеупоров 1 — 147; — Слой защитный газовый 1 — 116
- — методические кольцевые 1 — 130, 132
- — методические толкательные 1 — 120, 127, 132, 144; — Посадка и вынос заготовок 1 — 195, 200; — Расположение — Схемы 1 — 210
- — методические трехзонные однорядные 1 — 127
- — муфельные с защитной атмосферой 1 — 116, 117
- — очковые 1 — 119, 122, 144
- — перекатные 1 — 120, 130, 144
- — полуметодические 1 — 132
- — полуметодические толкательные 1 — 120, 126, 131, 144
- — регенеративные 1 — 125, 142, 144
- — с вращающимися стенками 1 — 120, 129
- — с вращающимся подом 1 — 120, 129, 130, 132, 144; — Подача и вынос заготовок 1 — 200; — Посадка и выдача заготовок 1 — 211
- — с выдвижным подом 1 — 120, 125, 126, 132, 144
- — с загрузкой непрерывной — Производительность удельная 1 — 132; — Расход тепла и топлива 1 — 144, 145; — Условия применения 1 — 120; — Типы 1 — 120, 126—131
- — с загрузкой периодической — Производительность удельная 1 — 132; — Расход тепла и топлива 1 — 144, 145; — Условия применения 1 — 119, 120; — Типы 1 — 119—126
- — с литивной атмосферой 1 — 116, 117
- — с шагающей подовой балкой 1 — 120, 128, 132, 144
- — трехкамерные 1 — 119
- — шахтные 1 — 119
- Печи** нагревательные — см. *Печи кузнечные*
- — термические — Нормы расхода огнеупоров 1 — 147
- Пилы** дисковые — Скаты-рольганги для уборки заготовок в тару 1 — 95
- — для резки заготовок — Диски пильные 1 — 66, 67; — Характеристики технические 1 — 68
- Пирометры фотоэлектрические** 1 — 169, 175

**Плиты блоков штампов для КГШП —**

- Толщина 2 — 37
- блоков штампов для прессов винтовых фрикционных 2 — 92, 93; — Размеры 2 — 94, 95
- для осадки слитков — Марки стали 1 — 254; — Размеры 1 — 248, 249
- для прессов ковочных верхние и нижние — Размеры 1 — 248, 249
- для штампов — Материалы 2 — 375, 378—380
- для штампов калибровочных — Типы и размеры 2 — 296—299
- для штампов обрешных — Типы и размеры 2 — 262—267, 269, 270
- поворотные с пневматическим приводом 1 — 255

**Подкладки — Марки стали 1 — 254**

- клиновые — Размеры 1 — 240

**Подогрев стали перед резкой на ножницах 1 — 53, 93****Полы печей кузнечных — Размеры и напряженность 1 — 132**

- Сроки службы 1 — 147

**Поковки — Вес — Влияние на выбор веса падающих частей ковочных молотов 1 — 178, 179**

- Дефекты поверхностные — Вырубка 2 — 302, 303, 325—327
- Зачистка — см. *Зачистка дефектов поверхностных*

**— Кривизна 2 — 333**

- Охлаждение 1 — 109—113, 292, 293

**— Очистка 2 — 299—330, 341**

- Расход металла — Нормы — Расчет 1 — 89, 90

**— Сечения — Формы 1 — 260, 261**

- Трещины 2 — 332

**— Шероховатость поверхности после очистки 2 — 300, 302****Поковки бандажей — Изготовление 1 — 314, 315**

- бугелей — Изготовление 1 — 317

**— валов коленчатых — Изготовление 1 — 308—312**

- валов полых — Изготовление 1 — 315, 316

**— вилов — Изготовление 1 — 317**

- втулок — Изготовление 1 — 314

**— из проката — Расход металла 1 — 297**

- из стали легированной — Охлаждение 1 — 111, 113

**— изготавливаемые обжатием 2 — 182, 183 — Заготовки — Размеры — Расчет 2 — 179; — Клас-**

сификация 2 — 178; — Чертежи — Составление 2 — 179

- ключей гаечных — Изготовление 1 — 307

**— кольцевые — Допуски и припуски 1 — 282, 283; — Изготовление 1 — 264, 265 — см. также**

*Раскатка кольцевых заготовок*; — Отходы — Определение 1 — 298; — Правка 1 — 272

**— кольцевые раскатанные — Допуски и припуски 2 — 225, 233; — Формы с несимметричным профилем сечения 2 — 221, 223, 224; — Формы с симметричным профилем сечения 2 — 221, 222**

- круглого, квадратного и прямоугольного сечений — Допуски и припуски 1 — 278, 279, 284—286

**Поковки молотовые — Брак — Виды и классификация 2 — 331—333**

- Вес — Определение 1 — 291, 292
- Дефекты 2 — 331, 333

**— Длины наименьшего концевой выступа (фланца) 1 — 276**

- Допуски и припуски 1 — 229, 273, 278—283
- Изготовление — см. *Ковка на молотах*

**— Классификация 1 — 304—306**

- Контроль качества 2 — 331—335
- Контроль размеров — Инструмент измерительный 2 — 333—335

**— Объем — Определение 1 — 292**

- Припуски для подвешивания при термической обработке 1 — 274
- Размеры с припусками и допусками — Схемы 1 — 273

**— Чертежи — Составление 1 — 273**

- Чистота поверхности 1 — 229
- Ширина бурта наименьшая 1 — 276

**Поковки молотовые группы I — Изготовление 1 — 306**

- группы II — Изготовление 1 — 307; 2 — 395, 396
- группы III — Изготовление 1 — 308—312; 2 — 395
- группы IV — Изготовление 1 — 313, 314
- группы V — Изготовление 1 — 314
- группы VII — Изготовление 1 — 316, 317
- группы VIII — Изготовление 1 — 316
- с уступами и выемками — Допуски и припуски 1 — 279, 280, 285,

- 286; — Размеры выемки наименьшие 1 — 277; — Уступы 1 — 269, 275
- цилиндров, дисков, кубиков, брусков и пластин — Допуски и припуски 1 — 280, 281, 287, 288
- штампованные — см. *Поковки штампованные молотовые*
- Поковки осей вагонных** — Изготовление 1 — 306, 307
- полые — Допуски и припуски 1 — 282, 289; — Изготовление 1 — 260—263, 315, 316
- Поковки прессовые** — Брак — Виды и классификация 2 — 331—333
- Вес — Определение 1 — 291, 292
- Дефекты 2 — 331—333
- Длина, получаемая ковкой за один нагрев 1 — 294, 295
- Допуски и припуски 1 — 229, 273, 284—290
- Изготовление — см. *Ковка на прессах*
- Классификация 1 — 304—306
- Контроль качества 2 — 331—335
- Контроль размеров — Инструмент измерительный 2 — 333—335
- Объем — Определение 1 — 292
- Припуски для подвешивания при термической обработке 1 — 274
- Размеры с припусками и допусками — Схемы 1 — 278
- Точность 1 — 276
- Чертежи — Составление 1 — 273
- Чистота поверхности 1 — 229
- Поковки прессовые группы I** — Изготовление 1 — 306, 307
- группы V — Изготовление 1 — 315
- группы VI — Изготовление 1 — 315, 316
- Поковки скоб строительных** — Изготовление 1 — 316
- фланцев — Изготовление 1 — 313
- шестерен — Изготовление 1 — 313
- Поковки штампованные** — Базы для измерения 2 — 348, 349
- Брак — Виды и классификация 2 — 335—342
- Дефекты — Исправление 2 — 342
- Контроль — Методы 2 — 345, 346
- Допуски 1 — 230—233, 322, 323
- — Порядок назначения и примеры 1 — 324—326
- Заготовки — см. *Заготовки для поковок штампованных*
- Зажимы — Возникновение — Причины 2 — 337, 339, 340
- — Выявление 2 — 353, 363
- — Исправление 2 — 342
- Закаты 2 — 335, 342
- Заусенцы — см. *Заусенцы поковок штампованных*
- Изготовление — см. *Штамповка*
- Изготовление комбинированными процессами 1 — 234
- Измерения периодические — Паспорта 2 — 356, 357
- Калибровка — см. *Калибровка (чеканка) поковок штампованных*
- Контроль геометрических элементов 2 — 342
- — Методы 2 — 353, 354
- Контроль качества 2 — 335—356
- Контроль качества статистический 2 — 356—366
- Контроль размеров 2 — 365
- — Инструмент измерительный 2 — 348
- — Приспособления 2 — 351—356
- Кривизна 2 — 338, 340, 342
- Отделка 2 — 255—299
- Правка 2 — 287, 288
- Приемка выборочная 2 — 362, 366
- Припуски 1 — 230—233, 319—321, 324; 2 — 340
- — Контроль 2 — 349, 354—356
- — Порядок назначения и примеры 1 — 319, 325, 326
- Разметка 2 — 348, 353, 354
- Себестоимость усредненная 2 — 407
- Твердость 2 — 340, 342
- — Контроль — Методы 2 — 344, 347, 360, 365
- Термическая обработка — Брак 2 — 340, 341
- — Контроль — Методы 2 — 342, 344, 345
- Точность — Группы 1 — 319
- Трещины 2 — 342
- — Возникновение — Причины 2 — 335, 336
- Уклоны 1 — 328, 330
- Чеканка — см. *Калибровка (чеканка) поковок штампованных*
- Чертежи — Простановка размеров 2 — 349
- Чистота поверхности 1 — 230—233, 320, 321

- Поковки штампованные баллонов** высокого давления — Изготовление 2 — 73—75
- болтов и винтов — Изготовление 2 — 97, 99—102
- валов коленчатых — Изготовление 1 — 428—430; 2 — 53—55, 357
- валов сошек рулевого управления — Изготовление 2 — 48, 49
- вальцовкой — Форма и расположение в ленте 2 — 211
- вилок — Изготовление 1 — 424, 427, 428; 2 — 51, 52, 57, 58, 294
- втулок — Изготовление 2 — 70, 71, 79, 80, 128—132
- втулок винтов воздушных — Изготовление 2 — 78—81
- втулок фланцевых — Изготовление 2 — 9
- головок задних тракторных — Изготовление 1 — 424, 426
- дисков роторов турбин — Изготовление 2 — 75—77
- звеньев гусениц — Изготовление 1 — 421—423
- калиброванные — Допуски и припуски 2 — 291, 292; — Коррозия — Предотвращение 2 — 328, 329; — Чертежи — Составление 2 — 291—293; — Чистота поверхности 2 — 291, 292
- клапанов — Изготовление 1 — 431, 434; 2 — 61, 62
- колец — Изготовление 2 — 124, 127, 129, 160—162
- колец подшипников качения — Изготовление 2 — 241
- колпачков — Изготовление 2 — 101, 102
- корпусов снарядных — Изготовление 2 — 71—73
- корпусов форсунок — Изготовление 1 — 424, 427
- крестовин — Изготовление 1 — 364, 370, 431, 432
- крюков — Изготовление 1 — 372
- лопаток турбинных — Изготовление 2 — 207, 253, 303, 328
- Поковки штампованные молотовые** — Вес — Влияние на выбор веса падающих частей молотов 1 — 182
- Виды, изготавливаемые на высококостростных молотах 2 — 236—238
- Группы и подгруппы 1 — 334—339
- Допуски 1 — 329, 330, 333
- Заготовки — см. *Заготовки для поковок штампованных молотовых*
- Заусенцы — Объем 1 — 351, 352
- — Размеры — Определение 1 — 418, 419, 421, 423, 430
- — Толщина 1 — 349, 350
- — Удаление 1 — 372
- Изготовление — см. *Штамповка на молотах*
- Классификация 1 — 334—339
- Конструирование 1 — 327, 328
- Наметки 1 — 332, 333
- Припуски 1 — 329, 330
- Радиусы закруглений 1 — 331, 332
- Размеры — Правила простановки на чертежах 1 — 333
- Разъем 1 — 328, 399
- Разъема линия 1 — 330, 331, 374
- Ребра — Скругление вершины 1 — 331
- Сечения типовые 1 — 328
- Торцы цилиндрические 1 — 331
- Уклоны 1 — 328, 330
- Чертежи — Оформление 1 — 333, 334
- — Разработка 1 — 327—333, 374, 375
- Поковки штампованные молотовые группы I** — Изготовление 1 — 370, 371; — Параметры — Определение 1 — 418, 421; — Сечения средние Расчет 1 — 419; — Типы и эскизы — примерных форм 1 — 335—337; — Чертежи для изготовления штампа 1 — 419, 421, 423, 425, 426—430, 432—434
- группы II — Изготовление 1 — 430, 431; — Классификация при изготовлении в закрытых штампах 1 — 368, 369; — Параметры — Определение 1 — 430; — Типы и эскизы примерных форм 1 — 338, 339
- мелкие — Спаривание 1 — 399, 401
- Поковки штампованные мостиков вилки** — Изготовление 2 — 51, 53
- на автоматах горячештамповочных — Допуски и припуски 2 — 242
- на вальцах ковочных 2 — 208; — Допуски 2 — 214—216; — Заусенцы — Ширина — Расчет 2 — 210; — Площади смещенные — Расчет 2 — 208—210, 212, 213; — Радиусы закруглений 2 — 213, 214

- Поковки штампованные на ГКМ** — Диаметры — Влияние на выбор усилия ГКМ 1 — 187
- Допуски и припуски 2 — 113, 118
  - Классификация 2 — 103—107
  - Наметки 2 — 124—126, 128, 129
  - Радиусы закруглений 2 — 115, 117, 118
  - Технические условия 2 — 118, 119
  - Уклоны 2 — 113, 114, 118
  - Форма — Отклонения допускаемые 2 — 116, 117, 133
  - Чертежи 2 — 119, 159, 160
  - Составление 2 — 113—119
- Поковки штампованные на ГКМ высадкой** — Заготовки — Размеры — Расчет 2 — 120, 124, 126, 129
- группы I 2 — 103; — Изготовление 2 — 122—124, 159, 160, 163, 164
  - группы II 2 — 104, 105; — Изготовление 2 — 124—132, 160—162
  - группы III 2 — 105; — Изготовление 2 — 124—132
  - группы IV 2 — 105, 106; — Изготовление 2 — 132—136, 165
- Поковки штампованные на КГШП** — Вес — Влияние на выбор усилия пресса 1 — 187
- Высота — Отклонения 2 — 5
  - Допуски 2 — 10, 14, 15
  - Классификация 2 — 5—9
  - Конструирование 2 — 10—32
  - Припуски 2 — 10
  - Радиусы закруглений 2 — 11, 20
  - Трудоемкость 2 — 404, 405
  - Зависимость от среднего веса 2 — 406, 408
  - Уклоны 2 — 11, 16, 51
  - Чертежи — Составление 1 — 17, 18
  - Чертежи для изготовления штампов 2 — 47, 49, 50, 53, 55, 57, 64
  - Чистота поверхности 2 — 11
  - Элементы технологические 1—10, 11
- Поковки штампованные на КГШП в штампах закрытых** — Заготовки 2 — 14, 16; — Конструирование 2 — 16
- выдавливанием — Допуски и припуски 2 — 20; — Заготовки — Размеры — Расчет 2 — 22; — Заусенцы 2 — 21; — Изготовление 2 — 60—65
  - группы I 2 — 6, 7; — Изготовление 2 — 11—14, 46—55
  - группы II 2 — 7; — Изготовление 2 — 13, 14, 16, 55—60
  - группы III 2 — 7, 8; — Изготовление 2 — 19, 22, 60—65
- группы IV — Изготовление 2 — 28
  - группы V — Изготовление 2 — 30
- Поковки штампованные на прессах винтовых фрикционных 2 — 84**
- Вес — Влияние на выбор пресса 1 — 188
  - Допуски и припуски 2 — 88
  - Заготовки — Размеры — Расчет 2 — 89, 90
  - Изготовление — см. *Штамповка*
  - Классификация 2 — 84, 85
  - Наметки глухие и под прошивку 2 — 86—88
  - Радиусы закруглений 2 — 87, 88
  - Разъема плоскость и линия — Выбор 2 — 86, 87
  - Уклоны 2 — 86—88
  - Чертежи 2 — 102
  - Составление 2 — 86—88
- Поковки штампованные на прессах винтовых фрикционных группы I 2 — 84; — Изготовление 2 — 89, 96**
- группы II 2 — 84; — Изготовление 2 — 90, 92, 102
  - группы III 2 — 85; — Изготовление 2 — 90
- Поковки штампованные на прессах гидравлических** — Допуски и припуски 2 — 66—67; — Классификация 2 — 66; — Радиусы закруглений 2 — 67; — Разностенность допускаемая 2 — 67; — Уклоны 2 — 66, 67; — Чертежи 2 — 71, 75, 78, 80; — Чертежи — Составление 2 — 66, 67
- группы I 2 — 66; — Изготовление 2 — 70—75
  - группы II 2 — 66; — Изготовление 2 — 75—78
  - группы III 2 — 66; — Изготовление 2 — 78—82
- Поковки штампованные наконечников** — Изготовление 2 — 46—48
- осей колес передних тракторов — Изготовление 1 — 431, 433
  - осей трактора коленчатых — Изготовление 1 — 424, 425
  - пальцев — Изготовление 2 — 60, 61
  - проушин — Изготовление 2 — 46, 47
  - ручек — Изготовление 2 — 49, 50
  - рымов — Изготовление 1 — 371
  - рычагов — Изготовление 2 — 49, 52, 289, 294, 295



- рычагов привода тормозов автомобиля — Изготовление 1 — 416—421
- с фланцем — Изготовление 1 — 421, 423, 424
- серег — Изготовление 2 — 244, 245
- сопел — Изготовление 2 — 81, 82
- стержней с несимметричным фланцем — Изготовление 1 — 431, 433
- ступиц — Изготовление 1 — 374; 2 — 55, 57, 77, 78
- фланцев — Изготовление 2 — 57, 118, 119
- чашек — Изготовление 1 — 372
- шатунов — Изготовление 1 — 371
- шестерен — Изготовление 1 — 369, 430, 431; 2 — 241
- шестерен конических — Изготовление 1 — 372, 431, 432, 434, 435; 2 — 9, 17, 18, 25, 26, 61, 64
- шестерен с зубьями — Изготовление 2 — 17—19
- шпилек эксцентриковых — Изготовление 1 — 60, 61
- Полуавтоматы для резки кислородной**
- 1 — 77**
- Режимы 1 — 76
- Характеристики технические 1 — 78
- Посадочные вилки 1 — 211, 212**
- Количество — Выбор 1 — 196, 197
- Применения 1 — 195
- Посадочные машины (шаржир-машины) 1 — 208—211; — Грузоподъемность и количество — Выбор 1 — 196, 197, 199; — Применение 1 — 195—197, 199, 200, 202**
- напольные безрельсовые 1 — 210, 211
- напольные рельсовые 1 — 208—211
- напольные стационарные 1 — 211
- Правка 1 — 270, 272; 2 — 175**
- поковок кольцевых 1 — 272
- поковок штампованных 2 — 287, 288
- Правочные штампы — Детали — Материалы 2 — 374, 379**
- Конструирование 2 — 288, 289
- Объединение последовательное с калибровочными штампами 2 — 299
- Объединение последовательное с срезными штампами 2 — 282
- Совмещение с обрезными штампами 2 — 286, 287
- Совмещение с прошивными штампами 2 — 287
- Прессы Бригеля скоростные 2 — 347**
- винтовые фрикционные 1 — 187, 188; — Особенности технологические 2 — 84, 86; — Применение — см. *Штамповки на прессах винтовых фрикционных*; — Усилия — Расчет 2 — 91; — Штампы — см. *Штампы для прессов винтовых фрикционных*
- гидравлические горизонтальные для холодной ломки заготовок 1 — 64, 65; — Характеристики технические 1 — 66
- гидравлические ковочные — см. *Прессы ковочные гидравлические*
- гидравлические штамповочные — см. *Прессы штамповочные гидравлические*
- ковочные — Бойки — Размеры 1 — 246; — Бойки — Типы рабочих поверхностей и крепление 1 — 247; — Плиты верхние и нижние — Размеры 1 — 248, 249; — Применение — см. *Ковка на прессах*; — Расположение — Схемы 1 — 208, 209; — Усилия — Расчет 1 — 259, 264, 265
- ковочные гидравлические 1 — 180, 181; — Расположение — Схемы 1 — 214; — Средства механизации 1 — 195, 196
- ковочные гидравлические 4-коллонные — Параметры 1 — 180
- кривошипно-коленные чеканочные (калибровочные) 1 — 191, 192
- Прессы кривошипные — Применение для резки заготовок 1 — 62, 63; — Приспособления для холодной ломки заготовок 1 — 64, 65**
- горячештамповочные — см. *Кривошипные горячештамповочные прессы (КГШП)*
- двухстоечные открытые — Параметры 1 — 190, 191
- общего назначения 1 — 190, 191
- одностоечные — Параметры 1 — 190
- специализированные для горячей штамповки выдавливанием 1 — 185

- Прессы** обрезные — см. *Обрезные прессы*
- чеканочные — Усилия — Определение 2 — 290
- штамповочные — Установка штампов — Контроль 2 — 349, 353
- штамповочные гидравлические 2 — 81, 82; — Усилия — Расчет 2 — 82, 83; — Штампы — см. *Штампы для прессов гидравлических*
- штамповочные комбинированные 2 — 81, 82, 245
- Прижимы** — Материалы 2 — 375, 378, 379
- в контрольных приспособлениях 2 — 351
- Припуски для подвешивания поковок при термической обработке** 1 — 274
- Припуски на поковки кольцевые** 1 — 282, 283
- кольцевые раскатанные 2 — 225, 233, 290
- молотовые 1 — 229, 273, 278—283, 329, 330
- прессовые 1 — 229, 273, 284—290
- штампованные 1 — 230—233, 319—321, 324; 2 — 340; — Контроль 2 — 349, 354—356; — Порядок назначения и примеры 1 — 319, 325, 326
- штампованные калиброванные 2 — 291, 292
- штампованные молотовые 1 — 329, 330
- штампованные на автоматах горячештамповочных 2 — 242
- штампованные на ГКМ 2 — 113, 118
- штампованные на КГШП 2 — 10
- штампованные на КГШП выдавливанием 2 — 20
- штампованные на прессах винтовых фрикционных 2 — 88
- штампованные на прессах гидравлических 2 — 66
- Припуски ремонтные для штампов** 2 — 391
- Приспособления для гибки под молотом** 1 — 269
- для ломки заготовок на кривошипных прессах 1 — 64, 65
- для охлаждения штампов 2 — 382
- для поворота верхней плиты 1 — 255
- для посадки в печь заготовок и выдачи их из печи 1 — 255
- захватные 1 — 254, 255
- контрольные 2 — 350—356; — Базирующие и зажимные устройства 2 — 350, 351; — Измерительные устройства 2 — 351, 352, 355, 356; — Прижимы бойнетные и эксцентрикные 2 — 351
- контрольные для поковок штампованных 2 — 351—356
- контрольные наладочные и приемные 2 — 351
- прижимные на ножницах для резки заготовок 1 — 92, 93
- Прихваты** для матриц обрезных — Размеры 2 — 276
- для плит нижних обрезных штампов — Размеры 2 — 275
- Пробивка отверстий** 2 — 174
- Прокат стальной** — см. *Сталь прокатная*
- Прокатка поперечная** 1 — 234
- Прокладки блоков штампов для прессов винтовых фрикционных** 2 — 92
- Размеры 2 — 94
- Прорезка** 1 — 85
- Просечки** — Марки стали 1 — 254
- прямоугольные (сбесчки) — Размеры 1 — 240
- трапецидальные — Размеры 1 — 241
- Просечные штампы** — Детали — Материалы 2 — 379, 380
- Протяжка (вытяжка)** 1 — 259—265
- Выбор веса падающих частей молота 1 — 263—265
- Выбор усилия пресса 1 — 264, 265
- Деформация — Степени допустимыс 1 — 259, 260
- Отходы — Коэффициент 1 — 297
- Разновидности 1 — 260—263
- Уковка 1 — 296
- Протяжки** на прессах гидравлических через кольца или ролики 2 — 67—69, 72—74; — Комбинированные с прошивкой 2 — 67, 69, 70; — Усилия — Расчет 2 — 82
- с оправкой 1 — 260—263
- Протяжные штампы** 2 — 73
- Профили прокатные** — см. *Сталь прокатная*
- Прошивка** 1 — 231, 266, 267, 374; — Отходы на выдру — Объем — Определение 1 — 295; — Способы 1 — 266; — Усилия — Расчет 1 — 267
- закрытая на прессах гидравлических 2 — 67—69, 71—73; — Комбинирование с протяжкой 2 —

- 67, 69, 70; — Усилия — Расчет  
2 — 82  
— на ГКМ — Усилия — Расчет 2 —  
112
- Прошивки** 1 — 266; — Марки стали  
1 — 254  
— сплошные — Размеры 1 — 236,  
250
- Прошивки полые** — Размеры 1 — 251
- Прошивные матрицы** 2 — 280, 281  
— Материалы 2 — 379
- Прошивные правочные штампы совме-  
щенные** 2 — 287
- Прошивные пуансоны** 2 — 70—72,  
279—281  
— Материалы 2 — 379
- Прошивные пуансоны-пробки** 2 — 285
- Прошивные штампы** 2 — 73, 279—  
281  
— Объединение последовательное с  
обрезными штампами 2 — 282  
— Плиты и пуансонодержатели 2 —  
281  
— Пуансоны 2 — 279—280  
— Совмещение обрезными штампами  
2 — 282—287  
— Съемники 2 — 280, 281
- Прутки** — см. *Сталь прокатная  
прутковая*
- Пуансонодержатели** — Материалы 2 —  
378, 380  
— в штампах обрезных — Размеры  
2 — 273, 274  
— в штампах прошивных 2 — 281
- Пуансоны** — Материалы 2 — 371, 374,  
376—379  
— обрезные 2 — 255, 256, 260, 261,  
273—276  
— протяжные 2 — 70—72  
— прошивные 2 — 70—72, 279—  
281; — Материалы 2 — 379  
— штампов для ГКМ — Блоки 2 —  
108—111; — Хвостовики 2 —  
153, 154  
— штампов для ГКМ сборные 2 —  
153—156, 161  
— штампов для КГШП — Пояски  
2 — 16  
— штампов для КГШП для выдавли-  
вания 2 — 61, 62, 64  
— штампов для прессов винтовых  
фрикционных закрытых 2 — 97,  
98; — Размеры 2 — 99
- Пути однорельсовые** 1 — 219, 220  
— Назначение 1 — 198, 201, 202  
— Расположение — Схемы 1 — 219,  
224

## Р

- Радиально-обжимные машины** —  
Оправки 2 — 178, 180, 181  
— Применение 1 — 233; 2 — 176—183  
— Производительность 2 — 183  
— Схемы действия 2 — 176  
— Характеристики технические 2 —  
178, 179
- Радиусы закруглений поковок штампо-  
ванных молотовых** 1 — 331, 332  
— на вальцах ковочных 2 — 213,  
214  
— на ГКМ 2 — 115, 117, 118  
— на КГШП 2 — 11, 20  
— на прессах винтовых фрикцион-  
ных 2 — 87, 88  
— на прессах гидравлических 2 —  
67
- Радиусы изгиба внутренние при гибке  
холодной** 2 — 166, 169
- Разметка поковок штампованных** 2 —  
348, 353, 354
- Раскатка** — Стойки 1 — 245, 253, 254  
— заготовок кольцевых 1 — 233;  
2 — 220—230; — Уковка 1 —  
297  
— на оправке (раздача) 1 — 260,  
263; — Оправки одноступенча-  
тые — Размеры 1 — 249  
— на прессах — Допуски и припу-  
ски 1 — 290; — Коэффициент  
уширения 1 — 263, 264
- Раскатки** — Марки стали 1 — 254  
— полукруглые — Размеры 1 —  
240
- Раскаточные машины** — Схемы прин-  
ципиальные 2 — 221  
— Характеристики технические 2 —  
225
- Раскаточный инструмент** — Размеры  
постоянные 2 — 230  
— Размеры рабочие 2 — 226—229
- Раскрой заготовок для поковок штам-  
пованных объемные** — Корректиро-  
вание 1 — 82—85  
— линейные — Коэффициент ис-  
пользования металла 1 — 89, 90,  
92
- Расплющивание** 1 — 261
- Растворы травильные** 2 — 319—321,  
324
- Регенераторы для кузнечных печей**  
1 — 125, 142
- Резаки для кислородной резки** 1 — 76  
— Положение в процессе работы 1 —  
73

- Применение для огневой зачистки 2 — 328, 329
- Расход горючего 1 — 75
- Сопла дополнительные 1 — 72
- Характеристики технические 1 — 77
- Резка** — Брак 2 — 336; — Выбор способа 1 — 81; — Отходы заготовительные (раскройные) 1 — 85—90, 92, 93
  - анодно-механическая 1 — 78—80
- Резка кислородная** 1 — 71—78
  - Автоматы и полуавтоматы 1 — 77
  - Режимы 1 — 76
  - Характеристики технические 1 — 78
  - Влияние на структуру и твердость стали 1 — 72
  - Влияние содержания химических элементов в стали 1 — 71
  - Горючее 1 — 74, 76
  - Расход 1 — 75, 76
  - Характеристики 1 — 75
  - Мощность пламени эффективная 1 — 74—76
  - Подогрев стали 1 — 72
  - Время 1 — 73
  - Преимущества и недостатки 1 — 81
  - Резаки — см. *Резаки для кислородной резки*
  - Скорости ориентировочно-технические 1 — 74
  - Техника безопасности 1 — 95, 96
  - Технология 1 — 73, 74
  - Условия 1 — 71, 72
  - Ширина резака и чистота его поверхности 1 — 73, 74
- Резка кислородно-флюсовая** 1 — 72
  - на ножницах 1 — 51—61; — Допуски на длину заготовок 1 — 81; — Зазоры между ножами оптимальные 1 — 53; — Зоны характерные 1 — 52; — Механизация 1 — 93—95; — Надрезы — Глубина относительная 1 — 52; — Ножи 1 — 54—59; — Подогрев стали 1 — 53, 93; — Преимущества и недостатки 1 — 51; — Схемы 1 — 86, 88, 92, 93; — Техника безопасности 1 — 95
  - на ножовках приводных — Допуски на длину заготовок 1 — 82; — Скорость резания 1 — 68
  - на отрезных станках 1 — 68—70, 81
  - на пилах дисковых 1 — 66—68; — Время машинное 1 — 67; — Допуски на длину заготовок 1 — 82; — Механизация 1 — 93, 95; — Преимущества и недостатки 1 — 81; — Скорость резания 1 — 66; — Техника безопасности 1 — 95
  - на прессах 1 — 51; — Допуски на длину заготовок 1 — 81; — Применение прессов кривошипных 1 — 62, 63; — Схемы 1 — 86, 88, 92, 93; — Усилия — Расчет 1 — 61; — Штампы 1 — 54, 59—61
- Резцы отрезные** 1 — 70
- Рекристаллизация** стали — Диаграммы 1 — 37—39
- Рекуператоры для кузнечных печей** 1 — 142, 143
- Ремонт штампов** наплавкой 2 — 392, 393
  - сваркой электрошлаковой 2 — 390
  - текущий и капитальный 2 — 390
- Ролики направляющие для раскатки кольцевых заготовок** — Размеры постоянные 2 — 230
  - Размеры рабочие 2 — 226—229
- Рольганги** — см. *Транспортеры роликовые*
- Ротационно-обжимные машины** — Бойки 2 — 177, 179, 180, 181
  - Оправки 2 — 178, 180, 181
  - Применение 1 — 233; 2 — 176—183
  - Производительность 2 — 183
  - Схемы действия 2 — 176
  - Характеристики технические 2 — 178, 179
- Рубка** 1 — 267, 268
- Рукотки вставные для инструмента ковочного** — Крепление и заделка 1 — 254
- Ручки штампов для прессов винтовых фрикционных** 2 — 98, 99
- Ручьи ножей для резки** — Размеры 1 — 56—59
- Ручьи штампов** — Восстановление формовиком 2 — 390, 391
  - Выдавливание 2 — 388
  - Деформация (смятие) 2 — 386
  - Доводка и отделка 2 — 389, 393
  - Истирание 2 — 385
  - Обработка 2 — 387
  - Удаление окалины 2 — 383
  - Чистота поверхности 2 — 389, 396
  - Штамповка 2 — 387, 388

- Ручи штампов для вальцовки** — Точность 2 — 206; — Чистота поверхности 2 — 206, 211
- отделочной (холодной) — Профиль — Построение 2 — 207; — Размеры — Расчет 2 — 208
- формовочной закрытые 2 — 191, 192
- формовочной открытые квадратные — Размеры — Расчет 2 — 195—197, 199
- формовочной открытые круглые — Размеры — Расчет 2 — 197, 199—201
- формовочной открытые овальные — Размеры — Расчет 2 — 190, 191, 196—201, 218
- формовочной открытые ромбические — Размеры — Расчет 2 — 185—188
- формовочной периодической — Размеры — Расчет 2 — 203—205
- штамповочной 2 — 208—213
- Ручи штампов для ГКМ** — Конструирование 2 — 136—159
- Примеры 2 — 159—162
- Размеры 2 — 138—140, 142, 143, 146
- Точность 2 — 159
- Часть зажимная 2 — 137, 138
- Часть наборная 2 — 140—142
- — Полости — Определение размеров 2 — 121, 122
- Часть обрезная 2 — 146, 147
- Часть пережимная 2 — 138, 139
- Часть подъемная 2 — 139, 140
- Часть прошивная 2 — 144, 145
- Вставки 2 — 146
- Часть формовочная 2 — 142, 143
- Шероховатость поверхности 2 — 159
- Ручи штампов для ГКМ в матрице**
- 2 — 140, 142
- в пуансоне 2 — 121, 122, 141, 143
- в пуансоне и матрице 2 — 141, 142
- отрезные — Виды 2 — 136; — Детали — Размеры 2 — 149—151
- формовочные окончательные — Виды 2 — 123
- Ручи штампов для КГШП** — Вставки — Выемки 2 — 43, 44; — Вставки — Толкатели 2 — 42—44; — Каналы газоотводящие 2 — 41, 42; — Конструирование 2 — 41; — Сечения — Согласование 2 — 46
- гибочные — Вставки 2 — 49—53
- окончательные — Вставки 2 — 48—51, 53, 56—58, 64; — Канавки для заусенца 2 — 44, 45; — Конструирование 2 — 44, 46; — Наметки с магазином 2 — 44, 45
- открытых — Вставки 2 — 55, 57, 58; — Выбор 2 — 11—14
- пережимные 2 — 46; — Вставки 2 — 47, 55
- предварительные — Вставки 2 — 48, 52—54, 57, 58, 64; — Конструирование 2 — 46
- Ручи штампов молотовых** — Классификация и назначение 1 — 334—348
- Количество 1 — 334
- Конструирование и расчет 1 — 374—396
- Наклон фигуры 1 — 399, 401
- Расположенис — Схемы 1 — 398—400, 421
- Стенки — Толщина 1 — 408—410
- Твердость 2 — 372, 374
- Центр 1 — 398, 409, 411
- Ручи штампов молотовых заготовительные** — Выбор 1 — 352, 353, 356—360, 363, 364; — Конструирование и расчет 1 — 376, 381—395; — Площадки для осадки 1 — 345, 393—395, 430, 431; — Площадки для расплющивания 1 — 344, 388; — Типы, их индексы и назначение 1 — 342—346
- высадочные 1 — 344, 346, 435; — Конструирование и расчет 1 — 389, 395, 424
- гибочные 1 — 345, 399, 400, 408; — Конструирование и расчет 390, 391, 392, 424
- пережимные 1 — 343, 382
- подкатные 1 — 342, 424, 428, 431; — Конструирование и расчет 1 — 382—385, 421
- протяжные 1 — 343; — Конструирование и расчет 1 — 386, 387, 420
- протяжные специальные 1 — 344, 346; — Конструирование и расчет 1 — 390, 395, 424
- формовочные 1 — 342, 376, 381
- Ручи штампов молотовых закрытых**
- 1 — 331
- отрубные (ножи) 1 — 376; — Назначение 1 — 348; — Размеры и условия применения 1 — 396; — Расположение — Схемы 1 — 399, 400
- пережимные 1 — 366
- подкатные 1 — 366

- штамповочные — Выбор 1 — 352, 353, 357—360, 363, 364; — Конструирование и расчет 1 — 374—380; — Расположение — Схемы 1 — 398—400; — Типы, их индексы и назначение 1 — 347—348
  - штамповочные окончательные (чистовые) 1 — 348, 398, 400, 435; — Конструирование и расчет 1 — 374—376, 431; — Размеры 1 — 397
  - штамповочные предварительные и заготовительно-предварительные 1 — 347, 348, 398, 400, 424, 428; — Конструирование и расчет 1 — 376—380; — Размеры 1 — 397
  - Ручьи штампов окончательные** 2 — 96, 97; — Незаполненные фигуры — Возникновение — Причины 2 — 337, 338, 340, 342; — Размеры — Контроль 2 — 353
  - правочных — Конструирование 2 — 288, 289
  - Рычаги выталкивателей в штампах для КГШП** 2 — 39—41
- С**
- Сварка газопрессовая** 1 — 270; — Станки — Характеристики технические 1 — 271
  - кузнечная 1 — 269, 270
  - электрошлаковая 2 — 390
  - Свищи расслоения** 2 — 332
  - Своды печей кузнечных** — Сроки службы 1 — 147
  - Себестоимость поковок штампованных** 2 — 407
  - Сера** 1 — 71; 2 — 348
  - Скаты-рольганги** — Применение 1 — 95
  - Склизы** — Назначение 1 — 198
  - Скобы** 1 — 256
  - для контроля поковок 2 — 334, 335, 348
  - Слитки стальные** — Вес — Влияние на выбор усилия прессов ковочных гидравлических 1 — 181
  - — Определение 1 — 302
  - Выбор 1 — 302
  - Дефекты, возникающие при ковке, 2 — 332, 333
  - Дефекты нагрева 2 — 331, 332
  - Дефекты поверхностные Вырубка 2 — 302, 303, 325—327
  - Диаметр цапфы под патрон — Выбор 1 — 253
  - Нагрев под ковку — см. *Нагрев под ковку слитков*
  - Осадка — Коэффициент масштабный 1 — 36
  - Отходы 1 — 293, 296
  - Сортамент 1 — 40—42
  - Строение — Схемы 2 — 331
  - Уковка 1 — 297
  - Слитки стальные восьмигранные** — Сортамент 1 — 40—42
  - высоколегированные — Свойства и структура — Особенности 2 — 247, 248, 251
  - двенадцатигранные укороченные — Сортамент 1 — 42
  - из стали высоколегированной — Подготовка к ковке и отжиг 1 — 303
  - Смазка штампов** 2 — 382—385
  - Смазки** 2 — 383; — Выбор 2 — 33, 252, 253, 257, 266; — Состав и способы нанесения 2 — 384, 385
  - графитовые 2 — 383; — Применение 1 — 257, 266; 2 — 33, 210, 216, 239; — Состав и способы нанесения 2 — 384, 385
  - для калибровки (чеканки) 2 — 291, 292
  - на основе стекла — Применение 1 — 257; 2 — 252, 253; — Состав и способы нанесения 2 — 384, 385
  - Сормайт** — Применение при ремонте штампов наплавкой 2 — 392, 393
  - Сортамент болванок стальных обжатых** 1 — 42
  - заготовок стальных квадратных (блумсов) 1 — 43
  - слитков стальных 1 — 40—42
  - стали горячекатаной 1 — 43—45, 48—50
  - стали калиброванной 1 — 47, 48
  - стали прокатной 1 — 45, 46
  - Сплавы высоколегированные жаропрочные** — Особенностиковки 2 — 249—252; — Особенности штамповки 2 — 252, 253; — Свойства — Особенности 2 — 247—249
  - железоуглеродистые — Диаграммы предельных температур нагрева 1 — 97
  - Средства механизацииковки свободной** 1 — 195—197
  - нагрева под ковку и штамповку 1 — 195, 199, 200
  - штамповки объемной горячей 1 — 197—202

- Сталь** — Анализы — Методы 2 — 343  
 — — Показатели — Характеристики 2 — 348  
 — Вес удельный 1 — 32  
 — Деформации — см. *Деформации стали*  
 — Диаграммы равновесия с атмосферой печи при нагреве 1 — 114  
 — Искры при шлифовании — Виды 2 — 343, 347  
 — Коэффициент скоростной 1 — 36  
 — Коэффициент трения при пластическом деформировании 1 — 36  
 — Марки — Назначение 1 — 22—31  
 — Обезуглероживание при нагреве 1 — 114  
 — Окисление при нагреве — Меры борьбы 1 — 116, 117  
 — Перегрев 2 — 332, 336, 342  
 — Пережог 2 — 332, 336, 342  
 — Подогрев перед резкой кислородной 1 — 72, 73  
 — Рекристаллизация — Диаграммы 1 — 37—39  
 — Свойства — Влияние легирующих компонентов 1 — 20, 21, 32  
 — Сопrotивление разрыву временное при ковочных температурах 1 — 34, 35  
 — Состав химический — Контроль — Методы 2 — 343  
 — Структура 2 — 341  
 — — Измерения при кислородной резке 1 — 72  
 — Твердость — Изменения при кислородной резке 1 — 72  
**Сталь аустенитно-мартенситного класса** — Механические свойства и химический состав 1 — 14, 15  
 — аустенитно-ферритного класса — Механические свойства и химический состав 1 — 16, 17  
 — аустенитного класса — Механические свойства и химический состав 1 — 16, 17; — Применение 1 — 146; — Структура 2 — 247; — Уковка 1 — 297  
 — быстрорежущая инструментальная — см. *Сталь инструментальная быстрорежущая*  
 — высоколегированная — Механические свойства и химический состав 1 — 14—17; — Особенности 2 — 247—249; — Особенностиковки 1 — 302, 303, 306; 2 — 249—252; — Особенности штамповки 2 — 252, 253; — Отжиг 1 — 303; — Пластичность 1 — 303, 306; — Температурные интервалыковки и штамповки 1 — 100  
 — высокоуглеродистая — Структура — Измерения при кислородной резке 1 — 72  
**Сталь горячекатаная** — Вес — Отклонения предельные 1 — 82; — Длины расчетные 1 — 87; — Отклонения положительные — Влияние на потери металла 1 — 88; — Расход на поковки — Расчет 1 — 89, 90  
 — квадратная — Сортамент 1 — 43, 44  
 — круглая — Сортамент 1 — 44, 45  
 — круглого сечения, получаемого путем поперечно-винтовой прокатки — Сортамент 1 — 49, 50  
 — периодического профиля, получаемого путем продольной прокатки — Сортамент 1 — 48, 49  
 — углеродистая группы А — Механические свойства 1 — 5  
**Сталь дляковки и штамповки** — Классификация и свойства 1 — 139  
 — жаропрочная — Механические свойства и химический состав 1 — 14—17; — Назначение 1 — 28; — Особенности 2 — 247—249; — Особенностиковки 2 — 249—252; — Особенности штамповки 2 — 252, 253  
 — жаростойкая — Механические свойства и химический состав 1 — 14—17; — Назначение 1 — 27  
 — инструментальная — Твердость 1 — 18—20; — Температурные интервалыковки и штамповки 1 — 100  
 — инструментальная быстрорежущая — Нагрев под ковку 1 — 108; — Твердость и химический состав 1 — 20; — Уковка 1 — 297  
 — инструментальная легированная — Назначение 1 — 29; — Твердость и химический состав 1 — 19  
 — инструментальная углеродистая — Назначение 1 — 28; — Твердость и химический состав 1 — 18  
 — калиброванная — Длины расчетные 1 — 87

- калиброванная квадратная — Сортамент 1 — 47, 48
- калиброванная круглая — Сортамент 1 — 47
- конструкционная — см. *Сталь легированная конструкционная*; — *Сталь углеродистая качественная конструкционная*
- коррозионнотойкая — Механические свойства и химический состав 1 — 14, 17; — Назначение 1 — 26, 27
- кремнемарганцовая 1 — 9, 24
- Сталь легированная** — Охлаждение послековки 1 — 111, 113
- Свойства — Влияние легирующих компонентов 1 — 20, 21, 32
- Скорости деформирования и деформации 1 — 35
- Сопротивление разрыву временное при ковочных температурах 1 — 35
- Структура — Изменения при кислородной резке 1 — 72
- Температурные интервалыковки и штамповки 1 — 99
- Теплоемкость средняя 1 — 33
- Теплопроводность 1 — 33, 34
- Точки критические 1 — 32
- Сталь легированная инструментальная** — Назначение 1 — 29; — Твердость и химический состав 1 — 19
- легированная конструкционная — Механические свойства и химический состав 1 — 8—13; — Назначение 1 — 23—26
- легированная со специальными свойствами — Механические свойства и химический состав 1 — 14—17
- малолегированная — Нагрев подковку — Время 1 — 103
- малоуглеродистая — Структура — Изменение при кислородной резке 1 — 72
- марганцовистая 1 — 8, 23
- мартенситного класса — Механические свойства и химический состав 1 — 14, 15
- низколегированная — Глубина проникновения тока при индукционном нагреве 1 — 151
- никельмолибденовая 1 — 9
- Сталь прокатная** — см. также *Сталь горячекатаная*
- Заготовки — Вес 1 — 297—301
- Заказы поставщикам — Выбор формы (варианта) 1 — 90—92
- Коэффициент использования раскройный (заготовительный) — Повышение 1 — 90, 92
- Профиля сечения — Выбор 1 — 297
- Сортировка перед разрезкой 1 — 85
- Уковка 1 — 297
- Сталь прокатная интервальная** 1 — 85; — Длины расчетные 1 — 86, 87; — Коэффициент использования раскройный 1 — 89, 90, 92
- немерная — Некратность — Расчет длины 1 — 85, 88, 89; — Отходы заготовительные средневоятные 1 — 86
- периодического проката для заготовок под штамповку на КГШП 2 — 9, 10
- полосовая — Длины расчетные 1 — 87; — Заказы поставщикам — Выбор формы (варианта) 1 — 92; — Коэффициент использования раскройный 1 — 89; — Сортамент 1 — 45, 46
- прутковая — Длины раскатов 1 — 91; — Коэффициент использования раскройный 1 — 89; — Шлифование бесцентровое 2 — 302, 303
- Сталь среднелегированная** — Длина поковок, получаемых на прессе за один нагрев 1 — 294, 295
- Сталь углеродистая** — Длина поковок, получаемых на прессе за один нагрев 1 — 294, 295
- Скорости деформирования и деформации 1 — 35
- Сопротивление разрыву временное при ковочных температурах 1 — 35
- Температурные интервалыковки и штамповки 1 — 99
- Теплоемкость средняя 1 — 32
- Теплопроводность 1 — 33, 34
- Точки критические 1 — 32
- Сталь углеродистая инструментальная** — Назначение 1 — 28; — Твердость и химический состав 1 — 18
- качественная конструкционная — Механические свойства и химический состав 1 — 7; — Назначение 1 — 22, 23; — Нагрев подковку и штамповку — Время 1 — 102, 103; — Рекристаллизация — Диаграммы 1 — 38; — Температуропроводность 1 — 34
- обыкновенного качества группы А — горячекатаная — Механические свойства 1 — 5



- обыкновенного качества группы Б — Химический состав 1 — 6
- обыкновенного качества подгруппы В — Характеристики гарантируемые 1 — 6
- Сталь ферритного класса — Механические свойства и химический состав** 1 — 14, 15; — Применение 1 — 146; — Уковка 1 — 297
- хромистая 1 — 8, 23
- хромоалюминиевая (с вольфрамом и молибденом) 1 — 12, 26, 39
- хромованадиевая 1 — 9, 24
- хромовольфрамовая 1 — 9, 24
- хромокремнемарганцовая 1 — 10, 25, 39
- хромокремненикелевая 1 — 10, 11
- хромокремнистая 1 — 9, 24
- хромомарганцовая 1 — 8, 9, 23, 24
- хромомарганцовоникелевая 1 — 10, 11, 25
- хромомолибденовая 1 — 9, 24
- хромоникелевая 1 — 10, 24
- хромоникелевольфрамованадиевая 1 — 11, 26
- хромоникелевольфрамовая 1 — 11, 25
- хромоникелемолибденованадиевая 1 — 11, 12, 26
- хромоникелемолибденовая 1 — 11, 25
- шарико- и роликоподшипниковая 1 — 13
- Сталь штамповая — Испытания — Комплект сокращений** 2 — 367
- Коэффициент теплового расширения 2 — 370
- Механические свойства 2 — 367, 369, 370
- Назначение 2 — 371, 372
- Расход 2 — 394, 395, 399
- Стоимость 2 — 372
- Твердость 1 — 19; 2 — 367, 371, 372, 381
- Температуры закалки и отпуска 2 — 369
- Температуры точек превращений критических 2 — 367, 370
- Требования 2 — 367
- Станки для газопрессовой сварки — Характеристики технические** 1 — 271
- Химический состав 1 — 19; 2 — 368
- Станы для накатки зубчатых колес и звездочек** 2 — 234, 235
- резьб винтовых крупных 2 — 234, 235
- Стойки для раскатки — Материалы** 1 — 254
- Размеры 1 — 245, 253
- Столы вращающиеся очистные дробе-метные** 2 — 314, 315, 319
- вращающиеся очистные дробе-струйные 2 — 307, 308
- поворотные 1 — 209; — Грузо-подъемность—Выбор 1—196, 197
- подъемные пневматические 1 — 255
- Съемники для штампов — Материалы** 2 — 375, 380
- дыропробивных 2 — 175
- обрезных 2 — 261, 262, 283; — Втулки распорные 2 — 271; — Лапы 2 — 272
- прошивных 2 — 280, 281

## Т

- Твердость поковок штампованных** 2 — 340, 342; — Контроль — Методы 2 — 344, 347, 360, 365
- ручьев штампов молотовых 2 — 372, 374
- стали — Измерения при кислородной резке 1 — 72
- стали инструментальной 1 — 18—20
- стали штамповой 1 — 19; 2 — 367, 371, 372, 381
- Тележки конвейеров повесных непрерывного действия** 1 — 226, 227
- Температурные интервалыковки** 1 — 97—100; — Выбор для стали высоколегированной 1 — 303; — Испытания лабораторные 1 — 97, 98
- штамповки 1 — 97—100
- Температуропроводность стали** 1 — 34
- Температуры закалки и отпуска стали штамповой** 2 — 369
- ковочные — Влияние на временное сопротивление разрыву стали 1 — 34, 35
- нагрева предельные 1 — 97
- начала деформации огнеупорных материалов 1 — 145
- подогрева стали перед резкой на ножницах 1 — 53
- при вальцовке 2 — 184, 208, 210, 211
- растворов травильных 2 — 320
- точек превращений критических стали штамповой 2 — 367, 370

- Тепло** для нагрева под ковку и штамповку — Расход — Показатели 1 — 144
- отходящих газов печей кузнечных — Использование 1 — 119, 120, 142, 143
- Теплоемкость стали** 1 — 33
- Теплопроводность** материалов теплоизоляционных — Коэффициент 1 — 146
- стали 1 — 33, 34
- Термическая обработка поковок штампованных** — Брак 2 — 340, 341
- Контроль — Методы 2 — 342, 344, 345
- Техника безопасности** при очистке галтовкой, дробеструйной и дробеметной 2 — 319
- при очистке шлифовальными кругами 2 — 327
- при резке кислородной 1 — 95, 96
- при резке на ножницах и пилах дисковых 1 — 95
- при травлении химическом 2 — 323, 324
- Технологические карты** штамповки 1 — 416—418; 2 — 352
- Технологические процессы** выдавливания на КГШП — Примеры 2 — 60—65
- гибки 1 — 232; 2 — 167, 169—174
- ковки на молотах и прессах — см. *Ковка на молотах* — Технологические процессы; *Ковка на прессах* — Технологические процессы
- обработка на ротационно- и радиально-обжимных машинах — Разработка 2 — 179, 182, 183
- раскатки кольцевых заготовок — Разработка 2 — 225
- резки кислородной 1 — 73, 74
- Технологические процессы штамповки** — Параметры, подлежащие переводу на статистический контроль 2 — 363—365; — Разработка 2 — 354
- на ГKM высадкой 2 — 119—136
- на КГШП 1 — 230, 231; — Примеры 2 — 46—60; — Разработка 2 — 10—32
- на молотах 1 — 334—374
- на прессах винтовых фрикционных — Разработка 2 — 89—91
- на прессах гидравлических 2 — 67—69; — Примеры 2 — 70—82; — Разработка 2 — 70; — Схемы 2 — 68, 71, 77, 79, 81
- объемной — Характеристики 1 — 230—233
- объемной специализированные 1 — 233, 234; 2 — 166—246
- Толкатели** — Применение 1 — 199, 200; — Применение в кузнечных печах 1 — 120, 126, 127, 131; — Применение в нагревателях методического действия 1 — 156
- в штампах — Материалы 2 — 375, 378
- во вставках ручьев штампов для КГШП 2 — 42—44, 53, 55
- Топки печей кузнечных** — Схемы и характеристики 1 — 134, 135
- Топливо для печей кузнечных** 1 — 133; 2 — 409
- Расход 1 — 143
- Показатели 1 — 144, 145
- Характеристики 1 — 134
- Экономия при подогреве воздуха теплом отходящих газов 1 — 142
- Топоры** — Марки стали 1 — 254
- Размеры 1 — 238, 240, 251, 252
- Точки критические стали** 1 — 32
- Точность деталей** накатанных 2 — 231, 232
- заготовок для поковок штампованных — Повышение 1 — 85
- поковок прессовых 1 — 276
- поковок штампованных — Группы 1 — 319
- ручьев штампов для вальцовки 2 — 206
- ручьев штампов для ГKM 2 — 159
- Траверсы с захватами** 1 — 256
- Травильные ванны** 2 — 321, 323
- Загрузка 2 — 321, 324
- Заправка 2 — 319
- Нормы отсоса воздуха 2 — 324
- Характеристики технические 2 — 322
- Травильные кислоты** 2 — 320, 323, 324
- Травильные машины карусельные** 2 — 323
- Травильные отделения цехов кузнечных** — Оборудование 2 — 323
- Травильные растворы** 2 — 319
- Контроль и производительность 2 — 321
- Приготовление 2 — 324
- Присадки 2 — 319, 320
- Расход 2 — 321
- Химический состав и температуры 2 — 320

**Травление химическое 2 — 319—324**

- Брак 2 — 341
- Корзины 2 — 323
- Последовательность 2 — 319, 320
- Применение при контроле поковок штампованных 2 — 353, 364
- Продолжительность и расход материалов 2 — 321
- Техника безопасности 2 — 323, 324
- Характеристики и экономичность 2 — 300, 301

**Транспортеры для уборки заготовок в тару 1 — 93, 94**

- ленточные 1 — 221, 225, 226; — Назначение 1 — 198; — Расположение — Схемы 1 — 226, 227
- пластинчатые 1 — 220—224; — Назначение 1 — 198; — Расположение — Схемы 1 — 224
- роликовые 1 — 93, 94, 220; — Назначение 1 — 198; — Применение 1 — 64, 65
- скребковые 1 — 221; — Назначение 1 — 198; — Пластинки 1 — 225
- цепные 1 — 220, 221; — Назначение 1 — 198

**Трещины поковок — Возникновение — Причины 2 — 332**

- поковок штампованных 2 — 342; — Возникновение — Причины 2 — 335, 336
- штампов 2 — 385; — Устранение 2 — 393

**Трансформаторы нагревательные — Мощность 1 — 164; — Параметры расчетные 1 — 165, 166**

- понижающие сварочных машин 1 — 174, 175

**Трудоемкость штамповки на КГШП 2 — 404—408**

- объемной горячей — Зависимость от степени механнизации 1 — 199—202

**У****Угар при нагреве 1 — 114—117, 292, 293, 301**

- слитков стальных 1 — 114, 115

**Углерод 1 — 32, 71; 2 — 348****Угли — Характеристики 1 — 134**

- Экономия при сжигании в кузнечных печах 1 — 142

**Уклоны поковок штампованных 1 — 328, 330**

- на ГКМ 2 — 113, 114, 118
- на КГШП 2 — 11, 16, 50
- на прессах винтовых фрикционных 2 — 86—88
- на прессах гидравлических 2 — 66, 67

**Уковка 1 — 296, 297**

- Упоры задние** в штампах для ГКМ 2 — 153, 155; — Виды 2 — 157, 158
- прикрепляемые к станине ГКМ 2 — 155, 158

**Ф****Флокены 2 — 336****Форсунки высокого давления 1 — 135**

- низкого давления 1 — 136

**— типа ФДБ 1 — 137****Фосфор 1 — 71; 2 — 348****Фотопирометры 1 — 169, 175****Х****Хвостовики зубил для молотков пневматических 2 — 327**

- пуансонов для ГКМ 2 — 153; — Размеры 2 — 154

- штампов молотовых 1 — 411; — Поверхности опорные — Площади 1 — 409; — Размеры 1 — 413

**Химико-термическая обработка штампов 2 — 389, 390****Химическое травление — см. Травление химическое****Холоднеломы для заготовок 1 — 64—66****Хром 1 — 21, 32, 71; 2 — 348****Хромирование штампов 2 — 390****Ц****Цехиковки свободной — Оборудования для механизации 1 — 202—218; — Средства механизации 1 — 195—197**

- кузнечно-прессовые — Капиталовложения на 1 т выпуска 2 — 406, 407; — Показатели технико-экономические 2 — 401, 402

- кузнечно-штамповочные — Анализ работы 2 — 407; — Заработная плата производственная 2 — 407; — Затраты на ремонт и амортизационные отчисления 2 — 407, 410, 411; — Капиталовложения на 1 т выпуска 2 — 406,

- 407; — Площади — Соотношения 2 — 411; — Показатели технико-экономические 2 — 402—404; — Коэффициенты поправочные к ним 2 — 405; — Энергоносители — Виды и расход 2 — 408—410
- кузнечные — Нормы расхода металла — Коэффициент выхода годного 2 — 407; — Отделения травильные — Оборудование 2 — 323; — Показатели технико-экономические 2 — 401, 403
- кузнечные автомобильных заводов — Расход штампов на 1 т поковок 2 — 408, 409; — Соотношения между группами работающих 2 — 405, 411
- прессовые (ковки свободной) — Показатели технико-экономические 2 — 401, 402
- штамповки объемной горячей — Оборудование для механизации 1 — 218—228; — Средства механизации 1 — 197—202

**Цирконий** 1 — 21

## Ч

**Чеканка поковок штампованных** — см. *Калибровка (чеканка) поковок — штампованных*

- Чертежи поковок**, изготавливаемых обжатием — Составление 2 — 179
- молотовых — Составление 1 — 273, 327—334, 374, 375
- прессовых — Составление 1 — 273
- штампованных — Простановка размеров 2 — 349
- штампованных группы I для изготовления штампов 1 — 419, 421, 423, 425, 426—430, 432—434
- штампованных калиброванных — Составление 2 — 291—293
- штампованных молотовых — Составление 1 — 327—333, 374, 375; — Оформление 1 — 333, 334
- штампованных на ГКМ 2 — 119, 159, 160; — Составление 2 — 113—119
- штампованных на КГШП — Составление 2 — 17, 18
- штампованных на КГШП для изготовления штампов 2 — 47, 49, 50, 52, 56, 57, 64
- штампованных на прессах винтовых фрикционных 2 — 102; — Составление 2 — 86—88

- штампованных на прессах гидравлических 2 — 71, 75, 78, 80; — Составление 2 — 66, 67

**Чертежи штампов для ГКМ** 2 — 160—162

- молотовых — Составление 1 — 396—398
- молотовых закрытых 1 — 367, 433—435
- молотовых открытых 1 — 422, 423, 425—432
- обрезных — Разработка 2 — 276—278; — Оформление типовое 2 — 279

**Чистота поверхности поковок молотовых** 1 — 229

- поковок прессовых 1 — 229
- поковок штампованных 1 — 230—233, 320, 321
- поковок штампованных калиброванных 2 — 291, 292
- поковок штампованных на КГШП 2 — 11
- реза при резке кислородной 1 — 73, 74
- ручьев штампов 2 — 206, 211, 389, 396, 397

**Чугун** — Применение для деталей штампов 2 — 367, 379

## Ш

**Шаблоны для контроля поковок** 2 — 333—335, 348

**Шаржир-машины** — см. *Посадочные машины*

**Шероховатость поверхности** после очистки заготовок и поковок 2 — 300, 302

— ручьев штампов для ГКМ 2 — 159

**Шлифовальные круги обдирочные** 2 — 327

**Шлифовальные машинки пневматические** — Характеристики технические 2 — 328

**Шлифовальные станки обдирочные** — Характеристики технические 2 — 327

**Шлифование бесцентровое прутков стальных** 2 — 302, 303

**Шпонки для крепления вставок в штампах молотовых** — Размеры 1 — 408

— для крепления штампов молотовых 1 — 411; — Прокладки 1 — 414; — Размеры 1 — 412

- штампов закрытых для прессов винтовых фрикционных — Размеры 2 — 99
- Штамповка объемная** — см. также *Вальцовка; Выдавливание*
- Брак 2 — 337—340
- Температурные интервалы 1 — 97—100
- Технологические процессы — Разработка 2 — 354, 363—365
- Характеристики 1 — 230—233
- Технологические процессы специализированные 1 — 233, 234; 2 — 166—246
- Штамповка объемная горячая** — Механизация — Оборудование 1 — 218—228
- Средства 1 — 197—202
- — Назначение 1 — 198
- — Степень — Влияние на производительность и трудоемкость 1 — 199—202
- Особенности при сплавах и сталях высоколегированных жаропрочных 2 — 252, 253
- Производительность — Зависимость от степени механизации 1 — 199—202
- Способы новые 2 — 235—245
- Трудоемкость — Зависимость от степени механизации 1 — 199—202
- Штамповка объемная горячая на автоматах** 2 — 240—242
- на вертикально-ковочных машинах 1 — 233; 2 — 175, 176
- на ГКМ 1 — 232; 2 — 103—165, 220; — Механизация — Средства 1 — 199, 202; — Усилия — Расчет 2 — 109, 112, 113
- на ГКМ высадкой — см. *Высадка на ГКМ*
- на ГКМ обжатием концов труб 2 — 162, 165
- на ГКМ прошивкой — Усилия — Расчет 2 — 112
- на импакторах 2 — 242—245
- на КГШП — Брак 2 — 338; — Механизация — Средства 1 — 199, 201; — Особенности 2 — 5; — Переходы 2 — 5; — Смазки — Выбор 2 — 33; — Технологические процессы 1 — 230, 231; 2 — 10—32, 46—60; — Трудоемкость 2 — 404—408
- на КГШП выдавливанием — см. *Выдавливание на КГШП*
- на КГШП многоштычная 2 — 9, 11, 46
- на КГШП осаживанием в штампах закрытых 2 — 14—19; — Переходы — Выбор 2 — 16—19; — Смазки — Выбор 2 — 33; — Усилия пресса — Расчет 2 — 32
- на КГШП осаживанием в штампах открытых 2 — 10—14; — Переходы — Выбор 2 — 11—14; — Смазки — Выбор 2 — 33; — Усилия пресса — Расчет 2 — 32
- Штамповка объемная на молотах** 1 — 327—435
- Механизация — Средства 1 — 199, 201
- Отходы — Расчет 1 — 373, 374
- Переходы — Выбор 1 — 419—428, 430
- — Классификация 1 — 334, 342—348
- Примеры 1 — 418—431
- Производительность 1 — 182
- Расчет веса падающих частей молотов 1 — 414, 415, 418
- Способ комбинированной ковки-штамповки 1 — 370, 371
- Технологические карты 1 — 416—418
- Технологические процессы 1 — 230, 334—374
- Удары — Число 2 — 396
- Штамповка объемная на молотах безоблойная** 1 — 334
- в штампах закрытых 1 — 334; — Классификация поковок 1 — 368, 369; — Переходы — Выбор 1 — 365—367, 370; — Примеры 1 — 431—435; — Способы — Классификация 1 — 340, 341
- в штампах открытых 1 — 334; — Переходы — Выбор 1 — 352—365; — Применение клещевины 1 — 360, 361; — Примеры 1 — 418—431; — Способы — Классификация 1 — 340, 341
- в штампах подкладных 1 — 370—372, 374
- высокоскоростных 2 — 235—240
- многоштычная 1 — 341, 409, 428, 431
- поковок группы I 1 — 334, 340—344, 353—363, 365; — Варианты — Выбор 1 — 357—360
- поковок группы II 1 — 334, 340, 341, 344—346, 363—366, 370; — Варианты — Выбор 1 — 363, 364

- Штамповка объемная на прессах винтовых фрикционных** — Переходы — Выбор 2 — 89, 90; — Производительность 1 — 188; — Способы — Классификация 2 — 85, 86; — Технологические процессы — Разработка 2 — 89—91; — Усилия — Расчет 2 — 91
- в штампах закрытых 2 — 85, 87, 88, 90, 96, 97, 100, 102
  - в штампах закрытых с матрицей разъемной 2 — 86, 97—99
  - в штампах открытых 2 — 85—87, 90, 96, 97, 100
  - выдавливанием 2 — 86—89
  - высадкой 2 — 97, 99—102
  - многшточная 2 — 89
- Штамповка объемная на прессах гидравлических** 2 — 66—83
- Инструмент — Конструирование 2 — 70—82
  - Технологические операции и процессы 2 — 67—69
  - — Примеры 2 — 70—82
  - — Разработка 2 — 70
  - — Схемы 2 — 68, 71, 77, 79, 81
  - Усилия — Расчет 2 — 83
- Штамповка объемная на прессах гидравлических в штампах с матрицами разъемными** 2 — 67, 68, 70
- выдавливанием 2 — 67; — Усилия — Расчет 2 — 83
  - протяжкой через кольца или ролики 2 — 67—69; 72—74; — Комбинирование с прошивкой 2 — 67, 69, 70; — Усилия — Расчет 2 — 82
  - прошивкой закрытой 2 — 67—69, 71—73; — Комбинирование с протяжкой 2 — 67, 69, 70; — Усилия — Расчет 2 — 82
  - секционная 2 — 75
- Штамповка объемная на прессах комбинированных** 2 — 245
- на прессах кривошипных горячештамповочных — см. *Штамповка на КГШП*
  - штампов 2 — 387—389, 397
- Штамповое хозяйство** — Организация 2 — 399, 400
- Штампы** — Азотирование 2 — 389
- Алитирование 2 — 390
  - Вес комплекта условного средний 2 — 408, 409
  - Возобновление 2 — 390—394, 399
  - Детали — Материалы 2 — 367—372 — см. также *Сталь штамповая*
  - Заготовки 2 — 372, 374, 381
  - — Расход — Расчет 2 — 399
  - Изготовление — Способы 2 — 387—390
  - Износ 2 — 383, 385—387
  - Количество комплектов необходимо — 2 — 400
  - Конструирование — Ошибки — Влияние на брак при штамповке 2 — 339, 340
  - Кубики — Высота 1 — 411
  - — Габариты предельные 2 — 380
  - Кубики литые 2 — 389
  - Нагрев 2 — 381
  - Налипание металла 2 — 386, 396
  - Охлаждение 2 — 381, 382
  - Припуски ремонтные 2 — 391
  - Расход на 1 т поковок 2 — 409
  - Ремонт 2 — 390—393
  - Смазка 2 — 382—385
  - Стойкость 2 — 382, 388, 394—399
  - — Повышение 2 — 390
  - — Расчет 2 — 391, 394, 396
  - Талоны сопроводительные при выдаче 2 — 399, 400
  - Трещины 2 — 385
  - — Устранение 2 — 393
  - Установка на пресс — Контроль 2 — 349, 353
  - — Механизация 1 — 201
  - Химико-термическая обработка 2 — 389, 390
  - Хромирование 2 — 390
  - Штамповка 2 — 387—389, 397
  - Эксплуатация 2 — 381—387
- Штампы для вальцовки** — Детали — Материалы 2 — 379; — Износ 2 — 396, 397; — Ручьи — Точность и чистота поверхности 2 — 206, 211
- формовочной 2 — 206 — Диаметр рабочий — Расчет 2 — 188, 200; — Крепление на валках 2 — 207; — Пазы шпоночные — Размеры 2 — 207; — Ручьи — Ручьи — см. *Ручьи штампов для вальцовки формовочной*
  - формовочной одноручевой гладкие — Размеры — Расчет 2 — 187—190
  - формовочной периодической — Диаметр рабочий — Расчет 2 — 203; — Ручьи — Размеры — Расчет 2 — 203—205
  - штамповочной — Диаметр — Выбор 2 — 211, 212; — Конструирование 2 — 213—215; — Крепление на валках 2 — 214, 215; —

Размеры 2 — 214; — Ручьи — см. *Ручьи штампов для вальцовки штамповочной*; — Смазка 2 — 210, 211, 216; — Углы наклона стенки полости 2 — 213, 214

**Штампы для гибки** — см. *Гибочные штампы*

**Штампы для ГКМ** — Блоки 2 — 107, 109

— — Крепление 2 — 107, 108  
— Высота — Расчет 2 — 109  
— Детали — Материалы 2 — 376, 377  
— Конструирование 2 — 136—158  
— — Последовательность 2 — 159  
— — Примеры 2 — 159—162  
— Матрицы — см. *Матрицы штампов для ГКМ*  
— Пуансоны — см. *Пуансоны штампов для ГКМ*  
— Ручьи — см. *Ручьи штампов для ГКМ*  
— Стойкость — Графики 2 — 397  
— Упоры задние 2 — 153, 155  
— — Виды 2 — 157, 158  
— Чертежи 2 — 160—162

**Штампы для ГКМ для высадки труб** — Конструирование 2 — 144

— для обжатия концов труб 2 — 162  
— для поковок группы I — Конструирование 2 — 159, 160  
— для поковок группы II — Конструирование 2 — 160—162

**Штампы для импакторов 2** — 244

**Штампы для КГШП 2** — 33—46  
— Блоки — Механизмы выталкивающие 2 — 35, 39, 42, 59  
— — Рычаги 2 — 39—41  
— — Плиты — Толщина 2 — 36  
— — Узлы направляющие 2 — 37  
— Блоки для вставок призматических 2 — 33  
— — Вкладыши цилиндрические 2 — 33, 34, 55  
— — Вставки — Размеры 2 — 37, 38  
— — Размеры 2 — 35  
— Блоки для вставок цилиндрических 2 — 33  
— — Вставки — Размеры 2 — 38  
— Блоки для поковок с вытянутой осью 2 — 35  
— Блоки трехручьевые 2 — 33, 39  
— Блоки универсальные 2 — 36  
— Детали — Материалы 2 — 375, 376  
— Пуансоны — Пояски 2 — 16  
— Ручьи — см. *Ручьи штампов для КГШП*  
— Стоимость 2 — 409, 410

**Штампы для КГШП закрытые** — Блоки и их вставки 2 — 59, 60

— — закрытые для выдавливания 1 — 60—65; — Мостики 2 — 46; — Пуансоны 1 — 61, 62, 64

— — открытые — Ручьи — Вставки 2 — 55, 57, 58

**Штампы для прессов** — Стоимость 2 — 396, 397

**Штампы для прессов винтовых фрикционных** — Блоки для вставок призматических 2 — 93

— Блоки для вставок цилиндрических 2 — 92

— — Детали — основные — Размеры 2 — 94, 95

— Выемки клешевые 2 — 96

— Выталкиватели 2 — 94, 96

— — Размеры 2 — 99

— Детали — Материалы 2 — 377, 378

— Детали и узлы основные 2 — 91—95

— Замки 2 — 91, 92

— Колонки направляющие 2 — 91—94, 96, 101

— Конструирование 2 — 91—97

— Крепление — Способы 2 — 91

— Размеры основные 2 — 96

— Ручьи окончательные 2 — 96, 97

**Штампы для прессов винтовых фрикционных для высадки 2** — 100—102

— — закрытые 2 — 96, 97, 100, 102

— — закрытые с разъемной матрицей 2 — 97, 99; — Детали — Размеры 2 — 98, 99

— — открытые 2 — 96, 97, 100

**Штампы для прессов гидравлических 2** — 77, 78, 80

— для штамповки дисков 2 — 75—77

— — протяжные 2 — 73

— — прошивные 2 — 73

**Штампы для резки на прессах 1** — 59—61; — Классификация 1 — 54

— — глазковые 1 — 60, 61

— — двухопорные 1 — 59, 60

— — одноопорные 1 — 59

**Штампы дыропробивные 2** — 175

— — калибровочные — см. *Калибровочные штампы*

— — литые 2 — 389, 396

**Штампы молотовые** — Блоки — Вставки 2 — 389

— — Материалы 2 — 373

— Вставки 1 — 402, 403

— — Крепление 1 — 403, 407, 408

— — Материалы 1 — 408

— — Размеры 1 — 404—406

- Габариты 1 — 409, 411
- Гнезда для вставок 1 — 403
- Размеры 1 — 405—407
- Детали — Материалы 1 — 31; 2 — 239, 371, 373, 374
- — — Выбор 1 — 398
- Замки и контрзамки 1 — 399, 401, 402
- Конструирование 1 — 396—414
- Крепление 1 — 411—414
- — Клинья 1 — 411, 414
- — Шпонки и прокладки к ним 1 — 411, 412, 414
- Кубики — Высота 1 — 411
- Ножи (ручьи отрубные) 1 — 348, 376, 396, 399, 400
- Отверстия подъемные 1 — 411, 413
- Поверхности соударения — Площади и распределение 1 — 409, 411
- Припуски ремонтные 2 — 391
- Ремонт сваркой электрошлаковой 2 — 390
- Ручьи — см. *Ручьи штампов молотковых*
- Стенки — Толщина 1 — 408—410
- Стойкость 2 — 394
- — Графики 2 — 395—397
- Усилия сдвигающие — Уравновешивание 1 — 399
- Хвостовики 1 — 411
- — Поверхности опорные — Площади 1 — 409
- — Размеры 1 — 413
- Чертежи — Составление 1 — 396—398
- Штамповка 2 — 387, 388
- Штампы молотковые** для молотов высокоскоростных 2 — 238, 239
  - закрытые — Детали — Материалы 2 — 373; — Классификация и области применения 1 — 334, 340, 341; — Особенности для молотов высокоскоростных 2 — 238; — Чертежи 1 — 367, 433—435
  - открытые — Детали — Материалы 2 — 373; — Канавки для заусенцев 1 — 349—352, 397; — Классификация и области применения 1 — 334, 340, 341; — Особенности для молотов высокоскоростных 2 — 239; — Ручьи — см. *Ручьи штампов молотковых открытых*; — Чертежи 1 — 422, 423, 425—432
  - подкладные 1 — 371, 372, 374

- Штампы** обрезные — см. *Обрезные штампы*
- правочные — см. *Правочные штампы*
- просечные — см. *Просечные штампы*
- прошивные — см. *Прошивные штампы*
- Штангенвысотомеры** (штангенрейсмусы) 2 — 334, 348
- Штангенциркули** 2 — 334, 348
- Штанги** с клещевым захватом 1 — 256

## Щ

- Щупы** 2 — 334
- предельные 2 — 351

## Э

- Электронагрев** 1 — 149; — Нормы расхода электроэнергии 1 — 149, 154; — Способы — Области применения и показатели 1 — 149
  - в электролите — Показатели технико-экономические 1 — 149
  - индукционный — см. *Индукционный нагрев*
  - контактный — Показатели технико-экономические 1 — 149; — Применение трансформаторов понижающих от сварочных машин 1 — 174, 175; — Продолжительность — Влияние на угар металла 1 — 116
- Электронагрев сопротивлением** 1 — 163—175
  - Варианты практические 1 — 166, 167
  - Время 1 — 165
  - Заготовки — Размеры 1 — 164, 167
  - — Торцы — Искажения допускаемые 1 — 167
  - Мощность 1 — 164
  - Параметры — Выбор 1 — 163—166
  - Показатели технико-экономические 1 — 149
  - Сила тока 1 — 163
  - Совмещение с высадкой при деформировании в штампе 1 — 172, 173
  - Совмещение с высадкой при деформировании свободном 1 — 170, 172
  - Совмещение с высадкой точной 1 — 173, 174
  - Трансформаторы нагревательные 1 — 164—166



- Электронагревательные установки для нагрева сопротивлением** — Виды 1 — 166, 167; — Контакты 1 — 165, 167
- автоматические 1 — 169, 170; — Головки контактные зажимные 1 — 171
- общего назначения 1 — 167--169; — Пирометры фотоэлектрические 1 — 169; — Характеристики технические 1 — 168
- специализированные 1 — 169, 171
- Электронагревательные устройства** 1 — 149—176
- Виды 1 — 149
- Электроды сопротивления камерные** — Показатели технико-экономические 1 — 149
- Типаж перспективный 1 — 150
- Характеристики технические 1 — 150, 151
- Электротележки** 1 — 201
- с поворотным столом — Грузоподъемность — Выбор 1 — 197
- Электроэнергия** — Расход для привода КГШП и ГКМ 2 — 410
- Расход на нагрев штампов 2 — 381
- Расход на электронагрев 1 — 149, 154

Ковка и объемная штамповка стали. Справочник, том 2,  
под ред. М. В. Сторожева

Редактор издательства А. Г. Сазонов

Технический редактор Т. Ф. Соколова

Корректор Л. В. Асташенок

Переплет художника А. Я. Михайлова

Сдано в производство 27/IV 1967 г.

Подписано к печати 24/XI 1967 г

Т-16403 Тираж 25 000 экз • Печ. л. 29

Бум. л. 14 Уч.-изд. л. 38

Формат 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub> Цена 2 р. 21 к.

Бумага № 1 Заказ 1603

Издательство «МАШИНОСТРОЕНИЕ», Москва, Б-66, 1-й Басманный пер., 3

Ленинградская типография № 6 Главполиграфпрома Комитета по печати при Совете Министров СССР. Ленинград, ул. Моисеенко, 10

