

**КОВКА
И ОБЪЕМНАЯ
ШТАМПОВКА
СТАЛИ**

1

СПРАВОЧНИК

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

*СПРАВОЧНИК
В ДВУХ ТОМАХ*

*Под редакцией
М. В. СТОРОЖЕВА*

Том 1

ИЗДАНИЕ 2-е,
ПЕРЕРАБОТАННОЕ



ИЗДАТЕЛЬСТВО
«МАШИНОСТРОЕНИЕ»
Москва 1967

КОВКА и ОБЪЕМНАЯ ШТАМПОВКА СТАЛИ. Справочник в двух томах. Колл. авторов. Под ред. д-ра техн. наук М. В. СТОРОЖЕВА. Том 1. Изд. 2-е, переработ. М., изд-во «Машиностроение».

Для удобства пользования справочник выпускается в двух томах.

В первом томе приведены сведения по сталям для поковок, разделке исходного материала на заготовки, термическим режимам ковки и штамповки, пламенным печам и электронагревательным устройствам, оборудованию, припускам и допускам на ковки, технологии ковки и штамповки.

В отличие от первого издания справочник содержит материал по ковке и горячей объемной штамповке только стали. Сведения по обработке давлением цветных сплавов, а также по холодной объемной штамповке предполагается включить в отдельный справочник. Во втором издании приведены данные о новом оборудовании и прогрессивных технологических процессах, учтены замечания и пожелания, высказанные рядом организаций и отдельными специалистами, по предыдущему (1959 г.) изданию. Как и в первом издании в справочнике за основу принята терминология, примененная в фундаментальной советской литературе. Термины, относящиеся к новым процессам и оборудованию, взяты из числа наиболее употребительных.

Справочник предназначен для технологов и других инженерно-технических работников кузнечно-штамповочного производства. Он может быть полезен также преподавателям и студентам вузов.

Табл. 319, илл. 323, библи. 144

А В Т О Р Ы , Т О М А :

А. Н. Брюханов, д-р техн. проф.; М. Г. Златкин, инж.;
С. Б. Кирсанова, инж.; А. М. Мансуров, инж.; В. Л. Раскинд, инж.; А. В. Ребельский, канд. техн. наук; Е. И. Семенов, канд. техн. наук; А. А. Скворцов, д-р техн. наук проф.; М. В. Сторожев д-р техн. наук; С. Н. Хржановский, д-р техн. наук проф.; К. З. Шепеляковский, д-р техн. наук

Редактор инж. С. Б. Кирсанова

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава I. Сталь дляковки и штамповки (инж. С. Б. Кирсанова)	5	Нагрев металла под ковку и штамповку	100
Классификация и свойства стали	5	Охлаждение поковок	109
Сортаменты стальных слитков и проката	40	Угар и обезуглероживание металла при нагреве	114
Глава II. Зачистка и резка металла на заготовки (инж. В. Л. Раскин)	51	Борьба с окислением металла при нагреве	116
Зачистка металла	51	Глава IV. Пламенные печи для нагрева под ковку и штамповку (д-р техн. наук проф. А. А. Скворцов)	119
Резка на ножницах и прессах	51	Типы печей и область их применения	119
Искажение концов заготовки и технические условия на резку	51	Производительность и размеры пода печи	132
Подогрев стали перед резкой	53	Топливо и устройства для его сжигания	133
Инструмент для резки	53	Устройства для использования тепла отходящих газов	142
Усилие резки	61	Расход топлива	143
Ножницы и прессы для резки	62	Характеристики материалов для печей и расход их	145
Ломка на холодноломах	64	Глава V. Электронагрев и электронагревательные устройства (д-р техн. наук К. З. Шепеляковский)	149
Резка на металлорежущих станках	66	Виды электронагревательных устройств	149
Резка на дисковых пилах	66	Электрические печи сопротивления	150
Резка на приводных ножовках и станках токарного типа	68	Индукционный нагрев	151
Кислородная резка	71	Выбор основных параметров нагрева и оборудования	151
Условия резки	71	Оборудование для индукционного нагрева	155
Влияние процесса резки на структуру металла	72	Нагрев сопротивлением	163
Технология резки	73	Выбор основных параметров нагрева и оборудования	163
Горючее и эффективная мощность пламени	74	Оборудование для нагрева сопротивлением	166
Аппаратура и машины для кислородной резки	76	Глава VI. Ковочно-штамповочное оборудование общего назначения (основные параметры) (д-р техн. наук М. В. Сторожев)	177
Анодно-механическая резка	78	Ковочные паровоздушные молоты двойного действия	177
Особенности процесса и режимы	78	Ковочные приводные пневматические молоты	178
Станки для анодно-механической резки	80	Ковочные гидравлические прессы	180
Выбор способа резки и допуски на длину заготовки	81	Штамповочные паровоздушные молоты двойного действия	181
Весовые допуски и корректирование раскроя	82	Штамповочные фрикционные молоты с доской	182
Отходы при резке и раскройный коэффициент использования металла	85	Штамповочные молоты с двусторонним ударом	183
Расчет отходов	85	Горячештамповочные кривошипные прессы	184
Раскройный коэффициент использования металла интервальных длин	89		
Выбор наилучшей формы заказа и использование отходов	90		
Механизация резки на ножницах и пилах	93		
Основы техники безопасности	95		
Глава III. Термический режимковки и штамповки (д-р техн. наук проф. А. А. Скворцов)	97		
Температурный интервалковки и штамповки	97		

Горизонтально-ковочные машины	187	Классификация поковок	306
Винтовые фрикционные прессы	187	Примерыковки на молотах и прессах	306
Обрезные кривошипные прессы	189		
Кривошипные прессы общего назначения	190	Глава X. Допуски и припуски на поковки, штампуемые на молотах, прессах и горизонтально-ковочных машинах (инж. С. Б. Кирсанова)	319
Чеканочные (калибровочные) кривошипно-коленные прессы	191	Группы точности поковок	319
Горизонтально-гибочные машины (бульдозеры)	192	Порядок назначения припусков	319
Вертикально-ковочные машины	193	Порядок назначения допусков	324
Ковочные вальцы	193	Примеры назначения припусков и допусков	325
Глава VII. Средства механизации процессовковки и штамповки (инж. А. М. Мансуров, д-р техн. наук проф. С. Н. Хржановский)	195	Глава XI. Штамповка на молотах	327
Свободнаяковка	195	Разработка чертежа поковки (д-р техн. наук проф. А. П. Брюханов)	327
Горячаяобъемнаяштамповка	197	Технологический процесс штамповки (кандидаты техн. наук Е. И. Семенов и А. В. Ребельский)	334
Оборудование для механизации процессов в цехах свободнойковки	202	Классификация молотовых поковок	334
Оборудование для механизации, применяемое в цехах горячейобъемнойштамповки	218	Виды молотовых штампов и штамповочных ручьев	334
Глава VIII. Виды технологических процессов получения поковок (д-р техн. наук М. В. Сторожев, инж. С. Б. Кирсанова)	229	Классификация ручьев молотового штампа и переходов штамповки	334
Глава IX. Ковка на молотах и прессах (инж. М. Г. Златкин)	235	Канавка для заусенца и заусенец	349
Инструмент и приспособления дляковки на молотах и прессах	235	Выбор переходов штамповки в открытых штампах и определение размеров заготовки	352
Технологический инструмент дляковки на молотах	235	Особенности выбора переходов и определения размеров исходной заготовки при штамповке в закрытых штампах	365
Поддерживающий инструмент дляковки на молотах	243	Штамповка в подкладных штампах и комбинированнаяковка—штамповка	370
Технологический инструмент дляковки на прессах	246	Раскрой металла и расчет отходов	374
Поддерживающий инструмент дляковки на прессах	253	Конструирование и расчет ручьев молотового штампа	374
Материал для инструмента и некоторые правила его изготовления и эксплуатации	253	Штамповочные ручьи	374
Приспособления	254	Заготовительные ручьи	376
Ковочные операции	257	Отрубной ручей (нож)	376
Осадка	257	Конструирование молотового штампа (д-р техн. наук проф. А. Н. Брюханов)	396
Протяжка (вытяжка)	259	Правила составления чертежа штампа	396
Передача	266	Расположение ручьев	398
Прошивка	266	Уравнивание сдвигающих усилий и замки	399
Закручивание	267	Вставки	402
Рубка	267	Расстояние между ручьями, толщина стенок штампа	408
Гибка	268	Габариты штампа	409
Получение уступов	269	Крепление штампа	411
Сварка кузнечная и газопрессовая	269	Вес падающих частей штамповочного молота (канд. техн. наук Е. И. Семенов)	414
Правка	270	Технологическая карта (канд. техн. наук А. В. Ребельский)	418
Разработка технологического процесса	272	Примеры штамповки в открытых штампах (кандидаты техн. наук Е. И. Семенов и А. В. Ребельский)	418
Чертеж поковки. Припуски, допуски, напуски	273	Примеры штамповки в закрытых штампах	431
Объем и вес поковки	292		
Отходы при ковке	292		
Уковка	296		
Выбор проката	297		
Выбор слитка	302		
Технологические особенностиковки высоколегированной стали	302		

СТАЛЬ ДЛЯ КОВКИ И ШТАМПОВКИ

КЛАССИФИКАЦИЯ И СВОЙСТВА СТАЛИ

I. Сталь углеродистая горячекатаная обыкновенного качества группы А, поставляемая по механическим свойствам (ГОСТ 380—60)

Марки стали	Предел текучести по разрядам толщины проката ¹ в кг/мм ² , не менее			Временное сопротивление разрыву в кг/мм ²	Относительное удлинение в %, не менее		Испытание на загиб на 180° в холодном состоянии (s—толщина образца, d—диаметр оправки)
	1	2	3		δ ₁₀	δ ₅	
Ст.0	—	—	—	Не менее 32	18	22	d = 2s
Ст.1, Ст.1 кп	—	—	—	32—40	28	33	d = 0
Ст.2, Ст.2 кп	22	20	19	34—42	26	31	d = 0
Ст.3 кп	24	22	21	{ 38—40 41—43 44—47	23 22 21	27 26 25	d = 0,5s
Ст.3	24	23	22	{ 38—40 41—43 44—47	23 22 21	27 26 25	d = 0,5s
Ст.4, Ст.4 кп	26	25	24	{ 42—44 45—48 49—52	21 20 19	25 24 23	d = 2s
Ст.5	28	27	26	{ 50—53 54—57 58—62	17 16 15	21 20 19	d = 3s
Ст.6	31	30	30	{ 60—63 64—67 68—72	13 12 11	16 15 14	—
Ст.7	—	—	—	{ 70—74 75 и более	9 8	11 10	—

¹ 1-й разряд — сортовая сталь толщиной до 40 мм вкл.
 2-й > — > > > > св. 40 до 100 мм вкл.
 3-й > — > > > > > 100 > 250 > >

2. Сталь углеродистая обыкновенного качества группы Б,
поставляемая по химическому составу (ГОСТ 380—60)

Марка стали	Содержание элементов в %				
	Углерод	Кремний	Марганец	Фосфор	Сера
				не более	
<i>Мартеновская сталь</i>					
МСт.0	Не более 0,23	—	—	0,070	0,060
МСт.1кп	0,06—0,12	Не более 0,05	0,25—0,50	0,045	0,055
МСт.2кп	0,09—0,15	Не более 0,07	0,25—0,50	0,045	0,055
МСт.3кп	0,14—0,22	Не более 0,07	0,30—0,60	0,045	0,055
МСт.3	0,14—0,22	0,12—0,30	0,40—0,65	0,045	0,055
МСт.4кп	0,18—0,27	Не более 0,07	0,40—0,70	0,045	0,055
МСт.4	0,18—0,27	0,12—0,30	0,40—0,70	0,045	0,055
МСт.5	0,28—0,37	0,15—0,35	0,50—0,80	0,045	0,055
МСт.6	0,38—0,49	0,15—0,35	0,50—0,80	0,045	0,055
МСт.7	0,50—0,62	0,15—0,35	0,50—0,80	0,045	0,055
<i>Бессемеровская сталь</i>					
БСт.0	Не более 0,14	—	—	0,090	0,070
БСт.3кп	Не более 0,12	Не более 0,07	0,25—0,55	0,080	0,060
БСт.3	Не более 0,12	0,12—0,35	0,25—0,55	0,080	0,060
БСт.4кп	0,12—0,20	Не более 0,07	0,35—0,55	0,080	0,060
БСт.4	0,12—0,20	0,12—0,35	0,35—0,55	0,080	0,060
БСт.5	0,17—0,30	0,12—0,35	0,50—0,80	0,080	0,060
БСт.6	0,26—0,40	0,12—0,35	0,60—0,90	0,080	0,060

3. Сталь углеродистая обыкновенного качества подгруппы В
(ГОСТ 380—60)

Для стали подгруппы В гарантируемыми характеристиками являются: а) предел текучести, временное сопротивление и относительное удлинение в соответствии с нормами, указанными в табл. 1, за исключением стали марки БСт.3кп 2-го разряда, для которой предел текучести установлен не менее 23 кг/мм²; б) верхнее содержание углерода, серы и фосфора, а также кремния (для спокойной и полуспокойной стали) в соответствии с нормами, указанными в табл. 2

4. Сталь качественная конструкционная углеродистая (по ГОСТу 1050—60)
(химический состав и механические свойства)

Марка стали	Содержание в %		Механические свойства				Твердость НВ (не более)	
	углерода	марганца	Временное сопротивление при разрыву в кг/мм ²	Предел текучести в кг/мм ²	Относительное удлинение δ в %	Относительное сужение поперечного сечения ψ в %	отожженной	горячекатаной
10	0,07—0,14	0,35—0,65	34	21	31	55	—	137
15	0,12—0,20	0,35—0,65	38	23	27	55	—	143
20	0,17—0,24	0,35—0,65	42	25	25	55	—	156
25	0,22—0,30	0,50—0,80	46	28	23	50	—	170
30	0,27—0,35	0,50—0,80	50	30	21	50	—	179
35	0,32—0,40	0,50—0,80	54	32	20	45	—	187
40	0,37—0,45	0,50—0,80	58	34	19	45	187	217
45	0,42—0,50	0,50—0,80	61	36	16	40	197	241
50	0,47—0,55	0,50—0,80	64	38	14	40	207	241
55	0,52—0,60	0,50—0,80	66	39	13	35	217	255
60	0,57—0,65	0,50—0,80	69	41	12	35	229	255
65	0,62—0,70	0,50—0,80	71	42	10	30	229	255
70	0,67—0,75	0,50—0,80	73	43	9	30	229	269
15Г	0,12—0,20	0,70—1,00	42	25	26	55	—	163
20Г	0,17—0,25	0,70—1,00	46	28	24	50	—	197
25Г	0,22—0,30	0,70—1,00	50	30	22	50	—	207
30Г	0,25—0,35	0,70—1,00	55	32	20	45	187	217
35Г	0,32—0,40	0,70—1,00	57	34	18	45	197	229
40Г	0,35—0,45	0,70—1,00	60	36	17	45	207	229
45Г	0,42—0,50	0,70—1,00	63	38	15	40	229	241
50Г	0,45—0,55	0,70—1,00	66	40	13	40	229	255
60Г	0,55—0,65	0,70—1,00	71	42	11	35	229	269

Содержание в стали всех марок: серы и фосфора по 0,04%, никеля и хрома по 0,25% не более.

Примечания: 1. Механические свойства относятся к образцам стали, изготовленным из нормализованных заготовок диаметром или толщиной до 80 мм. При больших размерах допускается снижение δ на 2% (абсолютных) и ψ на 5% (абсолютных). Сталь марок 10, 15 и 20 может поставляться кипящей с содержанием кремния до 0,07% и марганца 0,25—0,50%.

2. Местные дефекты на поверхности прутков должны быть удалены пологой вырубкой или зачисткой; ширина вырубki должна превышать глубину не менее чем в пять раз.

3. Глубина зачистки прутков не должна превышать следующих величин: для размеров более 200 мм — 6% размера (диаметра или толщины), для размеров от 140 до 200 мм вкл. — 5% размера; для размеров от 80 до 140 мм вкл. — допуска (суммы отклонений) на размер; для размеров менее 80 мм — половины допуска на размер.

4. Макроструктура стали в заготовке на протравленных темплетях не должна иметь усадочной рыхлости, расслоений, пузырей, трещин, неметаллических включений, заворотов, раковин и флокенов, видимых невооруженным глазом.

5. Сталь для горячей высадки и штамповки испытывают на осадку в горячем состоянии; на осаженных образцах не должно быть трещин и надрывов.

5. Сталь легированная конструкционная (ГОСТ 4543—61). Химический состав и механические свойства

Марка стали	Содержание компонентов в %				Механические свойства на термически обработанных образцах					Твердость НВ в отожженном состоянии	
	Углерод	Марганец	Хром	Никель	Прочие легирующие компоненты	Временное сопротивление на разрыв в кг/мм^2	Предел текучести в кг/мм^2	Относительное удлинение в %	Относительное сужение в %		Ударная вязкость в кг/мм^2
<i>1-я группа — хромистая сталь</i>											
15X	0,12—0,18	0,40—0,70	0,70—1,00	—	—	70	50	12	45	7	179
15XA	0,12—0,17	0,40—0,70	0,70—1,00	—	—	60	40	15	50	9	179
15XP	0,12—0,18	0,40—0,70	0,70—1,00	—	Бор 0,002—0,005	75	55	12	45	7	187
15XPA	0,12—0,18	0,40—0,70	0,70—1,00	—	Бор 0,002—0,005	75	55	15	50	9	187
20X	0,17—0,23	0,50—0,80	0,70—1,00	—	—	80	65	11	40	6	179
30X	0,25—0,33	0,50—0,80	0,80—1,10	—	—	90	70	12	45	7	187
30XPA	0,27—0,33	0,50—0,80	1,00—1,30	—	Бор 0,002—0,005	160	130	9	40	5	241
35X	0,31—0,39	0,50—0,80	0,80—1,10	—	—	95	75	11	45	7	197
35XPA	0,33—0,40	0,50—0,80	0,80—1,10	—	Бор 0,002—0,005	95	80	12	50	9	217
38XA	0,35—0,42	0,50—0,80	0,80—1,10	—	—	85	80	12	50	9	207
40X	0,36—0,44	0,50—0,80	0,80—1,10	—	—	100	80	10	45	6	217
40XP	0,37—0,45	0,50—0,80	0,80—1,10	—	Бор 0,002—0,005	100	80	12	50	9	229
45X	0,41—0,49	0,50—0,80	0,80—1,10	—	—	105	85	9	45	5	229
45XЦ	0,41—0,49	0,50—0,80	0,80—1,10	—	Цирконий 0,15—0,25	105	85	9	45	5	217
50X	0,46—0,54	0,50—0,80	0,80—1,10	—	—	110	90	9	40	4	229
<i>2-я группа — марганцевистая сталь</i>											
10Г2	0,07—0,15	1,20—1,60	До 0,25	—	—	43	25	22	50	—	197
35Г2	0,31—0,39	1,40—1,80	» 0,25	—	—	63	37	13	40	—	207
40Г2	0,36—0,44	1,40—1,80	» 0,25	—	—	67	39	12	21	—	217
45Г2	0,41—0,49	1,40—1,80	» 0,25	—	—	70	41	11	40	—	229
50Г2	0,46—0,55	1,40—1,80	» 0,25	—	—	75	43	11	35	—	229
<i>3-я группа — хромомарганцевая сталь</i>											
18XГ	0,15—0,21	0,90—1,20	0,90—1,20	—	—	90	75	10	40	—	187
18XГТ	0,17—0,23	0,80—1,10	1,00—1,30	—	Титан 0,06—0,12	100	85	9	50	8	217

20ХГР	0,18—0,24	0,70—1,00	0,80—1,10	—	Бор 0,002—0,005	100	80	9	50	8	197
30ХГТ	0,24—0,32	0,80—1,10	1,00—1,30	—	Титан 0,06—0,12	150	130	9	40	6	229
40ХГ	0,37—0,45	0,90—1,20	0,90—1,20	—	—	100	85	9	45	6	229
40ХГР	0,37—0,45	0,70—1,00	0,80—1,10	—	Бор 0,002—0,005	100	80	11	45	8	241
35ХГ2	0,32—0,40	1,60—1,90	0,40—0,70	—	—	85	70	12	45	8	229
<i>4-я группа — хромокремнистая сталь</i>											
33ХС	0,29—0,37	0,30—0,60	1,30—1,60	—	Кремний 1,00—1,30	90	70	13	50	8	241
38ХС	0,34—0,42	0,30—0,60	1,30—1,60	—	1,00—1,30	95	75	12	50	7	255
40ХС	0,37—0,45	0,30—0,60	1,30—1,60	—	1,20—1,60	125	110	12	40	3,5—5	255
<i>5-я группа — кремнемарганцевая сталь</i>											
27СГ	0,23—0,31	1,10—1,40	До 0,25	—	Кремний 1,10—1,40	100	85	12	40	5	217
35СГ	0,31—0,39	1,10—1,40	> 0,25	—	1,10—1,40	90	70	15	40	6	229
36Г2С	0,32—0,40	1,50—1,80	> 0,25	—	0,40—0,70	75	50	12	35	—	229
<i>6-я группа — хромомолибденовая и хромовольфрамовая стали</i>											
15ХМ	0,11—0,18	0,40—0,70	0,80—1,10	—	Молибден 0,40—0,55	45	28	21	55	12	179
30ХМ	0,26—0,34	0,40—0,70	0,80—1,10	—	0,15—0,25	95	75	11	45	8	229
30ХМА	0,26—0,33	0,40—0,70	0,80—1,10	—	0,15—0,25	95	75	12	50	9	229
35ХМ	0,32—0,40	0,40—0,70	0,80—1,10	—	0,15—0,25	100	85	12	45	8	241
38ХВА	0,35—0,42	0,25—0,50	0,90—1,30	—	Вольфрам 0,50—0,80	100	90	12	50	8	229
<i>7-я группа — хромованадиевая сталь</i>											
15ХФ	0,12—0,18	0,40—0,70	0,80—1,10	—	Ванадий 0,10—0,20	75	55	13	50	8	187
20ХФ	0,17—0,23	0,50—0,80	0,80—1,10	—	0,10—0,20	80	60	12	50	8	197
40ХФА	0,37—0,44	0,50—0,80	0,80—1,10	—	0,10—0,20	90	75	10	50	9	241
<i>8-я группа — никелемолибденовая сталь</i>											
15НМ	0,10—0,18	0,40—0,70	До 0,30	1,50—1,90	Молибден 0,20—0,30	85	65	11	50	8	197
20НМ	0,17—0,25	0,40—0,70	> 0,30	1,50—1,90	0,20—0,30	—	—	—	—	—	—

Продолжение табл. 5

Марка стали	Содержание компонентов в %				Механические свойства на термически обработанных образцах					Твердость НВ в отожженном состоянии	
	Углерод	Марганец	Хром	Никель	Прочие легирующие компоненты	Временное сопротивление в кГ/мм ²	Предел текучести в кГ/мм ²	Относительное удлинение в %	Относительное сужение в %		Ударная вязкость в кГ/мм ²
<i>9-я группа — хромоникелевая сталь</i>											
20XН	0,17—0,23	0,40—0,70	0,45—0,75	1,00—1,40	—	80	60	14	50	8	197
40XН	0,36—0,44	0,50—0,80	0,45—0,75	1,00—1,40	—	100	80	11	45	7	217
45XН	0,41—0,49	0,50—0,80	0,45—0,75	1,00—1,40	—	105	85	10	45	7	207
50XН	0,46—0,54	0,50—0,80	0,45—0,75	1,00—1,40	—	110	90	9	40	5	207
13H2XA	0,09—0,16	0,30—0,60	0,20—0,50	1,70—2,10	—	60	40	15	50	9	207
12XH2	0,09—0,16	0,30—0,60	0,60—0,90	1,50—1,90	—	80	60	12	50	9	217
12XH3A	0,09—0,16	0,30—0,60	0,60—0,90	2,75—3,15	—	95	70	11	55	9	269
12X2H4A	0,09—0,16	0,30—0,60	1,25—1,65	3,25—3,65	—	115	95	12	55	10	241
20XH3A	0,17—0,24	0,30—0,60	0,60—0,90	2,75—3,15	—	95	75	12	55	8	269
20X2H4A	0,16—0,22	0,30—0,60	1,25—1,65	3,25—3,65	—	130	110	9	45	8	241
30XH3A	0,27—0,34	0,30—0,60	0,60—0,90	2,75—3,15	—	100	80	10	50	8	241
20XHP	0,16—0,23	0,60—0,90	0,70—1,10	0,80—1,10	Бор 0,002—0,005	130	120	10	50	9	—
<i>10-я группа — хромкремнемарганцевая сталь</i>											
20XГСА	0,17—0,23	0,80—1,10	0,80—1,10	—	Кремний 0,90—1,20	80	65	12	45	7	207
25XГСА	0,22—0,28	0,80—1,10	0,80—1,10	—	0,90—1,20	110	85	10	40	6	217
30XГС	0,28—0,35	0,80—1,10	0,80—1,10	—	0,90—1,20	110	85	10	45	4,5	229
30XГСА	0,28—0,34	0,80—1,10	0,80—1,10	—	0,90—1,20	110	85	10	45	5	229
30XГСНА	0,27—0,34	1,00—1,30	0,90—1,20	1,40—1,80	0,90—1,20	165	140	9	45	6	255
35XГСА	0,32—0,39	0,80—1,10	1,10—1,40	—	1,10—1,40	165	130	9	40	4	241
<i>11-я группа — хроммарганцевоникелевая и хромкремнемарганцевая стали</i>											
15XГНТ	0,12—0,18	0,70—1,00	0,70—1,00	1,40—1,80	Титан 0,06—0,12	95	70	10	50	9	269
15XГНТА	0,13—0,18	0,70—1,00	0,70—1,00	1,40—1,80	0,06—0,12	95	75	11	55	10	269
15X2ГНТ	0,12—0,18	0,70—1,00	1,40—1,80	1,40—1,80	0,06—0,12	100	85	11	50	10	269
15X2ГНТА	0,13—0,18	0,70—1,00	1,40—1,80	1,40—1,80	0,06—0,12	100	90	12	55	11	269
15X2ГН2ТРА	0,12—0,18	0,70—1,00	1,40—1,80	1,40—1,80	Бор 0,002—0,005 Титан 0,06—0,12	105	90	12	55	10	269
18XГН	0,16—0,22	0,80—1,10	0,40—0,70	0,40—0,70	—	85	70	12	50	7	225

20ХГНР	0,16—0,23	0,70—1,00	0,70—1,10	0,80—1,10	Бор 0,002—0,005	130	120	10	50	9	—
25Х2ГНТА	0,22—0,29	0,80—1,10	1,30—1,70	0,90—1,30	Титан 0,06—0,12	150	130	10	45	7	269
30ХГНА	0,28—0,35	0,60—0,90	0,90—1,20	0,30—0,60	—	110	85	10	45	7	229
38ХГН	0,35—0,43	0,80—1,10	0,50—0,80	0,70—1,00	—	90	70	12	45	10	229
30Х2ГН2	0,26—0,34	0,80—1,10	1,40—1,70	1,40—1,80	—	150	130	10	45	7	255
16ХСН	0,13—0,20	0,30—0,60	0,80—1,10	0,60—0,90	Кремний 0,6—0,9	Свойства в прутках не нормируются					
18ХСНРА	0,16—0,21	0,60—0,90	0,80—1,10	0,80—1,10	Бор 0,002—0,005 Кремний 0,60—0,90	130	110	10	45	7	197

12-я группа — хромоникельвольфрамовая и хромоникельмолибденовая стали

30ХНВА	0,27—0,34	0,30—0,60	0,60—0,90	1,25—1,65	Вольфрам 0,50—0,80	100	80	10	45	8	241
38ХНВА	0,34—0,42	0,30—0,60	1,30—1,70	1,25—1,65	0,50—0,80	110	95	12	50	8	269
40ХНВА	0,37—0,44	0,50—0,80	0,60—0,90	1,25—1,65	0,80—1,20	110—100	95—85	12	50—55	8—10	269
40ХНМА	0,37—0,44	0,50—0,80	0,60—0,90	1,25—1,65	Молибден 0,15—0,25	110—100	95—85	12	50—55	8—10	269
30Х2НВА	0,37—0,34	0,30—0,60	1,60—2,00	1,40—1,80	Вольфрам 1,20—1,60	100—120	85—100	12—10	55—45	12—8	269
38ХН3ВА	0,34—0,42	0,25—0,55	0,80—1,20	2,75—3,15	0,50—0,80	110	100	12	50	8	269
18Х2Н4ВА	0,14—0,20	0,25—0,55	1,35—1,65	4,00—4,40	0,80—1,20	115—105	85—80	12	50	10—12	269
25Х2Н4ВА	0,21—0,28	0,25—0,55	1,35—1,65	4,00—4,40	0,80—1,20	110	95	11	45	9	—

13-я группа — хромоникельвольфрамованадиевая и хромоникельмолибденованадиевая стали

30ХН2ВФА	0,27—0,34	0,30—0,60	0,60—0,90	2,00—2,40	Вольфрам 0,50—0,80 Ванадий	90	80	10	40	9	269
30Х2НВФА	0,27—0,34	0,30—0,60	1,60—2,00	1,40—1,80	0,15—0,30 Вольфрам 1,20—1,60 Ванадий 0,18—0,28	105	85	12	55	10	269
38ХН3ВФА	0,34—0,42	0,25—0,55	1,00—1,40	3,00—3,40	Вольфрам 0,50—0,80 Ванадий 0,10—0,20	120	110	12	50	8	269
20ХН4ФА	0,17—0,24	0,25—0,55	0,70—1,10	3,75—4,15	Ванадий 0,15—0,30	90	70	12	50	10	269

Продолжение табл. 5

Марка стали	Содержание компонентов в %					Механические свойства на термически обработанных образцах					Твердость НВ в состоянии
	Углерод	Марганец	Хром	Никель	Прочие легирующие компоненты	Временное сопротивление на разрыв в кг/мм ²	Предел текучести в кг/мм ²	Относительное удлинение в %	Относительное сужение в %	Ударная вязкость в кг/мм ²	
38ХНЗМФА	0,34—0,42	0,25—0,55	1,20—1,50	3,00—3,40	Молибден 0,35—0,45 Ванадий 0,10—0,20	120	110	12	50	8	—
<i>14-я группа — хромомолибденовая (с вольфрамом и молибденом) сталь</i>											
38ХЮ	0,35—0,43	0,20—0,50	1,50—1,80	—	Алюминий 0,50—0,80	90	75	10	45	8	229
38ХМЮА	0,35—0,42	0,30—0,60	1,35—1,65	—	Молибден 0,15—0,25 Алюминий 0,70—1,10	100	85	14	50	9	229
38ХВФЮ	0,35—0,43	0,20—0,40	1,50—1,80	—	Вольфрам 0,20—0,40 Алюминий 0,40—0,70 Ванадий 0,10—0,20	100	85	10	45	8	229
38ХВФЮА	0,36—0,43	0,20—0,40	1,50—1,80	—	Вольфрам 0,20—0,40 Алюминий 0,40—0,70 Ванадий 0,10—0,20	100	85	12	50	9	229

Шарико- и роликоподшипниковая сталь (ГОСТ 801—60)

ШХ6	1,05—1,15	0,20—0,40	0,40—0,70	—	—	—	—	—	—
ШХ9	1,00—1,10	0,20—0,40	0,90—1,20	—	—	—	—	—	—
ШХ15	0,95—1,05	0,20—0,40	1,30—1,65	—	—	—	—	—	—
ШХ15СГ	0,95—1,05	0,90—1,20	1,30—1,65	—	Кремний 0,40—0,65	—	—	—	—

Пр и м е ч а н и я: 1. Содержание серы и фосфора соответственно (не более): в качественной стали 0,035 и 0,035% в высококачественной стали (А) 0,035 и 0,025%, в шарикоподшипниковой 0,020 и 0,027%; содержание меди не более 0,20%.

2. Содержание кремния в специально кремнистых сталях всех марок 0,17—0,37%.

3. В стали марок 38ХВФЮ, 18Х2Н4ВА и 40ХНВА вольфрам может быть частично заменен молибденом. В стали марок 38ХВА, 38ХНВА, 30ХН2ВФА, 38ХН3ВА допускается полная замена вольфрама молибденом в пределах 0,2—0,3%. Буква В в индексе марки при этом заменяется на М.

4. Сталь марки 40ХНВА по требованию поставляют с содержанием вольфрама 0,50—0,80%.

5. Сталь марок 35Г2, 40Г2, 45Г2, 36Г2С по требованию поставляют с содержанием марганца 1,20—1,60%.

6. Сталь марки 30ХРА по требованию поставляют с содержанием никеля 0,25—0,50%.

7. По требованию производится поставка стали: а) с суженными пределами содержания углерода; б) в травленном виде; с нормированной микроструктурой; г) с гарантированной глубиной прокаливаемости; д) с повышенным качеством поверхности; е) с нормированной величиной зерна.

8. На наружной поверхности прутков, предназначенных для горячей обработки давлением, не должно быть волосовин, трещин, расщелей, плен, закатов и неметаллических включений. Местные дефекты должны быть удалены подложкой вырубкой или зачисткой, ширина которой должна быть не менее пятикратной глубины. Последняя не должна превышать: при толщине или диаметре более 200 мм — 6% размера, при толщине или диаметре от 140 до 200 мм вкл. — 5% размера, при толщине или диаметре от 80 до 140 мм вкл. — допуска (суммы отклонений) на размер, при толщине или диаметре менее 80 мм — половины допуска на размер. В одном сечении прутка размером более 140 мм допускается не более двух заисток максимальной глубины. Отдельные мелкие риски на поверхности прутков, вмятины и рабины в пределах половины допуска, а также мелкие волосовины, глубины, не превышающей $\frac{1}{4}$ допуска, но не более 0,20 мм, браковочными признаками не являются.

9. Сталь, предназначенная для горячей высадки и штамповки, подвергается испытанию на осадку в горячем состоянии.

10. Макроструктура стали при проверке в изломах или протравленных темплетях не должна обнаруживать усадочной раковины, рыхлости, пузырей, расщелин, трещин, неметаллических включений и флокенов, видимых без применения увеличительных приборов.

6. Некоторые марки высоколегированной коррозионностойкой,

Марка стали	Содержание ком						
	Углерод	Кремний	Марганец	Хром	Никель	Молибден	Вольфрам
1. Стали мартен							
X5M	До 0,15	До 0,5	До 0,5	4,5—6,0	—	0,45— 0,60	—
X6CM	До 0,15	1,5— 2,0	» 0,7	5,0—6,5	—	0,45—0,60	—
4X9C2	0,35—0,45	2,0— 3,0	» 0,7	8,0—10,0	—	—	—
4X10C2M	0,35—0,45	1,9— 2,6	» 0,7	9,0—10,5	—	0,7—0,9	—
1X12H2BMФ	0,10—0,16	До 0,6	» 0,6	10,5—12,0	1,5— 1,8	0,35— 0,50	1,60— 2,00
2X13	0,16—0,24	До 0,6	» 0,6	12,0—14,0	—	—	—
3X13	0,25—0,34	» 0,6	» 0,6	12,0—14,0	—	—	—
4X13	0,35—0,44	» 0,6	» 0,6	12,0—14,0	—	—	—
3X13H7C2	0,25—0,34	2,0— 3,0	» 0,7	12,0—14,0	6,0— 7,5	—	—
1X17H2	0,11—0,17	До 0,8	» 0,8	16,0—18,0	1,5— 2,5	—	—
2. Стали мартенситно-							
1X11MФ	0,12—0,19	До 0,5	До 0,7	10,0—11,5	—	0,6—0,8	—
1X12ВНМФ	0,12—0,18	» 0,4	0,5— 0,9	11,0—13,0	0,4— 0,8	0,5—0,7	0,7—1,1
2X12ВМБФР	0,15—0,22	» 0,5	До 0,5	11,0—13,0	—	0,4—0,6	0,4—0,7
1X12В2МФ	0,10—0,17	» 0,5	0,5— 0,8	11,0—13,0	—	0,6—0,9	1,7—2,2
1X13	0,09—0,15	» 0,6	До 0,6	12,0—14,0	—	—	—
3. Стали феррит							
1X12СЮ	0,07—0,12	1,2— 2,0	До 0,7	12,0—14,0	—	—	—
0X13	До 0,08	До 0,06	» 0,6	11,0—13,0	—	—	—
X17	» 0,12	» 0,8	» 0,7	16,0—18,0	—	—	—
X28	» 0,15	» 1,0	» 0,8	27,0—30,0	—	—	—
4. Стали аустенитно-							
X15H9Ю	До 0,09	До 0,8	До 0,8	14,0—16,0	7,0— 9,4	—	—
X17H7Ю	» 0,09	» 0,8	» 0,8	16,0—18,0	6,5— 7,5	—	—
2X17H2	0,22—0,28	» 0,8	» 0,8	16,0—18,0	1,5— 2,5	—	—

Марка стали	Содержание компо						
	Углерод	Кремний	Марганец	Хром	Никель	Молибден	Вольфрам
5. Стали аустенитно-							
X20H14C2	До 0,2	2,0— 3,0	До 1,5	19,0—22,0	12,0— 15,0	—	—
0X21HGМ2Т	» 0,08	До 0,8	» 0,8	20,0—22,0	5,5— 6,5	1,8—2,5	—
6. Стали аусте							
0X10H20T2	До 0,08	До 0,8	До 2,0	10,0—12,0	18,0— 20,0	—	—
4X12H8Г8МФБ	0,34—0,40	0,3— 0,8	7,5— 9,5	11,5—13,5	7,0— 9,0	1,1—1,4	—
X12H22Т3МР	До 0,1	До 0,6	До 0,6	10,0—12,5	21,0— 25,0	1,0—1,6	—
1X14H18В2БР1	0,07—0,12	До 0,6	1,0— 2,0	13,0—15,0	18,0— 20,0	—	2,00— 2,75
4X14H14В2М	0,4—0,5	» 0,8	До 0,7	13,0—15,0	13,0— 15,0	0,25— 0,40	2,00— 2,75
4X15H7Г7Ф2МС	0,38—0,47	0,9— 1,4	6,0— 8,0	14,0—16,0	6,0— 8,0	0,65— 0,95	—
0X14H28В3Т3ЮР	До 0,08	До 0,6	До 0,6	13,0—15,0	26,0— 29,0	—	2,8—3,5
1X16H13М2Б	0,06—0,12	» 0,8	» 1,0	15,0—17,0	12,5— 14,5	2,0—2,5	—
X17H13М2Т	До 0,1	» 0,8	1,0— 2,0	16,0—18,0	12,0— 14,0	1,8—2,5	—
2X18H9	0,13—0,21	» 0,8	1,0— 2,0	17,0—19,0	8,0— 10,0	—	—
X18H9	До 0,12	» 0,8	1,0— 2,0	17,0—19,0	8,0— 10,0	—	—
X18H9Т	» 0,12	» 0,8	1,0— 2,0	17,0—19,0	8,0— 9,5	—	—
X18H12Т	» 0,12	» 0,8	1,0— 2,0	17,0—19,0	11,0— 13,0	—	—
0X18H12Б	» 0,08	» 0,8	1,0— 2,0	17,0—19,0	11,0— 13,0	—	—
4X18H25С2	0,32—0,40	2,0— 3,0	До 1,5	17,0—19,0	23,0— 26,0	—	—
3X19H9МВБТ	0,28—0,35	До 0,8	0,8— 1,5	18,0—20,0	8,0— 10,0	1,0—1,5	1,0—1,5
X23H18	До 0,2	» 1,0	До 2,0	22,0—25,0	17,0— 20,0	—	—

¹ 1 — коррозионнотойкая сталь; 2 — жаростойкая сталь; 3 — жаропрочная сталь.

Примечание. Содержание серы и фосфора у большинства сталей соответственно классов.

Продолжение табл. 6

Нитенов в %		Механические свойства на термообработанных образцах					Преимущественное назначение ¹
Ванадий	Прочие	Временное сопротивление в $кг/мм^2$	Предел текучести в $кг/мм^2$	Относительное удлинение в %	Относительное сужение в %	Ударная вязкость в $кг/см^2$	
<i>ферритного класса</i>							
—	—	60	30	35	30	—	2
—	Титан 0,2—0,4	65	35	20	40	—	1
<i>нитного класса</i>							
—	Титан 1,5—2,5;	—	—	—	—	—	1
1,25—1,55	Алюминий до 1,0 Ниобий 0,25—0,45	85	60	15	20	2,5	3
—	Титан 2,6—3,2; Алюминий до 0,8; Бор до 0,02;	85	50	10	15	3	3
—	Ниобий 0,9—1,3; Бор до 0,025; Церий до 0,02	52	22	30	44	12	3
—	—	72	32	20	35	5	3
1,5—19	—	90	(60)	15	15	(3)	3
—	Титан 2,4—3,2; Алюминий 0,5—1,2; Бор до 0,02	90	60	8	10	—	3
—	Ниобий 0,9—1,3	56	22	40	50	12	3
—	Титан 0,3—0,6	52	22	40	55	—	1
—	—	58	22	40	55	—	1
—	—	50	20	45	55	—	1 и 2
—	Титан до 0,7	55	20	40	55	—	1, 2 и 3
—	> > 0,7	55	20	40	55	—	1, 2 и 3
—	Ниобий до 1,2	50	18	40	55	—	1
—	—	65	35	25	40	—	2
—	Ниобий 0,2—0,5; Титан 0,2—0,5	68	35	35	40	6	3
—	—	50	20	35	50	—	2 и 3

до 0,02 и 0,035% для аустенитного класса; до 0,025 и 0,030—0,035% — для прочих

7. Сталь инструментальная углеродистая (по ГОСТу 1435—54)

Марка стали	Содержание элементов в %					Твердость после отжига НВ не более
	Углерод	Марганец	Кремний	Сера	Фосфор	
У7	0,65—0,74	0,20—0,40	0,15—0,35	0,030	0,035	187
У8	0,75—0,84	0,20—0,40	0,15—0,35	0,030	0,035	187
У8Г	0,80—0,90	0,35—0,60	0,15—0,35	0,030	0,035	187
У9	0,85—0,94	0,15—0,35	0,15—0,35	0,030	0,035	192
У10	0,95—1,04	0,15—0,35	0,15—0,35	0,030	0,035	197
У11	1,05—1,14	0,15—0,35	0,15—0,35	0,030	0,035	207
У12	1,15—1,24	0,15—0,35	0,15—0,35	0,030	0,035	207
У13	1,25—1,35	0,15—0,35	0,15—0,35	0,030	0,035	217
У7А	0,65—0,74	0,15—0,30	0,15—0,30	0,020	0,030	187
У8А	0,75—0,84	0,15—0,30	0,15—0,30	0,020	0,030	187
У8ГА	0,80—0,90	0,35—0,60	0,15—0,30	0,020	0,030	187
У9А	0,85—0,94	0,15—0,30	0,15—0,30	0,020	0,030	192
У10А	0,95—1,04	0,15—0,30	0,15—0,30	0,020	0,030	197
У11А	1,05—1,14	0,15—0,30	0,15—0,30	0,020	0,030	207
У12А	1,15—1,24	0,15—0,30	0,15—0,30	0,020	0,030	207
У13А	1,25—1,35	0,15—0,30	0,15—0,30	0,020	0,030	217

Примечания: 1. Допускаются остаточные примеси в стали: хрома — не более 0,20%, никеля — не более 0,25%, меди — не более 0,25%, а для группы А — хрома не более 0,15%, никеля не более 0,20% и меди — не более 0,20%.

2. Твердость после закалки не менее 62 НРС.

8. Сталь инструментальная легированная (ГОСТ 5950—63)

Марка стали	Химический состав в %								Твердость		
	Углерод	Марганец	Кремний	Хром	Вольфрам	Ванадий	Молибден	после отжига НВ	после закалки НРС		
I. Стали для режущего и мерительного инструмента											
а) неглубокой прокаливаемости											
7ХФ	0,63—0,73	0,30—0,60	0,15—0,35	0,40—0,70	—	0,15—0,30	—	До 229	58		
8ХФ	0,7—0,8	0,15—0,40	0,15—0,35	0,40—0,70	—	0,15—0,30	—	» 255	58		
9ХФ	0,80—0,90	0,30—0,60	0,15—0,35	0,40—0,70	—	0,15—0,30	—	» 255	60		
11Х	1,05—1,14	0,30—0,70	0,15—0,35	0,40—0,70	—	—	—	217—179	60		
13Х	1,25—1,40	0,30—0,60	0,15—0,35	0,40—0,70	—	—	—	241—187	64		
ХВ5	1,25—1,45	0,15—0,40	0,15—0,35	0,40—0,70	4,0—5,0	0,15—0,30	—	285—229	65		
В1	1,05—1,20	0,15—0,40	0,15—0,35	0,20—0,45	0,80—1,20	0,15—0,30	—	229—187	62		
Ф	0,95—1,05	0,15—0,40	0,15—0,35	—	—	0,20—0,40	—	217—179	62		
б) глубокой прокаливаемости											
Х	0,95—1,10	0,15—0,40	0,15—0,35	1,30—1,65	—	—	—	229—187	62		
9ХС	0,85—0,95	0,30—0,60	1,2—1,6	0,95—1,25	—	—	—	241—197	62		
ХВГ	0,90—1,05	0,80—1,10	0,15—0,35	0,90—1,20	1,20—1,60	—	—	255—207	62		
9ХВГ	0,85—0,95	0,90—1,20	0,15—0,35	0,50—0,80	0,50—0,80	—	—	241—197	62		
ХВСГ	0,95—1,05	0,60—0,90	0,65—1,00	0,60—1,10	0,70—1,00	0,05—0,15	—	241—196	62		
9Х5Ф	0,85—1,00	0,15—0,40	0,15—0,40	4,50—5,50	—	0,15—0,30	—	241—195	59		
9Х5ВФ	0,85—1,00	0,15—0,40	0,15—0,40	4,50—5,50	0,80—1,20	0,15—0,30	—	241—195	59		
8Х4В4Ф1	0,75—0,85	0,15—0,40	0,15—0,40	4,00—5,00	4,00—5,00	0,90—1,40	—	255—217	60		
II. Стали для штампового инструмента											
а) для деформирования в холодном состоянии											
9Х	0,80—0,95	0,15—0,40	0,25—0,45	1,40—1,70	—	—	—	217—179	62		
Х6ВФ	1,05—1,15	0,15—0,40	0,15—0,35	5,50—7,00	—	0,40—0,70	—	228—187	61		
Х12	2,00—2,20	0,15—0,40	0,15—0,35	11,5—13,0	1,10—1,50	—	—	255—207	58		
Х12М	1,45—1,65	0,15—0,40	0,15—0,35	11,0—12,5	—	0,15—0,30	0,4—0,6	255—207	58		
Х12Ф1	1,20—1,45	0,15—0,40	0,15—0,35	11,0—12,5	—	0,7—0,9	—	255—207	58		
б) для деформирования в горячем состоянии											
см. гл. ХХ											

Примечание. Содержание серы и фосфора в стали не должно превышать 0,030% (каждого элемента).

9. Сталь инструментальная быстрорежущая (ГОСТ 9373—60)

Марка стали	Содержание элементов в %										Твердость в отожженном состоянии НВ		
	Углерод		Мат. га-нец	Кремний	Хром	Вольфрам	Ванадий	Кобальт	Молибден	Никель		Серя	Фосфор
	не более	не более											
P18	0,7—0,8	0,4	0,4	3,8—4,4	17,5—19,0	1,0—1,4	—	0,3	0,4	0,03	0,03	255	
P9	0,85—0,95	0,4	0,4	3,8—4,4	8,5—10,0	2,0—2,6	—	0,3	0,4	0,03	0,03	255	
P9Ф5	1,4—1,5	0,4	0,4	3,8—4,4	9,0—10,5	4,3—5,1	—	0,4	0,4	0,03	0,035	269	
P14Ф4	1,2—1,3	0,4	0,4	4,0—4,6	13,0—14,5	3,4—4,1	—	0,4	0,4	0,03	0,035	269	
P18Ф2	0,85—0,95	0,4	0,4	3,8—4,4	17,5—19,0	1,8—2,4	—	0,5	0,4	0,03	0,03	269	
P9K5	0,9—1,0	0,4	0,4	3,8—4,4	9,0—10,5	2,0—2,6	5,0—6,0	0,3	0,4	0,03	0,03	269	
P9K10	0,9—1,0	0,4	0,4	3,8—4,4	9,0—10,5	2,0—2,6	9,5—10,5	0,3	0,4	0,03	0,03	269	
P10K5Ф5	1,45—1,55	0,4	0,4	4,0—4,6	10,0—11,5	4,3—5,1	5,0—6,0	0,3	0,4	0,03	0,035	285	
P18K5Ф2	0,85—0,95	0,4	0,4	3,8—4,4	17,5—19,0	1,8—2,4	5,0—6,0	0,5	0,4	0,03	0,03	285	

Примечание. При содержании в стали марок P18 и P9 молибдена более 0,3% содержание вольфрама снижается по сравнению с указанным в таблице на основании соотношения: 1% молибдена заменяет 2% вольфрама. В этом случае к обозначению марки стали должна добавляться буква М (P18М или P9М). Содержание молибдена допускается: в стали марки P18М — до 1% в стали марки P9М — до 0,6%.

10. Влияние легирующих компонентов на свойства стали [8]

Элемент	Склонность к перегреву	Температура нормализации, отжига, закалки	Величина зерна	Прочность и твердость	Пластичность в холодном состоянии	Сопротивление окислению при нагреве	Прочность при высоких температурах
Кремний	Мало влияет, но способствует обезуглероживанию	Повышает	Немного уменьшает при низком содержании; увеличивает при 2%	Повышает	Мало изменяет при содержании до 2,5%; при большем содержании резко снижает	Повышает	Несколько повышается
Марганец	Несколько повышает	Уменьшает	Несколько увеличивает	Повышает наиболее заметно в низко- и среднеуглеродистой стали	При содержании до 2% в низко- и среднеуглеродистой стали не снижает, в высокоуглеродистой снижает	Не изменяет	Не изменяет

Хром	Уменьшает	В дозвлекто- идной стали понижает, а в заэвтекто- идной — повышает	Мало влияет	Повышает, осо- бенно после терми- ческой обработки	В сталях перлитного класса мало снижает. Удер- ная вязкость в мало- и сред- неуглеродистой стали мини- мальна при содержании 2,5%.	Повышает особенно при высоком содержании	Повы- шает
Никель	То же	Уменьшает	То же	В низко- и сред- неуглеродистых сталях перлитного класса повышает	В углеродистых сталях перлитного класса незначи- тельно снижает, мартенсит- ного класса — значительно. В сталях аустенитного клас- са — повышает	То же	То же
Молиб- ден	Уменьшает, но способ- ствует обез- углерожива- нию	Повышает	Сильно уменьшает	Повышает	Мало влияет	Понижает	Заметно повышает
Воль- фрам	Уменьшает	То же	Уменьшает	То же	Ударная вязкость после термообработки выше, чем в стали без вольфрама	Мало влияет	Повы- шает
Бор	Мало влияет	Не влияет	Мало влияет	Мало влияет	Несколько повышает	Не влияет	Не влияет
Алюми- ний	Значительно уменьшает	Значительно повышает	Уменьшает при содер- жании до 0,1%	Повышает	Повышает при отсутствии меди	Повышает	Мало влияет
Титан	Уменьшает	Повышает	Сильно уменьшает	Мало влияет	Несколько повышает	То же	То же
Ванадий	То же	То же	То же	Повышает	Повышает	Незначи- тельно по- нижает	Повы- шает до 400—500°С
Цирко- ний	То же	Мало влияет	Несколько уменьшает	Мало влияет	Несколько повышает при наличии серы	Не влияет	Мало влияет
Ниобий	То же	Повышает	Уменьшает	Несколько повы- шает в низколегги- рованной стали	Несколько повышает	Заметно увеличивает	Повы- шает
Кобальт	Мало влияет	Мало влияет	Мало влияет	Слабо повышает	Понижает	Несколько повышает	Незначи- тельно повышает
Медь	То же	Несколько повышает	То же	Повышает	Повышает при содержа- нии до 0,5%	Мало влияет	Мало влияет

11. Примерное назначение стали различных марок [8], [2], [9]

Марка стали	Примерное назначение
<i>Конструкционная сталь углеродистая и легированная</i>	
15	Цементуемые и цианируемые детали — болты, гайки, винты, вилки, рычаги
20	Тяги, серьги, крюки, траверсы, рычаги, втулки, вкладыши, колеса паровозов, крышки цилиндров
25	Детали повышенной вязкости — оси, валы, цилиндры, тяги, траверсы, серьги, станины станов и станков, маховики
30	Валы, оси, соединительные муфты, болты, гайки, винты и шайбы (без высоких напряжений)
35	Валы, оси, цилиндры прессов, шпиндели, тяги, валы турбин, валы редукторов, роторы, крепежные детали, обоймы турбин, цилиндры, диафрагмы, балансиры, маховики, станины станов и станков
40	Коленчатые валы, шестерни, оси штока, приводные валы блюмингов и слябингов. В термообработанном состоянии — шатуны, шестерни, оси, валы, бандажи. В нормализованном состоянии — шайбы, диски и фланцы
45	Прокатные валки, шестеренные валки для прокатных станков, плунжеры насосов, шпиндели, зубчатые колеса и рейки, фрикционные диски, муфты, втулки, валики, крепежные детали, диски главного сцепления, шестерни поворотного механизма
50	Шестерни, штоки, валы, оси, прокатные валки, бегуны, колеса и т. д.
55	Детали, указанные для марки 50, а также эксцентрики и прокатные валки
60	Прокатные валки, эксцентрики, оси, шпиндели, бандажи, пружинные кольца, амортизаторы, пружины сцепления, шайбы, диски сцепления, регулировочные прокладки
65	Рессоры, пружины
70	Рессоры, пружины и бандажи колесных пар локомотивов
15Г, 20Г	Поршневые пальцы, кулачковые валики, тяги для рулевого управления, шарниры муфт, крылья вентиляторов
30Г	Крепежные изделия, переводные рычаги, рычаги сцепления, тормозные педали, вилки переключения передач, тяги рулевого управления

Продолжение табл. 11

Марка стали	Примерное назначение
40Г	Полуоси, распределительные валы, шатуны, передние оси, тормозные рычаги
50Г	Диски трения, шестерни непрерывного зацепления, шлицевые и шестеренчатые валы
60Г	Фрикционные диски, упорные кольца, пружины клапанные и амортизаторы, бандажы вагонных колесных пар
65Г	Пружинные кольца, скобы и пружины, закаленные в масле
15Х, 20Х, 15ХА, 15ХР, 15ХРА	Шестерни, валики, червяки рулевого управления, распределительные валы, наконечники винта, поршневые пальцы, шаровые пальцы рулевого управления, толкатели
30Х, 30ХРА	Балансиры, оси, подушки, шестерни, вал сошки руля, балки передней оси, поворотные кулаки и рычаги
35Х	То же, что для марки 30Х, а также шестерни дифференциала, червяки сателлита автомобиля и крепежные детали для тракторов
38Х, 40Х, 45Х, 35ХРА, 40ХР	Коленчатые валы, оси, шестерни, пальцы, рычаги, кривошип, полуоси, защелки буксирного крюка, ключи гаечные, улучшаемые детали, поворотные кулаки, ведущие валики, всасывающие клапаны
50Х, 45ХЦ	Валки для горячей прокатки, редукторные валы, шестерни, валики передач, упорные кольца, пружины
10Г2	Подмоторные рамы, узлы, косынки
35Г2	Коленчатые валы, полуоси, цапфы, оси крановых тележек
40Г2	Коленчатые валы, шатуны, валики двигателей, скрепляющие кольца
45Г2, 50Г2	Полуоси, карданные валы, червяки, шатуны, трамвайные и вагонные оси
18ХГ, 20ХГР	Цементуемые детали небольших сечений, подвергаемые действию значительных давлений и работающие на истирание
18ХГТ, 30ХГТ	Тяжелонагруженные цементуемые шестерни, валики и т. п. заменяют стали 20ХН, 12ХН2

Продолжение табл. 11

Марка стали	Примерное назначение
40ХГ, 40ХГР, 35ХГ2	Для улучшаемых деталей, как заменитель стали 40ХН, в автомобильном, дорожном и сельскохозяйственном машиностроении — валы, шатуны, червяки, пальцы, звездочки
33ХС	Детали высокой прочности и вязкости, износостойчивости — оси, валы, балансиры, пальцы трака, фрикционные диски, шестерни
27СГ, 35СГ	Улучшаемые детали; детали гусениц тракторов; заменяют стали с никелем и молибденом
36Г2С	Оси, шестерни и другие детали высокой прочности, но не требующие повышенной вязкости. Заменяет стали с никелем и молибденом
30ХМ, 30ХМА, 35ХМ, 38ХВА	Валы, роторы, диски и другие детали турбин, ведущие валы, оси, коленчатые и трансмиссионные валы, цапфы, шестерни, работающие при повышенных температурах (до 450—480° С)
15ХФ, 20ХФ	Цементуемые детали — шестерни, поршневые пальцы, распределительные валики
40ХФА	Коленчатые валы, нецементуемые шестерни, толкатели, азотируемые валики, пальцы, детали воздушных винтов (кронштейны, траверсы, болты), силовые шпильки, шатуны
20ХН	Шестерни для дизелей и коробок скоростей; шпонки и валики конприводов, поршневые пальцы, шлицевые валики
40ХН, 45ХН, 50ХН, 40ХГР, 45ХЦ	Крупные ответственные детали: коленчатые валы, шатуны, шестерни, роторы
12ХН2, 13Н2А	Детали повышенной прочности, вязкости и прокаливаемости — шестерни, поршневые пальцы, шлицевые валики
12ХН3А	Детали высокой прочности повышенной вязкости — шестерни, поршневые пальцы, распределительные валики, оси, ролики, шпильки, валики передач, упорные валики, толкатели
12Х2Н4А, 20Х2Н4А	Крупные детали — ответственные шестерни, валы, ролики, поршневые пальцы
20ХН3А	Болты, силовые шпильки, валики, втулки, шестерни
30ХН3А	Шпонки, валы, шестерни, коленчатые валы, шатуны, болты, фитинги
20ХНР	Заменяет сталь 12ХН2А, 12ХН3А, 20ХН3А

Продолжение табл. 11

Марка стали	Примерное назначение
20ХГСА, 25ХГСА	Дышла, шпонки, кривошипы, сварные детали
30ХГС, 30ХГСА	Валики, шестерни, оси, ролики, установочные кольца, крепеж, сварные конструкции. Используются для нагруженных деталей относительно небольших сечений вместо хромоникелевых и хромомолибденовых сталей
15ХГНТ, 15ХГНТА, 15Х2ГН2Т, 15Х2ГН2ТА	Ответственные детали типа зубчатых колес. Заменяют стали типа 12ХНЗА, 12Х2Н4А
18ХГН	Ответственные детали — шестерни, зубчатые венцы, пальцы, оси. Заменяет сталь 15НМ
20ХГНР	Ответственные детали небольших размеров — болты, силовые шпильки, валики, втулки, коромысла, шестерни, поршневые пальцы, распределительные валики, оси и др. Заменяет сталь 12ХН2А, 12ХН3А, 20ХН3А
25Х2ГНТА	Высоконагруженные детали большой прочности при хорошей вязкости. Заменяет сталь 18Х2Н4ВА
30ХГНА	Ответственные детали небольших размеров повышенной прочности и вязкости — болты, силовые шпильки, валики, втулки, коромысла, шестерни, фланцы. Заменяет сталь 20ХН3А
38ХГН	Валы, оси, детали крепежа повышенной прочности и прокаливаемости
30Х2ГН2	Тяжелонагруженные крупные детали сложной формы, подвергающиеся действию динамической нагрузки и пониженных температур
30ХНВА, 38ХНВА	Ответственные детали — валы, шатуны, болты, шпильки
40ХНМА, 40ХНВА	Коленчатые валы, клапаны, шатуны, крышки шатунов, шпильки и шестерни
30Х2НВА	Детали типа валов и шатунов, требующие высокой прочности и вязкости
38ХН3ВА	Детали больших сечений, особенно работающие при повышенных температурах (до 400° С) — диски, валы и роторы турбин, диски и валы компрессоров, детали редукторов и др.
18Х2Н4ВА	Крупные сильно нагруженные детали с большой поверхностной твердостью — коленчатые валы с цементируемыми шейками, головки шатунов, шестерни, поршневые пальцы

Продолжение табл. 11

Марка стали	Примерное назначение
30ХН2ВФА, 30Х2НВФА; 20ХН4ФА	Валы цельнокованных роторов, диски, детали редукторов, болты, шпильки и другие ответственные детали турбин и компрессорных машин, работающих при повышенных температурах (до 400° С)
38ХН3МФА, 38ХН3ВФА	Наиболее ответственные детали турбин и компрессорных машин особой прочности в крупных сечениях — валы, цельнокованные роторы турбин; диски, валы, крышки турбовоздушных машин
38ХЮ	Валики водяных насосов, копиры, плунжеры, направляющие втулки
30ХМЮА	Азотируемые детали двигателей — штоки клапанов, гильзы цилиндров, втулки, толкатели, пальцы, распределительные валики, различные детали сложной формы
3ХВФЮ, 30ХВФЮА	Шестерни, распределительные валики, пальцы, детали паровой арматуры, тонкостенные детали
2Х13	<i>Коррозионностойкая сталь</i> Детали с повышенной пластичностью, подвергающиеся ударным нагрузкам (клапаны гидравлических прессов), предметы домашнего обихода, а также изделия, подвергающиеся действию слабоагрессивных сред (атмосферные осадки, водные растворы солей органических кислот при комнатной температуре и др.)
3Х13, 4Х13	Режущий, мерительный и хирургический инструмент, пружины, карбюраторные иглы, предметы домашнего обихода
1Х17Н2	В химической, авиационной и в других отраслях промышленности
1Х13, 0Х13	Для тех же целей, что и сталь марки 2Х13
Х17	Оборудование азотнокислых заводов (абсорбционные башни, теплообменники для горячих нитрозных газов и горячей азотной кислоты, баки для кислот, трубопроводы и пр.), предметы домашнего обихода и кухонной утвари; оборудование заводов пищевой промышленности. Для изготовления сварных конструкций не рекомендуется
Х28	Применяется для тех же целей, что и сталь Х18Н10Т, а также для работы в средах, содержащих уксусную кислоту
Х15Н9Ю, Х17Н7Ю	Рекомендуется как высокопрочная сталь для изделий, работающих в атмосферных условиях
2Х17Н2	Рекомендуется как высокопрочная сталь для тяжело нагруженных деталей, работающих на истирание и на удар в агрессивных средах

Продолжение табл. 11

Марка стали	Примерное назначение
0X21H6M2T	Рекомендуется как заменитель стали марки X17H13M2T для изготовления деталей и сварных конструкций, работающих в средах повышенной агрессивности (кипящей фосфорной, муравьиной, молочной, уксусной и других кислот)
0X10H20T2	Рекомендуется как немагнитная сталь, для производства крупногабаритных деталей, работающих в морской воде
X17H13M2T, X17H13M3T	Рекомендуется для изготовления деталей и конструкций, работающих в условиях действия кипящей фосфорной, муравьиной, молочной, уксусной кислот и других сред повышенной агрессивности
X18H9, 2X18H9	Преимущественно в виде холоднокатаного листа и ленты повышенной прочности для различных деталей и конструкций, свариваемых точечной сваркой
X18H10T, X18H9T	Изготовление сварной аппаратуры в разных отраслях промышленности. Сталь марки X18H9T рекомендуется применять в виде сортового металла и горячекатаного листа, не изготовляемого на станах непрерывной прокатки
X18H12T	Для тех же целей, что и сталь марки X18H10T
0X18H12B	Рекомендуется для изделий, работающих в средах более высокой агрессивности, в которой сталь марки X18H10T не обладает достаточно высокой сопротивляемостью межкристаллитной и межовой коррозии. Присадочный материал для сварки хромоникелевой стали
4X9C2	<i>Жаростойкая сталь</i> Клапаны выпуска автомобильных и тракторных двигателей, трубки рекуператоров, теплообменники, колосники
4X10C2M	Клапаны двигателей
3X13H7C2	Клапаны автомобильных двигателей
1X13	Детали турбин, трубы, детали котлов
1X12CЮ	Клапаны автотракторных двигателей, различные детали
X17, 0X17T	Теплообменники, оборудование кухонь и т. п.
X28	Аппаратура, детали, теплообменники
X20H14C2	Печные конвейеры, ящики для цементации
4X18H25C2	Печные конвейеры и другие нагруженные детали

Марка стали	Примерное назначение
<i>Жаропрочная сталь</i>	
X5M, X5BF	Корпусы и внутренние элементы аппаратов нефтеперерабатывающих заводов, детали насосов, задвижки, крепеж
X6CM	Трубы, части насосов, задвижки, штоки
4X9C2, 4X10C2M	Клапаны двигателей, крепежные детали
1X12H2BMФ	Диски компрессора, лопатки и другие нагруженные детали
2X13, 1X13	Лопатки паровых турбин, клапаны, болты и трубы
1X11MФ	Рабочие и направляющие лопатки паровых турбин
1X12BHMФ, 2X12BMГФР	Роторы, диски, лопатки, болты
4X12H8Г8MФБ; X12H22Т3MP	Диски турбин
1X14H18B2BP1	Роторы, диски и лопатки турбин
4X14H14B2M	Клапаны двигателей, поковки, детали трубопроводов
4X15H7Г7Ф2MC	Лопатки газовых турбин, крепежные детали
1X16H13M2B	Покówki для дисков и роторов, лопатки, болты
3X19H9MBBT	Роторы и диски, болты
X23H18	Детали установок в химической и нефтяной промышленности, газопроводы, камеры сгорания (может применяться для нагревательных элементов сопротивления)
<i>Инструментальная углеродистая сталь</i>	
У7, У7А	Слесарный и плотничный инструмент, кузнечные штампы
У8, У8А	Матрицы и пуансоны, иглы, ножи для ножниц
У9, У9А	Матрицы и пуансоны, пилы, ножовочные полотна
У10, У10А	Матрицы и пуансоны, режущий инструмент
У11, У11А, У12, У12А	Режущий и измерительный инструмент

Продолжение табл. 11

Марка стали	Примерное назначение
7ХФ	<i>Инструментальная легированная сталь</i> Рамные, круглые и ленточные пилы с плющенными и разведенными зубьями, деревообрабатывающие инструменты (топоры, долота), а также инструменты, работающие с ударными нагрузками (зубила, пуансоны)
8ХФ	Штемпели при холодной работе, ножи при холодной резке металла, обрезные матрицы и пуансоны при холодной обрезке заусенцев, керны
9ХФ	Рамные, ленточные, круглые пилы, штемпели при холодной работе, ножи при холодной резке металла, обрезные матрицы и пуансоны при холодной обрезке заусенцев, керны
11Х	Метчики и другой режущий инструмент диаметром до 30 мм, закаливаемый с охлаждением в горячих средах
13Х	Бритвенные ножи и лезвия, острый хирургический инструмент, гравировальный инструмент
ХВ5	Резцы и фрезы при обработке с небольшой скоростью резания твердых материалов (валки с закаленной поверхностью); гравировальные резцы при очень напряженной работе и др.
В1	Спиральные сверла, метчики, развертки, роликовые ножи
Ф	Штампы, предназначенные для чеканки монет; ударный инструмент при холодном изготовлении болтов, заклепок, гаек
Х	Зубила, применяемые при насечке напильников; очень твердые кулачки эксцентриков и пальцев; гладкие цилиндрические калибры и калиберные кольца штемпелей; токарные, строгальные и долбежные резцы в лекальных и ремонтных мастерских
9ХС	Сверла, развертки, метчики, плашки, гребенки, фрезы, машинные штемпели, клеймы для холодных работ
ХВГ	Измерительный и режущий инструмент, для которого повышенное коробление при закалке особенно недопустимо; резьбовые калибры, протяжки, длинные метчики, длинные развертки, плашки и другие виды специального инструмента
9ХВГ	Резьбовые калибры, сложной формы лекала, сложные весьма точные штампы для холодных работ, которые при закалке не должны подвергаться значительным объемным изменениям и короблению
ХВСГ	Круглые плашки, развертки и другой режущий инструмент
9Х5Ф, 9Х5ВФ	Ножи, применяемые для фрезерования древесины, строгальные пилы и другой деревообрабатывающий инструмент подобного типа (например, цельные фрезы и т. д.)

Продолжение табл. 11

Марка стали	Примерное назначение
8Х4В4Ф1	Ножи, применяемые для фрезерования древесины, и другой деревообрабатывающий инструмент, работающий в тяжелых условиях с нагревом режущей кромки; пуансоны, зубила для рубки высокопрочных материалов, если этот инструмент получает нагрев в работе
9Х	Валки холодной прокатки, дрессировочные валки, клейма, пробойники, холодновысадочные матрицы и пуансоны, деревообрабатывающий инструмент
Х6ВФ	Резьбонакатный инструмент (ролики и плашки), деревообрабатывающий инструмент, ручные ножовочные полотна, бритвы, пуансоны, накатники и другой инструмент, предназначенный для холодной деформации
Х12	Холодные штампы высокой устойчивости против истирания (преимущественно с рабочей частью округлой формы), не подвергающиеся сильным ударам и толчкам; волочильные доски и волюки, глазки для калибрования пруткового металла под накатку резьбы; гибочные и формовочные штампы, сложные секции кузовных штампов, которые при закалке не должны подвергаться значительным изменениям и короблению; матрицы и пуансоны вырубных и просечных штампов для штамповки активной жести электрических машин и электромагнитных систем электрических аппаратов
Х12М, Х12Ф1	То же, что и сталь Х12, но когда требуется большая вязкость; профилировочные ролики сложных форм, секции кузовных штампов сложных форм, сложные дыропрошивочные матрицы при формовке листового металла; эталонные шестерни, накатные плашки, волюки, матрицы и пуансоны вырубных и просечных штампов (в том числе совмещенных и последовательных) со сложной конфигурацией рабочих частей для штамповки активной жести электрических машин
3Х2В8Ф	Матрицы и пуансоны при горячих работах в весьма тяжелых условиях; штампы при отливке под давлением сплавов на медной основе; ножи для обрезки металла в горячем состоянии, работающие в очень тяжелых условиях
4Х8В2	Матрицы и пуансоны, работающие в тяжелых условиях нагрева; прессформы, применяемые при формовке изделий из пластмасс; штампы (формы) для цветного литья под давлением
7Х3, 8Х3	Матрицы для горячей высадки дегалей и болтов на прессах и горизонтально-ковочных машинах со сменными рабочими вставками; формовочные и прошивные пуансоны для горячей гибки и обрезки

Продолжение табл. 11

Марка стали	Примерное назначение
5ХНМ	Молотовые штампы падающих и паровых молотов при больших размерах кубиков
5ХНВ, 5ХНСВ	Крупные и средние молотовые штампы — вместо штамповых сталей с более высоким содержанием никеля (5ХНМ)
5ХГМ	Молотовые штампы падающих и паровых молотов при больших размерах кубиков
4Х5В2ФС, 4Х5В4ФСМ, 4Х2В5ФМ, 4Х3В2Ф2М2	Для горячего деформирования нержавеющей жаропрочных и других трудно деформируемых сталей и сплавов, а также для прессформ литья под давлением
4ХС	Зубила, обжимки, ножницы при горячей и холодной резке металла, штампы горячей вытяжки
6ХС	Пневматические зубила и штампы небольших размеров для холодной штамповки
4ХВ2С	Пневматический инструмент, зубила, обжимки, штампы для отливки под давлением сплавов на алюминиевой и магниевой основе
5ХВ2С, 6ХВ2С	Ножницы для холодной резки металла; резьбонакатные плашки, пуансоны и обжимные матрицы при холодной работе; прессформы для литья под давлением; деревообрабатывающий инструмент при длительной работе
5ХВГ	Пуансоны сложной формы для холодной прошивки преимущественно фигурных отверстий в листовом и полосовом материале; небольшие штампы для горячей штамповки, главным образом, когда требуется минимальное изменение размеров при закалке

12. Удельный вес стали некоторых марок в кг/м³ [4], [9]

Марка стали	Удельный вес	Марка стали	Удельный вес
10	7830		
20	7823	40ХН	7867
30	7817	12ХН2.	} 7880
40	7815	12ХНЗА,	
50	7812	20ХНЗА	
60, 70	7810	30ХНЗ	7830
30Г	7812	30ХНВА	7900
40Г, 60Г	7810	ШХ15	7812
15Х	7827	1Х13	7750
30Х, 35Х,	} 7820	Х17	7720
45Х, 50Х		Х18Н9	7960
40ХС	7735	У10	7810
25СГ, 35СГ	7800	У12	7790
40ХФА	7810	Р18	8690

Примечание. Удельный вес стали различных марок можно приближенно определить, изменяя удельный вес чистого железа (7880) на величину, пропорциональную количеству в %, имеющегося в стали легирующего компонента в соответствии с приведенными ниже значениями поправок на 1% примеси (знак плюс (+) — уд. вес увеличивается, знак минус (—) — уд. вес уменьшается).

Компонент	Поправка на 1% содержания компонента	Действительная до содержания компонента в % не более
Углерод . . .	-112	1,2
Марганец . .	-16	2,0
Кремний . . .	-68	5,5
Медь	+31	1,5
Никель	+2	7,0
Кобальт	+6	7,0
Хром	-21	3,0
Вольфрам . .	+56	15,0
Алюминий . .	-155	4,5

13. Критические точки углеродистой и легированной стали некоторых марок [9]

Марка стали	Критические точки в °С			
	Ас ₁	Ас ₂	Аг ₁	Аг ₂
15	735	863	685	840
20	735	854	682	835
25	735	840	680	824
30	732	813	677	796
35	730	802	691	791
40	730	790	690	768
45	725	770	690	720
50	725	760	690	720
55	727	774	690	755
60	727	766	690	743
65	727	752	696	730
70	730	743	693	727
15Г	735	863	685	840
20Г	735	854	682	835
30Г	734	812	675	796
40Г	726	790	689	768
50Г	720	760	660	—
60Г	726	765	689	741
10Г2	720	830	680	710
35Г2	713	794	630	710
40Г2	713	780	627	710
45Г2	713	766	627	704
50Г2	710	760	596	680
15Х	735	870	720	—
20Х	736	838	702	799
30Х	740	815	670	—
35Х	740	815	670	—
40Х	743	782	693	730
45Х	721	771	660	693
50Х	720	770	660	693
40ХГ	743	782	730	793
20ХФ	766	840	704	782
40ХФА	754	790	702	746
33ХС	760	860	—	—
40ХС	755	850	—	—
20ХМ	743	818	504	746
30ХМА	757	807	693	763
35ХМ	745	820	620	—
35Х2МА	715	776	607	705
27СГ	750	880	—	—
35СГ	750	830	645	—
20ХН	733	804	666	790
40ХН	731	769	660	702
50ХН	735	750	657	690
12ХН2	732	794	671	763
12ХНЗА	715	830	670	—
20ХНЗА	700	760	500	630
30ХНЗА	715	775	590	—
12Х2Н4А	710	820	660	—
20ХГСА	755	840	690	—
25ХГСА	750	835	680	—
30ХГС	750	830	670	—
35ХГСА	—	—	—	—
18ХНВА	700	810	350	600
30ХНВА	700	720	300	—
38ХМЮА	800	940	730	650
ШХ9	730	890	710	—
	750	690	—	—
ШХ15	727	768	694	713
1Х13	730	850	700	820
2Х13	820	—	780	—
3Х13	800	—	—	—
4Х9С2	900	970	810	870
4Х10С2М	850	950	700	845

14. Средняя теплоемкость углеродистой и легированной стали некоторых марок в ккал/кг °С [4]

Марка стали	Температура в °С						
	100	200	400	600	800	1000	1200
15	0,112	0,114	0,123	0,136	0,159	0,168	0,168
20	0,112	0,115	0,128	0,136	0,164	0,167	0,167
25	0,112	0,115	0,124	0,136	0,164	0,166	0,166
30	0,112	0,115	0,125	0,136	0,164	0,166	0,166
35	0,112	0,115	0,125	0,136	0,163	0,165	0,165
40	0,112	0,115	0,125	0,137	0,162	0,163	0,163
45	0,112	0,115	0,125	0,137	0,162	—	—
50	0,114	0,116	0,122	0,136	0,162	0,163	0,163
55	0,114	0,116	0,125	0,136	0,165	0,161	0,161
60	0,115	0,116	0,126	0,137	—	—	—
65	0,115	0,116	0,125	0,137	—	—	—
70	0,115	0,116	0,124	0,135	—	—	—
30Г	0,112	0,115	0,125	0,136	—	—	—
40Г	0,113	0,115	0,117	0,137	—	—	—
50Г	0,113	0,115	0,125	0,130	—	—	—
60Г	0,115	0,116	0,126	0,137	—	—	—
12ХН2	—	—	0,157	—	—	—	—
12ХН3А	—	—	0,154	—	—	—	—
12Х2Н4А	—	0,157	0,154	—	—	—	—
20ХН3А	—	0,157	0,154	—	—	—	—
30ХНВА	0,111	—	—	0,118	—	—	—
ШХ15	0,087	—	—	—	—	—	—
1Х13	0,114	—	—	0,126	—	—	—
2Х13	0,110	—	—	—	—	—	—
3Х13	0,117	—	—	—	—	—	—
X17	0,110	—	—	—	—	—	—
P18	0,100	0,107	0,120	0,126	—	—	—

15. Теплопроводность углеродистой и легированной стали некоторых марок в ккал/м.ч °С [4]

Марка стали	Температура в °С								
	100	200	300	400	500	600	800	900	1200
10	69,5	59,4	—	44,4	39,3	—	—	—	—
15	66,5	57	—	40,5	35,6	—	—	—	—
20	67	—	52	—	—	33	—	28	28
25	67	57,2	—	41	36	—	—	—	—
30	65	55,5	37,8	—	32,5	—	—	22,6	—
35	65	55,5	—	45	32,5	—	—	—	—
40	57	45,7	—	40,3	32,5	—	—	—	—
45	58,2	47,2	—	30,5	27	26	—	23	24
50	58,5	47,5	—	39,3	27	—	—	—	—
55	58,5	47,6	—	30,5	27	—	—	—	—
60	58	45,7	—	30,9	25,9	—	—	—	—
65	58	45	—	31	26,3	—	—	—	—
70	58	45	—	31,4	25,2	—	—	—	—
30Г	64,5	55,3	45	38	32,5	—	—	—	—
40Г	51	45,6	—	40,2	20,5	—	—	—	—
50Г	33	32,6	32,5	31,2	31,8	29,4	—	—	—
30Х	39,6	36,4	33,4	29,8	—	—	—	—	—
35Х	36,5	36,0	—	30,4	—	—	—	—	—
35Г2	—	32,4	32	30,9	—	—	—	—	—
40Г2	—	32,4	32	30,9	—	—	—	—	—

Продолжение табл. 15

Марка стали	Температура в °С								
	100	200	300	400	500	600	800	900	1200
45Г2	38,2	36,8	35,2	—	30,2	—	—	—	—
50Г2	34,7	34,3	—	31,2	30,8	—	—	—	—
35ХС	—	31,7	30,6	29,8	—	28,8	—	—	—
40ХС	—	31,7	30,6	29,8	—	28,8	—	—	—
35СГ	—	39	36,8	35,3	31,3	—	—	—	—
30ХМА	30,6	29,6	28,1	—	26,7	—	—	—	—
35ХМ	35,7	35	33,8	33	—	—	—	—	—
40ХФА	45	42	38,9	34,8	—	—	—	—	—
12ХН2	20,6	—	—	—	26,6	—	—	18,3	—
12ХН3А	—	—	—	—	22,0	—	—	16,2	—
30ХГС	32,4	—	—	—	—	—	—	—	—
1Х13	—	—	18,7	—	—	20,8	—	—	—
2Х13	25	—	—	—	—	—	—	—	—
3Х13	17,8	—	—	—	—	—	—	—	—
Х18Н9	14,6	15,6	16,4	17,4	18,3	—	20,2	23	—
Х18Н9Т	13,4	15,0	16,7	18,1	19,2	20,3	21,3	23	25,6
4Х14Н1482М	13,3	14,5	15,6	16,9	17,4	18,2	18,9	—	—
4Х18Н25С2	13,8	15,5	17,2	—	—	20,6	—	32,7	—
У8	37	—	36,3	—	—	30,2	—	27,7	—
У13	—	31,8	—	—	20,1	—	—	18,5	—
4ХС	—	31,5	—	29,8	29	—	—	—	—
Р9	—	20,3	—	—	18,9	—	24,5	—	—
Р18	—	23,4	—	24,5	—	—	—	23	25,2

16. Температуропроводность углеродистой стали некоторых марок в м²/ч [4]

Марка стали	Температура в °С							
	20	200	300	500	700	900	1000	1200
10	0,070	0,065	0,051	0,045	0,036	0,024	0,023	0,024
30	0,062	0,048	0,042	0,032	0,025	0,021	0,021	0,022
45	0,057	0,041	0,035	0,030	0,022	0,020	0,020	0,021
60	0,046	0,040	0,032	0,027	0,021	0,019	0,019	0,020
50Г	0,039	0,033	0,031	0,026	0,017	0,017	0,019	0,017

17. Временное сопротивление разрыву σ_b стали при ковочных температурах (ориентировочно)

А. В зависимости от временного сопротивления разрыву при нормальной температуре (по Шнейдеру)

Временное сопротивление при нормальной температуре в кг/мм ²	Температура в °С					
	800	900	1000	1100	1200	1300
40	6,6	4,5	3	2,2	1,9	1,4
60	11,1	7,5	5,4	3,6	2,2	2
80	16,5	11,1	7,5	5,1	3,6	2,4
100	23	15,9	10,9	6,8	5	3

Продолжение табл. 17

Б. Углеродистой и легированной стали некоторых марок
[1], [3], [5]

Марка стали	Температура в °С					Скорость	
	800	900	1000	1100	1200	деформирования в мм/мин	деформации $\times 10^3$ в сек ⁻¹
15	5,3	4,5	2,8	2,4	1,4	1,1	0,4
20	9,1	7,7	4,8	3,1	2,0	10	4
30	10,0	7,9	4,9	3,1	2,1	10	4
45	11,0	8,3	5,1	3,1	2,1	10	4
20X	10,7	7,5	5,3	3,8	2,5	10	4
40X	21,4	17,3	13,1	10,0	6,9	10	4
18ХГТ	14,0	9,7	8,0	4,4	2,6	10	4
12ХНЗА	17,1	11,8	7,6	6,2	3,8	10	4
30ХГСА	7,4	4,2	3,6	2,2	1,8	1,1	0,4
ШХ15	—	—	4,3	3,0	2,1	16	7
4Х9С2	5,2	6,0	4,6	2,3	1,6	1,1	0,4
1Х13	3,6	2,7	3,7	2,2	1,2	1,1	0,4
2Х13	7,5	10,6	6,3	3,7	—	16	7
3Х13	9,1	13,3	7,8	4,4	3,0	16	7
4Х13	13,5	12,7	7,6	5,4	3,3	16	7
1Х17Н2	—	16,9	7,8	4,5	—	16	7
X17	4,1	2,2	2,1	1,4	0,8	1,1	0,4
X28	2,6	1,9	1,1	0,8	0,8	1,1	0,4
X18Н9	12,2	6,9	3,9	3,1	1,6	1,1	0,4
X18Н9Т	18,5	9,1	5,5	3,8	1,8	1,1	0,4
4Х18Н25С2	18,0	10,2	6,3	3,1	2,2	1,1	0,4
X23Н18	14,1	9,2	5,5	5,2	2,4	1,1	0,4
У7А	9,6	6,4	3,7	2,2	1,7	10	4
У8А	9,3	5,6	3,4	2,1	1,5	10	4
У10А	9,2	5,6	3,0	1,8	1,6	10	4
У12А	10,2	6,1	3,5	1,8	1,5	10	4
X12М	12,5	8,3	4,7	2,5	0,8	1,1	0,4
ХВ5	16	12	5,5	—	—	1,1	0,4
P9	9,2	8,3	5,7	3,3	2,1	1,1	0,4
P18	11,4	11,0	6,8	3,2	2,1	1,1	0,4

Примечания: 1. В формулах для определения усилий деформирования приближенно можно принимать напряжение текучести σ_s равным временному сопротивлению σ_g .

2. При этом следует вносить поправку на скорость деформации (деформирования) и масштабный фактор, принимая $\sigma_s \approx \omega \psi \sigma_g$, где ω и ψ — соответственно скоростной и масштабный коэффициенты, выбираемые по табл. 18 и 19.

3. Скорости деформации $\dot{\epsilon}$ при обработке на различных машинах приблизительно составляют: гидравлические прессы $\dot{\epsilon} \approx 0,05-0,5 \text{ сек}^{-1}$, молоты — $\dot{\epsilon} \approx 8-48 \text{ сек}^{-1}$.

19. Значение масштабного коэффициента ψ при осадке слитков [6]

Вес слитка в т	0,5	6,0	20	50	100
	ψ	0,80	0,70	0,60	0,55

20. Значения коэффициента трения при пластическом деформировании стали (по С. И. Губкину)

Температура деформирования	Скорость деформирования в ж/сек	
	меньше 1*	Большее 1*
Без нагрева, со смазкой	$(0,8 \div 0,95) T_{пл}$	0,40
	$(0,5 \div 0,8) T_{пл}$	0,45
	$(0,3 \div 0,5) T_{пл}$	0,35
		0,12—0,06

* Также и при ударном воздействии сил.

Примечание. В случае применения смазок при деформации с нагревом коэффициент трения уменьшается на 15—25% в зависимости от качества смазки.

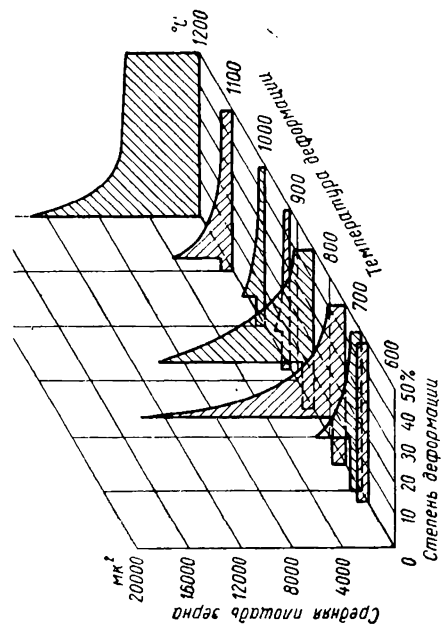
18. Значения скоростного коэффициента ω (по С. И. Губкину)

Отношение скоростей деформации $\frac{\dot{\epsilon}}{\dot{\epsilon}_u}$	Температура деформации ¹		
	$\frac{T}{T_{пл}} < 0,3$	$\frac{T}{T_{пл}} = 0,3 \div 0,5$	$\frac{T}{T_{пл}} > 0,7$
10	1,05—1,1	1,1—1,15	1,3—1,5
100	1,1—1,22	1,22—1,32	1,7—2,25
1000	1,16—1,34	1,34—1,52	2,2—3,4
При переходе от скорости $\dot{\epsilon}_u = 10^{-1} \text{ сек}^{-1}$ к ударной нагрузке	1,1—1,25	1,25—1,75	2,5—3,5

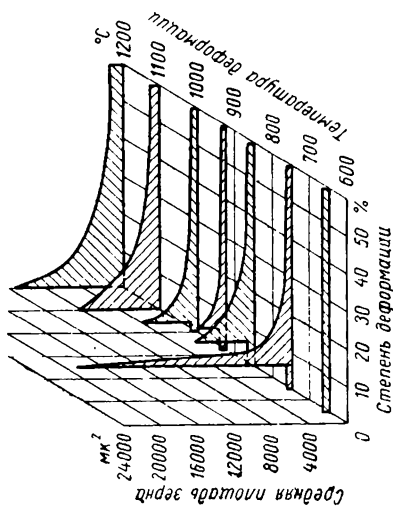
¹ T — абсолютная температура деформации; $T_{пл}$ — абсолютная температура плавления металла; $\dot{\epsilon}$ — скорость деформации; $\dot{\epsilon}_u$ — то же при испытании образца.

21. Диаграммы рекристаллизации [7]

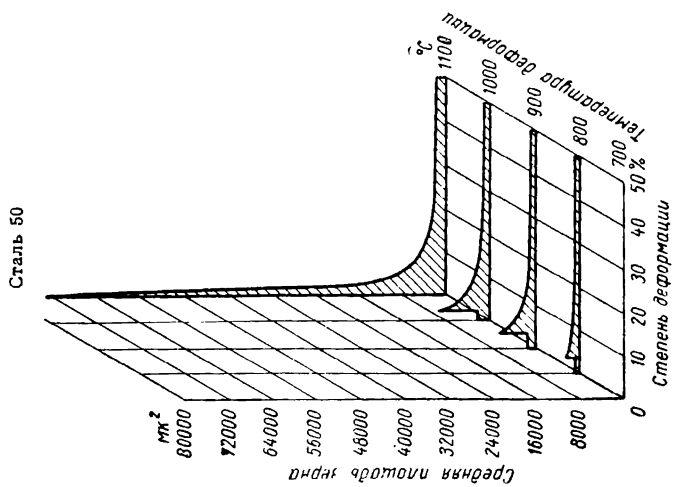
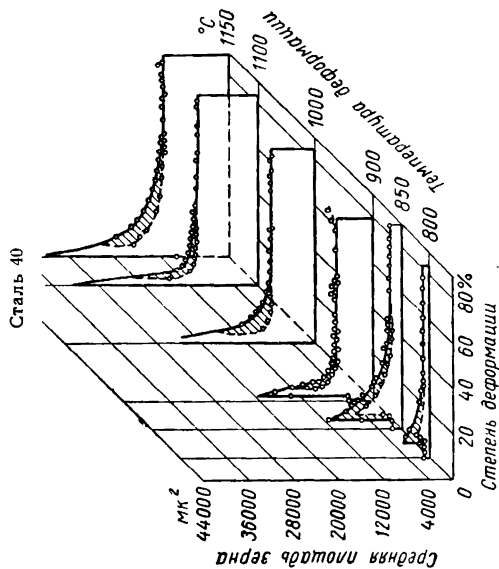
Техническое железо



Сталь 0.8

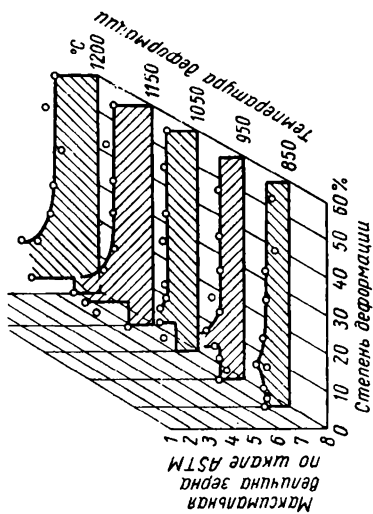


Продолжение табл. 21

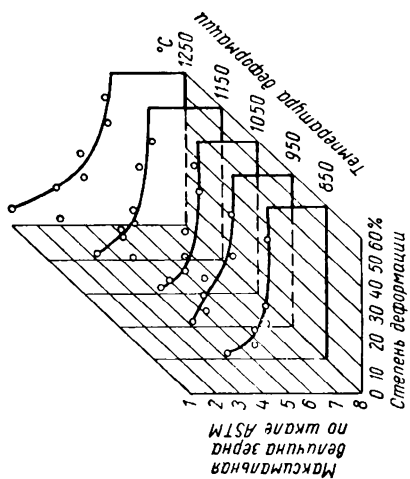


Продолжение табл. 21

Сталь 30ХГС

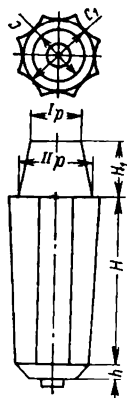


Сталь 38ХМЮА



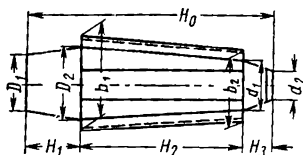
СОСТАМЕНТЫ СТАЛЬНЫХ СЛИТКОВ И ПРОКАТА

22. Пример сортамента восьмигранных нормальных слитков (НКМЗ)



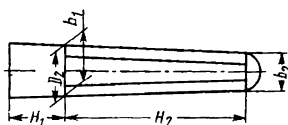
Слиток	Вес в кг			Размеры в мм							
	Корпус слитка	Донная часть	Прибыльная часть	C ₁	c	H	h	H ₁	d _I	d _{II}	
3 000	2 350	130	520	518	510	1280	130	435	454	548	
5 000	3 870	200	930	618	618	1450	170	490	554	655	
7 000	5 470	220	1 310	695	750	1070	170	530	530	740	
9 700	7 400	250	2 060	818	875	1710	170	640	640	858	
11 200	8 700	400	2 110	818	875	1920	190	640	726	858	
13 300	10 400	450	2 450	864	924	2080	190	680	764	904	
15 900	12 400	500	3 000	924	988	2200	190	710	822	988	
19 500	15 100	700	3 700	980	1048	2375	240	755	872	1028	
23 150	18 100	700	4 250	1052	1122	2470	240	780	942	1102	
27 600	21 600	800	5 200	1116	1192	2635	240	815	1006	1172	
31 750	24 700	1050	6 000	1166	1245	2750	270	850	1054	1226	
35 950	28 400	1150	6 400	1224	1307	2775	270	885	1106	1295	
42 150	33 200	1200	7 750	1294	1382	9440	270	915	1174	1360	
52 450	40 900	1950	9 600	1388	1488	3210	340	965	1270	1466	
62 850	49 400	2150	11 300	1478	1587	3430	340	1020	1352	1560	
79 190	60 400	2300	13 490	1574	1086	3675	340	1070	1445	1644	
87 600	68 200	3150	16 250	1670	1790	3720	390	1080	1548	1785	
119 400	94 300	3500	27 600	1852	1984	4155	390	1220	1712	1958	
145 000	113 700	4700	26 600	1964	2100	4440	475	1300	1812	2074	
170 800	134 800	5000	30 800	2078	2226	4700	475	1355	1926	2200	

24. Пример сортамента двенадцатигранных укороченных слитков (УЗТМ)



Вес слитка в т	Весовое соотношение частей слитка в %			Размеры в мм									
	Прибыль- ная часть	Корпус	Донная часть	Прибыльная часть			Корпус			Донная часть			
				D_1	D_2	H_1	b_1	b_2	H_2	H_0	d_1	d_2	H_3
28,5	23,62	73,14	3,24	1115	1290	870	1474	1240	2000	3330	1100	450	460
33	23,6	73,1	3,3	1085	1360	965	1550	1298	2105	3580	1140	425	510
37,5	24,7	72,1	3,2	1304	1410	955	1605	1355	2190	3145	1270	520	520
51	23,9	73,25	2,85	1395	1600	1025	1800	1505	2440	4025	1415	458	560
64	23,4	73,5	3,1	1608	1723	1015	1930	1618	2660	4235	1520	500	560
70	21,5	75,2	2,7	1608	1723	1015	1930	1618	2950	4525	1520	500	560

25. Пример сортамента восьмигранных удлиненных слитков (УЗТМ)



Вес слитка в т	Весовое соотношение частей слитка в %			Размеры в мм				
	Прибыль- ная часть	Корпус	Донная часть	Прибыльная часть		Корпус		
				D_2	H_1	b_1	b_2	H_2
2,9	10—12	85,5—88	2—2,5	518	210	518	404	2020
3,5				540	240	540	440	2090
5,8				662	295	662	560	2260
10,8				800	270	800	640	2950

26. Обжатая болванка (ГОСТ 4692—57)

Размеры в мм

Сторона квадрата	Радиус за- кругления углов при- близительно	Допускаемые отклонения по стороне квадрата	Сторона квадрата	Радиус за- кругления углов при- близительно	Допускаемые отклонения по стороне квадрата
140	20	±5	280	40	±8
160	20		300	45	
180	25		320	50	
200	30	±6	360	50	±10
220	35		400	60	
250	35		450	60	

Примечание. Нормальная длина обжатой болванки для стали обыкновенного качества при стороне квадрата до 200 мм — от 2 до 6 м, при стороне квадрата 220—250 мм — от 1,5 до 4 м; при стороне квадрата 280—450 мм — от 1 до 4 м. Мерная и кратная длины оговариваются в заказе.

27. Заготовка стальная квадратная
(ГОСТ 4693—57)

Сторона квадрата в мм	Радиус закругления углов в мм	Допускаемые отклонения по стороне в мм	Сторона квадрата в мм		
			Радиус закругления углов в мм	Допускаемые отклонения по стороне в мм	Теоретический вес 1 ж в кг
40	7	+1,0	110	18	+2,0
45		-1,5	120		-3,5
50			125		
56	9	+1,5	130	21	+2,4
60		-2,0	140		-4,0
63			150		
70	12	+1,6	160	25	+3,0
80		-2,5	170		-5,0
85			180		
90	15	+1,8	190	30	+4,0
100		-3,0	200		-6,0
105			210		
			220	35	+5,0
			240		-7,0
			250		

Примечание. По длине заготовка поставляется: 1) нормальной (немерной) длины из стали обыкновенного качества при стороне квадрата от 40 до 100 мм включительно — от 3 до 9 м, при стороне квадрата от 105 до 150 мм включительно — от 2 до 8 м, при стороне квадрата свыше 150 мм — от 2 до 6 м и из качественной стали всех размеров — от 1 до 6 м; 2) мерной длины, оговариваемой в заказе; 3) длины, кратной мерной, оговариваемой в заказе.

28. Сталь горячекатаная квадратная
(ГОСТ 2591—57)

Сторона квадрата в мм	Допускаемые отклонения по стороне квадрата в мм при точности прокатки		Площадь поперечного сечения в см ²	Теоретический вес 1 ж в кг
	обычной	повышенной		
5			0,25	0,196
6	+0,3	+0,1	0,36	0,283
7	-0,5	-0,3	0,49	0,385
8			0,64	0,502
9			0,81	0,636

Продолжение табл. 28

Сторона квадрата в мм	Допускаемые отклонения по стороне квадрата в мм при точности прокатки		Площадь поперечного сечения в см ²	Теоретический вес 1 ж в кг
	обычной	повышенной		
10			1,00	0,785
11			1,21	0,95
12			1,44	1,13
13			1,69	1,33
14	+0,3	+0,2	1,96	1,54
15	-0,5	-0,3	2,25	1,77
16			2,56	2,01
17			2,89	2,27
18			3,24	2,54
19			3,61	2,82
20			4,00	3,14
21			4,41	3,46
22	+0,4	+0,2	4,84	3,80
24	-0,5	-0,4	5,76	4,52
25			6,25	4,91
26			6,76	5,30
28			7,84	6,15
30			9,00	7,06
32	+0,4	+0,2	10,24	8,04
34	-0,7	-0,6	11,56	9,07
36			12,96	10,17
38			14,44	11,24
40			16,00	12,56
42			17,64	13,85
45			20,25	15,90
48			23,04	18,09
50	+0,4	+0,2	25,00	19,63
53	-1,0	-0,9	28,09	22,05
56			31,36	24,61
60			36,00	28,26
63			39,69	31,16
65	+0,5	+0,3	42,25	33,17
70	-1,1	-1,0	49,00	38,47
75			56,25	44,16
80			64,00	50,24
85	+0,5	+0,4	72,25	56,72
90	-1,3	-1,2	81,00	63,59
95			90,25	70,85
100	+0,6	+0,5	100,00	78,50
105	-1,7	-1,5		
110				
120		+0,6		
125	+0,8	-1,8		
130	-2,0			
140		+0,6		
150		-2,0		

Продолжение табл. 28

Сторона квадрата в мм	Допускаемые отклонения по стороне квадрата в мм при точности прокатки		Площадь поперечного сечения в см ²	Теоретический вес 1 м в кг
	обычной	повышенной		
160				
170	+0,9			
180	-2,5			
190		Не устанавливаются	—	—
200				
210				
220	+1,2			
240	-3,0			
250				

Примечания: 1. Прутки со стороной квадрата до 100 мм вкл. поставляются с острыми углами, со стороной квадрата свыше 100 мм — с закругленными углами $R < 0,15a$ (по требованию заказчика прутки со стороной квадрата от 50 мм могут поставляться с закругленными углами).

2. По длине прутки (штанги) поставляются: 1) нормальной (немерной) длины: из стали обыкновенного качества при стороне квадрата до 25 мм вкл. — от 5 до 10 м, при стороне квадрата от 26 до 50 мм вкл. — от 4 до 9 м, при стороне квадрата от 53 до 110 мм — от 4 до 7 м, при стороне квадрата свыше 110 мм — от 3 до 6 м и из качественной стали всех размеров — от 2 до 6 м; 2) мерной длины, оговариваемой в заказе; 3) длины, кратной мерной, оговариваемой в заказе.

29. Сталь горячекатаная круглая
(ГОСТ 2590—57)

Диаметр прутка в мм	Допускаемые отклонения по диаметру в мм при точности прокатки		Площадь поперечного сечения в см ²	Теоретический вес 1 м в кг
	обычной	повышенной		
5			0,1963	0,154
5,6			0,2463	0,193
6			0,2827	0,222
6,3	+0,3	+0,1	0,3117	0,245
7	-0,5	-0,3	0,3848	0,302
8			0,5027	0,395
9			0,6359	0,499

Продолжение табл. 29

Диаметр прутка в мм	Допускаемые отклонения по диаметру в мм при точности прокатки		Площадь поперечного сечения в см ²	Теоретический вес 1 м в кг
	обычной	повышенной		
10			0,7854	0,617
11			0,9503	0,746
12			1,131	0,888
13	+0,3	+0,2	1,327	1,04
14	-0,5	-0,3	1,539	1,21
15			1,767	1,39
16			2,011	1,58
17			2,270	1,78
18			2,545	2,00
19			2,835	2,23
20			3,142	2,47
21			3,464	2,72
22	+0,4	+0,2	3,801	2,98
24	-0,5	-0,4	4,524	3,55
25			4,909	3,85
26			5,309	4,17
28			6,158	4,83
30			7,069	5,55
32	+0,4	+0,2	8,042	6,31
34	-0,7	-0,6	9,079	7,13
36			10,18	7,99
38			11,34	8,90
40			12,57	9,87
42			13,85	10,87
45			15,90	12,48
48			18,10	14,21
50	+0,4	+0,2	19,64	15,42
53	-1,0	-0,9	22,06	17,32
56			24,63	19,33
60			28,27	22,19
63			31,17	24,47
65	+0,5	+0,3	33,18	26,05
70	-1,1	-1,0	38,48	30,21
75			44,18	34,68
80			50,27	39,46
85	+0,5	+0,4	56,75	44,55
90	-1,3	-1,2	63,62	49,94
95			70,88	55,64
100	+0,6	+0,5	78,54	61,65
105	-1,7	-1,5	86,59	67,97
110			95,03	74,60
120		+0,6	113,10	88,78
125		-1,8	122,72	96,33
130	+0,8	+0,6	132,73	104,20
140	-2,0	-2,0	153,94	120,84
150			176,72	138,72

Продолжение табл. 29

Диаметр прутка в мм	Допускаемые отклонения по диаметру в мм при точности прокатки		Площадь поперечного сечения в см ²	Теоретический вес 1 м в кг	Диаметр прутка в мм	Допускаемые отклонения по диаметру в мм при точности прокатки		Площадь поперечного сечения в см ²	Теоретический вес 1 м в кг
	обыч-ной	повышенной				обыч-ной	повышенной		
160	+0,9 -2,5	Не устанавливаются	201,06	157,83	200	+1,2 -3,0	Не устанавливаются	314,16	246,62
170			226,98	178,18	210			346,36	271,89
180			254,47	199,76	220			380,13	298,40
190			283,53	222,57	240			452,39	355,13
					250			490,88	385,34

Примечание. По длине прутки (штанги) поставляются: 1) нормальной (немерной) длины из стали обыкновенного качества при диаметре до 25 мм вкл. — от 5 до 10 м, при диаметре от 26 до 50 мм вкл. — от 4 до 9 м, при диаметре от 53 до 110 мм вкл. — от 4 до 7 м, при диаметре свыше 110 мм вкл. — от 3 до 6 м из качественной стали всех диаметров — от 2 до 6 м; 2) мерной длины, оговариваемой в заказе; 3) длины, кратной мерной, оговариваемой в заказе.

30. Сталь прокатная полосовая (ГОСТ 103—57)

Ширина полосы в мм	Теоретический вес 1 м полосы в кг при ее толщине в мм												
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	
12	0,38	0,47	0,57	0,66	0,75	—	—	—	—	—	—	—	
14	0,44	0,55	0,66	0,77	0,88	—	—	—	—	—	—	—	
16	0,50	0,63	0,75	0,88	1,00	1,15	1,26	—	—	—	—	—	
18	0,57	0,71	0,85	0,99	1,13	1,27	1,41	—	—	—	—	—	
20	0,63	0,79	0,94	1,10	1,26	1,41	1,57	1,73	1,88	—	—	—	
22	0,69	0,86	1,04	1,21	1,38	1,55	1,73	1,90	2,07	—	—	—	
25	0,79	0,98	1,18	1,37	1,57	1,77	1,96	2,16	2,36	2,75	3,14	—	
28	0,88	1,10	1,32	1,54	1,76	1,98	2,20	2,42	2,64	3,08	3,52	—	
30	0,94	1,18	1,41	1,65	1,88	2,12	2,38	2,59	2,83	3,36	3,77	4,24	
32	1,01	1,25	1,50	1,76	2,01	2,26	2,54	2,76	3,01	3,51	4,02	4,52	
36	1,13	1,41	1,69	1,97	2,26	2,51	2,82	3,11	3,39	3,95	4,52	5,09	
40	1,26	1,57	1,88	2,20	2,51	2,83	3,14	3,45	3,77	4,40	5,02	5,65	
45	1,41	1,77	2,12	2,47	2,83	3,18	3,53	3,89	4,24	4,95	5,65	6,36	
50	1,57	1,96	2,36	2,75	3,14	3,53	3,93	4,32	4,71	5,50	6,28	7,07	
56	1,76	2,20	2,64	3,08	3,52	3,95	4,39	4,83	5,27	6,15	7,03	7,91	
60	1,88	2,36	2,83	3,30	3,77	4,24	4,71	5,18	5,65	6,59	7,54	8,48	
63	1,98	2,47	2,97	3,46	3,95	4,45	4,94	5,44	5,93	6,92	7,91	8,90	
65	2,04	2,55	3,06	3,57	4,08	4,59	5,10	5,61	6,12	7,14	8,16	9,19	
70	2,20	2,75	3,30	3,85	4,40	4,95	5,50	6,04	6,59	7,69	8,79	9,89	
75	2,36	2,94	3,53	4,12	4,71	5,30	5,89	6,48	7,07	8,24	9,42	10,60	
80	2,51	3,14	3,77	4,40	5,02	5,65	6,28	6,91	7,54	8,79	10,05	11,30	
85	2,57	3,34	4,00	4,67	5,34	6,01	6,67	7,34	8,01	9,34	10,68	12,01	
90	2,83	3,53	4,24	4,95	5,65	6,36	7,07	7,77	8,48	9,89	11,30	12,72	
95	2,98	3,73	4,47	5,22	5,97	6,71	7,46	8,20	8,95	10,44	11,93	13,42	
100	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	7,85	8,64	9,42	10,99	12,56	14,13	
105	3,30	4,12	4,95	5,77	6,59	7,42	8,24	9,07	9,89	11,54	13,19	14,84	
110	3,45	4,32	5,18	6,04	6,91	7,77	8,64	9,50	10,36	12,09	13,82	15,54	
120	3,77	4,71	5,65	6,59	7,54	8,48	9,42	10,36	11,30	13,19	15,07	16,96	
125	3,93	4,91	5,89	6,87	7,85	8,83	9,81	10,79	11,78	13,74	15,70	17,66	
130	4,08	5,10	6,12	7,14	8,16	9,18	10,21	11,23	12,25	14,29	16,33	18,87	
140	4,40	5,50	6,59	7,69	8,79	9,89	10,99	12,09	13,19	15,39	17,58	19,78	
150	4,71	5,89	7,07	8,24	9,42	10,60	11,78	12,95	14,13	16,49	18,84	21,20	
160	5,02	6,28	7,54	8,79	10,05	11,30	12,56	13,82	15,07	17,58	20,10	22,61	
170	5,34	6,67	8,01	9,34	10,68	12,01	13,35	14,68	16,01	18,68	21,35	24,02	
180	5,65	7,07	8,48	9,89	11,30	12,72	14,13	15,54	16,96	19,78	22,61	25,43	
190	5,97	7,46	8,95	10,44	11,93	13,42	14,92	16,41	17,90	20,88	23,86	26,85	
200	6,28	7,85	9,42	10,99	12,56	14,13	15,70	17,27	18,84	21,98	25,12	28,26	

Продолжение табл. 30

Ширина полосы в мм	Теоретический вес 1 м полосы в кг при ее толщине в мм											
	20	22	25	28	30	32	36	40	45	50	56	60
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	4,71	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32	5,02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
36	5,65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	6,28	6,91	7,85	8,79	—	—	—	—	—	—	—	—
45	7,07	7,77	8,83	9,89	10,60	11,30	12,72	—	—	—	—	—
50	7,85	8,64	9,81	10,99	11,78	12,56	14,13	—	—	—	—	—
56	8,79	9,67	10,99	12,31	13,19	14,07	15,82	—	—	—	—	—
60	9,42	10,36	11,78	13,19	14,13	15,07	16,95	18,84	21,20	—	—	—
63	9,69	10,88	12,36	13,85	14,34	15,82	17,80	19,78	22,25	—	—	—
65	10,21	11,23	12,76	14,29	15,31	16,33	18,37	20,41	22,96	—	—	—
70	10,99	12,09	13,74	15,39	16,49	17,58	19,78	21,98	24,73	—	—	—
75	11,78	12,95	14,72	16,49	17,66	18,84	21,19	23,55	26,49	—	—	—
80	12,56	13,82	15,70	17,58	18,84	20,09	22,61	25,12	28,26	31,40	35,17	—
85	13,35	14,68	16,68	18,68	20,02	21,35	24,02	26,60	30,03	33,36	37,36	40,04
90	14,13	15,54	17,66	19,78	21,20	22,61	25,43	28,26	31,79	35,33	39,56	42,39
95	14,92	16,41	18,84	20,88	22,37	23,86	26,85	29,83	33,56	37,29	41,76	44,75
100	15,70	17,27	19,63	21,98	23,55	25,12	28,26	31,40	35,33	39,25	43,96	47,10
105	16,49	18,18	20,61	23,08	24,73	26,37	29,67	32,97	37,09	41,21	46,16	49,46
110	17,27	19,00	21,59	24,18	25,91	27,63	31,09	34,54	38,86	43,18	48,35	51,81
120	18,84	20,72	23,55	26,38	28,26	30,14	33,91	37,68	42,39	47,10	52,75	56,52
125	19,63	21,59	24,53	27,48	29,44	31,40	35,32	39,25	44,16	49,06	54,95	58,88
130	20,41	22,45	25,51	28,57	30,62	32,65	36,73	40,82	45,92	51,03	57,14	61,23
140	21,98	24,18	27,48	30,77	32,97	35,17	39,56	43,96	49,46	54,95	61,54	65,94
150	23,55	25,91	29,44	32,97	35,33	37,68	42,39	47,10	52,99	58,88	65,94	70,65
160	25,12	27,63	31,40	35,17	37,63	40,19	45,22	50,24	56,52	62,80	70,33	75,36
170	26,09	29,36	33,36	37,37	40,04	42,70	48,04	53,38	60,05	66,73	74,73	80,07
180	28,26	31,09	35,33	39,56	42,39	45,22	50,87	56,52	63,59	70,65	79,12	84,78
190	29,83	32,81	37,29	41,76	44,75	47,72	53,69	59,66	67,12	74,58	83,52	89,49
200	31,40	34,54	39,25	43,96	47,10	50,24	56,52	62,80	70,65	78,50	87,92	94,20

Примечания: 1. Допускаемые отклонения по толщине и ширине полос (размеры в мм):

Толщина полосы	Допускаемые отклонения по толщине	Ширина полосы	Допускаемые отклонения по ширине	Толщина полосы	Допускаемые отклонения по толщине	Ширина полосы	Допускаемые отклонения по ширине
4—6	+0,3; —0,5	12—50	+0,5; —1,0	40	+0,2; —1,6	110	+1,0; —2,2
7—16	+0,2; —0,5	56	+0,5; —1,1	45—50	+0,3; —2,0	120; 125	+1,1; —2,4
18	+0,2; —0,6	60	+0,5; —1,2	56—60	+0,3; —2,4	130	+1,2; —2,6
20	+0,2; —0,7	63; 65	+0,5; —1,3	—	—	140	+1,2; —2,8
22	+0,2; —0,8	70; 75	+0,5; —1,4	—	—	150	+1,3; —3,0
25	+0,2; —1,0	80; 85	+0,7; —1,6	—	—	160	+1,4; —3,2
28—32	+0,2; —1,2	90; 95	+0,9; —1,8	—	—	170; 180	+1,5; —3,6
36	+0,2; —1,4	100; 105	+1,0; —2,0	—	—	190; 200	+1,7; —4,0

2. По длине полосовая сталь поставляется: при весе 1 м полосы до 19 кг — 3—9 м; св. 19 до 60 кг — 3—7 м; св. 60 кг — 3—5 м.

3. Допускаемые отклонения мерной длины полос при длине полосы до 4 м + 30 мм, св. 4 до 6 м + 50 мм, св. 6 м + 70 мм.

4. Ребровая кривизна (серповидность) полосы по классу А должна быть не более 2 мм на 1 м; по классу В — не более 5 мм на 1 м.

Общая кривизна полосы не должна превышать произведения допускаемой местной кривизны 1 м на длину полосы в м.

31. Сталь калиброванная круглая (по ГОСТу 7417—57)

Номинальный диаметр	Допускаемые отклонения (—) по диаметру при классе точности				
	2а	3	3а	4	5
3,0	0,014	0,02	0,04	0,06	0,12
3,1; 3,2; 3,3; 3,4; 3,5; 3,6; 3,7; 3,8; 3,9; 4,0; 4,1; 4,2; 4,4; 4,5; 4,6; 4,8; 4,9; 5,0; 5,2; 5,3; 5,5; 5,6; 5,8; 6,0	0,018	0,025	0,048	0,08	0,16
6,1; 6,3; 6,5; 6,7; 6,9; 7,0; 7,1; 7,3; 7,5; 7,8; 8,0; 8,2; 8,5; 8,8; 9,0; 9,2; 9,5; 9,8; 10,0	0,022	0,03	0,058	0,10	0,20
10,2; 10,5; 10,8; 11,0; 11,2; 11,5; 11,8; 12,0; 12,2; 12,5; 12,8; 13,0; 13,5; 14,0; 14,5; 15,0; 15,5; 16,0; 16,5; 17,0; 17,5; 18,0	0,027	0,035	0,07	0,12	0,24
18,5; 19,0; 19,5; 20,0; 20,5; 21,0; 21,5; 22,0; 23,0; 24,0; 25,0; 26,0; 27,0; 28,0; 29,0; 30,0	0,033	0,045	0,084	0,14	0,28
31; 32; 33; 34; 35; 36; 37; 38; 39; 40; 41; 42; 44; 45; 46; 48; 49; 50	—	0,05	0,10	0,17	0,34
52; 53; 55; 56; 58; 60; 61; 63; 65	—	0,06	0,12	0,20	0,40
67; 69; 70; 71; 73; 75; 78; 80	—	—	—	0,20	0,40
82; 85; 88; 90; 92; 95; 98; 100	—	—	—	0,23	0,46

Примечания: 1. Овальность сечения (разность между наибольшим и наименьшим диаметрами) не должна превышать допускаемых отклонений по диаметру.
2. Сталь поставляется в прутках. По требованию заказчика сталь диаметром до 20 мм поставляется в мотках.
3. Прутки поставляются длиной 2,5—6 м.
4. Допускаемые отклонения при длине прутков до 4 м — + 30 мм, св. 4 м — + 50 мм.

32. Сталь квадратная калиброванная (по ГОСТу 8559—57)

Номинальный размер стороны квадрата	Допускаемое отклонение (—) по стороне квадрата при классе точности		
	3а	4	5
3	0,04	0,06	0,12
3,2; 4; 4,5; 5; 5,5; 6	0,048	0,08	0,20
6,3; 7; 8; 9; 10	0,058	0,10	0,20
11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18	0,07	0,12	0,24
19; 20; 21; 22; 24; 25; 26; 27; 28; 30	0,084	0,14	0,28
32; 34; 36; 38; 40; 41; 42; 45; 46; 48; 50	0,10	0,17	0,34

Продолжение табл. 32

Номинальный размер стороны квадрата	Допускаемое отклонение (—) по стороне квадрата при классе точности		
	3а	4	5
53; 55; 56; 60; 63; 65	0,12	0,20	0,40
70; 75; 80	—	0,20	0,40
85; 90; 95; 100	—	0,23	0,46

Примечания: 1. Сталь поставляется в прутках. Квадратная сталь размером стороны до 14 мм включительно может поставляться в мотках.

2. Прутки поставляются длиной 2,5—6 м.

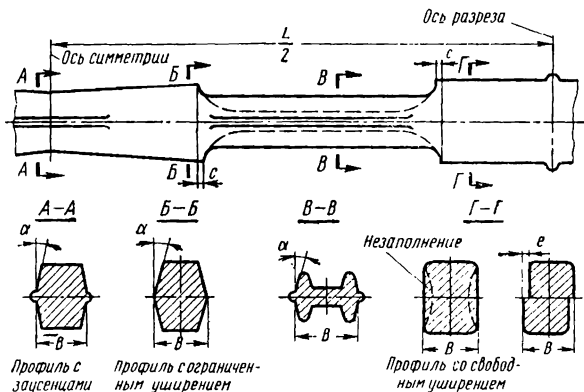
3. Допускаемые отклонения по длине прутков: при длине 4 м + 30 мм, св. 4 м + 50 мм.

4. Местная кривизна прутков на 1 м длины не должна превышать величины:

Размер прутка в мм	Допускаемая кривизна на 1 м в мм при классе точности	
	3а и 4	5
До 25	2	3
Св. 25 до 50	1	2
» 50	1	1

5. Общая кривизна прутка не должна превышать величины, равной произведению допускаемой местной кривизны 1 м на длину прутка в м.

33. Сталь горячекатаная периодического профиля, получаемого путем продольной прокатки (ГОСТ 8319—57)



Наименование параметра

Величина параметра профиля

Вес 1 м в кг

7—50

Наибольшая длина L одного периода в мм

1960

Продолжение табл. 33

Наименование параметра	Величина параметра профиля
Отношение площадей большего сечения к меньшему с чередованием сечения прямоугольник—двутавр или швеллер: профиль с двухсторонним совпадающим периодом при постоянной ширине	До 3,5
профиль с односторонним периодом при постоянной ширине	» 1,7
профиль с двухсторонним совпадающим периодом и свободным уширением без заусенцев	» 1,8
профиль с двухсторонним совпадающим периодом и ограниченным уширением	» 2,25
Угол α наклона наружных граней поперечных сечений профиля в град	Не более 10
Радиус R перехода от одного сечения к другому в продольной плоскости в мм	» менее 150
Ширина профиля B в мм	» более 240
Допускаемые отклонения:	
по длине одного периода в %	$\pm 1,5$
» ширине профиля в мм	$\pm 1,5$
» высоте	$+3$
	-2
Допускаемое смещение верхней половины профиля относительно нижней в мм:	
продольное c	Не более 5
поперечное e	» » 2
Допускаемая кривизна на 1 м длины профиля в мм	» » 4
Длина прутков (с удалением неполных периодов с переднего и заднего конца) в м	» » 6

34. Сталь горячекатаная круглого сечения, получаемого путем поперечно-винтовой прокатки (ГОСТ 8320—57)

Наименование параметра	Величина параметра со стана		
	70	120	250
Наибольшие диаметры исходной заготовки D и прокатанного профиля d_{\max} в мм	70	120	250
Наименьший диаметр прокатанного профиля d_{\min} в мм	25	40	100
Наибольшая длина L прутка в мм	2500	4000	6000
Наименьшая длина промежуточной части L_{\min} между двумя участками с большими диаметрами в мм	15	30	50
Радиус сопряжения r в мм не менее	5	10	15

Продолжение табл. 34

Наименование параметра	Величина параметра со стана		
	70	120	250
Длина непрокатанного участка переднего конца прутка $L_{п.к}$ в мм не менее	100	120	200
Длина непрокатанного участка заднего конца прутка $L_{з.к}$ в мм не менее	30	50	100
Наибольший угол перехода от меньшего сечения к большему в направлении прокатки α в град . .	45	45	45
Наибольший угол перехода от большего сечения к меньшему в направлении прокатки β в град . .	20	20	20
Отношение диаметра заготовки к наименьшему диаметру профиля $d_{тп}$ не более	2	2	2
Допускаемая кривизна на 1 м длины профиля в мм, не более	4	4	4

Примечания: 1. Допускаемые отклонения по диаметрам профилей $\pm 1\%$.
2. δ — припуск на разрезку, величина которого устанавливается при заказе.
3. L_n — длина одного периода (заготовки).

ЛИТЕРАТУРА

1. Деформируемость металлов, сборник. М., Металлургиздат, 1953.
2. Журавлев В. Н., Николаева О. И. Машиностроительные стали. М., Машгиз, 1962.
3. Зуев М. И., Култыгин В. С., Виноград М. И., Любинская М. А., Дзугутов М. Я. Пластичность стали при высоких температурах. М., Металлургиздат, 1954.
4. Кузелев М. Я., Скворцов А. А. Нагрет металл под ковку и штамповку в пламенных печах. М., Судпромгиз, 1960.
5. Мошнин Е. Н., Бережковский Д. И. Сопротивление сталей горячему деформированию. «Металловедение», 1957, № 4.
6. Мошнин Е. Н., Золотухин Н. М. Определение усилия осадки поковок. «Кузнечно-штамповочное производство», 1960, № 6.
7. Рогельберг И. Л., Шпичинский Е. С. Диаграммы рекристаллизации металлов и сплавов. М., Металлургиздат, 1950.
8. Справочник машиностроителя, т. 6. М., «Машиностроение», 1964.
9. Энциклопедический справочник Машиностроение, т. 3. М., Машгиз, 1947.

ЗАЧИСТКА И РЕЗКА МЕТАЛЛА НА ЗАГОТОВКИ

ЗАЧИСТКА МЕТАЛЛА

Способ зачистки выбирают в зависимости от вида дефектов, степени поражения поверхности, вида исходной стали (слиток, прокат), ее назначения, марки (табл. 1), размеров, формы сечения и других факторов.

зачистки без предварительного подогрева ниже стоимости вырубки пневматическими молотами на 30—40% и примерно одинакова с пневматической вырубкой в случае подогрева. Зачистка абразивными кругами в 2,5—3 раза дороже зачистки пневматическими молотками.

1. Рекомендации по выбору способа зачистки в зависимости от марки стали [22]

Способ зачистки	Марка стали
Огневая: без предварительного подогрева	Ст.2—Ст.6, 10—60, 15Г—50Г, 10Г2, 15Х—35Х, 15ХФ, 15ХМ, 15НМ, 20ХН, 12ХН2, 12ХН3А
с предварительным подогревом не ниже 180° С	65, 70, У7, У8, 60Г—70Г, 30Г2—50Г2, 38Х—50Х, 27СГ, 40ХГ, 40ХФА, 33ХС—40ХС, 40ХН—50ХН, 30ХН3А, 30ХГС, 35ХЮ, 38ХМЮА
с предварительным подогревом не ниже 300° С	У9—У13, ШХ6—ШХ15, ШХ15СГ, В1, Х, 9ХС, ХВГ, 7Х3, 8Х3
Пневматическим молотком	Марки стали, подвергающейся огневой зачистке, с дефектами, не имеющими распространения по всей поверхности
На фрезерном станке	08—45, 15Г—60Г, 15Х—45Х, 33ХС, 15ХМ, 30ХМ, 35ХМ, 20ХН—40ХН, 12ХН3А, 30ХГС, 35ХГСА, 1Х13—4Х13 (после термообработки)
Абразивными кругами	У8—У13, ШХ9—ШХ15, ШХ15СГ, 1Х13—4Х13, Х18Н9, 2Х18Н9, 4Х10С2М, Х, 9ХС, ХВГ, ХВ5, 7Х3, 4ХВ2С, 5ХВ2С, Х12, Х12М, Р9, Р18

Местные поверхностные дефекты исходного мегалла устраняют вырубкой пневматическим молотком, зачисткой абразивным кругом, огневой зачисткой в холодном и подогретом состоянии. При большом количестве поверхностных дефектов зачистку производят обработкой на обдирочных, строгальных либо фрезерных станках.

При выборе способа зачистки следует учитывать также его экономичность. Так, стоимость ручной огневой

РЕЗКА НА НОЖНИЦАХ И ПРЕССАХ

Искажение концов заготовки и технические условия на резку

Зазоры в соединениях звеньев прижимного механизма, а также упругие деформации отдельных его деталей не позволяют обеспечить абсолютно жесткий зажим и приводят к повороту прутка на некоторый угол α_1 (рис. 1), называемый углом опрокидывания.

В процессе резки отрезаемая часть прутка дополнительно отгибается и к моменту отрыва (скалывания) имеет наклон под углом α_2 .

Углы опрокидывания α_1 и отгиба α_2 , а также зазор между ножами Δ обус-

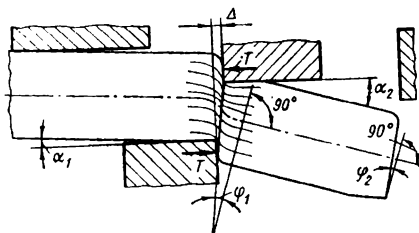


Рис. 1. Схема конечной стадии резки

ловливают образование углов скоса торцов φ_1 и φ_2 , характеризующих отклонение плоскости отрыва от плоскости, перпендикулярной оси заготовки. Угол скоса φ_1 заднего торца больше угла скоса φ_2 переднего торца.

Резка на ножницах сопровождается образованием характерных зон (рис. 2) на отрезаемом и зажатом концах прут-

остающиеся деформации (утяжка, смятие) и больше относительная глубина зоны надреза $\epsilon_{от}$ (табл. 2)

$$\epsilon_{от} = \frac{z}{a},$$

где z — глубина надреза, при которой совершается отрыв заготовки от зажатой части (при холодной резке), a — высота сечения прутка.

2. Величина $\epsilon_{от}$ относительного надреза при холодной резке стали некоторых марок

Сталь	Временное сопротивление разрыву	Удлинение в %	$\epsilon_{от}$
Пружинная ШХ10	100,8	10,8	0,16
X18H9	83,8	16,6	0,33
20	60,0	45,0	0,40
15	53,7	21,7	0,35
	38,0	32,0	0,41

При резке затупленными ножами утяжка и смятие заметно увеличиваются.

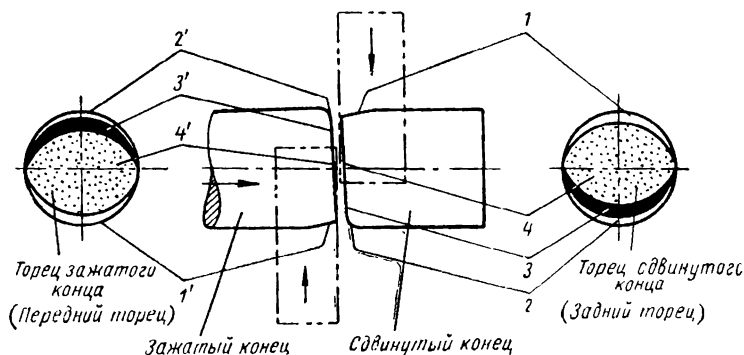


Рис. 2. Характерные зоны, образующиеся при резке на ножницах: 1' — зона смятия; 2', 2 — зона утяжки; 3', 3 — зона надреза; 4', 4 — зона отрыва

ка (или соответственно на заднем и переднем торцах отрезанной заготовки). Соотношение между величинами отдельных зон зависит от механических свойств металла и условий резки. Чем пластичнее разрезаемый металл, тем заметнее при прочих равных условиях

Допускаемые величины искажений концов заготовок, когда к ним не предъявляют повышенных требований, приведены в табл. 3.

При достаточно жестком зажиме разрезаемого металла и соблюдении оптимальных зазоров между ножами

3. Допускаемые искажения концов заготовки

Диаметр заготовки в мм	u_1	t_1	i_1	u_2	t_2	i_2
	в мм не более					
40	28	3,0	4,0	20	2,0	2,5
45	30	4,0	5,0	24	2,0	3,0
50	35	4,5	5,5	27	2,0	3,0
55	38	5,0	6,0	30	2,0	3,0
60	40	5,5	6,0	32	2,5	3,5
65	41	5,5	7,0	34	2,5	3,5
70	42	6,0	7,5	36	3,0	4,0
75	44	6,5	8,0	38	3,0	4,0
80	46	7,0	8,5	40	3,0	4,5
85	48	7,5	8,5	42	3,0	4,5
90	50	8,0	9,0	44	3,0	5,0
95	52	8,5	9,5	46	3,0	5,0
100	54	9,0	10,0	48	3,0	6,0
110	56	9,5	12,0	50	3,5	7,0
120	58	10,0	14,0	52	3,5	7,0
130	60	11,0	15,0	54	4,0	7,5
140	62	12,0	16,0	56	4,0	7,5
150	63	12,0	17,0	58	4,5	7,5
160	64	13,0	18,0	59	4,5	8,0
170	65	14,0	19,0	60	5,0	8,5

(табл. 4) искажения торцов находятся в пределах, допускаемых техническими условиями.

4. Оптимальные зазоры между ножами при резке на ножницах

Диаметр или сторона квадрата в мм	До 50	50—80
Зазор Δ между ножами в мм	До 1,0	1,0—1,5
Диаметр или сторона квадрата в мм	80—100	Св. 120
Зазор Δ между ножами в мм	1,5—2,5	2—3% от диаметра или толщины

Подогрев стали перед резкой

В процессе резки на ножницах (особенно неотожженных высокоуглеродистых и легированных сталей) возможно образование торцовых трещин. Чем больше сечение разрезаемого проката, тем больше опасность возникновения трещин. Поэтому перед резкой металл подогревают (табл. 5). Если сталь поставляется в отожженном состоянии и

5. Ориентировочные температуры подогрева стали некоторых марок перед резкой

Марка стали	Диаметр или сторона квадрата в мм	
	До 50	Св. 50
40, 45, 50, 55, 50Г	450—500	450—550
40Х, 40ХС, 18ХГТ, 30ХГТ, 40ХН, 12ХНЗА, 12Х2Н4А, 20Х2Н4А	500—550	550—600
30ХНВА, 40ХНМА	550—600	550—650

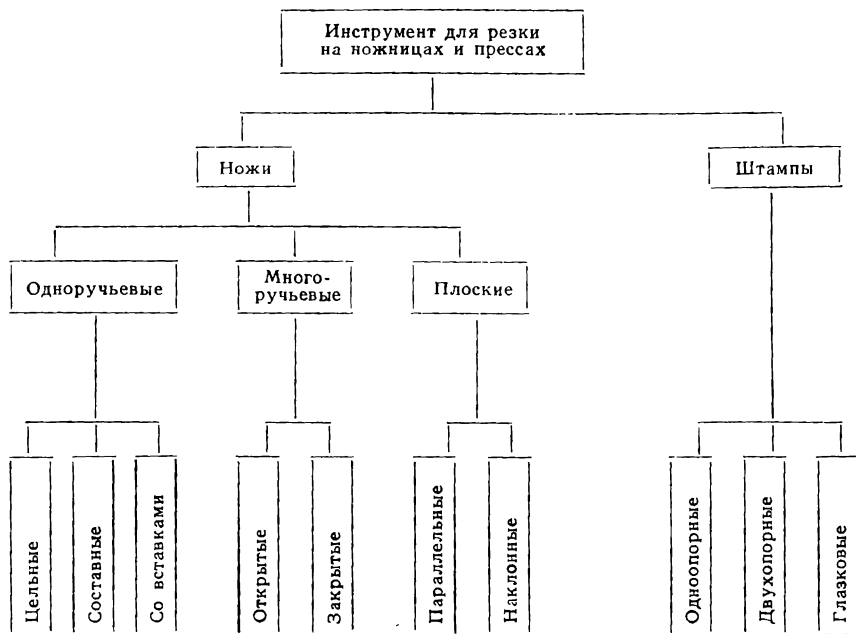
Примечание. Более высокие температуры предусмотрены для больших сечений.

разрезка не сопровождается заметными искажениями (сминание торцовой части), обуславливающими возникновение дополнительных напряжений и образования трещин, подогрев перед резкой не обязателен, за исключением стали некоторых марок, например, типа 30ХНВА. Подогревом стали перед резкой зачастую преследуют также цель снизить усилия резки и повысить стойкость ножей. При подогреве прокат освобождается также от масляных пятен, а в зимнее время от обледенения, затрудняющих резку.

Инструмент для резки

Классификация инструмента, применяемого для резки сортового проката на ножницах и прессах, представлена следующей схемой.

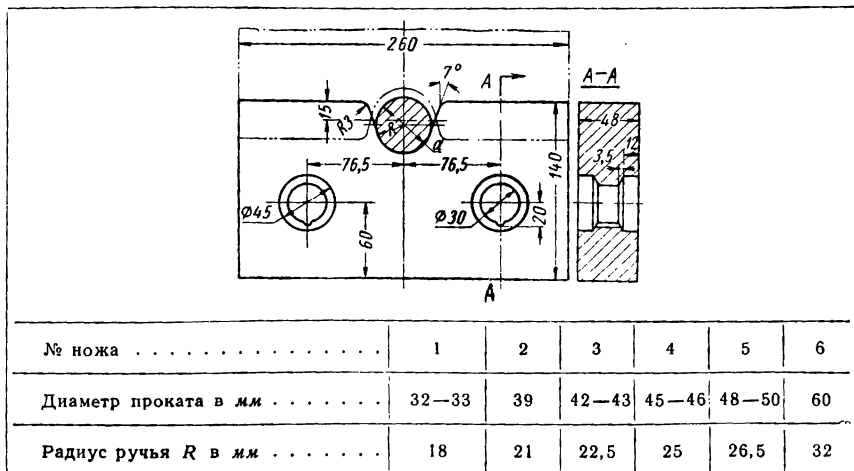
Классификация инструмента для резки на ножницах и прессах



Конструкция ножей для резки на ножницах. Цельные одноручьевые ножи (табл. 6) применяют для резки сортового проката

всех профилей: круглого, квадратного и других сечений. Составные одноручьевые ножи (рис. 3) из двух половин широко применяют

6. Одноручевой нож для резки проката круглого сечения на ножницах 75 мм



для резки проката квадратного сечения по диагонали и угловой стали. Стойкость их значительно выше стой-

Открытые многоручьевые ножи (табл. 8) конструируют с одинаковыми и разными размерами

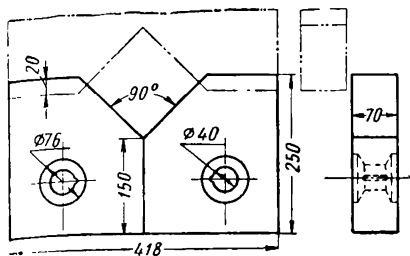


Рис. 3. Составной нож для резки квадрата по диагонали (ножницы 150 мм)

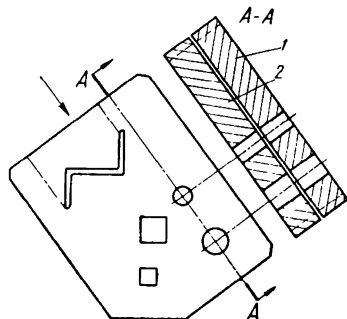


Рис. 5. Схема многоручьевых закрытых ножей: 1 — неподвижный нож; 2 — подвижной нож

кости цельных ножей, разрушающихся с вершины угла в ослабленном сечении. Составные ножи обычно крепят

ручьев. Первые применяют для одновременной резки двух прутков одного

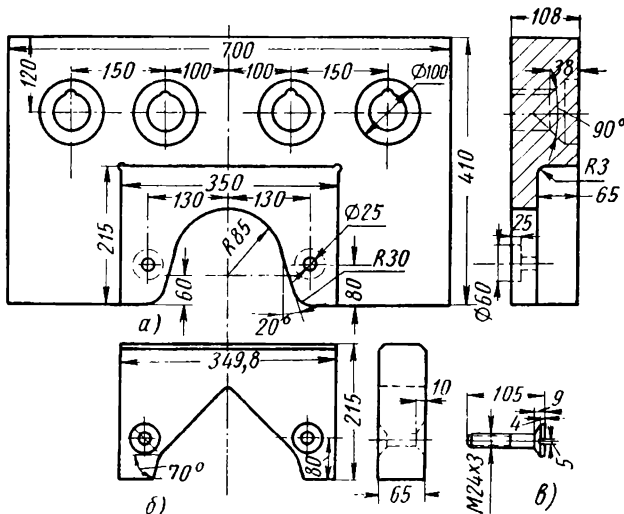


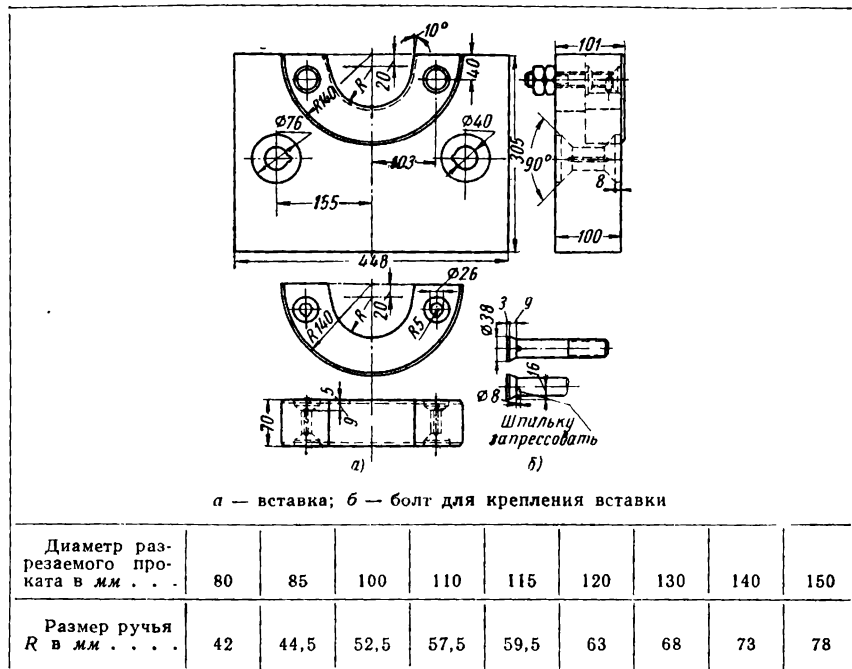
Рис. 4. Державка для крепления ножей на крупных ножницах (250 мм); а — верхняя державка; б — составной нож; в — винт

в специальных державках (рис. 4). В целях экономии инструментальной стали для резки проката применяют ножи со сменными вставками - вкладышами (табл. 7).

и того же сечения, вторые — для резки прутков, отличающихся по размерам сечений.

Закрытые (универсальные) многоручьевые ножи (рис. 5) используют для резки проката

7. Размер ручьев и конструкция нижнего ножа ножниц 175 мм со вставкой



различных сечений на комбинированных ножницах. Ножи подобного типа (одноручьевые) применяют также на сортовых ножницах.

Плоские ножи наклонные и параллельные (рис. 6) служат для резки проката прямоугольного сечения. В зависимости от формы рабочей части

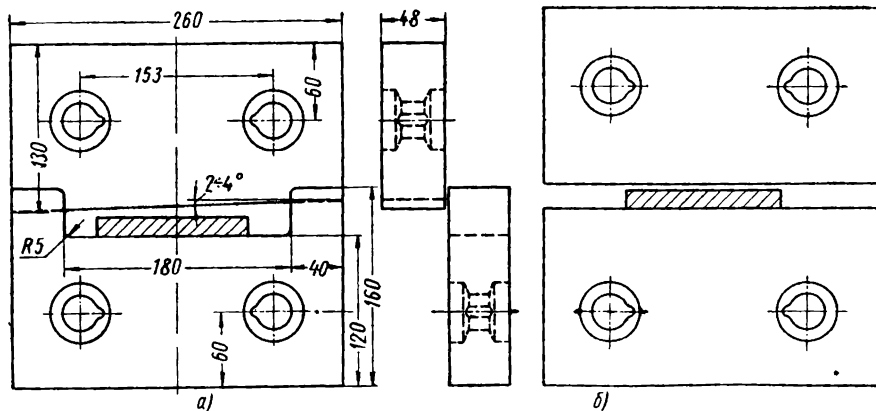
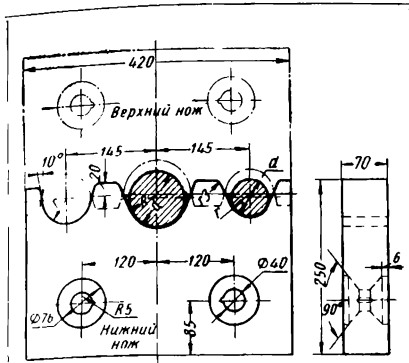


Рис. 6. Конструкция плоских ножей: а — наклонных; б — параллельных

8. Трехручьевого ножа для резки проката круглого сечения на ножницах 150 мм



№ ножа . . .	1		2	
Диаметр проката	75	95	70	85
Радиус ручья R в мм	—	49,5	—	44,5
Радиус ручья r в мм	39,3	—	36,8	—

различают ножи со скошенными и прямыми кромками. Ножи со скошенными кромками (рис. 7, а) имеют одну режущую кромку, а поэтому они менее экономичны по сравнению с прямыми ножами, с двумя режущими кромками, допускающими двухстороннее использование. Кроме того, ножи со скошенными кромками ухудшают качество среза, увеличивая зону смятия. Оптимальную величину радиуса R ручья

ножа для резки горячекатаной круглой стали определяют по формуле

$$R = \frac{d}{2} + e,$$

где d — диаметр разрезаемого проката в мм (рис. 8, а), e — разница между радиусами ручья и разрезаемого проката. Величину e, а также перекрытие

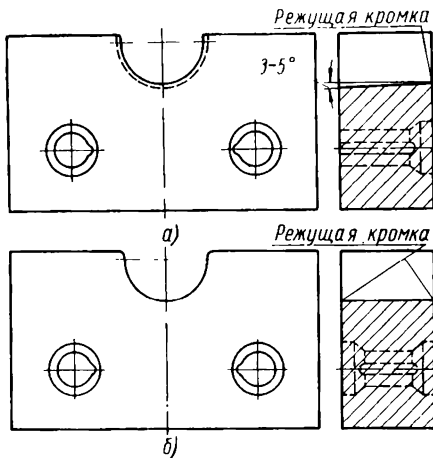


Рис. 7. Ножи со скошенной (а) и прямой (б) режущими кромками

ножей h берут в зависимости от диаметра проката согласно табл. 9. При резке проката круглого сечения несоответствие диаметра ручья размеру проката может привести к разрушению ножа вследствие образования распора при $R < \frac{d}{2}$ (рис. 9) или к чрез-

9. Данные для определения радиуса ручья ножа (см. рис. 8, а)

Диаметр разрезаемого проката в мм . . .	До 9	10—25	26—48	50—58	60—75	80—95	100—115	120—150
Разница e в размерах радиуса ручья и проката в мм	0,4	0,6	1,0	1,5	1,8	2	2,5	3,0
Перекрытие ножей h в мм	8	10	15	20	20	20	20	20

мерному искажению формы торца (овалообразование) при R , значительно больших $\frac{d}{2}$.

В целях унификации ножей иногда производят резку в одном и том же

из выражения $H = 0,7a + (10 \div 12)$ мм. Радиус r закругления вершины угла ручья принимают, согласно табл. 10, в зависимости от стороны квадрата. Ножи для резки полосовой стали выбирают с учетом отношения ширины

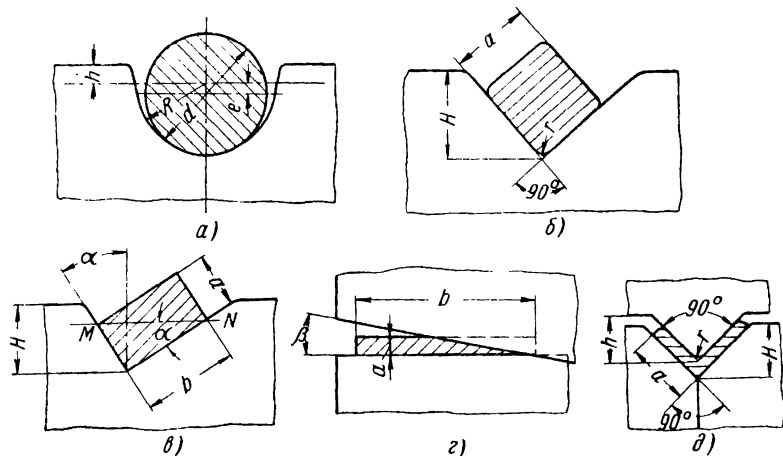


Рис. 8. Основные размеры ручьев ножей

ручье проката круглого сечения двух и более размеров (допуская превышенные величины e), что, конечно, приво-

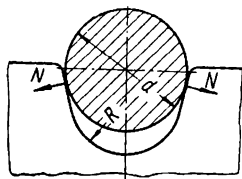


Рис. 9. Схема образования распора при $R < \frac{d}{2}$

дит к ухудшению качества среза. Глубину H для резки проката квадратного сечения по диагонали со стороной квадрата a (см. рис. 8, б) определяют

полосы b к толщине a . При $\frac{b}{a} < 3$ резку рекомендуется вести по схеме рис. 8, в, согласно которой ребра M и N располагаются на одной горизонтали. Глубину ручья определяют из выражения

$$H = a \cos \alpha + (8 \div 15) \text{ мм.}$$

При $\frac{b}{a} > 3$ резку производят плоскими ножами по схеме рис. 8, г. Угол β обычно принимают $2-4^\circ$. Глубину ручья H для резки угловой стали (рис. 8, д) определяют по формуле, приведенной для проката квадратного сечения. Высоту выступа для верхнего ножа рекомендуется определять по фор-

10. Радиус закругления ручья (рис. 8, б)

Сторона a квадрата в мм	До 50	50—70	75—90	90—105	110—125	130—150
Радиус r закругления в мм	7	9	12	15	18	21

11. Радиус закругления вершины ножа (рис. 8, д)

Высота полки <i>a</i> в мм	20—25	30—35	40—45	50	60	65	75—80	90	100	120—130	150—180
Радиус закругления <i>r</i> в мм	3,5	4,5	5,0	5,5	6,5	8	9	11	12	13	15

муле $h = 0,75a$. Радиус закругления вершины верхнего ножа принимают равным радиусу внутреннего закругления угловой стали согласно табл. 11.

Материал ножей. Ножи изготавливают из стали марок 5ХНВ, 5ХНМ, 5ХГМ, 5ХВ2С, 4ХС, У10 и др. гл. I и гл. ХХ. После термообработки (закалки и отпуска) ножи должны обладать твердостью *HV* 444—514. Отступление от этих норм приводит к преждевременному затуплению либо выкрашиванию режущих кромок.

Штампы для резки на прессах. Резку проката мелких профилей (до 30—

ной опорой — нижним ножом. Для уравнивания опрокидывающего момента при резке служит прижим (пружинный или другой конструкции).

Одноопорные штампы служат для резки горячекатаной и калиброванной стали. Схема двухопорного штампа показана на рис. 11. Разрезаемый материал опирается на два нижних ножа. Конструкция двухопорного штампа рассчитана на резку одновременно двух заготовок: одна проваливается через сквозное отверстие (окно), а вторая соскальзывает по наклонной плоскости. При резке пруток не опрокидывается,

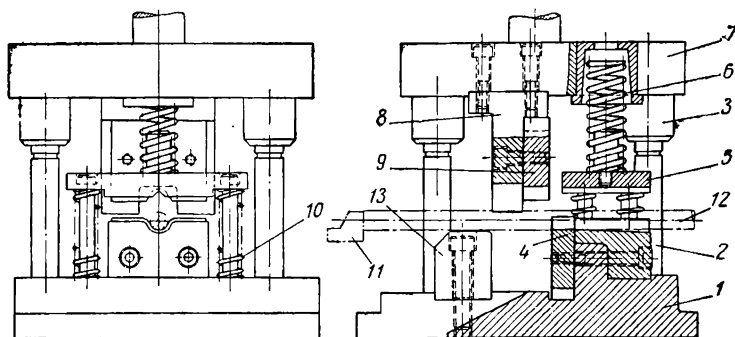


Рис. 10. Одноопорный штамп для резки заготовок диаметром до 40 мм на кривошипном прессе: 1 — нижняя плита; 2 — направляющая колонка; 3 — направляющая втулка; 4 — нижний нож; 5 — прижимная колодка; 6 — пружина прижима; 7 — верхняя плита; 8 — державка верхнего ножа; 9 — верхний нож; 10 — возвратная пружина прижима; 11 — упор; 12 — пруток; 13 — противоприжим

40 мм) обычно производят на кривошипных прессах в штампах.

Резка в одноопорном штампе (рис. 10) осуществляется по такому принципу, как и на ножницах. Разрезаемый материал поддерживается од-

что обеспечивает получение ровного торца. Штамп применяют для резки сравнительно коротких заготовок. В каждом из ножей выполняют ручки с двух сторон, что способствует удлинению срока их эксплуатации.

Для резки калиброванной (холодно-тянутой) стали широкое применение получили штампы глазкового типа, которые бывают с комбини-

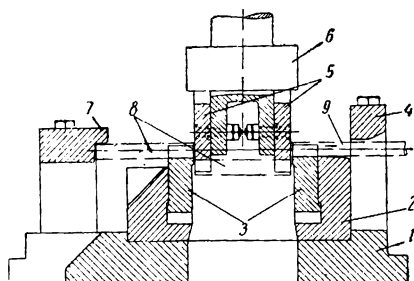


Рис. 11. Схема двухопорного штампа для одновременной резки двух заготовок: 1 — нижняя плита; 2 — нижняя державка; 3 — нижние ножи; 4 — направляющая скоба; 5 — верхние ножи; 6 — верхняя державка; 7 — упор; 8 — заготовка; 9 — пруток

рованными ножами и с подвижным режущим глазком. Глазковый штамп с комбинированными ножами (рис. 12) имеет два одинаковых ножа — верхний и нижний. Пруток подается до

другой стороной при затуплении кромок позволяет использовать ножи более эффективно.

Общий вид штампа с подвижным глазком для резки калиброванной стали показан на рис. 13 (одна из конструкций). Разрезаемый пруток подается до упора через направляющую гайку 1, неподвижный 2 и подвижный 3 режущие глазки и через гайку 4. При движении ползуна пресса вниз глазкодержатель 5 вместе с глазком-ножом 3 опускается, вследствие чего находящийся внутри пруток разрезается. При подъеме ползуна глазкодержатель с подвижным глазком 3 под действием пружины 6 возвращается в исходное положение вместе с отрезанной заготовкой. Верхнее положение глазкодержателя ограничивается установочными винтами 7, положение которых закрепляется фиксатором 8.

Во время подачи оставшейся части прутка вперед отрезанная заготовка выталкивается. Благодаря небольшому зазору между материалом и стенками глазков (разница в диаметрах 0,3—0,5 мм) получается относительно ровный торец. Сравнительно

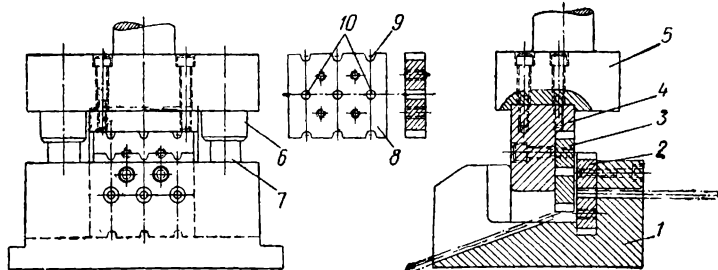


Рис. 12. Глазковый штамп для резки калиброванной стали: 1 — плита; 2 — нижний нож; 3 — верхний нож; 4 и 5 — державки; 6 — втулка; 7 — направляющая колонка; 8 — комбинированный нож с девятью ручьями; 9 — открытый ручей; 10 — центральные ручьи-глазки

упора через отверстие в плите 1 и центральный режущий ручей — глазок нижнего ножа 2. Верхний нож 3 режет открытыми ручьями. Взаимозаменяемость верхнего и нижнего ножей, а также возможность повернуть нож

большая площадь контакта (глубина глазков доходит до двух и более диаметров разрезаемого материала) позволяет производить резку при давлениях на поверхность прутка, не выходящих за предел упругости, и та-

ким образом избежать образования смятия, наблюдаемого при резке на ножницах.

площадь сечения в мм^2 проката с временным сопротивлением 45 кг/мм^2 . Линейные размеры сечения для круга

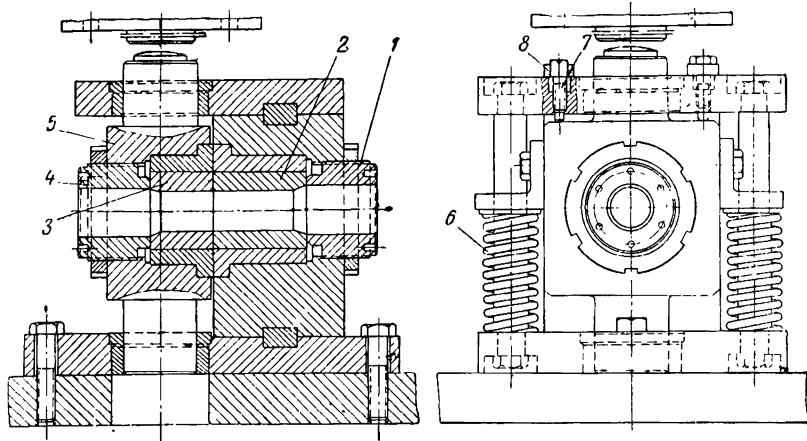


Рис. 13. Штмп с подвижным глазом для резки калиброванной стали диаметром от 20 до 38 мм

Усилие резки

Потребное усилие P для резки ручьевыми ножами, соответствующими профилю проката, рассчитывают по формуле

$$P = i\sigma_s F,$$

где F — площадь сечения разрезаемого металла в мм^2 ; σ_s — временное сопротивление разрыву в кг/мм^2 ; $i = 0,6 \div 0,9$ (для стали).

При среднем значении коэффициента i получим приблизительно

$$P = (0,7 \div 0,8) \sigma_s F.$$

В технических характеристиках ножей обычно указывают максимальное допускаемое сечение разрезаемого проката с временным сопротивлением разрыву $\sigma_s = 45 \text{ кг/мм}^2$. Допускаемое сечение стали с временным сопротивлением, отличным от 45 кг/мм^2 , пересчитывают по формуле

$$F = \frac{45}{\sigma_s} F_{45},$$

где F_{45} — максимально допускаемая для данных ножей (по паспорту)

или квадрата пересчитывают по формуле $a = 6,7 \frac{a_{45}}{\sqrt{\sigma_s}}$, где a — максималь-

но допускаемый для данных ножей размер профиля в мм (диаметр или сторона квадрата) с временным сопротивлением σ_s в кг/мм^2 , a_{45} — максимально допускаемый для данных ножей по паспорту размер профиля в мм (диаметр или сторона квадрата) с временным сопротивлением 45 кг/мм^2 . Когда ширина разрезаемого металла значительно превышает толщину, для резки обычно применяют наклонные ножи. Необходимое усилие для резки наклонными ножами рассчитывают по формуле

$$P = 0,4\sigma_s \frac{a^2}{\text{tg } \gamma},$$

где a — толщина разрезаемого металла в мм;

γ — угол наклона (створа) ножей.

Во избежание выталкивания разрезаемого материала угол створа не должен быть больше угла трения (обычно не более $8-10^\circ$). Приведенные формулы для расчета усилий действительны при резке незатупленными ножами и

с нормальными зазорами между ними. Отступление от этих условий может вызвать резкое возрастание усилий.

Ножницы и прессы для резки

Сортовые ножницы (табл. 12). При выборе ножниц следует учитывать, что сведения по максимальному размеру сечения заготовки даны, как уже указывалось, для металла с $\sigma_s = 45 \text{ кг/мм}^2$. Ножницы усилием от 250 т и выше оснащают приводными рольгангами, для ножниц меньших усилий рольганг поставляют по требованию заказчика. Современные конструкции ножниц снабжены автоматизированными прижимами и пневматическими упорами.

зом, чтобы резка происходила одновременно по всему контуру (см. рис. 8, б и д) во избежание сминания металла и искажения сечения. Применение ножниц с наклонным (обычно под углом 45°) суппортом облегчает работу на них, так как при подаче металла отпадает необходимость в его повороте.

Комбинированные ножницы (табл. 13). Сортофасонные ножницы комбинированных ножниц снабжаются универсальными ножами для резки проката различных сечений — круглого, квадратного, углового, таврового и др.

При одновременной работе всех трех механизмов рабочие ходы совершаются поочередно.

12. Ножницы кривошипные закрытые для резки заготовок

Основные параметры и размеры (по ГОСТу 8248—56)

Номинальное усилие при любом положении кривошипа в т		40	63	100	160	250	400	630	1000	1600
Наибольшие размеры разрезаемых заготовок при резке одной заготовки в мм	диаметр круга	40	50	63	80	100	125	160	200	250
	сторона квадрата	35	45	55	70	90	110	140	180	220
	ширина полосы	120	160	200	250	300	350	400	450	500
Ход ползуна h в мм		32	40	50	63	80	100	125	160	200
Длина отрезаемой заготовки при работе с упором и резке одной заготовки в мм	наименьшая	25	30	35	45	55	65	85	105	125
	наибольшая	1000	1000	1000	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Число ходов ползуна в минуту не менее		45	40	36	30	25	20	16	12	9
Наибольшее усилие нижнего гидравлического цилиндра для поддержки конца разрезаемой заготовки в т		—	—	—	—	40	63	100	160	250
Вес ножниц в т не более		0,9	1,5	2,5	4,2	9,5	16	27	46	80

Сортофасонные ножницы. При резке угловой стали и фасонных профилей на ножницах с вертикальным движением суппорта (ползуна) разрезаемый материал необходимо подавать таким обра-

Кривошипные прессы. При повышенных требованиях в отношении допусков на длину и качества торцов резку производят на кривошипных прессах в штампах. Прессы целесообразно при-

13. Техническая характеристика комбинированных ножниц (наибольшие размеры разрезаемой стали с $\sigma_B = 45 \text{ кг/мм}^2$)

Элемент конструкции	Основные параметры	Модели ножниц			
		H631	H513	HA633	H635
Листовые ножницы	Максимальная толщина листа в мм	10	13	16	25
	Максимальное сечение полосы в мм	16×110	18×120	20×140	30×160
Сортофасонные ножницы	Максимальные размеры проката в мм:				
	круглого	35	40	45	65
	квадратного	28	35	40	55
	углового	80×8	100×12	120×12	150×18
	Номер двутавра и швеллера	10	—	18	30
Дыропробивной пресс	Толщина металла в мм . . .	10; 16	—	16; 20	25; 30
	Диаметр отверстия в мм . . .	25; 18	—	28; 22	34; 30
	Ход ползуна в мм	22	—	38	38
Для всей конструкции	Число ходов в минуту	50	40	32	26
	Мощность электродвигателей в кВт	1,7	2,8	4,5	7,0
	Число оборотов в минуту . . .	2850	2700	2890	1440
	Габариты ножниц в мм:				
	длина	1390	1100	1800	2450
	ширина	500	520	650	1000
	высота	1350	1610	2050	2400
	Вес ножниц (приблизительно) в кг	1100	1300	2500	5200

менять также в тех случаях, когда в заготовительном цехе отсутствуют ножницы для резки проката мелких сечений. Обычно прессы применяют для резки заготовок диаметром до 40 мм, но их используют и для резки

проката более крупных сечений. Из всех способов резки металла резка на ножницах является самой высокопроизводительной. Данные, характеризующие производительность резки на ножницах, содержатся в табл. 14.

14. Ориентировочные данные о производительности сортовых ножниц с автоматизированным прижимом (для резки без подогрева)

Диаметр проката в мм	Число ходов ножа в минуту (не менее)	Часовая производительность в штуках при длине заготовки в мм								
		До 100	100—200	200—400	400—600	600—800	800—1000	1000—1200	1200—1400	1400—1600
40	45	1600	1600—1300	1300—1000	1000—700	700—550	550—500	500—450	450—350	350—300
50	40	1400	1400—1200	1200—800	800—550	550—500	500—440	440—400	400—300	300—200
65	36	1000	1000—900	900—600	600—400	400—350	350—320	320—300	300—200	200—170
80	30	850	850—650	650—500	500—350	350—300	300—250	250—240	240—180	180—140
100	25	500	500—350	350—300	300—220	220—180	180—150	150—130	130—100	100—80
125	20	—	300—220	220—160	160—130	130—110	110—100	100—90	90—60	60—50
160	16	—	—	100—80	80—50	50—45	45—40	40—30	30—25	25—20

ЛОМКА НА ХОЛОДНОЛОМАХ

Заготовки крупных сечений можно получать холодной ломкой (в последнее время на ряде заводов внедрена ломка также и для проката сравнительно небольших сечений). В зависимости от расположения ломателей различают одноопорную (рис. 14, а) и двухопорную (рис. 14, б) ломку. Одно-

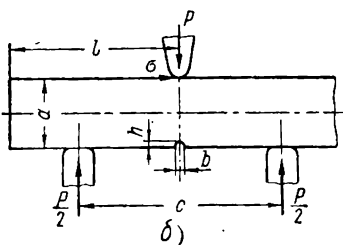
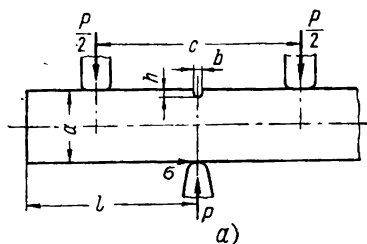


Рис. 14. Схемы получения заготовок ломкой: а — одноопорной; б — двухопорной

опорная ломка безопаснее, так как отделяемая заготовка отламывается вниз (при ломке в вертикальной плоскости). Обычно процессу ломки предшествуют операции разметки и надрезания.

Глубину надреза h рассчитывают по эмпирической формуле

$$h = k' \sqrt[3]{a},$$

где $k' = 1 \div 2$ — коэффициент, зависящий от хрупкости стали (для более хрупких k' ближе к 1); a — сторона квадрата или диаметр круга в мм.

Ширина b надреза, получаемого пилой или ножовкой, определяется размером режущего инструмента. Надрез газовым резаком обычно имеет ширину $b = 5 \div 8$ мм. Усилие ломки P можно подсчитать по следующим формулам:

для круглого сечения

$$P_{\bullet} = K \frac{0,4d^3\sigma_s}{c};$$

для квадратного сечения при ломке по диагонали

$$P_{\blacklozenge} = K \frac{0,5a^3\sigma_s}{c};$$

для квадратного сечения при ломке в направлении стороны

$$P_{\blacksquare} = K \frac{0,7a^3\sigma_s}{c},$$

где $K = 0,7 \div 1,1$ — коэффициент, учитывающий характер приложения разрушающих усилий (приложение их не в точках, а на контактных площадках), форму сечения проката и другие факторы; d и a — соответственно диаметр круга или стороны квадрата в мм; c — расстояние между опорами (рис. 14); σ_s — временное сопротивление разрыву в $\kappa\Gamma/\text{мм}^2$.

Общий вид холодного лома с качающимся рольгангом и специальным упором при ломке в вертикальной плоскости на кривошипном прессе показан на рис. 15.

Для ломки металла в горизонтальной плоскости часто применяют гидравлические прессы.

На рис. 16 дан общий вид гидравлического прессы усилием 60 т для холодной ломки заготовок из стали с временным сопротивлением 65 $\kappa\Gamma/\text{мм}^2$ со стороны квадрата 60 мм при минимальной длине заготовки 100 мм.

Горизонтальный гидравлический пресс усовершенствованной конструкции модели П946, предназначенный для ломки штанг круглого сечения из стали марки ШХ15, характеризуется

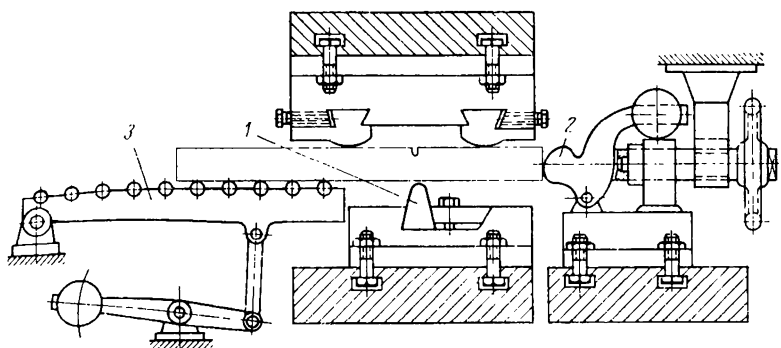


Рис. 15. Приспособление для ломки с качающимся рольгангом и специальным упором: 1 — средний боек-опора; 2 — упор; 3 — качающийся рольганг

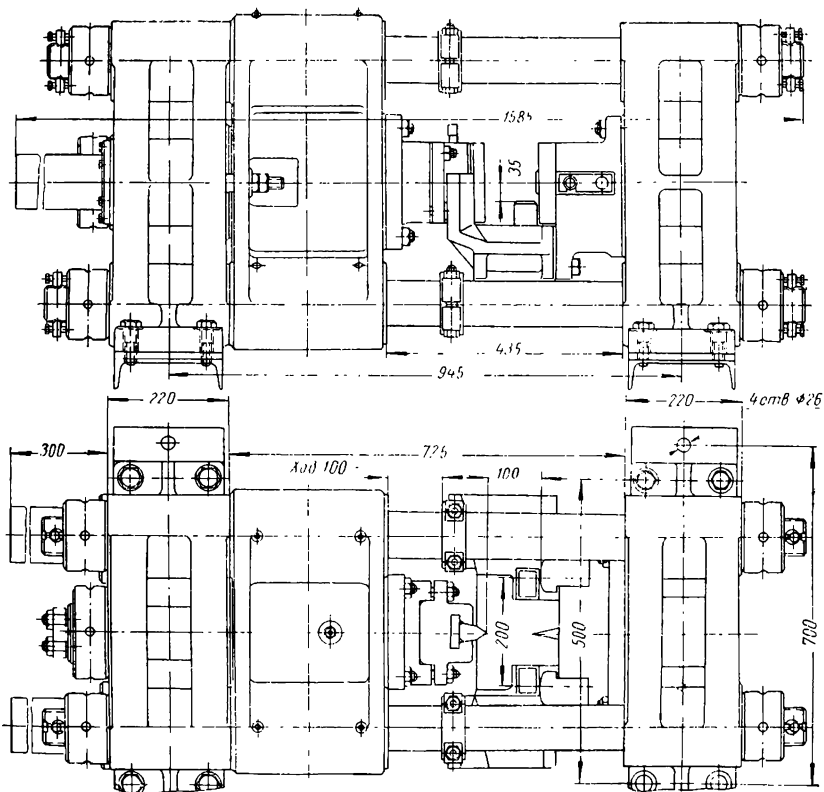


Рис. 16. Гидравлический пресс для холодной ломки металла

следующими основными техническими данными [7]:

Номинальное усилие в т	600
Рабочее давление масла в системе в кг/см ²	200
Наибольший ход подвижной траверсы в мм	350
Скорость хода в мм/сек:	
рабочего	20
холостого	100
обратного	200
Наибольший диаметр ломаемых штанг в мм	230
Длина заготовок в мм:	
наименьшая	1000
наибольшая	4000
Производительность прессы в ломах за 1 ч	230
Расстояние между опорными призмами в мм:	
наименьшее	220
наибольшее	1000
Габаритные размеры прессы в плане в мм	1775 × 4290
Высота прессы с рамой в мм	1510
Габаритные размеры в плане всей установки в мм	7900 × 8200
Высота установки над уровнем пола в мм	2760
Вес установки в т	45

Процесс холодной ломки не только обеспечивает получение заготовок крупных сечений, но и позволяет по излому контролировать качество металла. Существенным недостатком его является необходимость предварительной подготовки надреза, чаще всего по разметке.

РЕЗКА НА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ

Резка на дисковых пилах

Скорость резания определяют по формуле

$$v = \frac{\pi D n}{1000},$$

где v — скорость резания в м/мин; D — диаметр пильного диска в мм; n — число оборотов пильного диска в минуту.

Подачу на один оборот находят из выражения

$$s_{об} = s_2 z.$$

Различают также минутную подачу

$$s_{мин} = s_{об} n = s_2 z n,$$

где $s_{об}$ — подача на один оборот диска в мм/об; s_2 — подача на один зуб в мм; z — число зубьев диска; n — число оборотов диска в минуту.

Подача на один зуб обычно колеблется от 0,05 до 0,2 мм (меньшие значения — для более твердых сталей). Скорость резания в зависимости от механических свойств материала обычно колеблется в пределах, указанных в табл. 15. В течение рабочего хода пилы подача не остается постоянной,

15. Скорости резания и стойкости пильного диска

Временное сопротивление разрыву разрезаемого материала σ_B в кг/мм ²	Скорость резания в м/мин	Продолжительность работы до затупления в ч
До 45	25—30	16—20
50—60	20—25	10—16
60—70	17—20	8—10
70—80	14—16	6—8
80—90	11—13	4—6
Св. 90	6—10	3—4

а меняется автоматически в зависимости от нагрузки. С увеличением длины дуги контакта (число одновременно работающих зубьев) подача уменьшается. Машинное время резки без учета обратного холостого хода определяют по формуле

$$T_m = \frac{B}{s_{мин}},$$

где T_m — машинное время в мин; B — ширина разрезаемого материала в направлении подачи (в точных расчетах учитывают, кроме того, врезание и перебег инструмента); $s_{мин}$ — средняя минутная подача (средняя скорость подачи в мм/мин).

Для ориентировочных расчетов машинное время можно определить, пользуясь графиком (рис. 17). Значительно повышает производительность станка резка пакетами (пачками). Для холодной резки заготовок применяют обычно диски со вставками, особенно с сегментными (рис. 18). Форма зуба определяется следующими углами: γ —

редним, β — заострения и α — задним (рис. 19). Значения углов даны в табл. 16.

При использовании одного пильного диска для резки различных по механи-

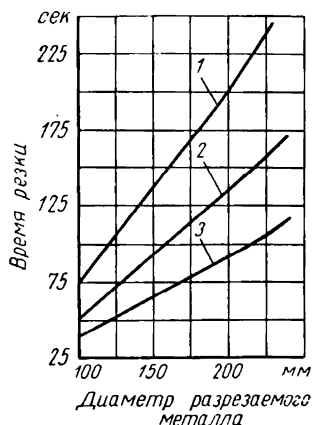


Рис. 17. График для определения времени резки пилой диаметром 710 мм в зависимости от диаметра материала, временного сопротивления σ_v и скорости резания:
 1 — $\sigma_v = 65 \div 85$ кг/мм²; $v = 15$ м/мин;
 2 — $\sigma_v = 45 \div 60$ кг/мм²; $v = 21$ м/мин;
 3 — $\sigma_v = 30 \div 40$ кг/мм²; $v = 50$ м/мин

ческим свойствам сталей обычно принимают $\gamma = 20^\circ$, $\alpha = 10^\circ$. Для уменьшения усилий резания и улучшения условий стружкообразования приме-

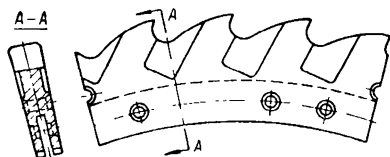


Рис. 18. Конструкция сегмента дисковой пилы

няют сегменты с так называемыми подрезающими и подчищающими зубьями (рис. 19). Подчищающий зуб стачивают с боковых сторон под углом 45° . Толщина зуба у вершины равна примерно одной трети толщины сегмента. Подрезающий зуб выше подчищающего на 0,2—0,5 мм. Некоторые данные, ха-

рактеризующие размеры сегментов для дисков диаметром 660 и 710 мм, приведены в табл. 17. Сегменты изготов-

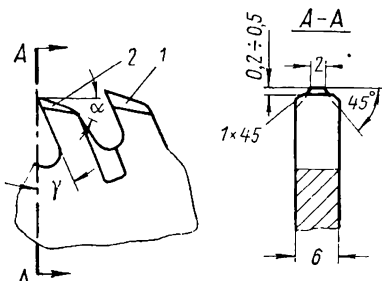


Рис. 19. Зубья сегмента: 1 — подрезающий; 2 — подчищающий

ляют из быстрорежущей стали P18, а диски обычно из углеродистой стали с повышенным содержанием марган-

16. Углы зубьев сегмента

Обрабатываемый материал	Временное сопротивление σ_v в кг/мм ²	Углы в град	
		γ	α
Конструкционная углеродистая сталь	До 50	18—22	14—16
	75	15—20	10—12
	Св 75	10—15	8—10
Легированная сталь	—	10—15	8—10

ца — 65Г. Размеры разрезаемого проката ограничиваются диаметрами пильных дисков, которые доходят до 1800 мм.

17. Размеры зубьев сегмента в мм

Диаметр наружной окружности D_n	Шаг t	Высота зуба h	Радиус задней грани R_2	Внутренний радиус r	Толщина подчищающего зуба
660	25,91	10,3	28	6,6	6
710	27,86	11,1	29	7,1	6,5

Техническая характеристика дисковой пилы модели 866 для холодной резки заготовок дана в табл. 18.

18. Техническая характеристика дисковой пилы для холодной резки металла (модель 866)

Параметры	Диаметр диска в мм	
	660	710
Наибольший размер разрезаемого материала: круглого (диаметр в мм)	210	240
квадратного (сторона в мм)	200	220
двухавровой балки швеллера	№ 40	№ 50
Ширина прореза в мм	6—6,5	
Наибольшее перемещение губки вертикального зажима в мм:		
от руки	300	
гидравлически	15	
Наибольшее перемещение губки горизонтального зажима в мм:		
от руки	200	
гидравлически	25	
Число скоростей шпинделя (диска)	4	
Число оборотов диска в минуту	4,75—13,5	
Подача пильного диска (гидравлически) в мм/мин	25—400	
Скорость быстрого подвода диска в мм/мин	1000	
Скорость быстрого отвода диска в мм/мин	3000	
Габариты станка в мм:		
длина	2350	
ширина	1300	
высота	1850	

Резка на приводных ножовках и станках токарного типа

Скорости резания на ножовках для различных по механическим свойствам сталей приведены в табл. 19.

Техническая характеристика приводного ножовочного станка модели 872

Длина ножовочного полотна в мм	450
Наибольший размер (диаметр круга или сторона квадрата) разрезаемого материала в мм	220
Число двойных ходов пильной рамы	75 и 97
Габариты станка (длина × ширина × высота) в мм	1350 × 750 × 1340

19. Скорость резания стали приводными ножовками (работа с охлаждением)

Показатели	Конструкционная углеродистая сталь и рядовой прокат	Конструкционная углеродистая, легированная и инструментальная сталь
Временное сопротивление разрыву σ_B в кг/мм ²	До 40; 40—50; 50—60; 60—80	Св. 80
Скорость резания v в м/мин	30—40; 25—35; 20—30; 15—20	10—15
Примечание. Нижние пределы скоростей резания рекомендуются при работе ножовочными полотнами из углеродистой инструментальной стали, верхние — для полотен из быстрорежущей стали		

Отрезные станки токарного типа в кузнечно-заготовительных цехах применяют преимущественно для резки полых заготовок. Станки этого типа бывают однорезцовыми и двухрезцовыми.

Техническая характеристика отрезного станка типа О-100

	Исполнение	
	А	Б
Высота центра шпинделя над станиной в мм	210	
Диаметр отверстия шпинделя в мм	95 или 135	
Число оборотов шпинделя в минуту	50—630	
Пределы поперечных подач суппорта в мм/об	0,1—0,7	
Продольная подача суппорта	Ручная Нет	
Поперечная подача суппорта	Механическая	
Максимальный продольный ход суппорта в мм	120	Нет
Максимальный поперечный ход суппорта в мм	50	75
Габариты станка в мм	1750 × 1250	

Материал пропускают через полый шпиндель и зажимают в патроне. Расстояние от кулачка патрона до реза для уменьшения биения не должно превосходить диаметра разрезаемого

20. Скорости резания в м/мин конструкционной стали отрезными быстрорежущими резацами из стали P18 с охлаждением

Сталь	Временное сопротивление разрыву σ_B в кг/мм ²	Подача в мм/об										
		0,04	0,06	0,08	0,10	0,15	0,18	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50
Углеродистая	30—40	130	105	87	80	62	58	52	48	42	36	22
	50—60	66	52	44	40	31	29	26	24	21	18	17
	70—80	40	32	28	24	19	17	16	15	13	12	10
Хромистая	60—70	46	36	30	28	22	20	19	17	15	13	12
	80—90	28	23	19	18	14	13	12	11	9	8	—
Хромоникелевая	70—80	34	26	22	20	16	15	14	12	11	9	—

материала. Для резки полых заготовок применяют также специальные трубоотрезные станки. Данные, характеризующие режимы резания конструкционной стали на отрезных станках токарного типа, приведены в табл. 20. Машинное время на разрезание полых заготовок определяют по формуле

$$T_m = \frac{0,5(D-d) + y}{n s_{об}}$$

Для круглого сплошного сечения

$$T_m = \frac{0,5D + y}{n s_{об}}$$

где T_m — машинное время в мин; D — наружный диаметр трубы или круга в мм; d — внутренний диаметр трубы в мм; y — 2÷5 мм — перебеж резца; n — число оборотов шпинделя

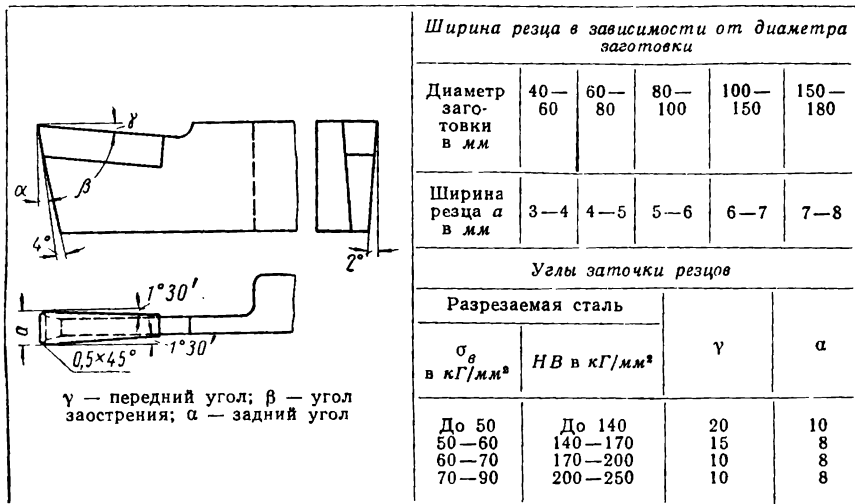
станка (или разрезаемого материала) в минуту; $s_{об}$ — подача резца в мм/об (табл. 21).

Разрезка на станках токарного типа производится отрезными резацами (табл. 22). Длину L суженной части резца принимают на 5—10 мм больше половины диаметра разрезаемого материала. Для скоростной резки применяют резцы с пластинками из твердых сплавов (табл. 23). Резец, размеры которого приведены в табл. 23, имеет высокую стойкость и хорошую виброустойчивость при скорости резания до 250—300 м/мин и подаче до 0,4 мм/об. Производительность при резке этим резцом характеризуется следующими показателями: стальная заготовка диаметром 70 мм отрезается при числе оборотов шпинделя 1200 в минуту и подаче 0,3—0,4 мм/об

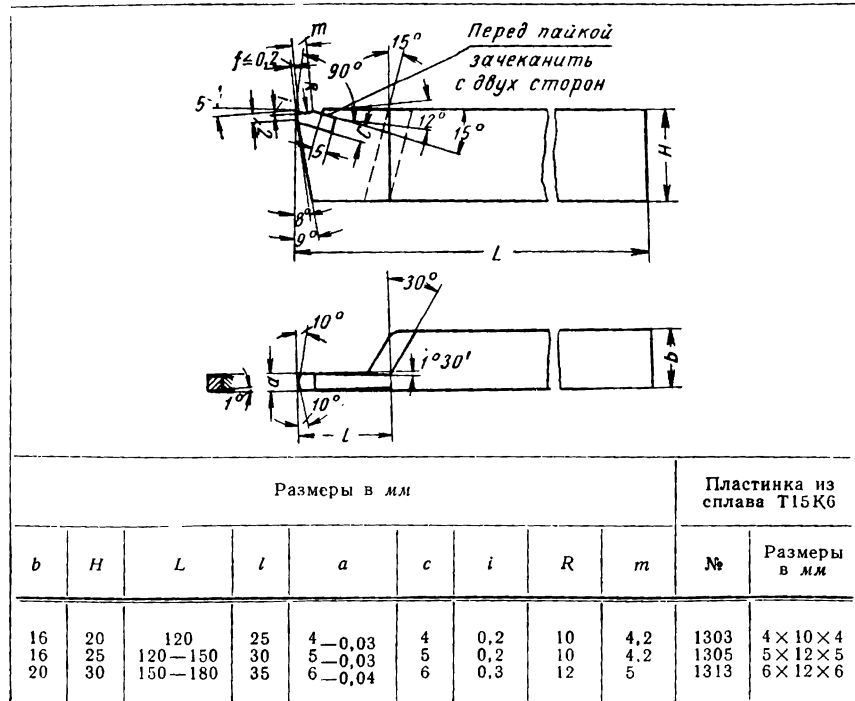
21. Величина подачи при резке на станках токарного типа

Ширина резца в мм	Диаметр заготовки в мм	Подача в мм/об при резке конструкционной стали		
		углеродистой $\sigma_B \leq 70$ кг/мм ²	легированной	
			$\sigma_B \leq 80$ кг/мм ²	$\sigma_B > 80$ кг/мм ²
3—5	40—60	0,12—0,16	0,12—0,14	0,10—0,11
4—5	60—80	0,13—0,18	0,14—0,16	0,11—0,13
5—6	80—100	0,15—0,20	0,16—0,18	0,13—0,14
6—7	100—150	0,16—0,22	0,18—0,20	0,14—0,15
7—8	150—180	0,19—0,25	0,20—0,25	0,15—0,16

22. Размеры и углы заточки отрезного резца с пластижкой из быстрорежущей стали



23. Размеры отрезных скоростных резцов



за 6—7 сек вместо 90 сек и более при работе обычными резаками. Для удлинения срока службы режущего инструмента его охлаждают жидкостью, подводящей в зону реза. При работе на пилах в качестве охлаждающей жидкости рекомендуется применять эмульсию, получаемую растворением в воде 5—10% эмульсола. Для охлаждения отрезных резов обычно используют содовую воду. Расход жидкости в среднем до 20 л/ч.

КИСЛОРОДНАЯ РЕЗКА

Условия резки

Газовой резке поддаются лишь те металлы, которые удовлетворяют следующим основным условиям.

1. Температура воспламенения металла должна быть ниже температуры плавления (условие возможности осуществления процесса). За температуру воспламенения принимают температуру, при которой металл интенсивно окисляется струей кислорода, действующей на его нагретую поверхность. Высококачественная газовая резка возможна при сгорании металла в твердом состоянии. Сталь, содержащая углерода более 0,7%, при резке одновременно горит и расплавляется, вследствие чего полость раздела получается широкой, а поверхность неровной.

2. Окислы металла должны быть жидкотекучими и обладать более низкой температурой плавления, чем металл (условие, обеспечивающее выдувание шлака из полоски раздела в жидком состоянии).

3. Теплота, выделяющаяся при сгорании металла, вместе с теплотой подгревающего пламени должна быть достаточной для поддержания нагрева на уровне температуры воспламенения в течение всего периода резки (условие, необходимое для непрерывности процесса резки).

4. Теплопроводность металла должна быть возможно ниже (условие, способствующее локализации тепла в зоне реза).

5. В металле должно быть ограниченное содержание элементов, ухудшающих процесс резки.

Представление о влиянии отдельных элементов на резку стали дает табл. 24.

24. Влияние содержания химических элементов в стали на процесс резки

Элемент	Содержание элемента в %	Оценка влияния элемента
Углерод	До 0,4	Резка не затрудняется Резка проходит удовлетворительно, но возможно образование структур с повышенной твердостью (закалка) и появление трещин Резка сильно ухудшается
	0,4—0,6	
Марганец	До 4	Резка не затрудняется Резка проходит удовлетворительно
	4—13	
Хром	2—3	Резка затрудняется Резке без флюса не поддается
	Св. 5	
Никель	Св. 20	Резка не затрудняется
Кремний	До 4	
Молибден	До 0,25	Резка протекает удовлетворительно Резка сильно затрудняется
	Св. 0,5	
Вольфрам	До 10	Резка замедляется (уменьшается скорость резки) Резка затрудняется Резке без флюса не поддается
	10—20	
	Св. 20	
Сера и фосфор	Пределы по стандарту (сотые доли процента)	Резка не затрудняется

Высоколегированные хромистые, хромоникелевые, вольфрамовые и другие стали не удовлетворяют перечисленным условиям и поддаются лишь кислородно-флюсовой резке.

Процесс кислородно-флюсовой резки отличается от кислородной тем, что в зону раздела кроме режущего кислорода вводится флюс (обычно железный порошок). Флюс, сгорая, повышает температуру в полости раздела; а продукты горения флюса, переходя в шлаки, снижают температуру плавления последних, благодаря чему они в жидком виде легко удаляются кислородной струей.

Влияние процесса резки на структуру металла

Структура металла вдоль линии реза отлична от структуры основного металла. В малоуглеродистых сталях в зоне перегрева наблюдается рост зерна, а у кромок реза видна шеттлева структура. Участки более удаленные от линии реза, но расположенные в зоне термического влияния, приобретают сравнительно мелкозернистое строение, подобно структуре нормализованной стали. При резке малоуглеродистой стали структурные изменения, как правило, не оказывают существенного влияния на качество металла.

Резка высокоуглеродистой и легированной стали сопровождается образованием в зоне термического влияния структур с повышенной твердостью вследствие закалки. Глубина зоны термического влияния возрастает с увеличением содержания углерода в стали (табл. 25). Изменение твердости стали зависит также и от способа резки (табл. 26). Для уменьшения отрицательного влияния (закалка кромок, трещинообразование) огневой резки применяют сопутствующий подогрев и замедленное охлаждение. Сопутствующий подогрев осуществляется пламенем дополнительных сопел 2 (рис. 20), концентрически расположенных относительно мундштука 1. Благодаря сопутствующему подогреву уменьшается скорость охлаждения зоны термического влияния, а вместе с тем и степень закалки стали. Скорость охлажде-

25. Глубина зоны термического влияния для углеродистой стали при кислородной резке в мм [9]

Толщина металла в мм	Скорость резки в м/ч	Содержание углерода в %	
		До 0,3	Св. 0,3
5	25	0,1—0,3	0,3—0,6
10	20	0,2—0,5	0,5—1
25	15	0,4—0,7	0,8—1,5
50	11	0,6—1	1,0—2
100	9	0,8—1,5	1,5—2,5
250	6	1,5—3	3,0—5
800	2,5	3,0—5	5,0—8

26. Твердость *HV* в зависимости от способа резки (для стали с содержанием углерода 0,24%) [9]

Способ резки	Расстояние от кромки реза в мм					
	0	0,5	1	5	10	12
Ручным резаком	204	200	170	157	139	139
Машинная резка	208	185	174	145	145	139

ния уменьшают также и тем, что разрезанные части металла раздвигают не сразу после окончания процесса резки,

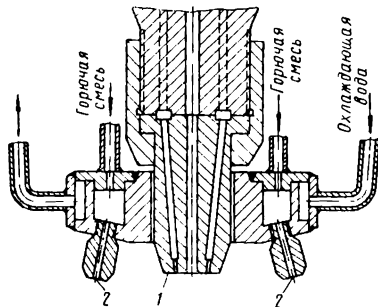


Рис. 20. Схема резака для резки с сопутствующим подогревом

а через некоторое время, благодаря чему уменьшается интенсивность теплоотдачи. Снятие напряжений и уменьшение твердости достигается в необходимых случаях соответствующей термообработкой металла после резки.

Технология резки

Подготовка поверхности металла.

Очистку производят обогревом пламенем резака (без подачи режущего кислорода) узкой полосы (30—50 мм) поверхности вдоль намеченной линии реза с последующей зачисткой ее металлической щеткой.

Начало резки. Резку следует начинать с ребра или кромки металла. Если операцию необходимо начинать внутри контура (например, при вырезке заготовки из листа), рекомендуется в начальной точке реза подготовить отверстие, что при ручной резке и толщине листа до 50—75 мм выполняют резком, а при машинной резке и толщине листа свыше 20 мм — сверлом на стационарном сверлильном станке или переносной дрелью (диаметр отверстия не менее 6—8 мм в зависимости от толщины листа).

Время подогрева металла пламенем резака до начала резки зависит от толщины и химического состава стали (табл. 27). Поддержание резака на определенной высоте при разрезке до-

полосовой и листовой стали толщиной до 20—30 мм рекомендуется [4] пламя направлять под углом 60—70° (рис. 21, а). При вырезке детали из поковки (листа) по криволинейному контуру резак устанавливают перпендикуляр-

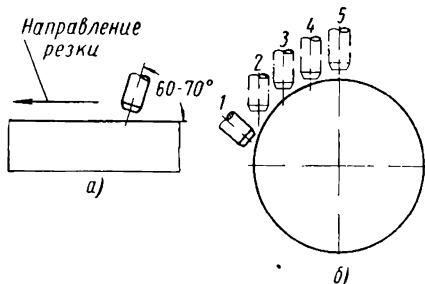


Рис. 21. Положение резака в процессе резки металла: а — полосового; б — круглого сечения

но поверхности разрезаемого металла. Резку проката круглого сечения производят по схеме, изображенной на рис. 21, б.

27. Ориентировочное время подогрева металла ацетилено-кислородным пламенем до начала резки [2]

Толщина металла в мм	5—15	15—30	30—60	60—100	100—150	150—200
Время нагрева в сек	5—10	10—15	15—25	25—35	35—45	45—60

стигается закреплением его на тележке (при ручной резке) или с помощью суппорта (при машинной резке). Ориентировочно расстояние мундштука от поверхности металла h определяют по формуле [9]

$$h = 2 + 0,015\delta \text{ мм,}$$

где δ — толщина металла в мм.

При резке стали толщиной более 100 мм кислородом низкого давления по данным ВНИИАвтогена расстояние h следует определять по формуле

$$h = 4 + 0,05\delta.$$

Положение резака в процессе резки.

В целях повышения производительности при ручной прямолинейной резке

Ширина реза и чистота его поверхности. На ширину реза и чистоту его поверхности оказывают влияние толщина металла и способ резки (табл. 28). В зависимости от толщины δ металла ширина реза определяется приблизительно по формуле

$$b = 2 + 0,03\delta.$$

Чем толще металл, тем менее чистой получается поверхность реза (больше неровностей). При прочих равных условиях машинная резка обеспечивает получение реза меньшей ширины и с более чистой поверхностью, чем при ручной разрезке. Следует также учитывать, что на выходной стороне ширина реза на 10—50% больше ширины

**28. Примерные значения ширины реза и чистота его поверхности
(размеры в мм)**

Элементы реза	Толщина стали				
	5—25	25—50	50—100	100—200	200—300
Средняя ширина	$\frac{3-4}{2,5-3}$	$\frac{4-5}{3-4}$	$\frac{5-6}{4-5}$	$\frac{6-8}{5-6,5}$	$\frac{8-10}{6,5-8}$
Величина отдельных гребешков и выхватов	$\frac{0,5-1}{0,1-0,25}$	$\frac{1-1,5}{0,25-0,5}$	$\frac{1,5-2}{0,5-1}$	$\frac{2-3}{1-1,5}$	$\frac{3-4}{1,5-2,5}$

¹ В числителе при ручной резке, в знаменателе — при машинной.

на входе. Скорость резки (перемещения резака) должна соответствовать скорости выгорания металла в полости реза. Малая скорость перемещения резака вызывает оплавление кромок, а большая не обеспечивает сквозного прорезания металла. На скорость резки оказывает большое влияние чистота кислорода. Ориентировочные технические скорости машинной резки в зависимости от толщины металла и вида операции приведены в табл. 29. Скоростная машинная резка позволяет повысить указанные скорости в 2—3 раза.

**Горячее и эффективная мощность
пламени**

Для питания подогревающего пламени применяется газообразное или жидкое (превращаемое перед сжиганием в пары) горючее. Для резки пригодны газы, имеющие при нормальных условиях (при температуре 20°С и давлении 760 мм рт. ст.) низшую теплотворную способность не менее 2400 ккал/м³, температуру пламени при сгорании в смеси с кислородом не ниже 1800°С и содержание балласта не более 35%. Характеристика некото-

**29. Ориентировочно-технические скорости в мм/мин
машинной газовой резки [4]**

Вид резки	Толщина стали в мм										
	5	10	20	30	50	80	100	150	200	250	300
В лом	730	670	570	500	400	310	270	200	160	140	120
Заготовительная прямолинейная	660	600	520	450	360	280	240	180	150	120	110
Вырезка фасонных деталей с припуском	590	540	460	400	320	250	210	160	130	110	90
Прямолинейная чистовая	510	470	400	350	280	220	190	140	110	100	80
Фасонная чистовая	440	400	340	300	240	190	160	120	100	80	70

Пр и м е ч а н и е. Приведенные скорости действительны при резке кислородом чистотой 98,5—99%.

30. Характеристика некоторых горючих, применяемых для газовой резки

Горючее	Удельный вес ² в кг/мм ²	Низшая тепло- творная ² способ- ность в ккал/м ²	Примерная темпе- ратура в °С пламени в смеси горючего с кислородом
Ацетилен (C ₂ H ₂)	1,09	12 000	3150
Водород (H ₂)	0,084	2 400	2100
Метан (CH ₄)	0,67	8 000	2000
Коксовый газ ¹	0,4—0,55	3500—4200	2000
Пиролизный газ ¹	0,65—0,85	7500—8000	2300
Нефтяные газы ¹	0,63—1,45	9800—13 500	2300
Сланцевые газы ¹	0,74—0,93	3000—3400	2000
Бензин	0,695—0,760 кг/л	10 200—	2600
	(жидкость)	10 600 ккал/кг	
Керосин	0,816—0,841 кг/л	10 000—	2500
	(жидкость)	10 200 ккал/кг	

¹ Удельный вес и теплотворная способность газовых смесей могут отличаться от данных таблицы в зависимости от колебаний их состава.
² При $t = 20^\circ \text{C}$ и давлении 760 мм рт. ст.

рых горючих, применяемых для резки, приведена в табл. 30. Количество теплоты, отводимое пламенем металлу в единицу времени, называется эффективной мощностью пламени. На эффективную мощность пламени оказывает большое влияние расход горючего газа и соотношение β_c кислорода (подогревательного) и горючего газа в смеси:

$$\beta_c = \frac{Q_{п.к}}{Q_{гор}}$$

где $Q_{п.к}$ — расход подогревательного кислорода; $Q_{гор}$ — расход горючего.

31. Соотношение газов в смеси при кислородной резке [3]

Горючий газ	Соотношение кислорода и горючего газа в смеси β_c	
	оптимальное	рабочее
Ацетилен	2,3	1,15
Водород	0,4	0,4
Метан (или природный газ)	2	1,5
Коксовый газ	0,8	0,8
Пропан технический	3,5	3,5

32. Расход горючего на газовую резку стали [4]

Тип резака	Горючее	Расход горючего в м ³ /ч при толщине разрезаемой стали в мм						
		5	25	50	100	200	250	300
УР-49	Ацетилен	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	—	1,2
РМР		0,45	0,6	0,65	0,7	0,9	1,0	—
УР3-49 и РЗП-49	Технический метан	0,8	1,1	1,2	1,4	1,6	—	1,9
УР3-49 и РЗП-49	Коксовый газ	1,3	1,8	2,0	2,25	2,65	—	3,0
Керосинорез К-51	Керосин ¹	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	—	—

¹ В кг/ч

33. Режимы и технико-экономические показатели резки на полуавтомате ПЛ-1 [4]

Толщина металла в мм	Номер мундштука	Давление режущего кислорода в ат	Скорость резки в мм/мин	Расход в л/м			Толщина металла в мм	Номер мундштука	Давление режущего кислорода в ат	Скорость резки в мм/мин	Расход в л/м		
				кислорода	ацетилен	на					кислорода	ацетилен	на
5	1	3,5	620	65	12	40	3	5,5	325	335	34		
10	1	4,5	550	95	15	60	4	6,0	260	560	42		
20	2	4,5	440	160	23	80	4	7,5	215	820	54		
30	3	4,5	375	250	27	100	4	10,5	190	1180	62		

34. Режимы и технико-экономические показатели вертикальной резки одним резаком на автомате АСП-1 (данные действительны для малоуглеродистой стали с чистой поверхностью и при чистоте кислорода не ниже 99%) [4]

Толщина металла в мм	Номер мундштука	Давление кислорода в ат		Расстояние от мундштука до поверхности металла в мм	Скорость резки в мм/мин	Расход в л/м	
		режущего	нагревательного			кислорода	ацетилена
5	1	3	3	3	650—700	60	10
10	1	4	3	3,5	560—600	80	13
20	2	4,5	3	3,5	450—500	140	16
30	2	5,5	3	4	375—420	220	22
40	3	5,5	3	4	325—360	320	27
60	4	6	3	4,5	260—300	560	35
80	4	7	3	4,5	220—240	750	45
100	4	8	3	5	195—200	950	55
150	5	9	3	5	150—155	2000	75
200	6	10	3	6	120—135	3500	100

Для каждого горючего существует оптимальная величина β , обеспечивающая максимальную эффективную мощность пламени. В производственных условиях величину β обычно устанавливают по внешнему виду пламени. Оптимальные и рабочие значения величины β для некоторых горючих приведены в табл. 31. Данные о расходе некоторых горючих на резку содержатся в табл. 32. Режим работы при резке на полуавтомате ПЛ-1 может быть выбран по табл. 33. При работе на автомате АСП-1 режим работы рекомендуется устанавливать на основе данных табл. 34.

Аппаратура и машины для кислородной резки

Резаки для ручной резки. Техническая характеристика универсального

резака для ручной резки типа УР приведена в табл. 35. Для получения пламени различной мощности резаки снабжают комплектом сменных мундштуков, состоящим из пяти номеров режущих и двух подогревающих. Резак типа УР вытесняется более совершенным резаком типа РР (табл. 36). Резак типа Р-100 (табл. 37) конструкции Киевского политехнического института позволяет производить резку стали толщиной до 2000 мм.

Полуавтоматы и автоматы для машинной резки. Чистота машинной резки, приближающаяся по качеству и чистоте поверхности, получаемой строганием или фрезерованием, достигается благодаря равномерной скорости передвижения резака, постоянству расстояния мундштука от поверхности разрезаемого металла и направления режущей струи.

35. Техническая характеристика резака УР

Основные показатели	Толщина разрезаемой стали в мм					
	5	25	50	100	200	300
Номер мундштука:						
наружного (подогревательного)	1	1	1	2	2	2
внутреннего (режущего)	1	2	3	4	5	5
Давление кислорода в рабочей камере редуктора в ат	3	4	6	8	11	12
Скорость резки в мм/мин	550	370	260	165	105	80
Расход в м ³ /ч:						
ацетилена	0,8	0,9	1	1	1,1	1,2
кислорода	2,6	5,2	8,5	18,5	33,5	42,0

36. Техническая характеристика резака РР-53

Основные показатели	Толщина разрезаемой стали в мм					
	5	25	50	100	200	300
Номер мундштука:						
наружного	1	1	1	2	2	2
внутреннего	1	2	3	4	5	5
Давление кислорода в рабочей камере редуктора в ат	3	4	6	8	11	12
Расход в м ³ /ч:						
ацетилена	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
кислорода	2,5	5,2	8,5	18,5	33	42

37. Техническая характеристика резака Р-100 для резки металла больших толщин [20]

Основные показатели	Толщина разрезаемого металла в мм				
	350—500	500—750	750—1000	1000—1500	1500—2000
Номер мундштука	5	4	3	2	1
Давление кислорода в атм:					
подогревающего	5	5	5	5	5
режущего	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75
Скорость резки в м/ч	7,5—6	6—4,8	4,8—3	3—1,5	1,5—0,8
Ширина резки в мм	9	12	16	23	31
Расход газов в м ³ /ч:					
кислорода подогревающего	2,5	3,5	4,5	6	7
режущего	35	65	95	150	200
ацетилена	2,5	3,5	4,5	6	7

Машины для резки бывают с ручным приводом и механизированные. Последние, согласно ГОСТу 5614—58, делятся на стационарные (станки) и

переносные (приборы). В зависимости от степени механизации движения резака они подразделяются на полуавтоматы и автоматы. Ниже приводятся

характеристики широко распространенных полуавтоматов типа ПЛ и автоматов АСП для огневой резки.

Техническая характеристика полуавтомата ПЛ-1

Количество одновременно работающих резаков	1
Толщина разрезаемого металла в мм	5—100
Диапазон скоростей резки в мм/мин	700—130
Наибольший угол наклона резака к вертикали в град	40
Наибольший расход газов в м ³ /ч:	
кислорода	10
ацетилена	1
Габариты прибора с суппортом и шлангами в мм:	
длина	405
ширина	500
высота	500
Вес прибора в кг	16,5

Полуавтомат ПЛ-1 относится к переносным приборам; им можно производить резку:

а) по прямой или окружности с перемещением его соответственно по прямой или изогнутым (радиусом не менее 1000 мм) направляющим;

б) по циркулю с радиусом окружности 270—1350 мм;

в) по разметке с перемещением прибора от электродвигателя и направлением резака от руки.

Техническая характеристика автомата АСП-1

Толщина разрезаемого металла в мм	5—300
Диапазон скоростей резки в мм/мин	70—750
Наибольший угол наклона резака к вертикали в град	40
Наибольший расход для одного резака в м ³ /ч:	
кислорода	30
ацетилена	1
Габариты автоматов в мм:	
длина	4000
ширина	3850
высота	1600

Автомат АСП-1 является стационарной установкой и позволяет производить резку:

а) автоматически по шаблону, обкатываемому магнитным пальцем;

б) посредством ручного управления механической головкой по чертежу, расположенному на копировальном столе станка, или по разметке непосредственно на разрезаемом металле;

в) по циркулю радиусом окружности 90—750 мм с помощью механической головки;

г) по прямой (без шаблона) с помощью механической головки.

Газорезные автоматы снабжают также фотоэлектрическим управлением. Фотоэлектрическое управление системы ФКУ-10 машины АСП-1 позволяет вырезать детали различной формы по чертежу (без разметки и шаблона). Копируемый чертеж выполняется тушью на белой бумаге. Газорезательные автоматы с масштабной дистанционной фотоэлектрической копировальной системой управления (МДФКС) предназначены для резки металла по копир-чертежам, вычерченным в масштабе 1 : 10 [5].

АНОДНО-МЕХАНИЧЕСКАЯ РЕЗКА

Особенности процесса и режимы

Для питания цепи при анодно-механической резке, как правило, применяют постоянный ток. Электрические режимы резки характеризуются его силой и напряжением (табл. 38).

38. Производительность и электрические режимы анодно-механической резки стали [25]

Диаметр и размеры сечения металла в мм	Механический режим		Электрический режим	
	Подача в мм/мин	Машинное время резки в мин	Сила тока в а	Рабочее напряжение в в
<i>Круглое сечение</i>				
40	27	1,5	80	20—22
60	24	2,5	100	20—22
80	20	4,0	120	20—22
100	18	5,5	150	22—24
125	12,5	10	175	22—24
150	11,5	13	225	24—26
200	10,5	19	300	24—26
250	9,6	26	350	26—28
300	8,6	35	450	26—28
<i>Квадратное сечение</i>				
40×40	20	2	80	20—22
80×80	16	5	120	22—24
100×100	15,4	6,5	160	22—24
120×120	10,9	11	200	22—24
150×150	10,7	14	250	24—26
200×200	9,5	21	325	24—26
250×250	8,9	28	400	26—28

Напряжение при холостом ходе, когда нагрузка отсутствует, немногим превышает рабочее напряжение и находится в пределах 22—32 в. Механический режим резки характеризуется окружной скоростью и подачей электрода-инструмента. Для указанных в табл. 38 пределов рабочего напряжения окружную скорость электрода-инструмента выбирают в интервале 14—25 м/сек. Подача в зависимости от сечения регулируется таким образом, чтобы между электродами оставался некоторый оптимальный зазор, о величине которого можно судить по давлению электрода-инструмента на разрезаемый металл. Наибольшая производительность достигается при зазорах, которым соответствуют давления 0,8—2,0 кг/см². Регулирование величины электродного зазора в процессе резки производят обычно по показателям электроизмерительных приборов (если процесс не автоматизирован).

Чем крупнее сечение металла, тем больше диаметр электрода-диска и толщина его (табл. 39). Для ленточных

39. Размеры в мм дисков для анодно-механической резки [21]

Диаметр разрезаемого металла	Диаметр диска	Толщина
До 30	До 200	0,5—0,6
30—100	200—400	0,8—1,0
100—200	500—700	1,2—1,7
200—300	800—1100	1,7—2,0

анодно-механических станков сечение ленты обычно составляет 25×1 мм. Чтобы обеспечить свободный доступ рабочей жидкости в полость раздела и избежать накаливания инструмента, ширина реза должна быть больше (в 1,5—2 раза) толщины диска. Это условие выполняется применением гофрированных дисков (рис. 22). Диски толщиной более 1 мм не гофрируют, так как необходимая ширина реза достигается за счет торцового биения при разрезке. Однако ширина реза с учетом торцового биения не должна

превышать толщины диска более чем в 1,5—2 раза, так как чрезмерное увеличение полости раздела снижает производительность и увеличивает потери металла.

Материалом для изготовления электрода-диска обычно служит низкоугле-

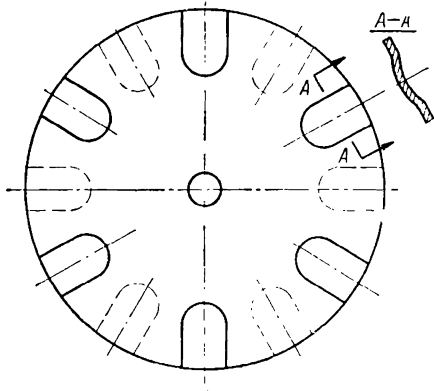


Рис. 22. Диск со штампованными гофрами

родистая листовая сталь марок 08 и 10, а также кровельная и декапированная сталь.

Для электрода-ленты применяют упаковочную ленточную сталь.

Износ электрода-инструмента в процессе резки заключается в уменьшении его размеров. Относительный износ

характеризуется величиной $u = \frac{V_u}{V_m}$,

где u — относительный износ электрода-инструмента; V_u — объем металла, теряемого электродом-инструментом за 1 рез; V_m — объем металла, удаленного из полости раздела (объем прорезного слоя).

Величина u для стальных дисков составляет 0,15—0,25, а для медных и латунных 0,1—0,15.

В отношении производительности и чистоты поверхности наиболее подходящей рабочей жидкостью является водный раствор жидкого стекла удельного веса 1,28—1,32. Расход жидкости в зависимости от размеров сечения разрезаемого металла для анодно-механических станков современных моделей приведен в табл. 40.

40. Расход рабочей жидкости в зависимости от сечения разрезаемого металла

Диаметр разрезаемого металла в мм	До 150	150—200	200—250	250—300	300—350
Количество жидкости, подводимой в зону реза, в л/мин	4—6	6—10	10—12	12—15	15—20

Станки для анодно-механической резки

Технические характеристики станков типа АМО-32, АМО-12 и модели 4821 для анодно-механической резки приведены в табл. 41. Созданы и осваиваются новые модели станков для анодно-механической резки.

Универсальный анодно-механический ленточный станок модели 4А822, выпускаемый серийно с 1964 г., характеризуется следующими основными данными:

Наибольший диаметр (высота) разрезаемого материала в мм	350
Наибольшая длина реза в мм	550
Наибольшая длина отрезаемой заготовки в мм	Не ограничена
Максимальная производительность в см ² /мин	20

Размеры электрода-инструмента (бесконечной ленты) в мм	4990 × 25 × 1,0
Диаметр рабочих шкивов в мм	450
Скорость движения ленты в м/сек	18
Источник постоянного тока	Селеновый выпрямитель
Номинальный рабочий ток в а	300
Напряжение на выпрямителе при номинальном токе в в	22—30
Габариты станка в мм	2550 × 1100 × × 2200

Анодно-механическая резка применяется преимущественно для резки токопроводящих материалов, трудно поддающихся обработке обычными способами. Торцы заготовок отличаются пористостью. Глубина дефектного слоя для крупных сечений доходит до 1,5—2 мм.

41. Техническая характеристика станков для анодно-механической резки [21]

Технические данные	Тип станка		
	АМО-32	Модель 4821	АМО-12
Наибольший размер сечения разрезаемого материала в мм	100	150	300
Наибольший диаметр диска в мм	420	650	1100
Толщина диска в мм	0,8—1	0,8—1	1,2—2
Окружная скорость диска в м/сек	17	16 и 20	22
Мощность электродвигателя в квт	2	1,2	3,5
Емкость бака для рабочей жидкости в л	35	60	100
Габариты станка в мм:			
длина	1310	1675	1775
ширина	760	1150	1975
высота	1375	1320	1690
Напряжение постоянного тока в в	22—25	До 30	До 30
Сила тока в а	До 250	» 300	» 600

ВЫБОР СПОСОБА РЕЗКИ И ДОПУСКИ НА ДЛИНУ ЗАГОТОВКИ

Самым высокопроизводительным и дешевым способом является резка на ножницах и прессах. В кузнечных цехах с крупносерийным и серийным производством этот способ является основным. Он выгодно отличается и тем, что не вызывает дополнительных потерь металла на прорезку. Существенным недостатком его является искажение формы торцевой части заготовки.

В кузницах мелкосерийного и индивидуального производства, применяющих прокат крупных сечений, развита кислородная резка. Основным недостатком огневой резки является дополнительная потеря металла на прорезку. Хорошее качество реза и сравнительно высокая точность обеспечиваются при резке проката на пилах и других отрезных станках. Однако относительно низкая производительность, высокая стоимость и кратковременная стойкость режущего инструмента (особенно дорогостоящих сегментов), а также потери металла на прорезку огра-

ничивают применение данного способа. Резку на пилах и других отрезных станках рекомендуется применять лишь в тех случаях, когда к заготовке предъявляются повышенные требования в отношении качества реза и допусков на длину. В кузницах применяется также резка на пилах и в тех случаях, когда усилие пресс-ножниц недостаточно для резки проката крупных сечений.

Допуск на длину заготовок при равных производственных условиях зависит от размеров сечения проката и номинальной длины заготовки. Наиболее отвечающей экономичному расходованию металла является структура допуска с преобладанием отрицательного отклонения или в крайнем случае с равными предельными отклонениями от номинала (симметричный допуск). Односторонние допуски с положительными (плюсовыми) отклонениями следует применять лишь в исключительных, обоснованных технологическим процессом, случаях. Допуски на длину заготовок при резке на ножницах приведены в табл. 42, на прессах в штампах — в табл. 43, а на дисковых пилах, ленточных и ножовочных механических станках — в табл. 44.

42. Допуски на длину заготовок при резке на ножницах
Размеры в мм

Диаметр или сторона квадрата	Допуски (\pm) при длине заготовки			
	До 300	300—600	600—1000	Св. 1000
До 25	До 0,8	0,8—1,0	1,0—1,5	1,5—2
25—40	0,8—1,0	1,0—1,5	1,5—2,0	2—2,5
40—70	1,0—1,5	1,5—2,0	2,0—2,5	2,5—3,0
70—100	1,5—2,0	2,0—2,5	2,5—3,0	3,0—3,5
100—150	2,0—2,5	2,5—3,0	3,0—3,5	3,5—4,0
150—200	2,5—3,0	3,0—3,5	3,5—4,0	4,0—4,5

Примечание. Для более точной резки (например, заготовок, предназначенных для изготовления поковок осадкой в торце) устанавливают меньшие пределы, чем указанные в таблице, причем минусовые отклонения уменьшаются до 50%.

43. Допуски на длину заготовок при резке в штампах на прессах
Размеры в мм

Диаметр или сторона квадрата	Допуск (\pm) при длине заготовки			
	До 300	300—600	600—1000	Св. 1000
До 10	0,5—0,6	0,6—0,7	0,7—0,8	0,8—0,9
10—20	0,6—0,7	0,7—0,8	0,8—0,9	0,9—1,0
20—30	0,7—0,8	0,8—0,9	0,9—1,0	1,0—1,2
30—40	0,8—0,9	0,9—1,0	1,0—1,1	1,2—1,5

44. Допуски на длину заготовок при резке на дисковых пилах, ленточных и ножовочных механических станках
Размеры в мм

Диаметр или сторона квадрата	Допуск (\pm) при длине заготовки			
	До 300	300—600	600—1000	Св. 1000
До 50	0,8	0,8—1,0	1,0—1,3	1,3—1,5
50—70	0,8—1,0	1,0—1,3	1,4—1,5	1,5—1,8
70—100	1,0—1,3	1,3—1,5	1,5—1,8	1,8—2,0
100—130	1,2—1,4	1,4—1,6	1,6—1,9	1,9—2,1
130—160	1,3—1,5	1,5—1,8	1,8—2,0	2,0—2,5

ВЕСОВЫЕ ДОПУСКИ И КОРРЕКТИРОВАНИЕ РАСКРОЯ

Весовые допуски имеют особо важное значение при штамповке в закрытых штампах и точной штамповке. Назначение весовых допусков обусловлено большими отклонениями фактического веса (сечения) горячекатаной стали от номинального (рис. 23). Для

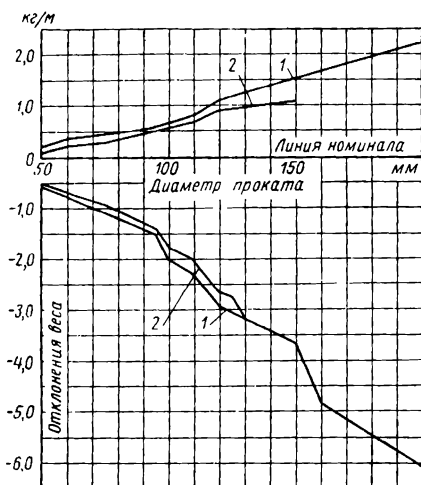


Рис. 23. Предельные отклонения веса горячекатаной стали согласно ГОСТУ 2590—57: 1 — прокат обычной точности; 2 — прокат повышенной точности

того чтобы заготовка соответствовала заданному весу, раскрой корректируют исходя из закона постоянства объема по уравнению

$$l_{кор} = \frac{F_{ном.}}{F_{фак.}} l_{ном.}$$

где $l_{кор}$ — корректируемая длина заготовки в мм; $F_{ном.}$ — номинальное сечение проката в мм²; $F_{фак.}$ — фактическое сечение проката (с учетом отклонения) в мм²; $l_{ном.}$ — номинальная длина заготовки в мм.

Корректирование раскроя с целью получения более точных, в пределах заданного веса, заготовок осуществляют различными способами: аналитически, взвешиванием, автоматически. Аналитический способ дозирования заключается в пересчете длины заготовки, исходя из фактического сечения проката, по приведенной выше формуле. Прокат предварительно обмеряют и производят пересчет длины заготовки. Разрезку выполняют по упору, установленному на корректированную длину, либо по разметке (например, при ломке). Аналитическое корректирование длины заготовки довольно трудоемко. Для ускорения расчетов по корректированию объемных раскroев можно рекомендовать табл. 45, составленную автором для круглых сечений диаметром 49—156 мм с учетом колебаний до десятых долей миллиметра. Корректирование раскроя с помощью табл. 45 производят по формуле

$$l_{кор} = \frac{Q_{заг}}{q_{\Delta}} 1000,$$

где $Q_{заг}$ — номинальный (заданный) вес заготовки в кг; q_{Δ} — вес погонного метра проката с учетом отклонения по диаметру в кг/м.

Пример. Рассчитать корректируемую длину заготовки по следующим данным: номинальный диаметр раскраиваемого проката $d_N = 130$ мм; фактический диаметр проката по обмеру $d_{ф} = 129,2$ мм;

45. Таблица для корректирования объемных раскроев

d в мм	Десятые доли диаметра проката в мм									
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
	Вес 1 м проката в кг									
49	14,802	14,863	14,923	14,984	15,045	15,106	15,167	15,228	15,289	15,351
50	15,413	15,474	15,536	15,598	15,660	15,722	15,785	15,847	15,910	15,972
51	16,035	16,098	16,161	16,224	16,288	16,351	16,415	16,478	16,542	16,606
52	16,670	16,734	16,799	16,863	16,928	16,992	17,057	17,122	17,187	17,252
53	17,317	17,383	17,448	17,514	17,580	17,646	17,712	17,778	17,844	17,911
54	17,977	18,044	18,111	18,177	18,244	18,312	18,379	18,446	18,514	18,581
55	18,649	18,717	18,785	18,853	18,921	18,990	19,058	19,127	19,196	19,264
56	19,333	19,403	19,472	19,541	19,611	19,680	19,750	19,820	19,890	19,960
57	20,030	20,100	20,171	20,241	20,312	20,383	20,454	20,525	20,596	20,668
58	20,739	20,811	20,882	20,954	21,026	21,098	21,170	21,243	21,315	21,388
59	21,460	21,533	21,606	21,679	21,752	21,826	21,899	21,973	22,046	22,120
60	22,194	22,268	22,342	22,416	22,491	22,565	22,640	22,715	22,790	22,865
61	22,940	23,015	23,091	22,166	23,242	23,318	23,393	23,469	23,546	23,622
62	23,698	23,775	23,851	23,928	24,005	24,082	24,159	24,236	24,314	24,391
63	24,469	24,547	24,624	24,702	24,781	24,859	24,937	25,016	25,094	25,173
64	25,252	25,331	25,410	25,489	25,568	25,648	25,728	25,807	25,887	25,967
65	26,047	26,127	26,208	26,288	26,369	26,449	26,530	26,611	26,692	26,773
66	26,855	26,936	27,018	27,099	27,181	27,263	27,345	27,427	27,510	27,592
67	27,675	27,757	27,840	27,923	28,006	28,089	28,173	28,256	28,340	28,423
68	28,507	28,591	28,675	28,759	28,843	28,928	29,012	29,097	29,182	29,267
69	29,352	29,437	29,522	29,607	29,693	29,778	29,864	29,950	30,036	30,122
70	30,209	30,295	30,381	30,468	30,555	30,642	30,729	30,816	30,903	30,990
71	31,078	31,165	31,253	31,341	31,429	31,517	31,605	31,694	31,782	31,871
72	31,959	32,048	32,137	32,226	32,315	32,405	32,494	32,584	32,674	32,763
73	32,853	32,943	33,034	33,124	33,214	33,305	33,396	33,486	33,577	33,668
74	33,760	33,851	33,942	34,034	34,125	34,217	34,309	34,401	34,493	34,586
75	34,678	34,771	34,863	34,956	35,049	35,142	35,235	35,328	35,422	35,515
76	35,609	35,703	35,797	35,891	35,985	36,079	36,174	36,268	36,363	36,457
77	36,552	36,647	36,742	36,838	36,933	37,029	37,124	37,220	37,316	37,412
78	37,508	37,604	37,700	37,797	37,894	37,990	38,087	38,184	38,281	38,378
79	38,476	38,573	38,671	38,769	38,866	38,964	39,062	39,161	39,259	39,357
80	39,456	39,555	39,654	39,752	39,852	39,951	40,050	40,150	40,249	40,349
81	40,449	40,548	40,649	40,749	40,849	40,949	41,050	41,151	41,251	41,352
82	41,453	41,555	41,656	41,757	41,859	41,961	42,062	42,164	42,266	42,368
83	42,471	42,573	42,676	42,778	42,881	42,984	43,087	43,190	43,293	43,397
84	43,500	43,604	43,708	43,812	43,916	44,020	44,124	44,228	44,333	44,437
85	44,542	44,647	44,752	44,857	44,962	45,068	45,173	45,279	45,385	45,490
86	45,596	45,702	45,809	45,915	46,021	46,128	46,235	46,342	46,449	46,556
87	46,663	46,770	46,878	46,985	47,093	47,201	47,309	47,417	47,525	47,633
88	47,742	47,850	47,959	48,068	48,177	48,286	48,395	48,504	48,614	48,723
89	48,833	48,943	49,053	49,163	49,273	49,383	49,494	49,604	49,715	49,826
90	49,937	50,048	50,159	50,270	50,381	50,493	50,605	50,716	50,828	50,940
91	51,052	51,165	51,277	51,390	51,502	51,615	51,728	51,841	51,954	52,067
92	52,181	52,294	52,408	52,521	52,635	52,749	52,863	52,978	53,092	53,206
93	53,321	53,436	53,551	53,666	53,781	53,896	54,011	54,127	54,242	54,358
94	54,474	54,590	54,706	54,822	54,939	55,055	55,172	55,288	55,405	55,522
95	55,639	55,756	55,874	55,991	56,109	56,226	56,344	56,462	56,580	56,698
96	56,817	56,935	57,054	57,172	57,291	57,410	57,529	57,648	57,768	57,887
97	58,006	58,126	58,246	58,366	58,486	58,606	58,726	58,847	58,967	59,088
98	59,209	59,330	59,451	59,572	59,693	59,814	59,936	60,058	60,179	60,301
99	60,423	60,545	60,668	60,790	60,912	61,035	61,158	61,281	61,404	61,527
100	61,650	61,773	61,897	62,020	62,144	62,268	62,392	62,516	62,640	62,765
101	62,889	63,014	63,138	63,263	63,388	63,513	63,639	63,764	63,889	64,015
102	64,141	64,266	64,392	64,519	64,645	64,771	64,897	65,024	65,151	65,278

d в мм	Десятые доли диаметра проката в мм									
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
	Вес 1 м проката в кг									
103	65,404	65,532	65,659	65,786	65,913	66,041	66,169	66,296	66,424	66,552
104	66,681	66,809	66,937	67,066	67,195	67,323	67,452	67,581	67,710	67,840
105	67,969	68,099	68,228	68,358	68,488	68,618	68,748	68,878	69,009	69,139
106	69,270	69,401	69,532	69,663	69,794	69,925	70,056	70,188	70,319	70,451
107	70,583	70,715	70,847	70,979	71,112	71,244	71,377	71,510	71,642	71,775
108	71,909	72,042	72,175	72,309	72,442	72,576	72,710	72,844	72,978	73,112
109	73,246	73,381	73,515	73,650	73,785	73,920	74,055	74,190	74,325	74,461
110	74,597	74,732	74,868	75,004	75,140	75,276	75,412	75,549	75,685	75,822
111	75,959	76,096	76,233	76,370	76,507	76,645	76,782	76,920	77,058	77,196
112	77,334	77,472	77,610	77,749	77,887	78,026	78,165	78,303	78,442	78,582
113	78,721	78,860	79,000	79,139	79,279	79,419	79,559	79,699	79,839	79,980
114	80,120	80,261	80,402	80,543	80,684	80,825	80,966	81,107	81,249	81,390
115	81,532	81,674	81,816	81,958	82,100	82,243	82,385	82,528	82,670	82,813
116	82,956	83,099	83,243	83,386	83,529	83,673	83,817	83,960	84,104	84,248
117	84,393	84,537	84,681	84,826	84,971	85,116	85,260	85,405	85,551	85,696
118	85,841	85,987	86,133	86,278	86,424	86,570	86,717	86,863	87,009	87,156
119	87,303	87,449	87,596	87,743	87,890	88,038	88,185	88,333	88,480	88,628
120	88,776	88,924	89,072	89,220	89,369	89,517	89,666	89,813	89,964	90,113
121	90,262	90,411	90,560	90,710	90,860	91,009	91,159	91,309	91,459	91,609
122	91,760	91,910	92,061	92,212	92,363	92,514	92,665	92,816	92,967	93,119
123	93,270	93,422	93,574	93,726	93,878	94,030	94,182	94,335	94,488	94,640
124	94,793	94,946	95,099	95,252	95,406	95,559	95,713	95,866	96,020	96,174
125	96,328	96,482	96,637	96,791	96,946	97,100	97,255	97,410	97,565	97,720
126	97,876	98,031	98,187	98,342	98,498	98,654	98,810	98,966	99,122	99,279
127	99,435	99,592	99,749	99,906	100,063	100,220	100,377	100,534	100,692	100,850
128	101,007	101,165	101,323	101,481	101,640	101,798	101,957	102,115	102,274	102,433
129	102,592	102,751	102,910	103,069	103,229	103,389	103,548	103,708	103,868	104,028
130	104,189	104,349	104,509	104,670	104,831	104,991	105,152	105,314	105,475	105,636
131	105,798	105,959	106,121	106,283	106,445	106,607	106,769	106,931	107,094	107,256
132	107,419	107,582	107,745	107,908	108,071	108,234	108,398	108,561	108,725	108,889
133	109,053	109,217	109,381	109,545	109,710	109,874	110,039	110,204	110,369	110,534
134	110,699	110,864	111,029	111,195	111,361	111,526	111,692	111,858	112,024	112,191
135	112,357	112,524	112,690	112,857	113,024	113,191	113,358	113,525	113,693	113,860
136	114,028	114,196	114,363	114,531	114,700	114,868	115,036	115,205	115,373	115,542
137	115,711	115,880	116,049	116,218	116,388	116,557	116,727	116,896	117,066	117,236
138	117,406	117,576	117,747	117,917	118,088	118,259	118,429	118,600	118,771	118,943
139	119,114	119,285	119,457	119,629	119,800	119,972	120,145	120,317	120,489	120,661
140	120,834	121,007	121,179	121,352	121,525	121,699	121,872	122,045	122,219	122,393
141	122,566	122,740	122,914	123,088	123,263	123,437	123,612	123,786	123,961	124,136
142	124,311	124,486	124,661	124,837	125,012	125,188	125,364	125,540	125,716	125,892
143	126,068	126,244	126,421	126,598	126,774	126,951	127,128	127,305	127,483	127,660
144	127,837	128,015	128,193	128,371	128,549	128,727	128,905	129,083	129,262	129,440
145	129,619	129,798	129,977	130,156	130,335	130,515	130,694	130,874	131,053	131,233
146	131,413	131,593	131,773	131,954	132,134	132,315	132,495	132,676	132,857	133,038
147	133,219	133,401	133,582	133,764	133,945	134,127	134,309	134,491	134,673	134,856
148	135,038	135,221	135,403	135,586	135,769	135,952	136,135	136,319	136,502	136,686
149	136,869	137,053	137,237	137,421	137,605	137,789	137,974	138,158	138,343	138,528
150	138,713	138,898	139,083	139,268	139,453	139,639	139,824	140,010	140,196	140,382
151	140,568	140,754	140,941	141,127	141,314	141,501	141,687	141,874	142,062	142,249
152	142,436	142,624	142,811	142,999	143,187	143,375	143,563	143,751	143,939	144,128
153	144,316	144,505	144,694	144,883	145,072	145,261	145,451	145,640	145,830	146,019
154	146,209	146,399	146,589	146,779	146,970	147,160	147,351	147,541	147,732	147,923
155	148,114	148,305	148,497	148,688	148,880	149,071	149,263	149,455	149,647	149,839
156	150,031	150,224	150,416	150,609	150,802	150,995	151,188	151,381	151,574	151,768

номинальная длина заготовки $l_n = 250$ мм;
 номинальный вес заготовки $Q_{заг} = 26,05$ кг.
 По аналитическому расчету получим

$$l_{кор} = \frac{\frac{\pi d_n^2}{4}}{\frac{\pi d_{ф}^2}{4}} l_n = \frac{13\ 273}{13\ 114} 250 = 253 \text{ мм.}$$

Согласно табл. 47 для $d_{ф} = 129,2$ вес 1 м проката $q_d = 102,910$ кг. Корректированную длину заготовки получим из соотношения

$$l_{кор} = \frac{26,05}{102,91} 1000 = 253 \text{ мм.}$$

Аналитический метод корректирования раскроя применяют в единичном и мелкосерийном производстве. В крупносерийном производстве корректирование длины производят обычно взвешиванием первой заготовки, отрезанной по упору, установленному исходя из номинальной длины. В зависимости от показаний весов регулируют упор. Ввиду того, что даже в пределах одной партии проката возможны различные отклонения по диаметру, взвешивание периодически повторяют в процессе резки.

Корректирование длины заготовки методом периодического ручного взвешивания сопряжено с паузами режущего оборудования, что вызывает снижение производительности. Кроме того, процесс взвешивания (особенно крупных заготовок) довольно трудоемок. В последнее время созданы установки, обеспечивающие автоматическое дозирование в зависимости от фактических отклонений проката по сечению [1], [8], [13], [15]. Для повышения точности заготовок применяют также сортировку проката по сечению, волочение (калибровку) металла перед резкой его на заготовки, фрезерование торцов заготовок и другие способы.

ОТХОДЫ ПРИ РЕЗКЕ И РАСКРОЙНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТАЛЛА

Расчет отходов

Отходы, образующиеся при резке (раскрое) металла на заготовки, называются заготовительными (раскройными).

К ним относятся торцовые обрезки, прорезка, некратности и опорные концы.

Торцовые обрезки. Длина торцового обрезка зависит от размеров сечения металла и при резке на ножницах обычно составляет $l_{обр} = (0,3-0,5) a$, где a — высота сечения (сторона квадрата, диаметр круга). Недостаточная длина торцового обрезка может вызывать раскалывание торца. В целях экономии металла за счет уменьшения потерь от торцовых обрезков на ряде предприятий при резке проката диаметром более 50 мм дефектные концы (с заусенцами) не удаляют, а отрезают полномерные заготовки и затем в необходимых случаях, предусмотренных технологическим процессом, торец зачищают на наждачном станке. Иногда для снятия металлургического заусенца с заготовок применяют специальные станки, на которых заготовка зажимается пневматическим зажимом и суппортом подается к вращающейся резцовой головке, снимающей заусенец.

Прорезка. Расходы на прорезку определяются толщиной пильного диска или шириной реза.

Некратность. Для немерного проката рассчитать некратность заранее (до поступления металла) невозможно, так как неизвестна фактическая длина. При расчете раскроя немерного проката исходят из того, что наименьшая возможная длина некратности в пределе стремится к нулю, а наибольшая — к длине заготовки. Средневероятная (расчетная) длина некратности поэтому определяется по формуле

$$l_p = \frac{0 + l}{2} = 0,5l.$$

Исходная длина проката интервальных¹ (торговых) размеров колеблется в пределах, регламентируемых стандартами. В каждой партии поставляемого проката, кроме предельных

¹ По заказу нормальной (торговой) длины поставляется прокат, длина которого колеблется в некотором интервале, ограничиваемом ГОСТом, и поэтому такую форму заказа в дальнейшем называем интервальной.

длин — наибольшей $L_{п. б}$ и наименьшей $L_{п. м}$, допускается согласно ГОСТу часть укороченных (маломерных) штанг длиной меньше $L_{п. м}$, но не короче $L_{ук}$. Суммарный вес укороченных штанг может доходить до опре-

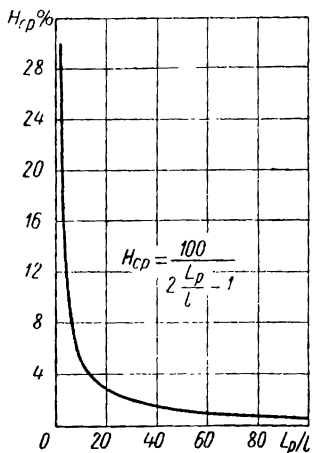


Рис. 24. Изменение средневоятных потерь по некратности в зависимости от величины L_p/l

деленного процента Π веса всей партии металла (табл. 46). Расчетную длину интервального проката определяют по формуле

$$L_p = \frac{L_{п. б} + L_{п. м}}{2 + K},$$

где K — коэффициент, учитывающий влияние укороченных штанг, допускаемых в каждой партии:

$$K = \frac{\Pi L_{п. б} - L_{ук}}{100 L_{п. м} + L_{ук}}.$$

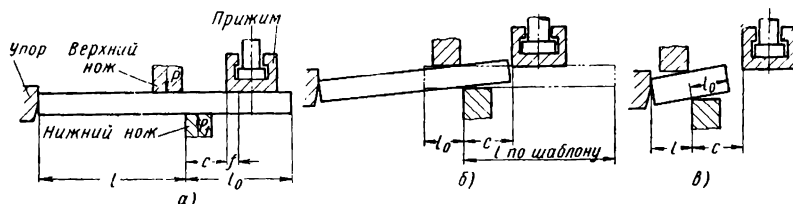


Рис. 25. Схема характерных случаев расположения остатка при резке на ножницах

Значение L_p вполне допустимо для практических расчетов округлять. Значения K и L_p , а также округленные (унифицированные) длины, обозначенные через $L_{p. у}$, приведены в табл. 46.

Изменение средневоятных отходов по некратности $H_{ср}$ в зависимости от величины отношения $\frac{L_p}{l}$ характеризуется кривой, изображенной на рис. 24. Отходы начинают резко возрастать при $\frac{L_p}{l} < 10$.

Опорные (зажимные) концы. Возможность и условия отделения последней заготовки от остатка материала при резке на ножницах определяют длиной заготовки l , длиной остатка l_0 и опорной базой с ножниц c (рис. 25). Для возможности осуществления прижима необходимо, чтобы остаток прутка был больше опорной базы c на некоторую величину j . Практически возможны следующие соотношения между l , l_0 и c :

$$l > c; \quad l_0 > c;$$

$$l > c; \quad l_0 < c;$$

$$l < c; \quad l_0 < c.$$

В первом случае (рис. 25, а) последняя заготовка отделяется от остатка обычным способом — установкой на требуемую длину l по упору; остаток l_0 является некратностью и дополнительной потери металла на опорный конец не будет.

При $l > c$ и $l_0 < c$ резку обычным способом производить нельзя (рис. 25, б). В данном случае пруток

46. Расчетные длины для некоторых видов интервального металлопроката, применяемого в кузнечных цехах

ГОСТ	Прокат	Данные согласно ГОСТу				K	Длина в м	
		$L_{п. б}$	$L_{п. ж}$	$L_{ук}$	P %		L_p	$L_{p. y}$
		в м						
4692—57	Квадратная обжатая сталь (блумсы) обыкновенного качества при стороне квадрата в мм: до 200 210—250 260—450	6,0 4,0 4,0	2,0 1,5 1,0	1,0 1,0 —	10 10 —	0,167 0,120 0,000	3,692 2,594 2,500	3,5 2,5 2,5
	Блумсы из качественной стали всех размеров	4,0	1,0	—	—	0,000	2,500	2,5
4693—57	Квадратная заготовка обыкновенного качества при стороне квадрата в мм: 40—100 105—150 св. 150	9,0 8,0 6,0	3,0 2,0 2,0	1,0 1,0 1,0	10 10 10	0,200 0,233 0,167	5,454 4,478 3,692	5,5 4,5 3,5
	Заготовки из качественной стали всех размеров	6,0	1,0	—	—	0,000	3,500	3,5
2590—57 2591—57	Горячекатаная сталь обыкновенного качества круглая (квадратная) при диаметре или стороне квадрата в мм: до 25 26—50 53—110 св. 110	10,0 9,0 7,0 6,0	5,0 4,0 4,0 3,0	2,5 2,5 2,5 2,5	10 10 10 10	0,100 0,100 0,069 0,064	7,143 6,190 5,317 4,360	7,0 6,0 5,5 4,5
	Горячекатаная качественная конструкционная сталь всех размеров	6,0	2,0	1,5	10	0,129	3,758	3,75
801—60	Шарикоподшипниковая сталь горячекатаная диаметром или толщиной в мм: до 65 70 и более	4,0 3,5	2,8 2,0	2,0 —	10 —	0,042 0,000	3,330 2,750	3,5 2,75
103—57	Полосовая сталь при весе 1 м в кг: до 19 19—60 св. 60	9,0 7,0 5,0	3,0 3,0 3,0	2,0 2,0 2,0	10 10 10	0,140 0,100 0,060	5,607 4,762 3,883	5,5 5,0 4,0
7419—55	Полосовая рессорно-пружинная сталь всех размеров	6,0	2,0	1,0	10	0,167	3,692	3,75
7417—57 8559—57 8560—57	Калиброванная сталь круглая, квадратная, шестигранная всех размеров	6,0	2,5	1,5	10	0,113	4,023	4,0

поворачивают другим концом, а длину отрезаемой заготовки фиксируют при помощи шаблона. Следует заметить, что резка последней заготовки с поворотом для крупных профилей в крупносерийном и массовом производстве исключается, так как операция сопряжена с дополнительной затратой времени, вызывающей снижение производительности. Целесообразнее применять многоступенчатые упоры, которые позволяют производить резку заготовок различной длины.

Если же $l < c$ и $l_0 < c$ (рис. 25, в), отделение последней заготовки на ножницах не производят. В этом случае остаток складывается из длины заготовки l и остатка l_0 . Очевидно, что

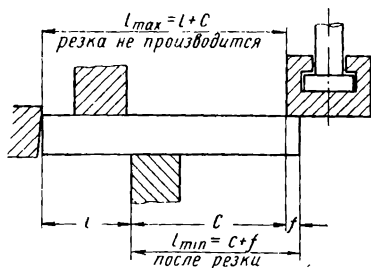


Рис. 26. Возможные остатки при $l < c$

при $l < c$ наибольшая возможная длина остатка (рис. 26)

$$l_{\max} = l + c.$$

Возможная наименьшая длина остатка для этого случая выражается величиной (рис. 26)

$$l_{\min} = c - f.$$

Средняя вероятная длина остатка l_{cp} для третьего случая определится из равенства

$$l_{cp} = \frac{l_{\max} + l_{\min}}{2} = c + \frac{l}{2} + \frac{f}{2}$$

или

$$l_{cp} = i_0 + \frac{l}{2},$$

где

$$i_0 = c + \frac{f}{2}.$$

Как указано выше, величина $\frac{l}{2}$ представляет собой расчетную длину некратности. Величина i_0 — минимальная длина опорного (зажимного конца). Таким образом, в первых двух случаях раскройный отход состоит из некратности, а в третьем из некратности и длины опорного конца.

Величина f должна быть достаточной для создания надежного контакта при уравнивании опрокидывающего момента (обычно не менее 10—20 мм). Для ножниц с нормальной опорной базой величина c составляет 70—110 мм. Этими величинами характеризуются отходы от опорных концов. Для уменьшения опорных баз применяют консольные прижимы и другие уравнивающие устройства.

Потери металла в результате положительных отклонений горячекатаного сортового металла от номинальных размеров складывается из потерь по сечению и длине. В технологических расчетах их учитывают лишь в тех случаях, когда исходный прокат имеет исключительно односторонний положительный допуск. Средневероятные потери по сечению, принятые равными половине максимальных, составят приблизительно

$$n_{cp./сеч} = 100 \frac{g}{a_n} \%,$$

где g — предельное положительное отклонение по сечению в мм; a_n — сторона квадрата или диаметр круга (номинальный размер) в мм. Средневероятные потери по длине заготовок $n_{cp./дл}$ в этом случае определяют по формуле

$$n_{cp./дл} = 50 \frac{\delta}{l} \%,$$

где δ — предельное положительное отклонение по длине заготовки в мм; l — номинальная длина заготовки в мм. Выбор рациональных допусков на операцию раскройки (см. выше) и корректирование длины заготовки по фактическому сечению проката (применение весовых допусков вместо линейных), например для случаев штамповки в закрытых штампах) позволяет значительно уменьшить потери по положительным отклонениям.

Раскройный коэффициент использования металла интервальных длин

Раскройным (заготовительным) коэффициентом использования металла η_3 называют отношение полезной части раскраиваемого прутка или полосы к полной (исходной) его величине. Так, для линейных раскroев отношение имеет вид

$$\eta_3 = \frac{L_n}{L_{p. y}}$$

Полезную длину прутка L_n определяют из равенства

$$L_n = L_{p. y} - \sum_{\lambda. n}$$

где $\sum_{\lambda. n}$ — сумма абсолютных линейных потерь металла при резке; $L_{p. y}$ — унифицированная расчетная длина согласно табл. 46. Норму N расхода металла на поковку в зависимости от веса заготовки Q_3 или веса раскраиваемого прутка Q_{np} находят по одной из следующих формул:

$$N = \frac{Q_3}{\eta_3}; \quad N = \frac{Q_{np}}{n};$$

$$N = k_p Q_3; \quad N = Q_3 + \sum \frac{Q'}{n}$$

Вес прутка рассчитывают по формуле

$$Q_{np} = \frac{q L_{p. y}}{1000},$$

где q — вес 1 м в кг.

Количество заготовок из прутка определяют из соотношения

$$n = \frac{L_{p. y} - \sum_{\lambda. n}}{l},$$

где l — длина заготовки на одну деталь.

Расходный коэффициент k_p вычисляют по формуле

$$k_p = \frac{L_{p. y}}{L_{p. y} - \sum_{\lambda. n}}$$

Суммарные отходы на каждый прутки получают из уравнения

$$\sum Q' = \frac{q \sum_{\lambda. n}}{1000}$$

Пример. Определить заготовительный коэффициент использования металла и норму расхода металла на поковку по следующим данным: поковку изготовляют из горячекатаной качественной стали марки 35, диаметр заготовки $d = 50$ мм, длина отреза (заготовка на 2 поковки) $l = 260$ мм. Резка на ножницах с опорной базой $s = 100$ мм. В связи с высадкой на горизонтально-ковочной машине предусмотрена отрезка конца с торцовым заусенцем.

Согласно табл. 46, для горячекатаной качественной конструкционной стали

$$L_{p. y} = 3750 \text{ мм.}$$

Длина торцового обрезка

$$l_{обр} = (0,3 \div 0,5) d.$$

Принимая для рассматриваемого примера коэффициент 0,4, имеем

$$l_{обр} = 0,4 \cdot 50 = 20 \text{ мм.}$$

Некратность составит

$$l_p = \frac{260}{2 \cdot 2} = 65 \text{ мм (отрез на две поковки).}$$

Ввиду того, что длина заготовки на одну поковку больше опорной базы ножниц $\left(\frac{260}{2} > 100\right)$, а расчетная длина некратности меньше опорной базы ($65 < 100$), последняя заготовка может быть отделена от остатка с поворотом прутка (2-й случай, см. рис. 23, б) и поэтому потеря от опорных концов не будет (возможна лишь дополнительная операция на разрезку концов).

Полезная часть прутка

$$L_n = L_{p. y} - \sum_{\lambda. n} = 3750 - (20 + 65) = 3665 \text{ мм.}$$

Заготовительный коэффициент использования металла

$$\eta_3 = \frac{3665}{3750} = 0,977.$$

Для определения нормы расхода металла N сделаем предварительные подсчеты.

Теоретический вес 1 м прутка (для $d = 50$ мм) $q = 15,41$ кг. Вес заготовки на деталь

$$Q_3 = \frac{15,41 \cdot 130}{1000} = 2,0 \text{ кг.}$$

Вес прутка составит

$$Q_{np} = \frac{15,41 \cdot 3750}{1000} = 57,788 \text{ кг.}$$

Количество заготовок (деталей) из прутка (расчетное)

$$n = \frac{3750 - 85}{260/2} = 28,192.$$

Расходный коэффициент составит $k_p = \frac{3750}{3750 - 85} = 1,023$.

Суммарный вес отходов от прутка

$$\sum Q' = \frac{15,41 \cdot 85}{1000} = 1,310 \text{ кг.}$$

Таким образом, норма расхода по каждой из приведенных выше формул соответственно составит:

$$N = \frac{2}{0,977} = 2,05 \text{ кг.}$$

$$N = \frac{57,788}{28,192} = 2,05 \text{ кг.}$$

$$N = 1,023 \cdot 2 = 2,05 \text{ кг.}$$

$$N = 2 + \frac{1,310}{28,192} = 2,05 \text{ кг.}$$

Выбор наимыгоднейшей формы заказа и использование отходов [16], [17], [18]

Повышение заготовительного коэффициента использования металла достигается в основном за счет выбора

мых заказчиком, металлопрокат поставляется интервальной (нормальной, немерной) длины, кратной длины, мерной длины, мерной длины с остатками (сравнительно редко применяемые другие формы заказа здесь не рассматриваются). Когда данный типоразмер металла применяют для изготовления лишь одной какой-либо поковки, выбор наимыгоднейшего варианта заказа может быть произведен при помощи диаграммы (рис. 27). Относительные затраты средств потребителя на металл A_u в зависимости от группы проката интервальной длины (или расчетной $L_{p.y}$) выражаются уравнением

$$A_u = 100 \left[1 + \frac{l(1 - \beta)}{2\alpha L_{p.y} - l} \right],$$

где l — длина заготовки; β — коэффи-

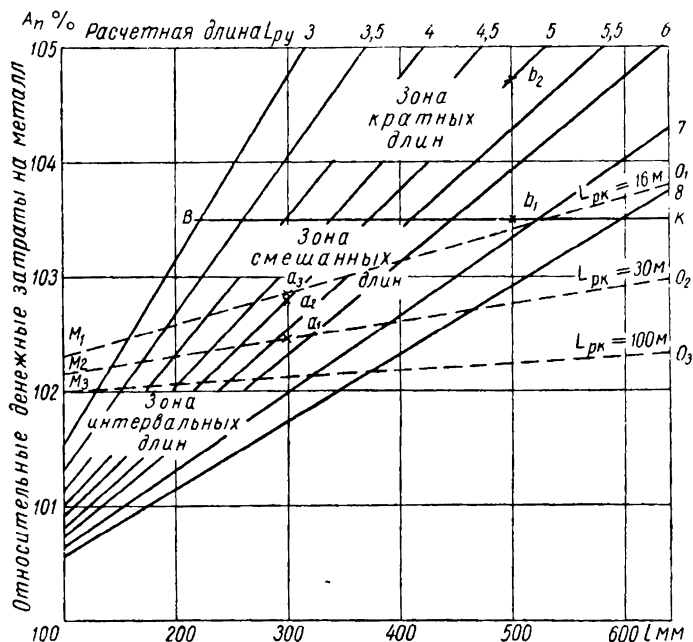


Рис. 27. Диаграмма для выбора формы заказа металлопроката

наимыгоднейшей формы заказа металла и максимального использования отходов. Применяются различные формы (варианты) заказа металлопроката. В зависимости от условий, оговаривае-

дент уценки отходов (отношение цены отхода к цене проката); α — коэффициент, учитывающий отклонение фактической длины проката от расчетной (при построении диаграммы принято

ориентировочно $\alpha = 1$); $L_{p.y}$ — расчетная (унифицированная) длина проката.

Диаграмма построена для следующих девяти расчетных длин проката: 3; 3,5; 4; 4,5; 5; 5,5; 6; 7 и 8 м, которые охватывают почти все позиции, включенные в табл. 46. С учетом затрат на обработку (уборку, сортировку) и транспортирование отходов, а также измененные цены на металл, коэффициент β принят в среднем равным 0,1. Каждой расчетной длине $L_{p.y}$ соответствует на диаграмме луч, например: 3; 3,5 м и т. д.

Прямая BK соответствует уровню относительных затрат средств потребителем на кратный металл (приплата к оптовой цене, согласно прейскуранту, вводимому с 1967 г. — 3 и 0,5% потерь от положительных отклонений по длине проката).

Относительные затраты средств потребителем на металл мерной длины с остатками зависят не только от уровня приплата к оптовой цене (1,5% — согласно прейскуранту, вводимому с 1967 г.), но и от длины раската, раскраиваемого металлопроизводителем. Длина раската в зависимости от исходных размеров металлургической заготовки и конечного сечения готового профиля колеблется в широких пределах (примерно 10—120 м). Чем длиннее раскат, раскраиваемый на металлургическом заводе, тем меньше удельный объем немерных концов, отгружаемых вместе с мерным металлом потребителю. Ориентировочные средние длины раскатов для проката круглого сечения, применяемые на ряде металлургических заводов, даны в табл. 47.

Относительные затраты денежных средств потребителем на металл мерной длины с остатками при уровне

приплата к оптовой цене 1,5% можно рассчитать по формуле

$$A_{м.о} = \frac{102L_{p.к} \cdot \kappa - 5l}{L_{p.к} - 0,5l},$$

где $L_{p.к}$ — длина раската, раскраиваемого металлопроизводителем на заказанные длины штанг; l — длина заготовки.

Пунктирные линии M_1O_1 , M_2O_2 и M_3O_3 показывают уровень денежных затрат на металл мерной длины с остатками соответственно для длин раската 16; 30 и 100 м. Поле диаграммы разделено линиями на отдельные зоны, которым соответствуют определенные варианты заказа металлопроката. Ниже линии M_3O_3 (для раската длиной 100 м) расположена зона интервального (нормального) металлопроката. Между линиями M_3O_3 и BK расположена зона смешанных длин (интервальной и мерной с остатками). Выше линии BK находится зона кратных длин. Зона мерного проката отдельно не показана, так как мерный прокат заказывают в исключительных случаях, диктуемых производственными или иными условиями (например, ограниченными габаритами рабочего места), а также, когда длина заготовки больше предусмотренного прейскурантами максимального крата. Максимальным кратом называется предельно допустимая длина для данного вида металла, крато которой поставляется прокат. Если оговоренная в заказе длина выходит за пределы максимального крата, приплата взимается как за мерную длину (т. е. не 3%, а 6% — согласно прейскуранту, вводимому с 1967 г.). Величины максимальных кратов для всех видов металлопроката, согласно прейскурантам, вводимым с 1967 г., не должны превышать $\frac{1}{3} L_{п.б}$. Так,

47. Ориентировочные длины раскатов, раскраиваемых металлопроизводителем на штанги, в зависимости от сечения проката

Диаметр или сторона квадрата в мм	До 42	42—50	50—60	60—70	70—80	80—90	90—100	100—120
Длина раската в м	60—50	50—40	40—30	30—25	25—20	20—18	18—16	16—14

для горячекатаной качественной стали $L_{п.б} = 6$ м (см. табл. 46). Максимально допустимый крат для заказа этой стали составляет $\frac{6}{3} = 2$ м.

В случае заказа кратно, например, 2,5 м металлопроизводитель будет взимать с заказчика приплату не как за кратный металл (3%), а как за мерный (6%). Ниже приведены примеры пользования диаграммой для выбора выгодного варианта заказа некоторых видов металлопроката, имеющих применение в кузнечных цехах.

1. Для полосовой стали, 1 м которой весит 19—60 кг, при $L_{р.у} = 5$ м (см. табл. 46) и длине заготовки 300 мм относительные затраты на металл интервальной длины определяются точкой $a_2 = 102,8\%$. Как видно из диаграммы,

$$a_3 > a_2,$$

следовательно, при длине раската, близкой к 16 м, выгодно заказывать металл интервальной длины, а при длине раската, приближающейся к 30 м и более, — мерной длины с остатками ($a_1 < a_2$).

2. Для стали того же веса и длине заготовки 500 мм относительные денежные затраты на металл интервальной длины определяются точкой $b_2 = 104,7\%$, а кратной длины точкой $b_1 = 103,5\%$. Так как $b_1 < b_2$, потребителю следует заказать кратный металл (точка b_2 находится в зоне кратных длин). При пользовании диаграммой следует учитывать, что металл мерной длины с остатками, как правило, выгодно применять при условии использования некратностей от немерных концов, поступающих вместе с мерным металлом. Если один типоразмер металла применяют для изготовления группы деталей (двух и более), вопрос о выборе варианта заказа решается также с учетом возможности максимального использования отходов — некратностей.

В тех случаях, когда возможно использовать отходы, получаемые при резке, на изготовление мелких деталей, зачастую выгодно заказывать прокат интервальной длины, поставляемый без дополнительных приплат. Возможности использования отходов значительно

расширяются при изготовлении группы деталей из проката одного типоразмера, т. е. когда марка, профиль и размеры сечения одинаковы, а длины заготовок разные. Показателем экономичности раскроя проката интервальной длины является групповой заготовительный коэффициент использования металла $\eta_{г.з}$, подсчитываемый по формуле

$$\eta_{г.з} = \frac{Q_{г.з}}{Q_{г.н}},$$

где $Q_{г.з}$ — вес комплекта заготовок группы деталей, получаемых из металла данного типоразмера, в кг; $Q_{г.н}$ — норма расхода металла на комплект заготовок данной группы в кг.

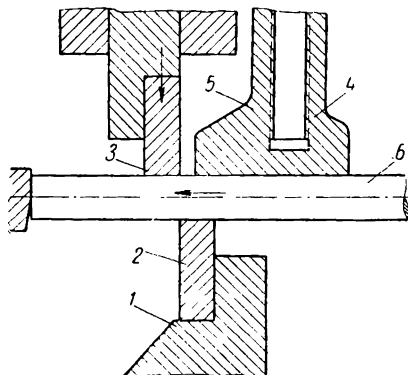


Рис. 28. Схема резки с консольным прижимом: 1 — опора нижнего ножа; 2 — нижний нож; 3 — верхний нож; 4 — консольный прижим; 5 — прут

Величина $Q_{г.н}$ представляет собой сумму норм расхода металла на детали, входящие в комплект данной группы, за вычетом части металла, покрываемой отходами.

Заготовительный коэффициент использования металла можно повысить в значительной степени за счет своевременной уборки и хранения отходов в бункерах по маркам и профилям, а также обработки их на пилах в тех случаях, когда обрезка концов на ножницах невозможна.

Применение при резке на ножницах прижимов консольного типа (рис. 28) и специальных прижимных приспособ-

лений (рис. 29) позволяет значительно повысить раскройный коэффициент использования металла за счет уменьшения потерь от зажимных концов. Снижению потерь металла способ-

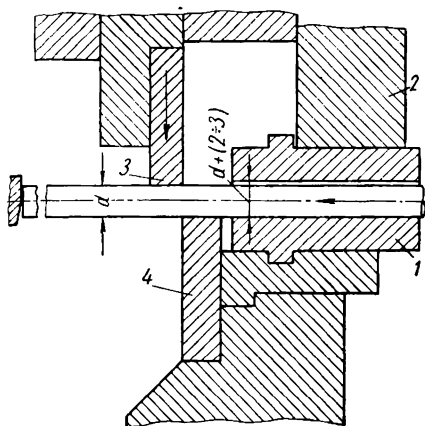


Рис. 29. Схема резки проката диаметром до 70 мм с уравновешивающей направляющей втулкой: 1 — уравновешивающая втулка; 2 — прижим; 3 — верхний нож; 4 — нижний нож

ствует также протяжка отходов под молотами и прокатка их на специально установленных станах.

МЕХАНИЗАЦИЯ РЕЗКИ НА НОЖНИЦАХ И ПИЛАХ

Операцию резки на ножницах можно расчленить на следующие отдельные приемы:

- 1) подача партии металла к режущему агрегату;
- 2) обработка (резка) исходного металла;
- 3) уборка заготовок и отходов.

Подача металла к режущему агрегату (ножницам, пиле и т. д.) в большинстве случаев осуществляется кранами. При резке с подогревом металл предварительно пропускают через печь. Способы загрузки подогревательной печи и выдачи из нее металла для резки зависят от конструкции агрегата и степени его механизации. Подогревательные печи закрытого типа (со сводом) снабжаются толкателями для продвижения металла по поду и подачи на

рольганг, обслуживающий ножницы. При резке проката мелких профилей применяют неприводные рольганги, при резке средних и крупных профилей — приводные (рис. 30). Механизация уборки заготовок достигается при помощи транспортеров, скатов и пр. Общий вид ножниц, оборудованных пластинчатым транспортером для уборки заготовок, показан на рис. 31. Вспомогательным механизмам (рольгангу и транспортеру) передается движение от привода ножниц. Тара с заготовками удаляется из приямка мостовым краном.

Простейший вариант механизации подачи заготовок в тару изображен на рис. 32. Для того, чтобы придать скату достаточный угол и обеспечить продвижение заготовки в тару под действием собственного веса, ножницы монтируют на железобетонной площадке выше уровня пола примерно на 1 м.

Это особенно удобно при резке мелких заготовок.

В последнее время в кузнечно-заготовительные цехи внедрены агрегаты с программным управлением, выпол-

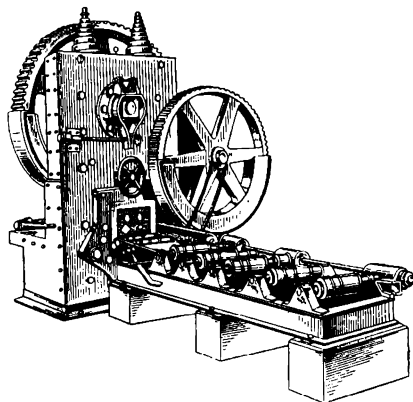


Рис. 30. Общий вид ножниц с приводным рольгангом

няющие автоматически следующие функции:

- 1) замер длины штанги и выбор оптимального раскроя (с минимальным отходом) для заданной группы деталей;
- 2) подача штанг до упора, резка, удаление нарезанных заготовок с сортировкой их по длине;

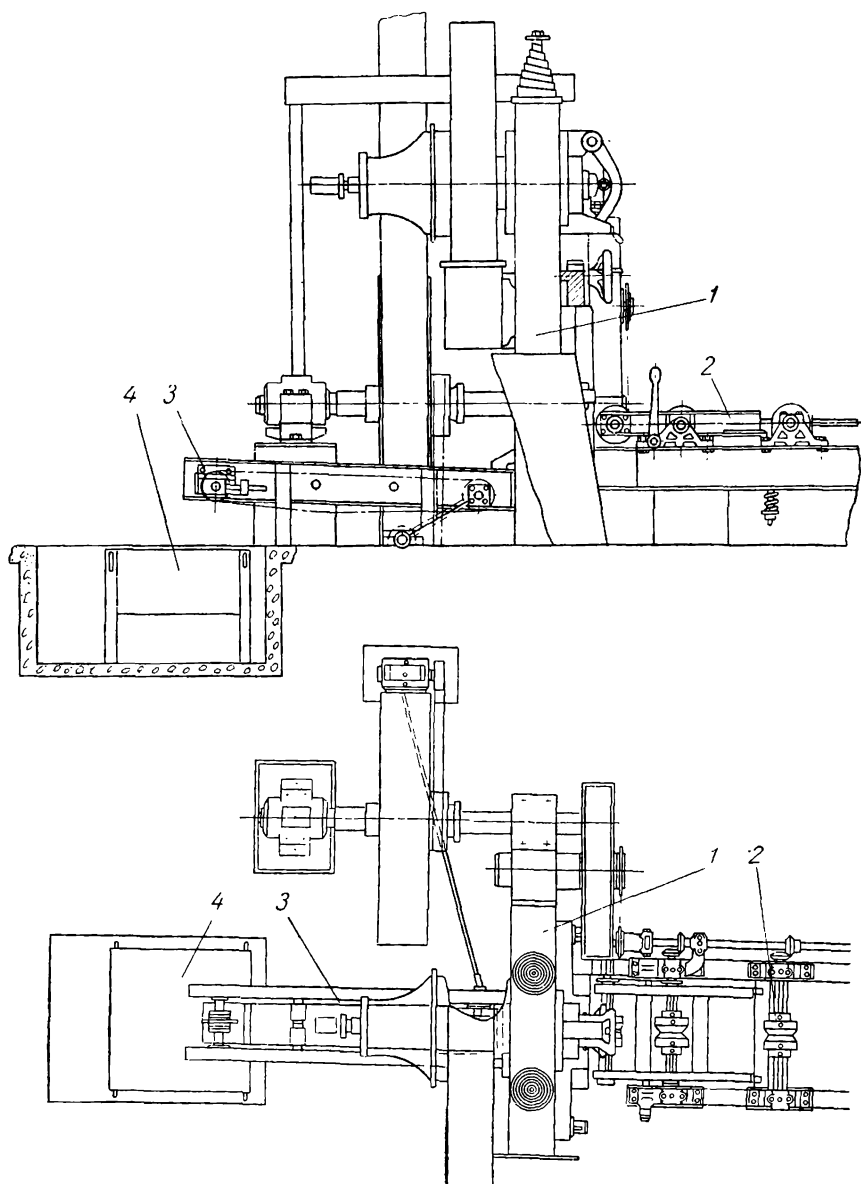


Рис. 31. Ножницы с транспортером: 1 — ножницы; 2 — ролик; 3 — транспортер; 4 — тара для заготовок

3) количественный учет нарезаемых заготовок.

Скат-рольганг для сбрасывания в тару крупных заготовок при резке на пилах показан на рис. 33. Отрезанная

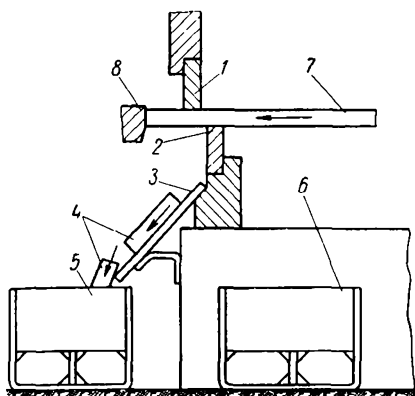


Рис. 32. Схема уборки заготовок в тару: 1 — верхний нож; 2 — нижний нож; 3 — скат; 4 — заготовки; 5 — тара для заготовок; 6 — тара для остатков; 7 — штанга; 8 — упор

пилы 9 заготовка 1 с рольганга 2 по падает на поворачивающуюся площадку 3 наклонного стола 4, которая опирается на кулачки 5, насаженные на

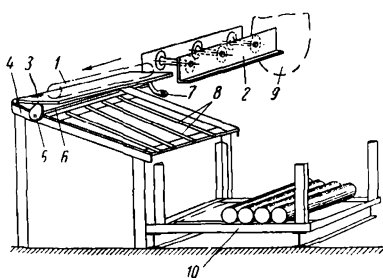


Рис. 33. Скат-рольганг для спуска в тару отрезаемых на пиле заготовок

валик 6. При нажиме на рычаг 7 вместе с валиком поворачиваются кулачки 5, вследствие чего площадка 3 наклоняется, заготовка 1 при этом спускается на решетку 8 и далее падает в тару 10.

ОСНОВЫ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

При резке на механическом оборудовании вращающиеся детали оборудования (шестерни, маховики и пр.) необходимо изолировать ограждениями. Со стороны упора ножницы следует снабжать предохранительным щитом, ограждающим отбрасываемые заготовки при резке. Механизм включения оборудования должен обеспечивать автоматическое выключение режущего инструмента после каждого рабочего хода. Резка непрерывными ходами (на самоходе) допускается при механизированном способе уборки заготовок в тару. При ножном включении оборудования пусковая педаль должна быть ограждена для предотвращения возможных случайных включений.

Запрещается резка заготовок без предварительного зажима металла. Подачу металла до упора при резке с подогревом следует автоматизировать. Проталкивание остатков штанги до упора при резке последней заготовки надо производить ломиком или последующей штангой, но не руками. Не допускается работа на ножах с трещинами, затупленными или выкрошенными кромками и на неисправном оборудовании. Пильный диск отрезного станка надо ограждать кожухом. С рабочей стороны пильного диска устанавливаются щиток, ограничивающий движение отлетающей стружки. Для защиты глаз от стружки применяют защитные очки. Нормы техники безопасности для кислородной резки приведены в постановлениях Наркомтруда СССР № 113 от 29 июля 1933 г., № 53 от 9 мая 1933 г. и в «Правилах устройства, содержания и освидетельствования баллонов для сжатых, сжиженных и растворимых газов» Главной инспекции Котлонадзора МЭС СССР, утвержденных 3 октября 1949 г. Правилами, в частности, запрещается:

1) производить резку в непосредственной близости от огнеопасных и легковоспламеняющихся материалов (бензин, керосин, пакля и пр.);

2) работать при наличии утечки в соединениях коммуникаций горючего и кислорода;

3) устанавливать баллоны со сжатыми газами около печей, отопительных приборов и других источников тепла;

4) работать без очков с темными стеклами;

5) производить резку без рукавиц и в неисправной спецодежде.

Обязательным условием безопасности труда при всех способах резки являются чистота и порядок на рабочем месте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бирюков В. И. Возможность повышения качества торцов заготовок при резки на ножницах. Сб. ЭНИКМАШ № 7. Новое в технологии кузнечно-штамповочного производства.
2. ВНИИАвтоген. Машины для кислородной резки, вып. 1 М., Госхимиздат, 1953.
3. Главкислород. Использование газов заменителей ацетилена при кислородной резке металла. М., Госхимиздат, 1952.
4. Глизианенко Д. Л., Евсеев Г. Б. Газовая сварка и резка металлов. М., Машгиз, 1954.
5. Гусьяницкий Ф. Л., Попова И. Н. Газорезательный автомат МДФС и работа на нем М., Судремгиз, 1957.
6. Захаров Б. П. Электрические методы обработки металлов. М., Машгиз, 1952.
7. Кармацкий Ю. И. Гидравлический пресс-автомат для ломки круглого металлопроката, «Кузнечно-штамповочное производство», 1963, № 7.
8. Кислый П. Е. О точной резке и весовом дозировании заготовок из сортового проката. Сб. ЭНИКМАШ № 12, Прогрессивная технология обработки металлов давлением. М., НИИМАШ, 1965.
9. Клебанов Н. Н. Технология газовой сварки и резки металлов. М., Машгиз, 1947.
10. Ключников С. И., Мансуров А. М. Механизация в кузнечных цехах. М., Машгиз, 1954.
11. Ланшов С. В. Зачистка металла огнем резаком, «Сталь», 1954, № 2.
12. Мадорский Л. М. Отрезной токарно-операционный станок О-100. М., Машгиз, 1943.
13. Мещерин В. Т., Ланской Е. И., Покровский В. Б. Объемное дозирование заготовок под штамповку бесконтактными устройствами. Сб. Использование радиоактивных изотопов в кузнечно-штамповочном производстве. М., Машгиз, 1962.
14. Оргтяжпром. Нормативы для нормирования работ на отрезных станках, 1941.
15. Покровский В. Б. Дозирование заготовок под штамповку весовым методом. Сб. — «Исследование некоторых вопросов технологии, оборудования и автоматизации штамповки». М., Машгиз, 1964.
16. Раскинд В. Л. Выбор рациональной исходной длины сортового проката для штамповки. «Вестник машиностроения», 1954, № 3.
17. Раскинд В. Л. Методика расчета раскроя металлопроката мерной длины с остатками, «Кузнечно-штамповочное производство», 1960, № 3.
18. Раскинд В. Л. О стимулировании применения прогрессивных форм заката металлопроката в кузнечном производстве, «Кузнечно-штамповочное производство», 1960, № 6.
19. Ринский Я. Д. Автоматизация газовой резки. М., Машгиз, 1951.
20. Хренов К. К. Сварка, пайка и резка металлов. М., Машгиз, 1952.
21. Четыркин П. Р. Анодно-механическая резка металлов. М., Машгиз, 1952.
22. Шуралев М. В. Методы зачистки переломных дефектов металла. М. Металлургияиздат, 1949.
23. Энциклопедический справочник «Машиностроение», т. 8, М., Машгиз, 1948.

ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ КОВКИ И ШТАМПОВКИ

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ИНТЕРВАЛ КОВКИ И ШТАМПОВКИ

Температурный интервалковки и штамповки устанавливается на основании следующих данных:

а) диаграммы состояния сплава (определение по диаграмме рис. 1 температур, при которых сплав имеет однородную структуру);

б) комплекса лабораторных испытаний, связанных с определением свойств металла при повышенных и высоких температурах, с последующей проверкой результатов этих испытаний в производственных условиях (табл. 1);

в) изучения зависимости строения металла от времени пребывания его при повышенных и высоких температурах (величина зерна, склонность к перегреву, пережогу и обезуглероживанию и т. д., см. табл. 1).

Рекомендуемые интервалы температурковки и штамповки углеродистых, легированных и инструментальных сталей приведены в табл. 2—4.

Повышенная температура началаковки может привести к перегреву и пережогу металла.

Уменьшенная температура повышает затраты энергии и трудоемкость производства поковок, а также может привести к образованию внутренних трещин.

Несоблюдение температуры концаковки приводит к образованию круп-

нозернистой структуры (при слишком высокой температуре концаковки) или к наклепу и трещинам (при слишком низкой температуре концаковки).

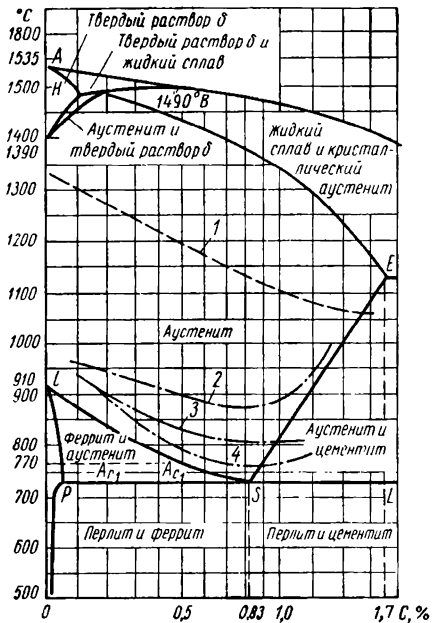
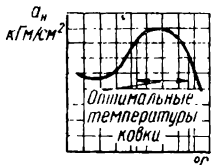
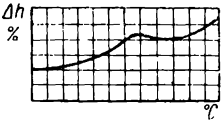
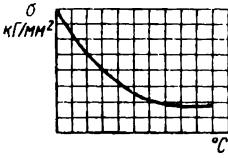




Рис. 1. Диаграмма железоуглеродистых сплавов с указанием предельных температур нагрева: 1 — под ковку; 2 — при нормализации; 3 — при закалке; 4 — при отжиге

1. Лабораторные испытания для определения температурного интервалаковки и штамповки по Н. И. Корнцеву [39]

Испытание	Методика испытания	Оценка результата испытания
<p>Испытание на пластичность свободной осадкой</p>	<p>$T^{\circ}C$ через каждые 25—50° C в исследуемом интервале температур $h \leq 2,5d$; $\Delta h = 30 \div 50\%$</p>	<p>Оценка пластичности производится по появлению первой трещины в деформируемом образце</p>

Продолжение табл. 1

Испытание	Методика испытания	Оценка результата испытания
<p>Испытание на пластичность ударным изгибом</p> 	<p>Ударные образцы Ме-наже $T^{\circ}\text{C}$ через каждые 25—50° C в исследуемом интервале температур</p>	<p>Оценка пластичности производится по максимумам и минимумам кривых в координатах $a_n - T^{\circ}\text{C}$</p>
<p>Определение относительного сопротивления деформированию свободной осадкой (в %)</p> 	<p>Вес падающих частей молота и высота падения — const; Δh — степень деформации через каждые 5% в интервале 0—60%; $T^{\circ}\text{C}$ через каждые 50° C в исследуемом интервале температур; d образцов 10—25 мм</p>	<p>Оценка сопротивления деформированию производится по величине осадки в % при данной температуре на кривой в координатах $\Delta h - T^{\circ}\text{C}$</p>
<p>Определение удельного сопротивления деформированию в кг/мм^2</p> 	<p>Определяется измерением сопротивления деформированию при осадке или других методах обработки месдозами или другими измерительными приборами. Δh — степень деформации при испытании осадкой через каждые 5% в интервале 0—60%, а при других методах испытания 5—70%; $T^{\circ}\text{C}$ через каждые 50° C в исследуемом интервале температур</p>	<p>Оценка сопротивления деформированию производится по ее величине при данной температуре на кривой в координатах $\sigma - T^{\circ}\text{C}$</p>
<p>Определение критической температуры роста зерна при нагреве (собирательная рекристаллизация)</p> 	<p>$T^{\circ}\text{C}$ через каждые 50° C в исследуемом интервале температур; d образца 15—30 мм; величина зерна определяется одним из существующих методов</p>	<p>Критическая температура роста зерна при нагреве соответствует началу интенсивного роста зерна на кривой в координатах величина зерна в $\text{мм}^2 - T^{\circ}\text{C}$</p>
<p>Определение интервала критических деформаций при осадке (рекристаллизация обработки)</p> 	<p>$T^{\circ}\text{C}$ через каждые 50° C в исследуемом интервале температур, Δh — степень деформации через каждые 2—5% в интервале 0—60%; d образцов 15—30 мм</p>	<p>Критические степени деформации соответствуют началу и концу интенсивного роста зерна при данной температуре на кривой в координатах величина зерна в $\text{мм}^2 - \Delta h$</p>

2. Температурные интервалыковки и штамповки некоторых углеродистых и легированных сталей

Марка стали	Температура началаковки макс-мальная в °С	Температура концаковки в °С		Рекомендуемый интервал температурковки в °С
		не выше	не ниже	
Ст.0, 1, 2, 3	1300	800	700	1280—750
Ст.4, 5, 6	1250	850	750	1200—800
Ст.7	1200	850	750	1170—780
10, 15	1300	800	700	1280—750
20, 25, 30, 35	1280	830	720	1250—800
40, 45, 50	1260	850	760	1200—800
55, 60	1240	850	760	1190—800
65, 70	1220	850	770	1180—800
15Г, 20Г, 25Г, 30Г	1250	850	750	1230—800
40Г, 45Г, 50Г	1220	850	760	1200—800
60Г, 65Г	1200	850	760	1180—800
15Х, 15ХЛ, 20Х	1250	870	760	1200—800
30Х, 38ХЛ	1230	870	780	1180—820
40Х, 45Х, 50Х	1200	870	800	1180—830
10Г2, 35Г2	1220	870	750	1200—800
40Г2, 45Г2, 50Г2	1200	870	800	1180—830
18ХГ	1230	870	800	1200—850
18ХГТ	1200	850	780	1180—800
40ХГ	1200	870	800	1180—830
35ХГ2	1220	870	800	1200—850
33ХС	1240	870	760	1160—820
38ХС, 40ХС	1200	870	800	1150—830
27СГ, 35СГ	1260	850	780	1230—800
15ХМ	1230	850	780	1200—800
30ХМ, 30ХМА, 35ХМ	1220	880	830	1180—850
15ХФ	1250	900	800	1220—850
20ХФ, 40ХФА	1240	850	760	1200—800
15НМ, 20НМ	1250	850	800	1230—820
20ХН	1250	850	780	1200—800
40ХН, 45ХН, 50ХН	1200	870	780	1180—830
12ХН2, 12ХН3А	1200	870	760	1180—800
20ХН3А	1200	850	760	1170—800
20ХН4А	1180	800	750	1150—780
30ХН3А	1180	900	800	1160—850
20ХГСА, 25ХГСА	1200	870	800	1160—830
30ХГС, 30ХГСА, 35ХГСА	1180	870	800	1140—830
38ХГН	1200	850	780	1180—800
30ХНВА	1200	900	800	1180—850
40ХНМА	1180	900	800	1160—850
20ХН4ФА	1200	900	850	1180—870
38ХЮ, 38ХВФЮ,				
38ХВФЮА	1180	880	820	1150—850
38ХМЮА	1180	950	830	1160—880
ШХ6, ШХ9	1200	900	850	1150—870
ШХ15	1180	870	830	1130—850
ШХ15СГ	1180	900	800	1150—850

3. Температурные интервалыковки и штамповки некоторых высоколегированных сталей

Марка стали	Температура началаковки максимальная в °С	Температура концаковки в °С		Рекомендуемый интервал температурковки в °С
		не выше	не ниже	
X5M	1200	900	850	1180—850
X6CM	1180	950	850	1150—870
4X9B2	1200	950	870	1180—900
1X13, 2X13, 3X13	1180	950	850	1150—900
4X13	1200	—	800	1180—820
3X13H7C2	1150	900	850	1130—870
1X17H2	1150	900	850	1130—870
X17	1120	820	720	1080—750
X28	1150	700	—	1120—680
X17H13M2T	1180	950	870	1150—900
4X14H14B2M	1160	950	870	1140—900
X18H9T	1180	950	870	1150—900
2X18H9	1150	900	850	1130—870
0X18H12B	1150	900	850	1130—870
X23H18	1180	850	800	1150—820

4. Температурные интервалы в °Сковки и штамповки некоторых инструментальных сталей [9]

Марка стали	Слитки		Заготовки	
	Начало	Конец	Начало	Конец
У7, У8, У7А, У8А	1160—1180	875—900	1100—1125	750—850
У8, У8А	1140—1160	875—900	1100—1125	750—850
У9, У10, У11, У12, У13, У9А, У10А, У11А, У12А, У13А	1100—1130	890—920	1075—1100	770—860
ХВ5	1100—1130	850—900	1100—1125	850—900
Х, В1, ХВГ, 9Х	1170—1190	890—920	1120—1150	800—860
9ХС	1150—1180	890—920	1100—1140	800—870
Х12	1120—1150	900—920	1140—1160	880—920
Х12М	1140—1180	900—920	1160—1180	850—900
Х12Ф1	1160—1190	900—920	1160—1190	850—875
4Х8В2	1180—1200	900—950	1160—1180	850—925
7Х3, 8Х3	1160—1180	870—920	1160—1180	820—900
5ХНМ, 5ХГМ	1180—1200	870—890	1180—1200	850—870
5ХНВ	1180—1200	870—890	1170—1200	850—870
5ХНСВ	1180—1200	880—920	1180—1220	870—900
4ХС	1200—1220	870—920	1160—1180	800—950
6ХС	1180—1200	880—930	1160—1180	820—920
4ХВ2С, 5ХВ2С	1180—1200	850—900	1160—1180	800—920
6ХВ2С	1170—1200	870—900	1150—1170	820—920
6ХВГ	1180—1200	850—900	1160—1180	800—920
P18, P9	1150—1200	975—1000	1150—1200	900—920

НАГРЕВ МЕТАЛЛА ПОД КОВКУ И ШТАМПОВКУ

Процесс нагрева должен обеспечить: достижение требуемой температуры слитка или заготовки, достаточно равномерного распределенной по сечению, минимальное окисление и обез-

углероживание поверхности, сохранение целостности нагреваемого металла, т. е. отсутствие микро- и макротрещин. Чем выше скорость нагрева (т. е. чем меньше его продолжительность), тем меньше окисление и обезуглероживание поверхности и тем экономичнее (рентабельнее) нагрев.

Однако при чрезмерно быстром нагреве, в результате значительного температурного градиента по сечению слитка или заготовки в металле могут возникать термические напряжения, которые в некоторых случаях приводят к образованию микро- и макротрещин. Поэтому различают технически возможную и допускаемую скорости нагрева.

Технически возможная скорость нагрева при прочих равных условиях зависит от температуры печи, точнее от температурного напора, т. е. от разности между температурой печи и средней температурой поверхности заготовки. Температура печи и конечная разность температур являются основными факторами, при помощи которых можно регулировать скорость нагрева.

Время нагрева кованных и катаных кузнечных заготовок из углеродистой и конструкционной стали при разной температуре рабочего пространства печи приведено в табл. 5, а время нагрева подогретых до 700°C заготовок в печи с температурой 1300°C — в табл. 6.

В зависимости от формы поперечного сечения (цилиндр, квадрат) нагреваемых заготовок и расположения их на поду печи, время нагрева будет различным (рис. 2).

Нагрев заготовок и слитков с размером сечения (диаметр или сторона квадрата) более 200 мм приходится обычно вести не с технической возможностью, а с допускаемой скоростью, которая обуславливается величиной термических напряжений и механическими свойствами свойствами нагреваемого металла. Величина термических напряжений будет тем выше, чем больше температурный градиент по сечению заготовки, а последний возрастает с увеличением температурного напора и размера сечения нагреваемого тела, а также с уменьшением температуропроводности металла. Поэтому допустимую скорость нагрева можно считать прямо пропорциональной температуропроводности и обратно пропорциональной квадрату толщины заготовки, коэффициенту линейного расширения и модулю упругости.

При высоких температурах, когда металл обладает достаточной пластич-

ностью, термические напряжения не могут вызвать нарушений сплошности. Поэтому понятие о допустимой скорости нагрева относится в основном

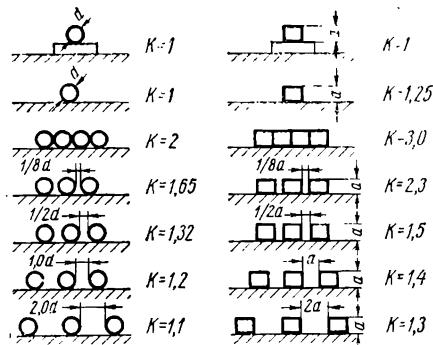


Рис. 2. Значение коэффициента K , учитывающего влияние взаимного расположения заготовок на поду печи во время нагрева (по данным ЦНИИТМАШ) [21]

к первому периоду нагрева, т. е. к нагреву в интервале температур $20—550^{\circ}\text{C}$ (для углеродистой стали).

Характерный режим нагрева крупных слитков приведен на рис. 3.

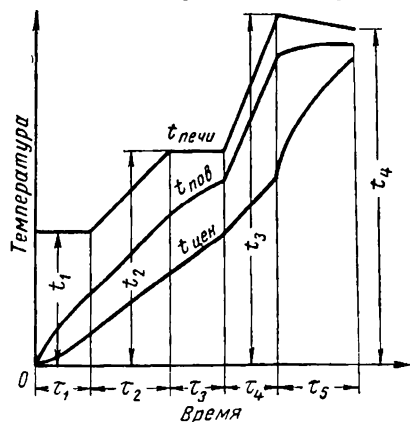


Рис. 3. Схема температурного режима нагрева крупных слитков; t_1 — температура печи при посадке слитка; t_2 — температура печи в конце 1-го периода нагрева; t_3 — температура печи в конце 2-го периода; t_4 — температура в конце выдержки; t_5 — температура в конце выдержки при температуре посадки слитка; τ_1 — время первого подъема температуры печи; τ_2 — время промежуточной выдержки; τ_3 — время второго подъема температуры печи; τ_4 — время выдержки при ковочной температуре

5. Время нагрева в мин кованых и катаных заготовок углеродистой конструкционной стали при одиночном расположении в печи (по данным ЦНИИТМАШ) [21]

Диаметр или сторона квадрата в мм	Температура рабочего пространства в °С												
	1200				1300				1400				
	Температура нагрева в °С												
	1100		1150		1200		1250		1200		1250		
	Профиль заготовки												
круг- лый	квад- рат- ный	круг- лый	квад- рат- ный	круг- лый	квад- рат- ный	круг- лый	квад- рат- ный	круг- лый	квад- рат- ный	круг- лый	квад- рат- ный	круг- лый	квад- рат- ный
10	2,7	3,3	3,0	3,5	2,0	2,5	2,0	3,0	1,0	1,5	1,0	1,5	
20	4,5	5,5	6,0	7,5	3,0	4,5	4,0	5,0	1,5	2,0	1,5	2,0	
30	7,0	9,0	8,5	11,0	5,0	6,0	6,0	8,0	2,5	3,0	2,5	3,0	
40	10,0	13,0	11,5	14,5	6,5	8,0	8,0	10,5	3,5	4,5	3,5	4,5	
50	12,5	16,0	15,0	19,5	8,0	10,5	10,5	13,5	4,5	5,5	4,5	5,5	
60	15,0	19,5	18,0	23,0	10,0	13,0	12,5	16,0	5,0	6,5	5,5	7,0	
70	17,5	22,5	21,0	27,0	12,0	15,0	14,5	19,0	6,0	7,5	6,5	8,0	
80	20,5	26,5	24,5	31,5	14,0	17,5	16,5	22,0	7,0	9,0	7,5	9,5	
90	23,5	30,5	27,5	35,5	16,0	20,0	19,0	24,5	8,0	10,5	8,5	11,0	
100	26,0	33,5	31,0	40,0	18,0	23,0	21,0	27,5	9,0	11,5	10,5	13,0	
110	29,5	38,0	35,0	45,5	20,0	26,0	23,5	30,5	10,5	13,5	11,5	15,0	
120	32,5	41,5	38,5	50,0	22,5	29,5	26,0	33,5	12,0	15,0	13,0	17,0	
130	36,0	46,5	42,5	55,0	25,0	32,5	29,0	38,0	13,0	16,5	14,0	18,0	
140	39,0	50,5	46,0	59,5	27,5	36,0	32,0	41,5	14,0	18,0	15,5	19,5	
150	42,5	55,0	50,0	65,0	30,0	39,0	35,0	45,5	15,5	20,0	17,0	22,0	
160	46,0	59,5	54,5	71,0	33,0	43,0	38,5	50,5	16,5	21,5	18,0	23,5	
170	50,0	64,5	58,5	76,0	36,0	47,0	42,0	54,5	18,0	23,0	19,5	25,0	
180	54,0	70,0	63,0	81,0	39,5	51,5	46,0	59,5	19,5	25,0	21,0	27,0	
190	58,0	75,0	68,0	88,0	42,5	55,5	49,5	64,0	21,0	27,0	23,0	29,5	
200	62,5	81,0	72,5	94,0	46,0	60,0	53,5	69,0	22,5	29,0	24,5	32,0	

Примечания: 1. Различное расположение заготовок на поду учитывается коэффициентами (рис. 2).

2. Для инструментальной углеродистой и для среднелегированной стали табличное время нагрева увеличивается на 25—30%, для высоколегированных сталей на 30—50%.

3. Для учета влияния длины заготовки, табличное время умножается на коэффициент K в зависимости от отношения длины заготовки l к линейному размеру сечения d или a :

$$\frac{l}{d} \text{ или } \frac{l}{a} \dots \geq 3; 2; 1,5; 1$$

$$K \dots 1; 0,98; 0,92; 0,71$$

6. Время в мин нагрева от 700—750° С до 1200—1250° С кузнечных заготовок из конструкционной углеродистой и малолегированной стали сечением от 10 до 200 мм при температуре рабочего пространства 1300—1350° С

Диаметр d или сторона квадрата a в мм	Профиль заготовки							
	круглый				квадратный			
	Расположение заготовок на поду печи							
	одиначное	на расстоянии d	на расстоянии $d/2$	вплотную	одиначное	на расстоянии a	на расстоянии $a/2$	вплотную
10	1	1,2	1,3	2	1,5	2,0	2,2	4,5
20	2	2,4	2,6	4	3	4	4,5	9
30	3	3,6	4,0	6	4	5,5	6,0	12
40	4	4,8	5,2	8	5	7,0	7,5	15
50	5	6,0	6,6	10	6,5	9,0	10,0	20
60	6	7,0	8,0	12	8	11,0	12,0	24
70	7,5	9,0	10,0	15	10	14,0	15,0	30
80	9	10,5	12,0	18	12	16,5	18,0	36
90	11	13,0	14,5	22	14	19,5	21,0	42
100	13	15,5	17,0	26	17	23,0	25,5	51
110	14,5	17,4	19,5	29	19	26,5	29,0	57
120	16,5	19,8	22,0	33	21,5	30,0	33,0	63
140	20	24,0	26,0	40	26	36,5	40,0	78
160	24	29,0	32,0	48	31	43,5	48,0	95
180	28,5	34,0	38,0	57	37	52,0	57,0	112
200	33,5	40,0	44,0	67	43	60,0	66,0	132

Примечания: 1. Для заготовок из высоколегированных и инструментальных сталей время, указанное в таблице, увеличивается на 25—30%.

2. Продолжительность подогрева до 700—750° С может быть определена при одиночном расположении заготовок по формулам:

для углеродистой конструкционной и малолегированной стали

$$\tau_{\text{нагр}} = 0,3d^{1,5} \text{ мин и } \tau_{\text{нагр}} = 0,4a^{1,5} \text{ мин}$$

для высоколегированной и инструментальной сталей

$$\tau_{\text{нагр}} = 0,8d^{1,5} \text{ мин и } \tau_{\text{нагр}} = 1,0a^{1,5} \text{ мин, где } d \text{ и } a \text{ в см.}$$

7. Время нагрева холодных стальных заготовок до ковочной температуры в пламенных печах [12]

Размер сечения (диаметр или сторона квадрата) в мм	Температура печи при посадке в °С	Время в ч				общее
		выдержки при температуре посадки	нагрева до ковочной температуры	выдержки при ковочной температуре		
Стали 1-й группы						
201—250	1250	— 0,5	1,0 2,0	0,5 1,0	1,5 3,5	
251—300	1250	— 0,5	1,5 2,5	0,5 1,0	2,0 4,0	
301—350	1250	— 1,0	2,0 3,5	0,7 1,5	2,7 6,0	

Продолжение табл. 7

Размер сечения (диаметр или сторона квадрата) в мм	Температура печи при посадке в °С	Время в ч			
		выдержки при температуре посадки	нагрева до ковочной температуры	выдержки при ковочной температуре	общее
<i>Стали 2-й группы</i>					
201—250	1150	0,5	1,5	0,5	2,5
		1,0	3,0	1,0	5,0
251—300	1150	0,5	2,0	0,5	3,0
		1,0	3,5	1,5	6,0
301—350	1150	0,5	2,5	0,5	3,5
		1,0	4,0	2,0	7,0
<i>Стали 3-й группы</i>					
201—250	700	0,5	2,5	0,5	3,5
		1,0	5,0	1,0	7,0
251—300	700	0,5	3,0	0,5	4,0
		1,0	5,0	2,0	8,0
301—350	700	0,5	3,0	1,0	4,5
		1,0	5,0	3,0	9,0

Примечания: 1. Время в числителе для одной заготовки, в знаменателе при полной загрузке печи.

2. В состав групп входят стали следующих марок:

1-я группа: Ст.2; Ст.3; Ст.4; 10; 15; 20; 25; 30; 15Г; 20Г; 30Г; 10Г2.

2-я группа: Ст.5; Ст.6; Ст.7; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 70; 40Г; 50Г; 60Г; 15Х; 20Х; 30Х; 35Х; 40Х; 45Х; 50Х; 35Г2; 40Г2; 45Г2; 50Г2; 18ХГ; 20ХГР; 30ХГТ; 40ХГ; 33ХС; 38ХС; 40ХС; 27СГ; 35СГ; 15ХМ; 30ХМ; 35ХМ; 15ХФ; 20ХФ; 40ХФА; 15НМ; 20НМ; 20ХН; 40ХН; 45ХН; 50ХН; 13Н2ХА; 12ХН2; 12ХН4А; 20ХН3А; 20ХН4А; 30ХН3А; 20ХГСА; 25ХГСА; 30ХГСА; 35ХГСА; 15ХГНТ; 15ХГНТА; 18ХГН; 20ХГНР; 38ХГН; 30ХГНА; 30ХГН2; 16ХСН; 18ХСНРА; 30ХНВА; 37ХНВА; 40ХНВА; 40ХНМА; 30Х2НВА; 38ХН3ВА; 18Х2Н3ВА; 25Х2Н4ВА; 30ХН2ВФА; 38ХН3ВФА; 20ХН4ФА; 38ХН3МФА; 38ХЮ; 38ХМЮА; 38ХВФЮ; 38ХВФЮА; 5ХНМ; 5ХНВ.

3-я группа: ШХ6; ШХ9; ШХ15; ШХ15СГ; Х6СМ; 4Х9С2; 4Х10С2М; 1Х12Н2ВМФ; 2Х13; 3Х13; 4Х13; 1Х13Н3; 1Х17Н2; 9Х18; 1Х11МФ; 1Х12ВНМФ; 1Х12В2МФ; 1Х13; 1Х12СЮ; 0Х13; Х17; Х28; 2Х13Н4Г9; Х15Н9Ю; Х17Н7Ю; 2Х17Н2; Х20Н14С2; 0Х21Н6М2Т; 0Х10Н20Т2 и другие стали аустенитного класса по ГОСТу 5632—61; У7; У8; У10; У12, а также все инструментальные легированные стали по ГОСТу 5950—63.

8. Время нагрева холодных слитков (весом до 15 т) до ковочной температуры в пламенных печах [12]

Вес слитка в т	Диаметр поперечного сечения слитка в мм	Температура печи при посадке в °С	Время в ч					
			выдержки при температуре посадки	нагрева до температуры печи 800°С	выдержки при температуре печи 800°С	нагрева до ковочной температуры	выдержки при ковочной температуре	общее минимальное
<i>Стали 1-й группы</i>								
1,6	416—464	1100	1,0	—	—	1,0	1,0	3,0
2,0	435—490	1100	1,0	—	—	1,0	1,0	3,0
2,5	470—525	1100	1,0	—	—	1,0	1,0	3,0

Продолжение табл. 3

Вес слитка в т	Диаметр поперечного сечения слитка в мм	Температура печи при посадке в °С	Время в ч					
			выдержки при температуре посадки	нагрева до температуры печи 800°С	выдержки при температуре печи 800°С	нагрева до ковочной температуры	выдержки при ковочной температуре	общее минимальное
3,0	510—570	1000	1,0	—	—	1,5	1,0	3,5
3,5	550—602	950	1,0	—	—	1,5	1,0	3,5
4,0	575—640	950	1,5	—	—	1,5	1,0	4,0
4,5	606—660	900	1,5	—	—	1,5	1,0	4,0
5,15	630—686	900	1,5	—	—	2,0	1,5	5,0
6,7	688—750	900	1,5	—	—	2,0	2,0	5,5
8,0	740—700	850	2,0	—	—	2,5	2,0	6,5
10,3	811—855	850	2,0	—	—	2,5	2,5	7,0
10—15	915—945	800	2,5	—	—	3,0	3	8,5
<i>Стали 2-й группы</i>								
1,6	416—464	950	1,0	—	—	1,5	1,0	3,5
2,0	435—490	950	1,0	—	—	1,5	1,0	3,5
2,5	470—525	950	1,0	—	—	1,5	1,0	3,5
3,0	510—570	950	1,5	—	—	1,5	1,0	4,0
3,5	550—602	900	1,5	—	—	1,5	1,0	4,0
4,0	575—640	900	1,5	—	—	2,0	1,0	4,5
4,5	606—660	850	1,5	—	—	2,0	1,0	4,5
5,15	630—686	850	2,0	—	—	2,0	1,5	5,5
6,7	688—750	850	2,0	—	—	2,0	2,0	6,0
8,0	740—700	800	2,0	—	—	2,5	2,5	7,0
10,3	811—855	800	2,5	—	—	2,5	3,0	8,0
10—15	915—945	750	2,5	—	1,0	3,0	3,0	9,5
<i>Стали 3-й группы</i>								
1,6	416—464	750	0,5	1,0	1,0	1,5	1,0	5,0
2,0	435—490	700	0,5	2,0	1,0	1,5	1,0	6,0
2,5	470—525	700	1,0	2,0	1,0	1,5	1,0	6,5
3,0	510—570	650	1,0	3,0	1,0	1,5	1,0	7,5
3,5	550—602	650	1,0	3,0	1,0	1,5	1,5	8,0
4,0	575—640	600	1,0	4,0	1,5	2,0	1,5	10,5
4,5	606—660	600	1,0	4,0	1,5	2,0	1,5	10,5
5,15	630—686	550	1,5	5,0	1,5	2,0	2,0	12,5
6,7	688—750	550	1,5	5,0	1,5	2,0	2,5	12,5
8,0	740—700	500	2,0	6,0	2,0	2,5	2,5	15,0
10,3	811—855	500	2,0	6,0	2,0	2,5	3,0	15,5
10—15	915—945	450	2,5	7,0	2,5	3,0	3,5	18,5

Примечание. В состав групп входят стали следующих марок:

1-я группа: 10; 15; 20; 30; 35; 15Г; 20Г; 30Г; 15Х; 15ХА; 20Х; 30Х; 35Х; 10Г2.

2-я группа: 40; 45; 50; 55; 60; 70; 40Г; 50Г; 60Г; 40Х; 45Х; 50Х; 35Г2; 40Г2; 45Г2; 50Г2; 18ХГ; 20ХГР; 30ХГТ; 40ХГ; 35ХГ2; 33ХС; 38ХС; 40ХС; 20СГ; 35СГ; 15ХМ; 30ХМ; 35ХМ; 15ХФ; 20ХФ; 40ХФА; 15НМ; 20НМ; 20ХН; 40ХН; 45ХН; 50ХН; 12ХН2; 12ХН3А; 13Н2ХА; 20ХН3А; 30ХН3А; 20ХГСА; 25ХГСА; 30ХГСА; 35ХГСА; 15ХГНТ; 15ХГНТА; 18ХГН; 20ХГНР; 30ХГНА; 38ХГН; 30Х2ГН2; 16ХСН; 18ХСНРА; 30ХНВА; 18Х2Н4ВА; 25Х2Н4ВА; 20ХН4ФА; 38ХЮ; 38ХМЮА; 38ХВФЮ.

3-я группа: 12Х2Н4А; 20Х2Н4А; 38ХНВА; 40ХНВА; 40ХНМА; 30Х2НВА; 38ХН3ВА; 30ХН2ВФА; 38ХН3ВФА; 38ХН3МФА; ШХ6; ШХ9; ШХ15; ШХ15СГ; Х6СМ; 4Х9С2; 4Х10С2М; 1Х12Н2ВМФ; 2Х13; 3Х13; 4Х13; 1Х13Н3; 1Х17Н2; 9Х18; 1Х11МФ; 1Х12ВНМФ; 1Х12В2НФ; 1Х13; 1Х12СЮ; 0Х13; Х17; Х28; Х15Н9Ю; Х17Н7Ю; 2Х17Н2; Х20Н14С2 и другие легированные стали по ГОСТу 5632—61 У7; У8; У10; У12; 9Х; 5ХНМ; 5ХНВ; 5ХГМ; 6ХВГ и другие легированные инструментальные стали по ГОСТу 5950—63.

9. Время нагрева холодных слитков (весом свыше 14 т) до ковочной температуры в пламенных печах [12]

Вес слитка в т	Диаметр по- перечню сече- ния в мм	Температура печи при по- садке в °С	Время в ч					
			выдержки при темпе- ратуре по- садки	нагрева до температуры печи 800° С	выдержки при темпе- ратуре печи 800° С	нагрева до ковочной температуры	выдержки при ковоч- ной темпе- ратуре	общее ми- нимальное
<i>Стали 1-й группы</i>								
14—19,5	1010—1050	750	2,5	1,0	1,5	3,0	4,0	12,0
18—25,5	1092—1170	700	2,5	2,0	2,0	3,0	5,0	14,5
24—32,5	1222—1260	700	3,0	2,0	4,0	3,0	5,0	17,0
32,5—44	1304—1392	650	3,5	3,0	4,0	3,0	5,5	19,0
28,5	1200—1434	650	3,5	3,0	5,0	3,0	6,0	20,5
37,5	1310—1560	600	4,0	4,0	5,0	3,0	6,5	22,5
47—60	1472—1574	550	4,0	5,0	5,0	3,0	6,5	23,5
48,5	1455—1750	500	5,0	6,0	5,0	3,0	7,5	26,5
70—84	1670—1790	450	5,0	7,0	5,0	3,0	8,0	28,0
80—100	1756—1880	400	5,0	8,0	5,0	3,0	8,5	29,5
95—118	1852—1984	350	5,0	9,0	6,0	3,0	9,0	32,0
110—140	1964—2100	350	5,0	9,0	8,0	3,0	9,5	34,5
135—165	2078—2226	350	5,0	9,0	9,5	3,0	10,5	37,0
<i>Стали 2-й группы</i>								
14—19,5	1010—1050	700	2,5	2,0	1,5	3,0	4,0	13,0
18—25,5	1092—1170	650	2,5	3,0	2,0	3,0	5,0	15,5
24—32,5	1222—1260	650	3,0	4,0	4,0	3,0	5,0	19,0
32,5—44	1304—1392	600	3,5	4,5	4,0	3,0	5,5	20,5
28,5	1200—1434	600	3,5	4,5	5,0	3,0	6,0	22,0
37,5	1310—1560	550	4,0	5,5	5,0	3,0	6,5	24,0
47—60	1472—1574	500	4,0	6,5	5,0	3,0	6,5	25,0
48,5	1455—1750	450	5,0	8,0	5,0	3,0	7,5	28,5
70—84	1670—1790	400	5,0	9,5	5,0	3,0	8,0	30,5
80—100	1756—1880	350	5,0	10,5	5,0	3,0	8,5	32,0
95—118	1852—1984	300	5,0	12,5	6,0	3,0	9,0	34,5
110—140	1964—2100	300	5,0	12,0	8,0	3,0	9,5	37,5
135—165	2078—2226	300	5,0	12,0	9,5	3,0	10,5	40,0
<i>Стали 3-й группы</i>								
14—19,5	1010—1050	450	2,5	7,0	2,5	3,0	5,0	20,0
18—25,5	1092—1170	400	2,5	8,0	3,0	3,0	5,5	22,0
24—32,5	1222—1260	400	3,5	8,0	4,0	3,0	6,0	24,0
32,5—44	1304—1392	350	3,5	9,0	4,0	3,0	6,5	26,0
28,5	1200—1434	350	4,5	9,0	5,0	3,0	6,5	27,0
37,5	1310—1560	300	4,0	10,0	5,0	3,0	7,0	29,0
47—60	1472—1574	300	4,5	10,0	5,0	3,0	7,5	30,0
48,5	1455—1750	250	5,0	11,0	5,0	3,5	8,5	32,5
70—84	1670—1790	250	5,0	12,0	5,0	3,5	9,0	34,5
80—100	1756—1880	250	5,0	12,0	5,5	3,5	9,5	35,5
95—118	1852—1984	200	5,0	15,0	6,0	3,5	10,5	40,0
110—140	1964—2100	200	5,0	15,0	8,5	3,5	11,5	43,5
135—165	2078—2226	200	5,0	15,0	10,5	3,5	12,5	46,5

Примечание. Распределение сталей по группам см. примечание к табл. 8.

10. Время нагрева горячих слитков (весом до 15 т) до ковочной температуры в пламенных печах [12]

Вес слитка в т	Диаметр поперечного сечения в мм	Температура печи при посадке в °С	Время в ч			
			нагрева до ковочной температуры	минимальной выдержки при ковочной температуре	максимальной выдержки при ковочной температуре	общее минимальное
<i>Стали 1-й группы</i>						
1,6	416—464	1200	1,0	0,5	16	1,5
2,0	435—490	1200	1,0	0,5	16	1,5
2,5	470—525	1200	1,0	1,0	18	2,0
3,0	510—570	1200	1,5	1,0	18	2,5
3,5	550—602	1200	1,5	1,0	20	2,5
4,0	575—640	1200	2,0	1,0	20	3,0
4,5	606—660	1200	2,0	1,0	22	3,0
5,15	630—686	1200	2,0	1,5	22	3,5
6,7	688—750	1200	2,5	1,5	24	4,0
8,0	740—790	1200	2,5	2,0	24	4,5
10,3	811—855	1100	2,5	2,5	24	5,0
10—15	915—945	1100	3,0	3,0	24	6,0
<i>Стали 2-й группы</i>						
1,6	416—464	1200	1,0	1,0	16	2,0
2,0	435—490	1200	1,5	1,0	16	2,5
2,5	470—525	1200	2,0	1,0	18	3,0
3,0	510—570	1200	2,0	1,5	18	3,5
3,5	550—602	1200	2,0	1,5	20	3,5
4,0	575—640	1200	2,5	1,5	20	4,0
4,5	606—660	1200	2,5	1,5	22	4,0
5,15	630—686	1200	2,5	2,0	22	4,0
6,7	688—750	1200	2,5	2,5	24	5,0
8,0	740—790	1200	3,0	2,5	24	5,5
10,3	811—855	1100	3,5	3,0	24	6,5
10—15	915—945	1100	4,0	3,5	24	7,5

Примечания: 1. Выдержку при температуре посадки можно не производить.

2. В состав групп входят стали следующих марок:

1-я группа: 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 15Г; 20Г; 30Г; 40Г; 50Г; 15Х; 15ХА; 20Х; 30Х; 35Х; 40Х; 10Г2; 15НМ; 20НМ.

2-я группа: 55; 60; 70; 60Г; 45Х; 50Х; 35Г2; 40Г2; 45Г2; 50Г2; 18ХГ; 20ХГР; 30ХГТ; 40ХГ; 35ХГ2; 33ХС; 38ХС; 40ХС; 20СГ; 35СГ; 15ХМ; 30ХМ; 35ХМ; 15ХФ; 20ХФ; 40ХФА; 20ХН; 40ХН; 45ХН; 50ХН; 13ХН2А; 12ХН2; 12ХН3А; 20ХН3А; 20Х2Н4А; 30ХН3А; 20ХГСА; 25ХГСА; 30ХГСА; 35ХГСА; 15ХГНТ; 15ХГНТА; 18ХГН; 20ХГНР; 30ХГНА; 30Х2ГН2; 16ХСН; 18ХСНРА; 30ХНВА; 18Х2Н4ВА; 25Х2Н4ВА; 20ХН4ФА; 38ХЮ; 38ХМЮА; 38ХВФЮ и все стали, указанные в 3-й группе табл. 8 и 9.

11. Время нагрева горячих слитков (весом свыше 14 т) до ковочной температуры в пламенных печах [12]

Вес слитка в т	Диаметр поперечного сечения в мм	Температура печи при посадке в °С	Время в ч				
			выдержки при температуре посадки	нагрева до ковочной температуры	минимальной выдержки при ковочной температуре	максимальной выдержки при ковочной температуре	общее минимальное
<i>Стали 1-й группы</i>							
14—19,5	1010—1050	1100	—	4,5	4,0	26	8,5
18—25,5	1092—1170	1100	—	5,5	5,0	26	10,5

Продолжение табл. 11

Вес слитка в т	Диаметр поперечного сечения в мм	Температура печи при посадке в °С	Время в ч				
			выдержки при температуре посадки	нагрева до ковочной температуры	минимальной выдержки при ко- вочной тем- пературе	максимальной выдержки при ко- вочной тем- пературе	общее мини- мальное
24—32,5	1222—1260	1100	1,5	5,5	5,0	26	12,0
32,5—44	1304—1392	1100	1,5	6,5	5,5	30	13,5
28,5	1200—1434	1100	1,5	7,0	6,0	30	14,5
37,5	1310—1560	1100	2,0	7,5	6,5	30	16,0
47—60	1472—1574	1100	2,0	8,0	6,5	30	16,5
48,5	1455—1750	1100	2,5	9,0	7,5	34	19,0
70—84	1670—1790	1000	2,5	9,5	8,0	34	20,0
80—100	1756—1880	1000	2,5	10,0	8,5	36	21,0
95—118	1852—1984	1000	3,0	11,0	9,0	36	23,0
110—140	1964—2100	900	3,0	12,0	9,5	36	24,5
135—165	2078—2226	900	3,0	13,0	10,5	36	26,5
<i>Стали 2-й группы</i>							
14—19,5	1010—1050	1100	—	5,0	5,0	26	10,0
18—25,5	1092—1170	1100	—	6,5	5,5	26	12,0
24—32,5	1222—1260	1100	2,0	7,0	6,0	26	15,0
32,5—44	1304—1392	1100	2,0	7,5	6,5	30	16,0
28,5	1200—1434	1100	2,5	8,0	6,5	30	17,0
37,5	1310—1560	1100	3,0	8,5	7,0	30	18,5
47—60	1472—1574	1100	3,0	9,0	7,0	30	19,0
48,5	1455—1750	1100	3,0	11,0	8,5	34	22,5
70—84	1670—1790	1000	3,0	11,5	9,0	34	23,5
80—100	1756—1880	1000	3,5	12,0	9,5	36	24,5
95—118	1852—1984	1000	3,5	13,0	10,5	36	26,5
110—140	1964—2100	900	3,5	14,0	11,5	36	29,0
135—165	2078—2226	900	3,5	15,0	12,5	36	31,0

Примечание. Распределение сталей по группам см. примечание к табл. 10.

12. Продолжительность и режим нагрева под ковку быстрорежущей стали Р9 (ЭИ262) и Р18

Средний диаметр слитка или заготовки в мм	Вес слитка (приблизительно) в т	Температура печи при посадке в °С	Продолжительность в ч					общая
			выдержки при температуре посадки	нагрева до 850—900°С	выдержки при 850—900°С	нагрева до ковочной температуры	выдержки при температурековки	
50	—	450	0,5	1	0,5	0,2	—	2,2
70	—	450	0,5	1,2	0,8	0,3	—	3
100	—	450	0,8	1,6	1,4	0,5	0,1	4,5
150	—	450	1,2	2	2	0,8	0,5	6,5
200	0,2	450	1,5	2,8	2,6	1	0,6	8,5
300	0,6	400	2,5	4	4	1,2	0,8	12,5
400	1,0	350	3,0	5,5	5	1,6	1,4	16,5

Примечание. Нормы относятся к расположению на поду нескольких слитков или заготовок вплотную друг к другу или с небольшим зазором ($\leq d/2$).

Более мелкие слитки и заготовки нагревают и по несколько упрощенному режиму: выдержка при температуре посадки, нагрев с определенной скоростью до ковочной температуры и выдержка при ковочной температуре.

В табл. 7—12 приведено время нагрева заготовок и слитков из углеродистой, легированной и высоколегированной сталей.

При определении продолжительности нагрева заготовок и слитков в методических и полуметодических печах можно пользоваться формулой, предложенной Ю. М. Чижиковым:

$$\tau_{\text{нагр}} = KDч.$$

где D — диаметр или меньшая сторона сечения нагреваемого тела в см; K — коэффициент; для углеродистых сталей $K = 0,1 \div 0,15$; для легированных конструкционных $K = 0,15 \div 0,2$; для высоколегированных и инструментальных $K = 0,3 \div 0,4$.

ОХЛАЖДЕНИЕ ПОКОВОК

Продолжительность охлаждения от температуры начала до температуры концаковки обуславливает возможную продолжительность процесса об-

готовки, отковываемых в последнюю очередь, а также уже откованных частей поковки. Теплоизоляция наиболее эффективна при ковке поковок, имеющих большое отношение длины к диаметру.

Теплоизоляция осуществляется покрытием кожухами из листовой стали с асбестом.

В слитках, заготовках и поковках при охлаждении как в процессе обработки, так и после нее в результате разности температур по сечению могут возникать температурные напряжения, а при неодновременном по объему металла переходе через критический интервал температур — структурные напряжения, которые могут суммироваться с температурными. Наличие напряжений может привести к возникновению макро- и микротрещин, а при охлаждении сталей некоторых марок в поковках могут образовываться флоксы. Поэтому необходимо соблюдать определенные режимы охлаждения поковок.

Практически применяются следующие способы охлаждения поковок:

на воздухе;
в малотеплопроводных материалах, (кизельгур, гранулированный домен-

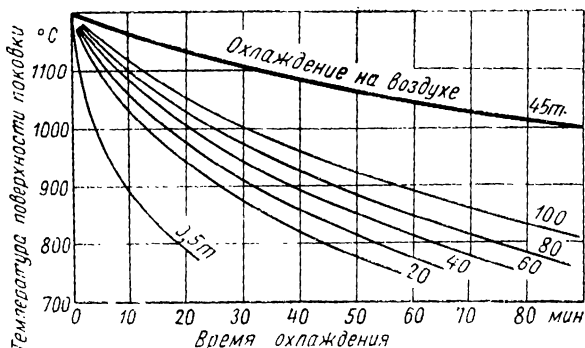


Рис. 4. Изменение температуры поверхности поковок при ковке в зависимости от развеса слитков и заготовок (статистические данные) [21]

работки давлением. Охлаждение металла под бойками молота или пресса происходит быстрее чем на воздухе (рис. 4). Объем кузнечных работ, выполняемых за один нагрев, можно увеличить путем теплоизоляции частей за-

ный шлак, песок, гравий, каменноугольная зола, шлаковая вата и т. д.); в термосах и неотопляемых колодцах; в подогреваемых колодцах; в печах различного типа.

13. Рекомендуемые способы охлаждения поковок и заготовок послековки их из слитков и проката [22]

Примерная марка стали	Способы охлаждения поковок с размерами в мм				
	До 50	51—100	100—150	151—200	201—300 и выше
Ст.1, Ст.2, Ст.3, Ст.4, Ст.5, Ст.6, Ст.7, 15, 20, 30, 35, 40, 45, 50, 55	На воздухе				
15X, 20X, 30X, 15HM, 20HM и т. п., У7 и У8	На воздухе			В неотапливаемом колодце	
40X, 45X, 50X, 33XC, 40XГ, 35XГ2, 20XГСА, 25XГСА; 35XГСА, 35XЮА, У9, У10 и т. п.	На воздухе	В штабелях		В неотапливаемом колодце	
40XГ, 20X2Н4А, 30XН3А, 18XНВА, 35XМЮА, 9X	В штабелях	В неотапливаемом колодце	В колодце с песком	С печью	
35XM, 40XH, 12XH2, 12XH3А и т. п.	В штабелях	В неотапливаемом колодце			В колодце с песком
3X2B8Ф, 5XHM, 5XГМ, 4XB2С, 5XB2С, 6XB2С и т. п.	В неотапливаемом колодце	В колодце с песком	С печью		
P18, P9, PK5, PK10 и т. п.	Изотермический отжиг или в колодце с песком			По особым инструкциям	

В табл. 13 приведены рекомендуемые режимы охлаждения для поковок различных сечений из стали различных марок, а в табл. 14 и 15 — данные

14. Сравнение теплоизолирующей способности материалов, применяемых для замедления охлаждения поковок и заготовок

Теплоизолятор	Продолжительность охлаждения образца стали ШХ15 размерами 90 × 90 × 150 мм с 900 до 300° С в ч
Песок	3,5
Шлаковая вата	10,4
» с песком (1 : 1) . . .	6
Сталелитейный шлак (белый) . . .	6
Каменноугольная зола:	
мелкая	16
крупная	11

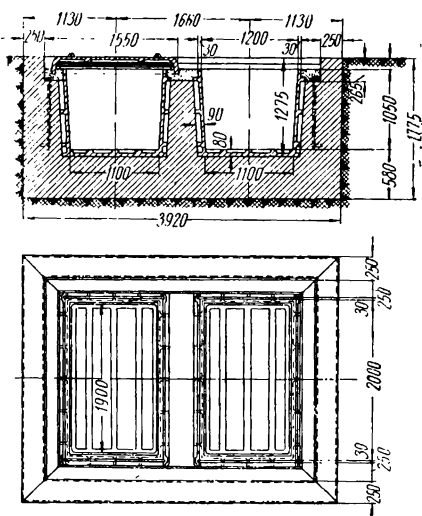


Рис. 5. Конструкция неотапливаемых колодцев для охлаждения заготовок, сортового металла после проката и поковок

15. Характеристика теплоизолирующих материалов

Материал	Положительные качества	Недостатки
Кизельгур (инфузорная земля)	Малая теплопроводность. Малый объемный вес	Гигроскопичность. Способность обезуглероживать сталь при температурах выше 600° С
Доменный шлак	Малая теплопроводность	После продолжительного использования превращается в пыль. Дефицитность в районах, где отсутствует доменное производство
Шлаковая вата	Очень малая теплопроводность	Измельченная шлаковая вата раздражающе действует на слизистые оболочки носа и горла
Каменноугольная зола	Малая теплопроводность. Недефицитность	Легко превращается в пыль и загрязняет помещение
Песок и гравий	Недефицитность. Возможность использования без больших затрат	Более высокая теплопроводность

о теплоизолирующей способности и свойствах материалов, применяемых для замедленного охлаждения поковок.

ных печах камерного типа или непрерывного действия (толкательных, конвейерных). Режимы охлаждения и тер-

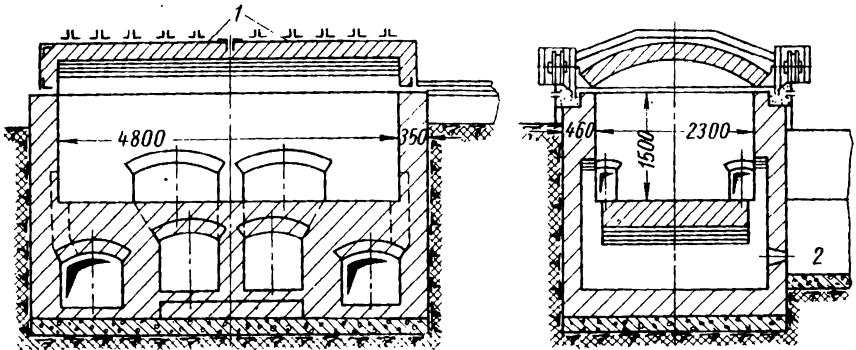


Рис. 6. Обогреваемый колодец для медленного охлаждения крупных поковок из легированных сталей: 1 — откатные секции свода; 2 — ось форсунки [22]

Конструкции неотапливаемого и подогреваемого колодцев для медленного охлаждения показаны на рис. 5 и 6.

Поковки из флокеночувствительной стали послековки подвергают термообработке, осуществляемой в специаль-

ной термообработке поковок из флокеночувствительных сталей приведены в таблице 16.

Примеры конструкций печей для охлаждения и термообработки поковок даны на рис. 7 и 8.

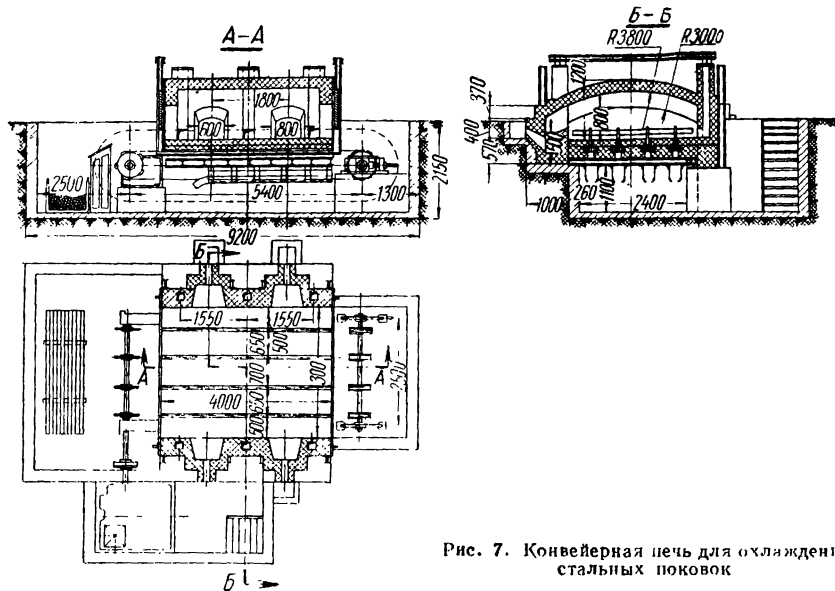


Рис. 7. Конвейерная печь для охлаждения стальных поковок

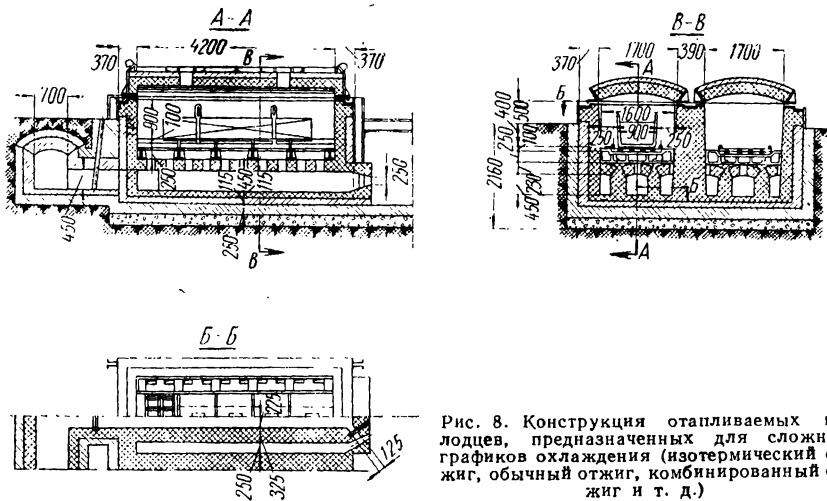
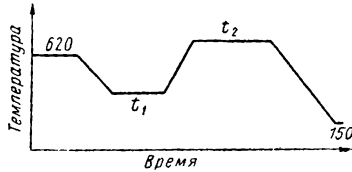


Рис. 8. Конструкция отапливаемых колодцев, предназначенных для сложных графиков охлаждения (изотермический отжиг, обычный отжиг, комбинированный отжиг и т. д.)

16. Режим охлаждения крупных поковок из легированных сталей некоторых марок (Кировский завод, Ленинград) [12]



Тепловой режим	Марки стали												
	30ХМ, 30ХМА, 35ХМ, 30ХНЗА, 12ХНЗА, 12Х2Н4А, 38ХМЮА, 2Х13, 3Х13, 4Х13					5ХНМ, 5ХГМ, 5ХНВ			38ХНМА, 38ХНЗМА, 38ХНЗМФА				
	Максимальное сечение поковки в мм												
	300	301—400	401—500	501—600	601—750	300	301—400	401—500	501—600	300	301—400	401—500	501—600
Температура печи в °С	620					620			620				
Охлаждение садки в закрытой печи без подогрева до температуры t_1 в °С	370—470					370—470			210—250				
Выдержка при температуре $t_1 \pm 20^\circ$ в ч	2	3	4	5	6	3	4	5	6	3	3	4	4
Нагрев до температуры t_2 со скоростью 80—100°С/ч	610—650					610—650			640—660				
Выравнивание температуры в печи в ч	В зависимости от величины садки												
Выдержка при температуре t_2 в ч	8	12	16	20	26	12	18	24	30	20	30	40	50
Охлаждение в печи без подогрева до температуры 400°С и со скоростью 25°С/ч до температуры 150°С	В зависимости от величины садки												

УГАР И ОБЕЗУГЛЕРОЖИВАНИЕ МЕТАЛЛА ПРИ НАГРЕВЕ

При высоких температурах (выше 1000°С) и при сжигании топлива с большим избытком воздуха, как это обычно бывает при нагреве стали под ковку и штамповку, процесс окисления идет быстрее, чем процесс обезуглероживания. В этом случае после удаления окалины на поверхности изделия почти не будет обезуглероживленного слоя. Если же в печи создана атмосфера, слабо окисляющая железо, то под слоем окалины образуется обезуглероживленный слой.

Количественные показатели величины угара следующие:

1) весовой угар — в процентах от первоначального веса;

2) поверхностный угар — количество окисленного металла, отнесенное к единице поверхности, в $г/см^2$ или $кг/м^2$;

3) скорость окисления — отношение поверхностного угара ко времени нагрева, выраженное в $г/см^2 \cdot сек$ или $г/см^2 \cdot ч$ или $кг/м^2 \cdot ч$;

4) толщина окалины в $см$ или в $мм$ связана с поверхностным угаром следующим выражением:

$$s = \frac{a}{\gamma \varphi_{Fe}} \text{ см,}$$

где a — поверхностный угар в $г/см^2$; γ — объемный вес окалины в $г/см^3$ ($\gamma = 3,9 \div 4,0 \text{ г/см}^3$); φ_{Fe} — среднее содержание железа в окалине в $г/г$ ($\varphi_{Fe} = 0,715 \div 0,765 \text{ г/г}$).

На угар металла в печах оказывают влияние следующие факторы: состав газовой атмосферы (рис. 9), температура и продолжительность нагрева, соотношение между поверхностью и весом и химический состав нагреваемого металла.

При температуре выше 800—1000°С SO_2 ; O_2 ; H_2O и CO_2 являются окислителями, окись углерода CO и водород H_2 — восстановителями.

Для стали при температуре ниже 650—600°С окисление практического значения не имеет. С повышением температуры угар резко возрастает. Если при температуре 900°С интенсивность образования окалины принять за единицу, то при нагреве до 1100°С она увеличивается в 3 раза, а при нагреве до 1300°С в 7 раз.

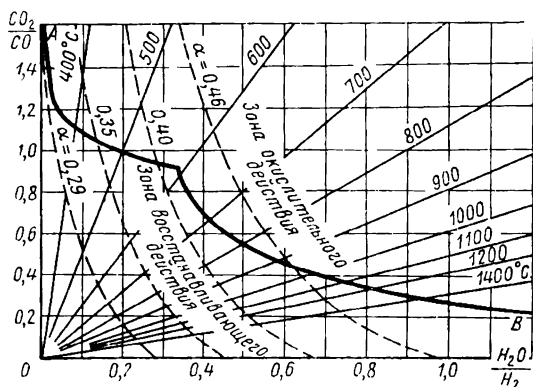


Рис. 9. Диаграмма равновесия системы: атмосфера печи — нагреваемый металл (сталь). АВ — пограничная линия [18]

Зависимость величины поверхностного угара от температуры (в пределах 600—1150°С) и времени имеет вид

$$a = 6,3 \sqrt{\tau} e^{-\frac{9000}{T}} \text{ г/см}^2,$$

где τ — время в мин; T — температура в °К.

Влияние времени нагрева на угар видно из табл. 17 и 18.

17. Угар при нагреве крупных стальных слитков в зависимости от продолжительности нагрева

Средний диаметр слитка в мм	Ориентировочный вес слитка в т	Время нагрева в ч	Угар в $г/см^2$	Толщина окалины в мм
900	8	10—11	1,22—1,28	4,25—4,45
1000	12	12	1,34	4,65
1100	15	15—19	1,5—1,7	5,2—5,85
1200	25	18—21	1,64—1,8	5,7—6,25

18. Угар при нагреве стальных слитков и заготовок в методических печах в зависимости от продолжительности нагрева

Сечение слитка или заготовки в мм	Односторонний нагрев			Двухсторонний нагрев		
	Продолжи- тельность нагрева в ч	Угар		Продол- жи- тель- ность нагрева в ч	Угар	
		в г/см ²	в % по весу		в г/см ²	в % по весу
100×100	3	0,180	0,9	1,5	0,13	0,65
150×150	4,4	0,445	1,53	2,2	0,316	1,07
200×200	5,7	0,93	2,1	2,9	0,6	1,52
250×250	7,5	1,13	2,35	3,6	0,8	1,65
300×300	8,5	1,36	2,5	4,3	0,97	1,8

Влияние формы тела, характеризующейся отношением поверхности нагреваемого слитка или заготовки в м² к весу в т, на поверхностный угар показан на рис. 10.

Ориентировочные значения весового угара даны в табл. 19.

Все приведенные выше данные относятся к среднеуглеродистым сталям, при этом с увеличением содержания углерода скорость окисления несколько понижается, а с уменьшением — возрастает. Легирующие примеси (алюминий, хром, кремний, молибден, кобальт и некоторые другие) сильно снижают скорость окисления.

Никель в составе стали не окисляется, но способствует окислению железа. Никелевые стали обычно окисляются сильнее, чем углеродистые. Однако

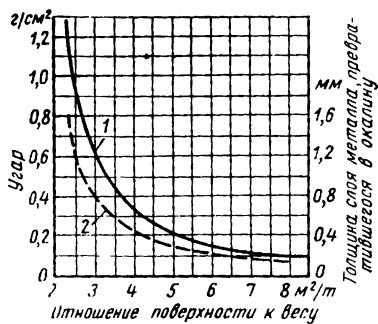


Рис. 10. Зависимость поверхностного угара и толщины слоя металла, превратившегося в окалину, от отношения поверхности стального слитка или заготовки к его (ее) весу: 1 — поверхностный угар в г/см²; 2 — толщина окисленного слоя металла в мм

19. Потери металла от угара (в % по весу) при нагреве стальных заготовок и слитков в пламенных печах (неин методические, полуметодические и камерные, при загрузке и выгрузке по одной заготовке)

Размеры слитков и заготовок	Топливо	
	Природный газ	Мазут
Мелкие заготовки — диаметр или сторона квадрата до 50 мм	0,4—0,7	0,5—1,0
Средние заготовки — диаметр или сторона квадрата 50—100 мм	0,5—1,5	0,7—2,0
Крупные заготовки и мелкие слитки — диаметр или толщина 100—300 мм	1,0—3,5	1,5—4,5
Слитки и очень крупные заготовки — диаметр или толщина 300—600 мм	2,5—4,5	3,0—5,0
Крупные слитки — диаметр более 600 мм	3,5—5,0	4,0—5,5

Примечание. Потери относятся к одному нагреву холодных слитков или заготовки до температур 1200—1250° С.

в присутствии хрома и других элементов никель повышает сопротивляемость стали окислению.

БОРЬБА С ОКИСЛЕНИЕМ МЕТАЛЛА ПРИ НАГРЕВЕ

Уменьшение окисления металла при нагреве достигается:

1) сокращением продолжительности нагрева (скоростной нагрев, переход на электронагрев, см. табл. 20);

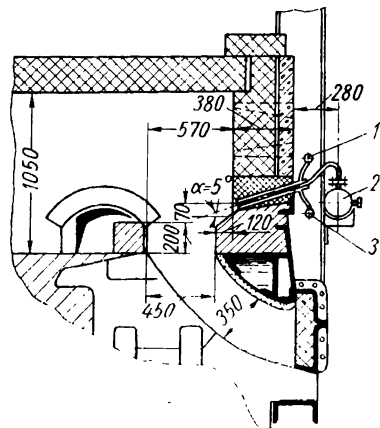


Рис. 11. Схема устройства защитного слоя у методической печи с торцевой выдачей: 1 — отвод воды; 2 — защитный газ; 3 — подвод воды [28]

2) применением защитного газового слоя на поду печи (рис. 11), позволяет уменьшить угар в 1,5—2 раза;

3) нагревом в защитных атмосферах (рис. 12);

4) нагревом в продуктах неполного горения газообразного топлива (в печах безокислительного нагрева открытым пламенем);

5) нагревом в расплавленных солях и расплавленном стекле;

6) применением обмазок;

7) нагревом в печах с литевой атмосферой.

Первые два способа позволяют сократить потери от угара, но не ликвидируют их, остальные дают возможность полностью или почти полностью ликвидировать угар.

На рис. 13 показана схема небольшой камерной рекуперативной печи

для безокислительного нагрева. Продукты неполного горения из рабочей камеры 1 поступают в камеру 3 дожигания, отделенную от рабочей камеры тонким сводом из достаточно теплопроводного огнеупорного материала (обычно из карборунда), через который в последнюю передается часть тепла. Из камеры дожигания продукты горения попадают в рекуператор, обеспечивающий высокий подогрев воздуха. Существуют печи и с регенеративным

20. Влияние на угар продолжительности и способа нагрева стальных заготовок ($D = 50$ мм) до 1200°C [33]

Способ нагрева	Продолжительность нагрева в мин	Потери от окисления в г/см ²	Толщина слоя окислы в мм	Соотношение потерь от окисления в %	
В пламенной печи с температурой в $^\circ\text{C}$:	1250 . .	13,5	0,0460	0,16	100,0
	1500 . .	3,5	0,0216	0,075	47,0
Электронагрев: индукционный контактный	2,5	0,0200	0,070	43,5	
	1,0	0,0125	0,045	27,0	

подогревом воздуха. Для понижения температуры подогрева воздуха можно подогревать само газообразное топливо или использовать обогащение первичного воздуха — кислородом.

Поверхностный угар металла при повышении коэффициента расхода воздуха возрастает (рис. 14).

Нагрев заготовок под ковку и штамповку в расплавленных солях и в расплавленной стекломассе позволяет полностью ликвидировать окисление при нагреве. Расплавленное стекло растворяет имеющуюся на поверхности заготовки окалину и обеспечивает смазку штампов при штамповке.

Близким к нагреву в расплавленном стекле является нагрев с применением защитных покрытий и обмазок. Для приготовления обмазок используют смесь порошков двух, трех и более

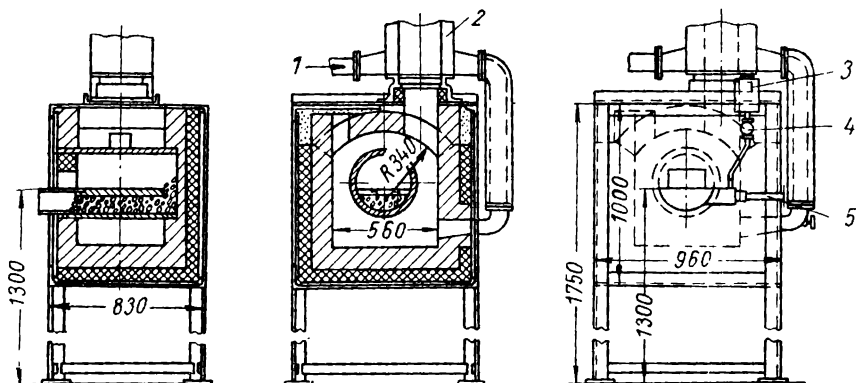


Рис. 12. Кузнечная комбинированная муфельная печь с индивидуальным подподовым кренинг-аппаратом: 1 — воздух от вентилятора; 2 — рекуператор; 3 — бачок для керосина; 4 — каплеуловитель; 5 — подвод воздуха в кренинг-аппарат [27]

стекло или стекловидных шлаков, к которым добавляют до 30% тонкомолотого оконного стекла, а также неболь-

верхность нагреваемых слитков или заготовок кистью или путем окунания [8].

Разработаны рецепты обмазок, предохраняющие от окисления слитки и заготовки при нагреве их до 1250°C в течение 6 ч.

Применение паров лития путем введения в факел пламени карбоната ли-

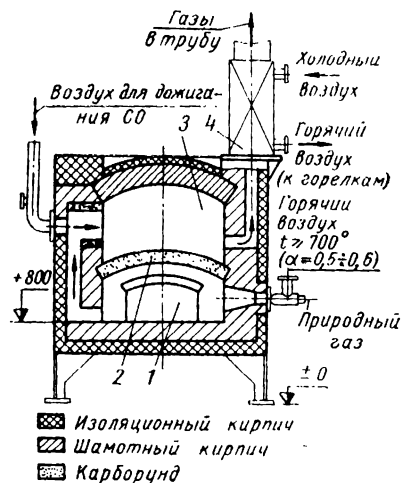


Рис. 13. Малая рекуперативная камерная газовая печь для безокислительного нагрева стальных заготовок открытым пламенем: 1 — нижняя — рабочая камера; 2 — карборундовый свод; 3 — камера дожигания; 4 — жароупорный рекуператор [22]

шое количество сульфитного шелока и огнеупорной глины, которые обеспечивают хорошее прилипание обмазки к поверхности холодного металла. Полученную эмульсию наносят на по-

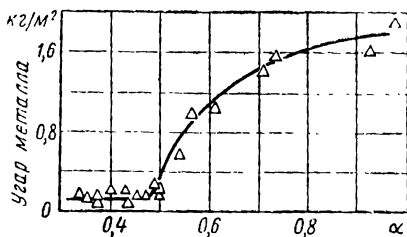


Рис. 14. Зависимость поверхностного угара от коэффициента расхода воздуха при нагреве стальных заготовок до ковочной температуры в печи, отапливаемой коксовальным газом [31]

тля или хлористого лития может обеспечить безокислительный нагрев в печах открытого пламени. При загрузке в печь холодного металла пары лития конденсируются на его поверхности и создают пленку, которая не только предохраняет металл от окисления, но и служит смазкой в штампах при штамповке. Однако этот способ находится в стадии экспериментов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автомобильные конструкционные стали, справочник под ред. А. П. Гульева и И. С. Козловского, М., Машгиз, 1951.
2. Архаров В. И. Окисление металлов. М., Металлургиздат, 1945.
3. Акименко А. Д., Кузелев М. Я., Скворцов А. А. Экспериментальное исследование нагрева стальных заготовок под ковку и штамповку в расплавленных солях. «Кузнечно-штамповочное производство», 1960, № 11.
4. Акименко А. Д., Кузелев М. Я., Скворцов А. А. и Холщевников Л. Я. Нагрев заготовок под ковку и штамповку в камерной печи безокислительного нагрева. «Кузнечно-штамповочное производство», 1962, № 6.
5. Акименко А. Д., Козлов А. И. и Скворцов А. А. Исследование нагрева стальных заготовок в расплавленной стекломассе. «Кузнечно-штамповочное производство», 1964, № 4.
6. Александров А. А. и Паньков Ю. Л. Металловедение и термообработка, приложение к журналу «Сталь» за 1959.
7. Бережковский Д. И. Нагрев металла перед ковкой и штамповкой, М., Машгиз, 1950.
8. Ващенко А. И., Зеньковский Л. Г. Безокислительный нагрев в печах открытого пламени. Сборник технической информации «Теплопроект» № 1 за 1959.
9. Геллер Ю. А. Инструментальные стали, М., Metallurgizdat, 1955.
10. Голованов С. Г. Нагревание стали для обработки давлением. «Сталь», 1949, № 1.
11. Дорохов Н. Н. и Златкин М. Г. Технологические процессыковки крупных поковок. М., Машгиз, 1950.
12. Златкин М. Г., Дорохов Н. Н., Лебедев П. И. и др. Справочник рабочего кузнечно-штамповочного производства. М., Машгиз, 1961.
13. Иванцов Г. П. Нагрев металла. М., Metallurgizdat, 1948.
14. Казанцев Е. И. Промышленные печи. М., «Металлургия», 1964.
15. Ключников С. И. Точная штамповка, М., Машгиз, 1949.
16. Копытов В. Ф. Безокислительный нагрев стали. М., Машгиз, 1947.
17. Копытов В. Ф. Механизированные кузнечные печи. М., Машгиз, 1952.
18. Копытов В. Ф. Новые методы газового нагрева. М., Metallurgizdat, 1962.
19. Костяков В. П. и Еринов А. Е. Безокислительный нагрев металла под штамповку в полуметодической толкательной печи. «Кузнечно-штамповочное производство», 1963, № 10.
20. Куроедов В. А. Безокислительный нагрев стали в печах открытого пламени. «Кузнечно-штамповочное производство», 1959, № 1.
21. Куроедов В. А. Нагрев стали в пламенных печах дляковки и штамповки. ИТО Машпром. М., 1964.
22. Кузелев М. Я. и Скворцов А. А. Нагрев металла под ковку и штамповку в пламенных печах. М., Судпромгиз, 1960.
23. Лифшиц Б. Г. Физические свойства сплавов. М., Metallurgizdat, 1946.
24. Нормативы времени на кузнечно-штамповочные работы. Министерство станкостроения СССР, М., Машгиз, 1952.
25. Новичков Н. В., Рейзен С. М., Штейн Ф. С. Методы безокислительного нагрева кузнечных заготовок. Л., 1959.
26. Паньков Ю. А. «Известия вузов. Черная металлургия», 1958, № 8.
27. Подгурский Л. В. Безокислительный нагрев под ковку и штамповку, как путь к экономии металла. Сб. «Экономия металла в кузнечно-штамповочном производстве». М., Машгиз, 1953.
28. Пахалуев К. М. Борьба с окислением металла в нагревательных печах. «Сталь», 1949, № 5—6.
29. Сборник «Прогрессивная технология нагрева металла перед ковкой и штамповкой», Московский дом научно-технической пропаганды им. Ф. Э. Дзержинского, М., 1964.
30. Рафалович И. М. Тепловые расчеты пламенных печей. М., Metallurgizdat, 1949.
31. Розенгарт Ю. Н., Тайц Н. Ю. и др. Исследование работы методической печи безокислительного нагрева. «Сталь», 1963, № 9.
32. Справочник кузнеца-технолога. Министерство судостроительной промышленности СССР, вып. III. М., Судпромгиз, 1951.
33. Скворцов А. А. Экономия металла за счет внедрения в производство безокислительных методов нагрева. Сб. «Экономия металла в кузнечно-штамповочном производстве». М., Машгиз, 1953.
34. Сорочкин А. И., Лебедев А. В., Зобнин Б. Ф. и др. Исследование процесса нагрева крупных слитков. Уралмашзавод, обмен техническим опытом. М., Машгиз, 1952.
35. Гайц Н. Ю. Технология нагрева стали. М., Metallurgizdat, 1962.
36. Чижиков Ю. М. Прокатка и ковка высоколегированных сталей, М., Metallurgizdat, 1941.
37. Энциклопедический справочник «Машиностроение», т. 3. М., Машгиз, 1947.

**ПЛАМЕННЫЕ ПЕЧИ ДЛЯ НАГРЕВА ПОД КОВКУ
И ШТАМПОВКУ**

**ТИПЫ ПЕЧЕЙ
И ОБЛАСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ**

В кузнечно-штамповочном производстве применяют печи с периодической и непрерывной загрузкой.

Во всех случаях, когда это возможно, следует предпочитать печи с непрерывной загрузкой, обеспечивающие непрерывность и определенный ритм производства, а следовательно, более высокую производительность, и позволяющие лучше использовать топливо. Однако

при мелкосерийном или единичном производстве (крупные поковки) возможность использования печей непрерывного действия ограничена и приходится применять камерные печи с периодической загрузкой. В крупносерийном и массовом производстве, где за определенными производственными агрегатами (молотами, прессами, ковочными машинами) закрепляется небольшое количество однотипных деталей, успешно применяют и автоматизированные печи с непрерывной загрузкой.

1. Типы кузнечных печей и условия их применения

Типы печей	Условия применения, характеристика конструкции	Способ использования тепла отходящих газов
Кузнечные горны открытые и закрытые (рис. 1 и 2)	<i>Печи с периодической загрузкой</i> Мелкое индивидуальное производство (ремонтные работы); нагрев мелких и средних заготовок	Не используется
Щелевые камерные (очковые печи) (рис. 3 и 4)	Преимущественно у горизонтально-ковочных машин для нагрева концов мелких и средних заготовок	Обычно не используется
Щелевые двух- и трехкамерные (рис. 5)	То же, но возможен нагрев с подогревом. Целесообразна при переменной загрузке или нагреве высоколегированной стали	Рекуператор или использование тепла на подогрев нагреваемого металла
Камерные с закрывающимися окнами (рис. 6)	Мелкосерийное и штучное производство, нагрев мелких и средних заготовок, загружаемых в печь	Рекуператор или без использования тепла
Двух- и трехкамерные с закрывающимися окнами (рис. 7)	То же, но возможен нагрев с подогревом. Целесообразна при переменной загрузке или нагреве высоколегированной стали	Рекуператор или использование тепла на подогрев металла (двухкамерные печи с переменной работой камер)
Крупные камерные с несколькими закрывающимися окнами (рис. 8)	Мелкосерийное и штучное производство, нагрев небольших слитков и заготовок разных размеров на переходахковки в прессовых цехах	Регенератор или рекуператор
Шахтные, колодезные (рис. 10)	Производство крупных штучных поковок, подогрев и нагрев крупных слитков и заготовок по определенному режиму	То же

Продолжение табл. 1

Типы печей	Условия применения, характеристика конструкции	Способ использования тепла отходящих газов
С выдвижным подом (рис. 9 и 10)	Производство средних и крупных штучных поковок; нагрев и подогрев средних и крупных слитков и заготовок по определенному режиму	Регенератор или рекуператор
Камерные безокислительного нагрева открытым пламенем (рис. 11)	Производство средних и мелких штучных и мелкосерийных поковок	Высокотемпературный рекуператор или регенератор специальной конструкции
<i>Печи с непрерывной загрузкой</i>		
Толкательные полуметодические и методические (рис. 12 и 13), толкатели электрические, пневматические, гидравлические	Нагрев в серийном и массовом производстве заготовок квадратного и прямоугольного сечений, допускающих проталкивание. Нагрев постепенный (методический)	Рекуператор или без использования тепла
Щелевые с боковым конвейером (рис. 14)	Серийное и массовое производство, нагрев концов заготовок	То же
Конвейерные с подподовым конвейером (рис. 15)	Нагрев небольших заготовок, главным образом листовых	То же
С шагающими подовыми балками (рис. 16)	Нагрев небольших заготовок разной формы	То же
С вращающимися стенками (рис. 17)	Нагрев концов заготовок	Редко рекуператор или без использования тепла
С вращающимся подом (рис. 18)	Нагрев заготовок любой формы. Для нагрева конца заготовки — тарельчатого типа, для нагрева всей заготовки — кольцевого	Рекуператор или без использования тепла
Крупные с вращающимся подом (рис. 19)	Нагрев в крупносерийном и массовом производстве средних и крупных слитков и заготовок цилиндрической или неправильной формы	Рекуператор
Перекатные (рис. 20)	Серийное и массовое производство; нагрев цилиндрических заготовок	Рекуператор или без использования тепла
Установки скоростного нагрева (рис. 21)	Массовое производство; нагрев мелких заготовок (толщиной до 100 мм)	Рекуператор
Полуметодические толкательные безокислительного нагрева (рис. 22)	Серийное и массовое производство	Рекуператор

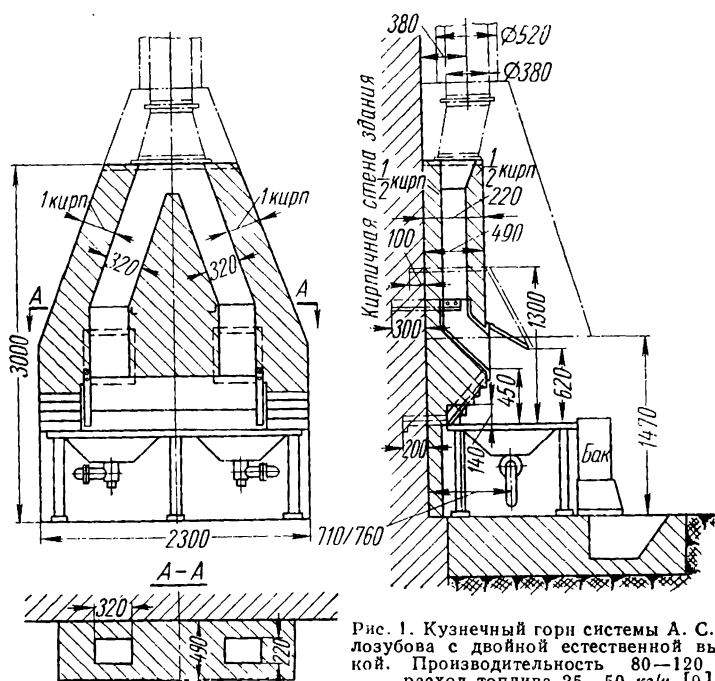


Рис. 1. Кузнечный горн системы А. С. Сколзунова с двойной естественной вытяжкой. Производительность 80—120 кг/ч расход топлива 25—50 кг/ч [9]

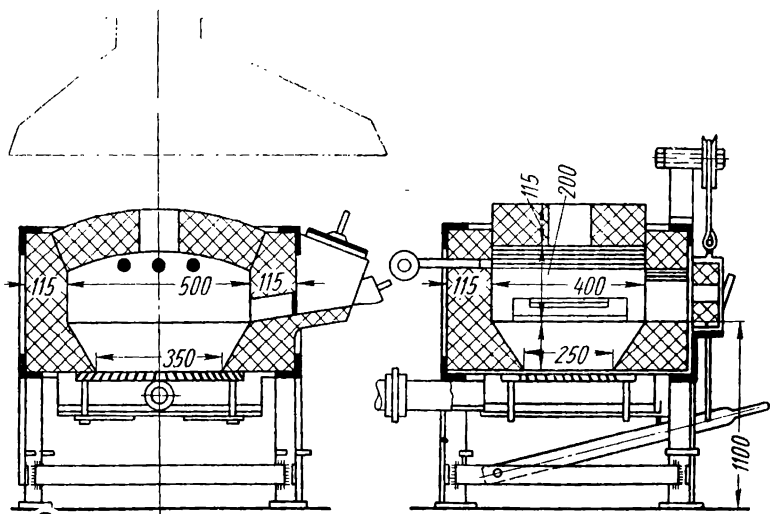


Рис. 2. Закрытый кузнечный горн (ЦНИИТМАШ). Производительность 100—120 кг/ч, напряженность 500—600 кг/м²·ч; расход топлива 12—14 кг/ч, топливо — антрацит [8]

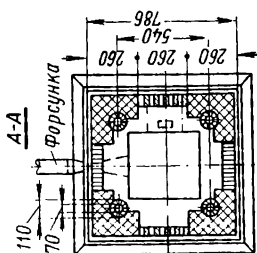
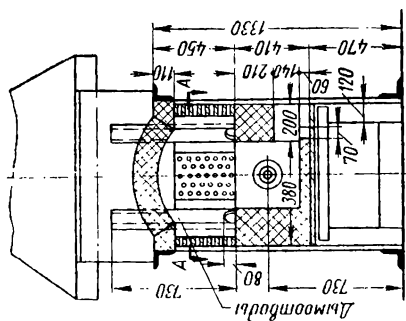


Рис. 4. Очковая печь для нагрева конца болтовых заготовок (Макарова). Производительность (по нагретому металлу) 100—150 кг/ч; расход топлива: мазута — 10—12 кг/ч, природного газа — 12—15 м³/ч [8]

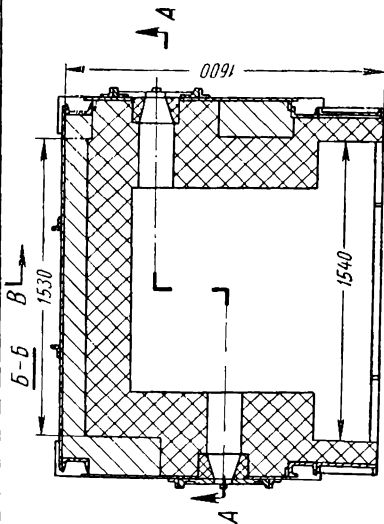
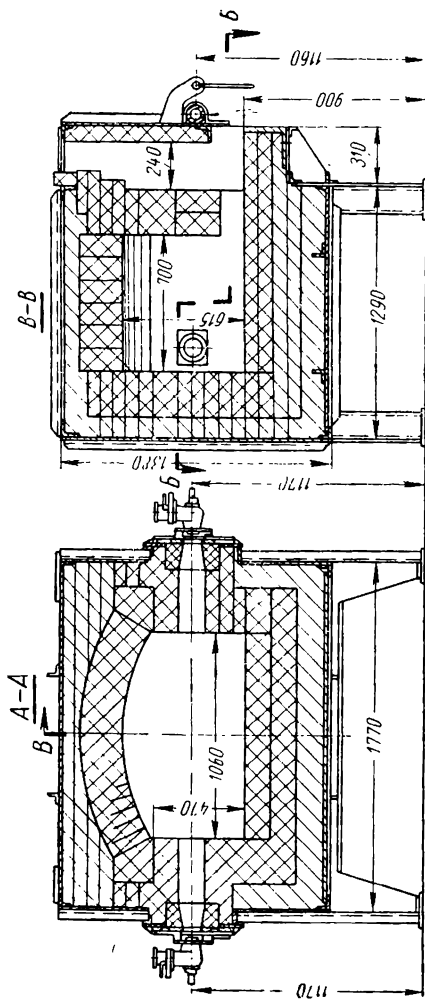


Рис. 3. Переносная щелевая печь на жидком или газобразном топливе (Соводейлострой). Производительность — 250—400 кг/ч; расход топлива: мазута — 40—50 кг/ч, природного газа 50—60 м³/ч [8]

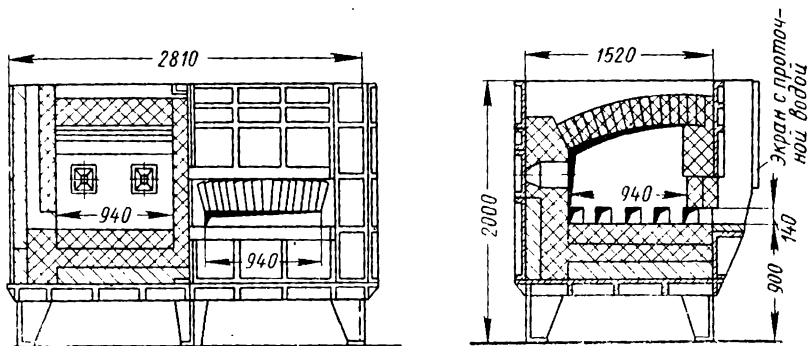


Рис. 5. Двухкамерная кузнечная печь щелевого типа на жидком или газообразном топливе. Производительность до 1000 кг/ч; расход топлива: мазута до 150 кг/ч, природного газа до 180 м³/ч [14]

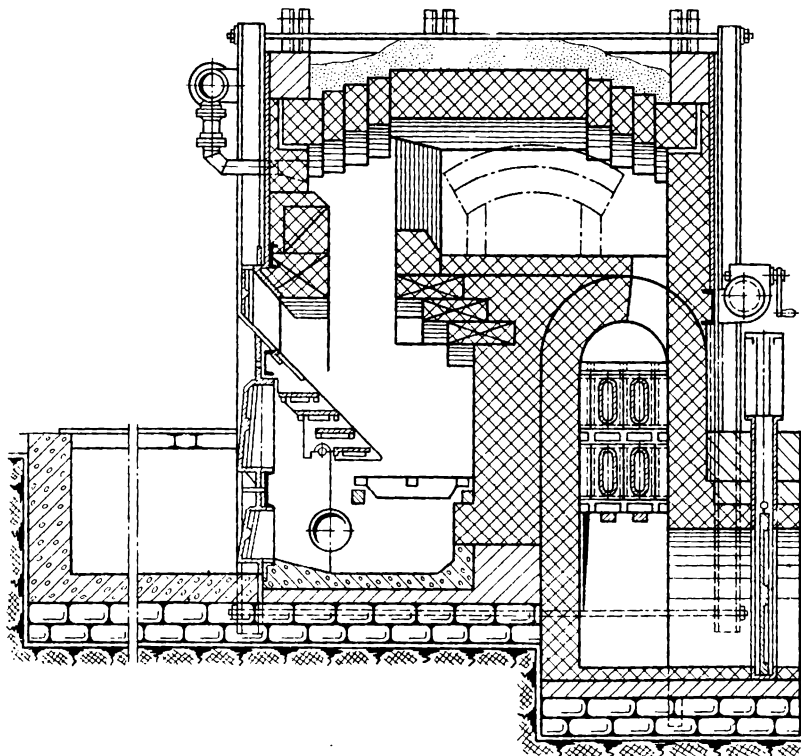


Рис. 6. Камерная кузнечная печь на твердом топливе (каменный уголь марок Д, Г или ПЖ). Напряженность пода 300—450 кг/м²·ч, удельный расход условного топлива — 0,28—0,30 т/т нагр. мет. [14]

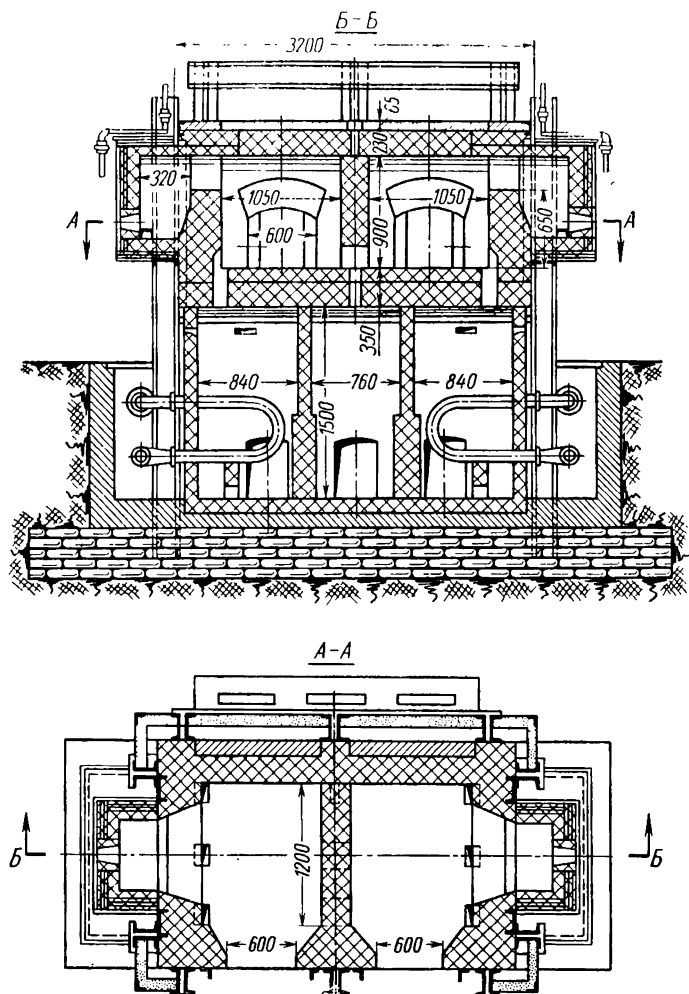


Рис. 7. Двухкамерная печь на жидком топливе. Печь может работать: а) обеими камерами одновременно (как две самостоятельные печи); б) поочередно (одна камера служит для подогрева металла, другая для окончательного нагрева); после обработки садки форсунки и шибера камер переключаются и они меняются ролями; в) одна камера все время служит подогревательной и материал после подогрева переносится в другую камеру для окончательного нагрева. Наиболее целесообразным по использованию топлива является вариант б; по производительности — вариант а [8]

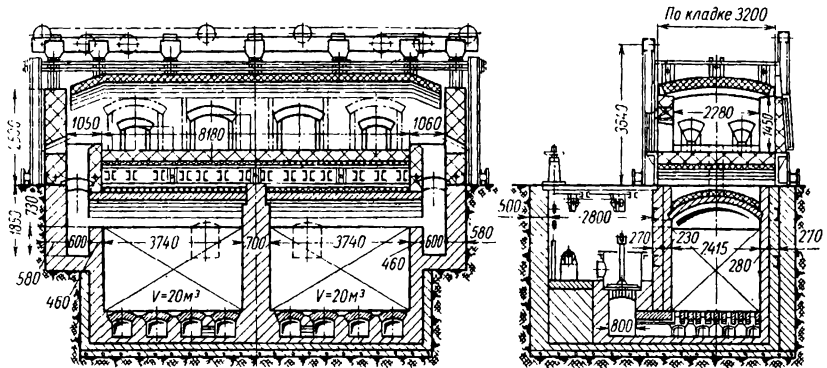


Рис. 8. Регенеративная печь к гидравлическому прессу для нагрева слитков и подогрева заготовок. Нагрев слитков развесом до 18 т и подогрев заготовок на переходах. Расход топлива — мазута 300—400 кг/ч

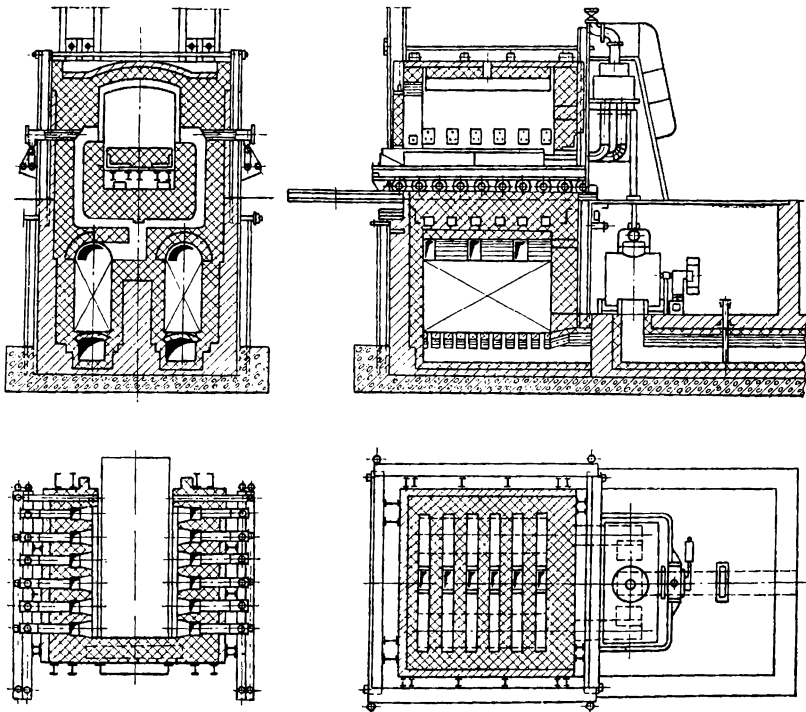


Рис. 9. Регенеративная печь с двусторонним подводом тепла и выдвижным подом (Б. Ф. Зобнина — Уралмашзавод). Напряженность пода 275—325 кг/м²·ч; удельный расход условного топлива — 90—100 кг/т нагрев. мет.; топливо — генераторный газ [6]

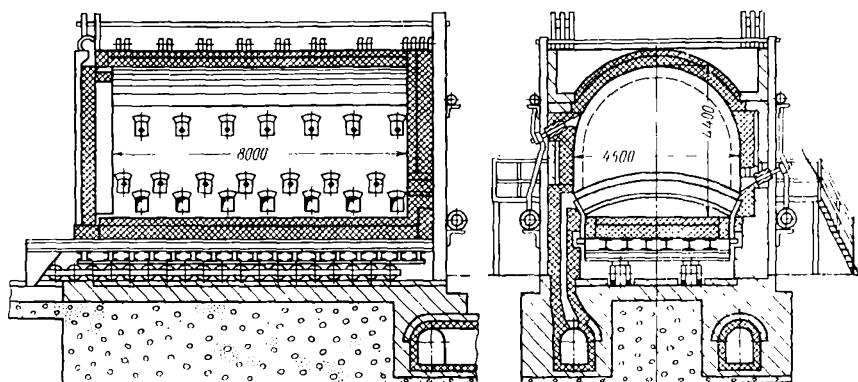


Рис. 10 Печь с выдвигаемым подом для нагрева слитков весом до 250 т (ЦНИИТМАШ) на генераторном газе

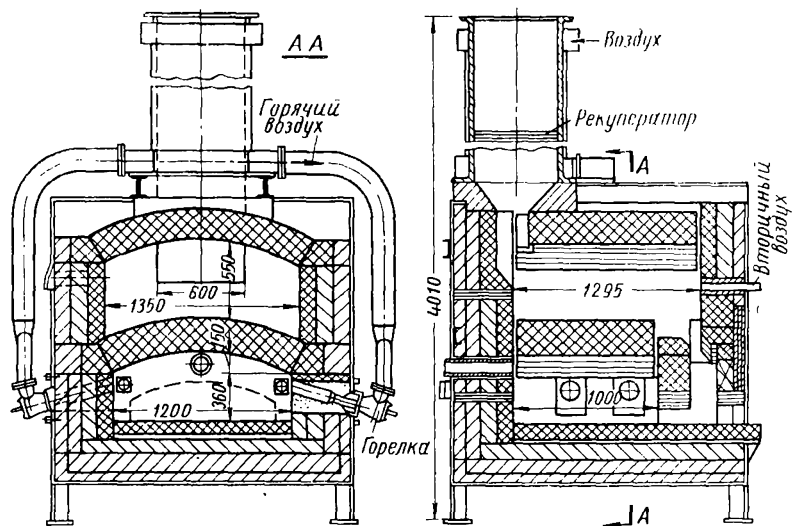


Рис. 11. Кузнечная камерная печь для безокислительного нагрева или малоокислительного нагрева открытым пламенем

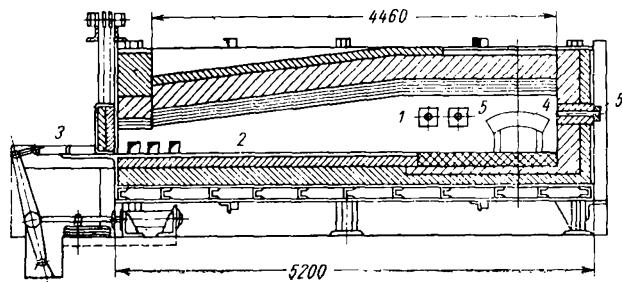


Рис. 12. Толкательная полуметодическая печь для нагрева заготовок под штамповку: 1 — камера высокой температуры; 2 — подогревательная камера; 3 — окно загрузки; 4 — окно выдачи; 5 — горелки [14]

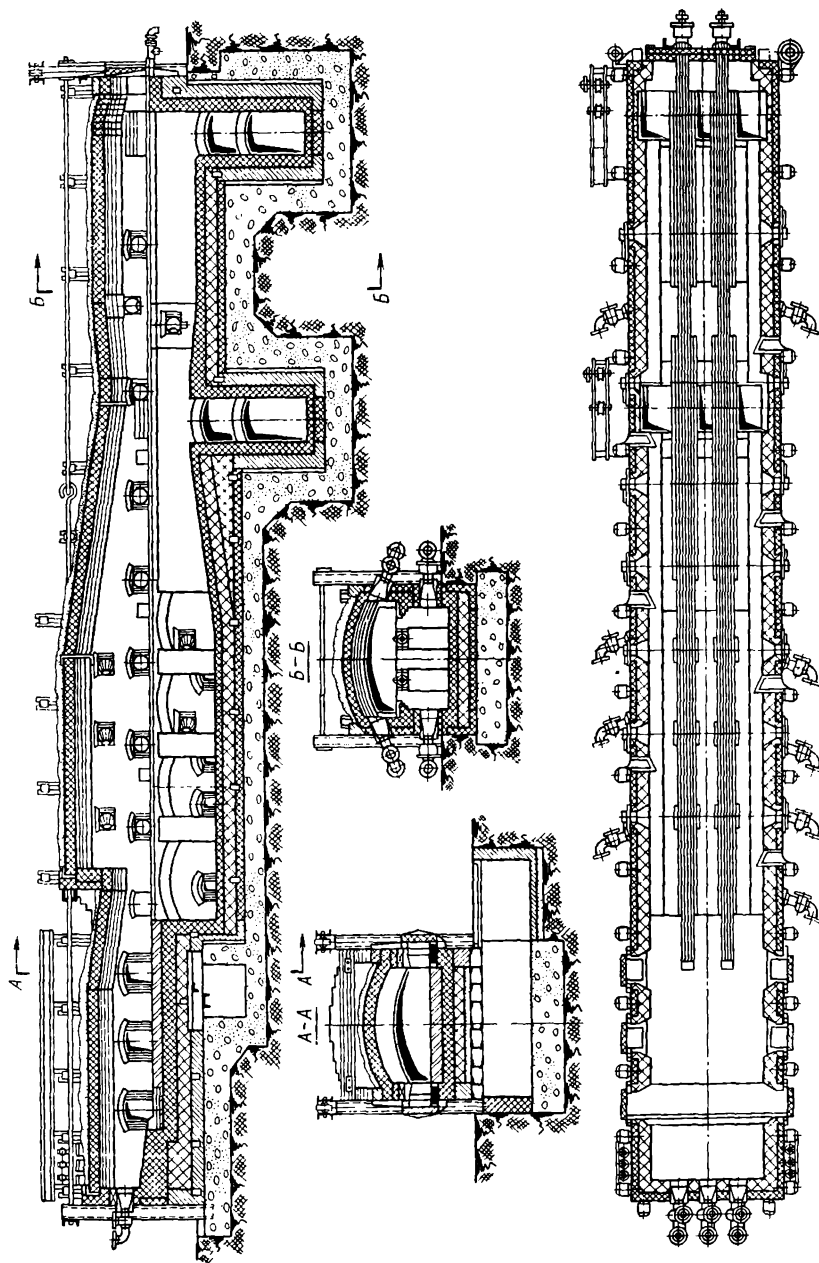


Рис. 13. Трекционная однокорпусная методическая печь на генераторном газе для нагрева слитков из высоколегированной стали (конструкция Гиромеза) [3]

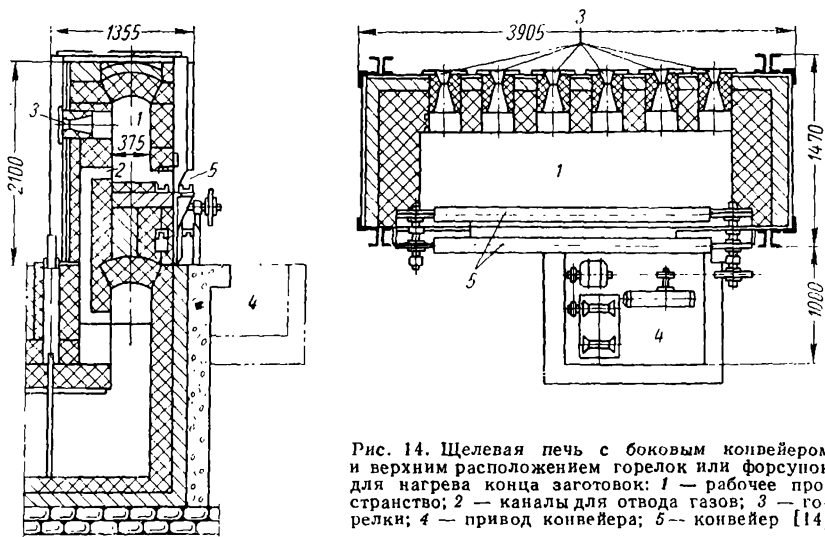


Рис. 14. Щелевая печь с боковым конвейером и верхним расположением горелок или форсунок для нагрева конца заготовок: 1 — рабочее пространство; 2 — каналы для отвода газов; 3 — горелки; 4 — привод конвейера; 5 — конвейер [14]

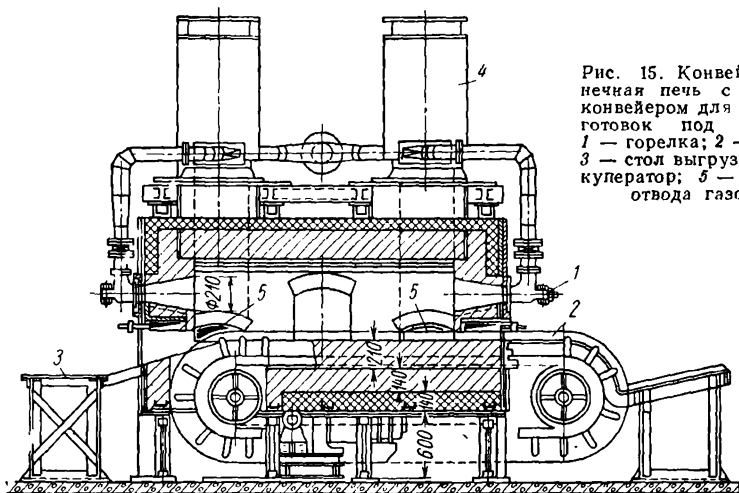


Рис. 15. Конвейерная кузнечная печь с подподовым конвейером для нагрева заготовок под штамповку: 1 — горелка; 2 — конвейер; 3 — стол выгрузки; 4 — рекуператор; 5 — каналы для отвода газов [13]



Рис. 16. Нагревательная печь с шагающей балкой для нагрева под штамповку листовых и продольчатых заготовок правильной и неправильной формы. Напряженность пода 200—300 кг/м².ч; удельный расход условного топлива — 200 кг/т нагр. мет.; топливо — природный газ [11]

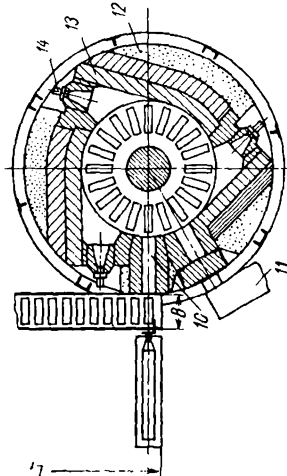
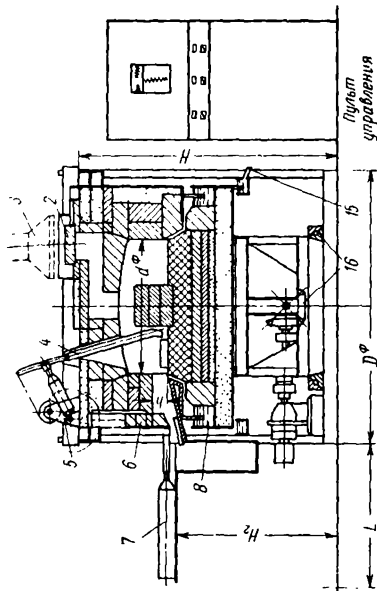


Рис. 18. Кузнечная печь с вращающимся полом: 1 — жароупорное несущее кольцо; 2 — шибер на отходящих газах; 3 — зонт для отвода газа; 4 — балка для выдачи заготовок (охлаждается водой); 5 — пневматический цилиндр для выдачи заготовок; 6 — крышка; 7 — пневматический цилиндр для загрузки заготовок; 8 — водяной затвор; 9 — ролик; 10 — загрузочное отверстие; 11 — склиз к молоту; 12 — теплоизоляция; 13 — футеровка; 14 — форсунка для горелки; 15 — слив воды; 16 — шарнирная опора и привод, $d\phi = 1100 \div 1900$ мм, $D\phi = 2100 \div 3000$ мм; $H = 2000 \div 2100$ мм, $H_2 = 1300$ мм, $h = 200 \div 300$ мм. Производительность — 250—1250 кг/ч; расход топлива — мазут — 36—120 кг/ч

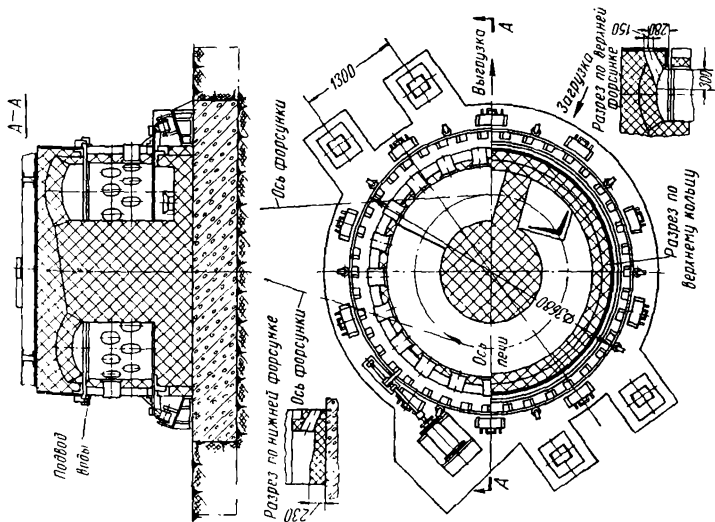


Рис. 17. Методическая печь с вращающимися стенками. Напряженность пода $\approx 300-500$ кг/м²·ч; удельный расход условного топлива 90—120 кг/т нагр. мет.; топливо — мазут [17]

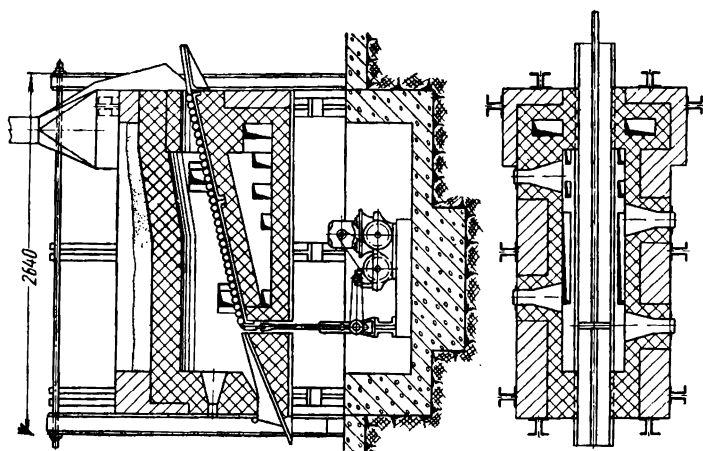


Рис. 20. Печь конструкции Стальпроекта с наклонным подом и пульсатором для выдачи заготовок [3]

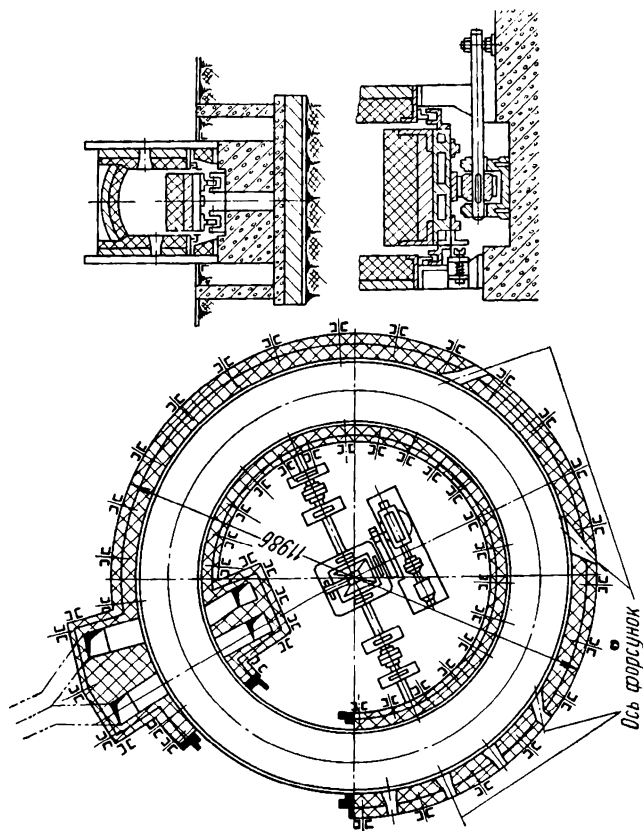


Рис. 19. Методическая кольцевая печь для нагрева под штамповку слитков весом до 300 кг. Температура нагрева 1200—1250° С; напряженность пода 250—300 кг/м²·ч. удельный расход условного топлива 57,5—65 кг/т нагр. мет. [18]

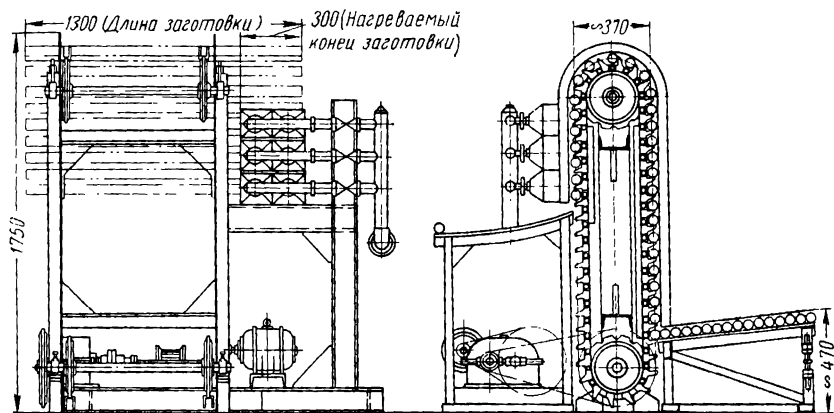


Рис. 21. Установка для скоростного нагрева заготовок полуосей $d = 50$ мм под высадку. Температура нагрева 1150—1200° С; производительность 70 шт/ч; время нагрева 3 мин; топливо — природный или смешанный газ [10]

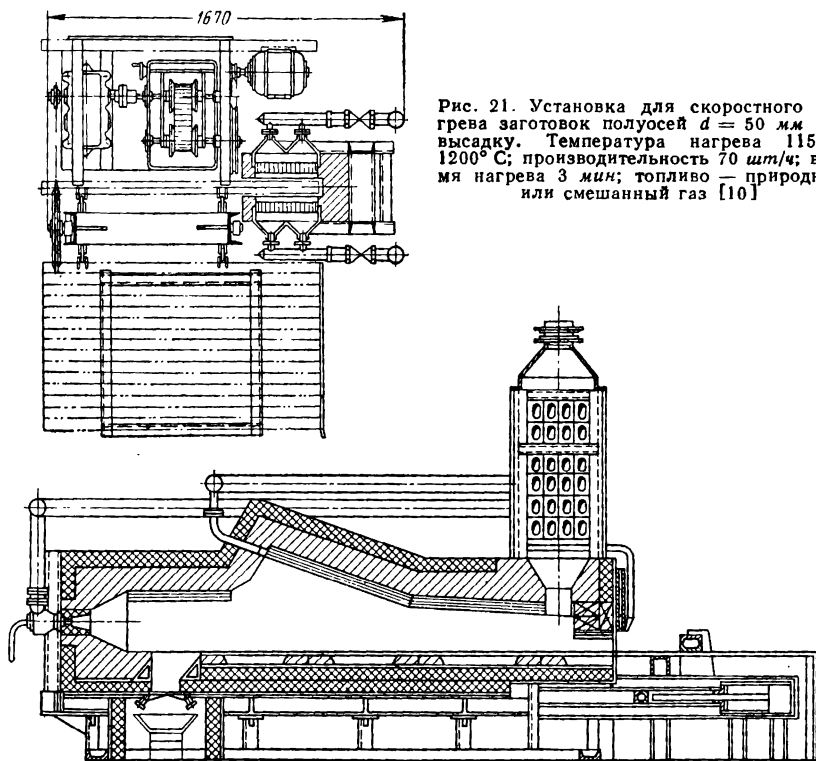


Рис. 22. Полуметодическая толкательная печь для малоокислительного нагрева заготовок под штамповку. Напряженность пода ~ 500 кг/м²·ч. Удельный расход тепла около 600 ккал/кг; температура нагрева 1200—1240° С, угар 0,15—0,3% [12]

2. Удельная производительность (напряженность пода) в кг/м²·ч кузнечных печей

Типы печей	Мазут $Q_p^H \approx 9500$ ккал/кг, природный газ $Q_p^H \approx 8000$ ккал/м ³	Газ $Q_p^H \geq 1800$ ккал/м ³	Уголь $Q_p^H \approx 6000$ ккал/кг	Генераторный газ	
				$Q_p^H = 1500$ ккал/м ³	$Q_p^H = 1200$ ккал/м ³
Щелевые	400—550	350—500	300—400	250—400	200—250
Камерные с закрывающимися окнами	450—600	450—550	300—450	300—450	200—250
С выдвигаемым подом (при нагреве под ковку холодных слитков)	120—300	100—250	100—200	100—200	80—150
Полуметодические	350—450	300—400	250—350	250—350	200—250
Механизированные с конвейером роликовых или шагающими балками	250—400	200—400	—	200—250	150—200
Методические толкательные и рольные	250—400	200—350	200—300	200—300	450—200
Методические кольцевые с вращающимся подом	250—300	150—300	—	100—250	100—200

Примечание. Q_p^H — низшая теплотворная способность топлива.

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ И РАЗМЕРЫ ПОДА ПЕЧИ

Обозначения:

 G — производительность печи в кг/ч; g — вес слитка или заготовки в кг/шт; $N = \frac{G}{g}$ — производительность печи в шт/ч; τ — время нагрева слитка или заготовки в ч; $f_{мет}$ — площадь проекции одного слитка или одной заготовки на под в м²; $F_{мет} = n f_{мет}$ — площадь пода, занятая металлом, в м²; $K = \frac{F_{мет}}{F_{пода}}$ — коэффициент загрузки пода; для камерных печей с периодической загрузкой $K = 0,35 \div 0,5$, для методических и полуметодических печей с непрерывной загрузкой $K = 0,6 \div 0,85$ (следует стремиться к возможно большему значению K);

$$X = \frac{G}{F_{пода}} \text{ — напряженность пода в кг/м}^2 \cdot \text{ч.}$$

Число n слитков или заготовок, которое должно находиться одновременно в печи,

$$n = N\tau = \frac{G}{g} \tau \text{ шт.}$$

Площадь пода

$$F_{пода} = \frac{F_{мет}}{K} = \frac{n f_{мет}}{K} = \frac{G}{g} \cdot \frac{f_{мет}}{K} \tau \text{ м}^2.$$

Производительность печи при данной $F_{пода}$

$$G = \frac{K F_{пода}}{f_{мет}} \cdot \frac{g}{\tau}.$$

Напряженность пода

$$X = \frac{G}{F_{пода}} = \frac{g}{f_{мет}} \cdot \frac{K}{\tau}.$$

ТОПЛИВО И УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЕГО СЖИГАНИЯ

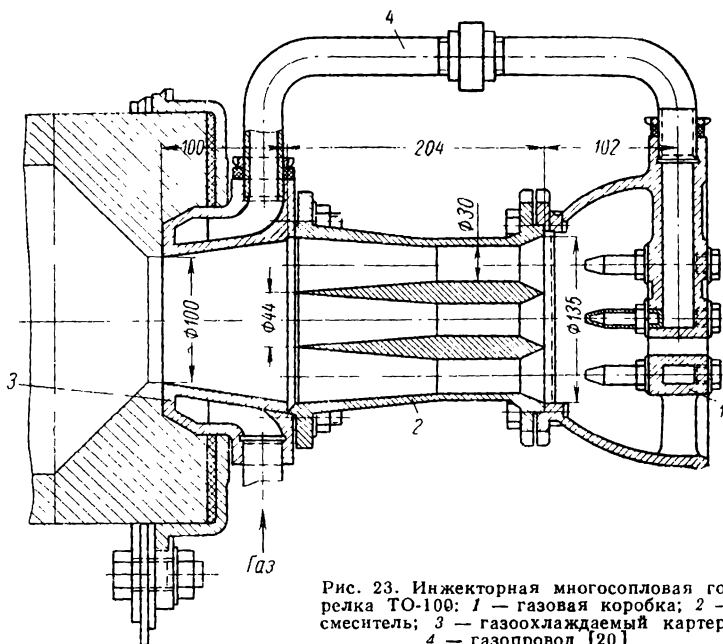


Рис. 23. Инжекторная многосопловая горелка ТО-100: 1 — газовая коробка; 2 — смеситель; 3 — газоохлаждаемый картер; 4 — газопровод [20]

В кузнечных печах используется газообразное, жидкое и твердое топливо.

Наибольшими преимуществами обладает газообразное топливо, сжигаемое с минимальным избытком воздуха, удобно транспортируемое по трубопроводам и позволяющее легко автоматически регулировать процессы горения.

Далее следует жидкое топливо, сжигаемое обычно с большим избытком воздуха, чем газообразное, но обладающее остальными преимуществами последнего.

Использование твердого топлива часто дает необходимую температуру нагрева металла, но связано с рядом неудобств по транспортировке его к печам и удалению золы.

При выборе топлива для кузнечных печей необходимо учитывать наличие местных видов его.

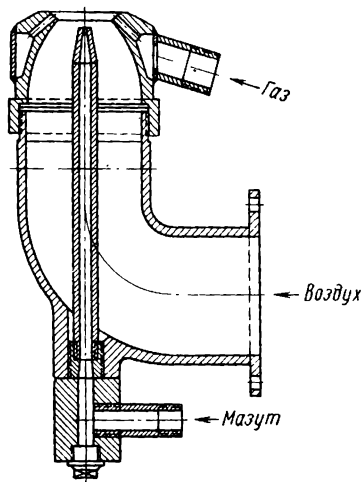


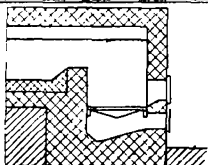
Рис. 24. Комбинированная горелка для сжигания мазута и природного газа

3. Характеристика некоторых видов топлива

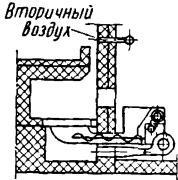
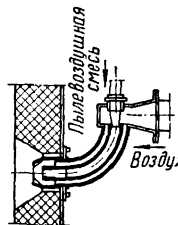
Топливо	Q_p^H	α	Температура в °С			
			$t_{гор}$	$t_{топки}$	$t'_{топки}$	$t_{воз}$
Уголь:						
подмосковный БР . . .	2860	1,2—1,35	1540—1430	1160—1000	1190—1045	400—1000
челябинский Б	3800	1,2—1,35	1660—1540	1240—1080	1280—1120	150—550
донецкий Д	4900	1,25—1,4	1700—1580	1285—1110	1315—1140	100—500
черемховский Д и су- чанский ПЖ	5330	1,25—1,4	1730—1610	1300—1130	1340—1170	0—450
черногородский Д	5710	1,25—1,4	1750—1630	1315—1140	1350—1180	0—400
донецкий Г	5900	1,25—1,4	1750—1630	1315—1140	1360—1190	0—400
кузнецкий Г	6580	1,25—1,4	1790—1650	1340—1150	1390—1200	0—300
кузнецкий Т	6800	1,25—1,4	1800—1670	1350—1170	1400—1230	0—300
кузнецкий СС	7020	1,25—1,4	1830—1700	1370—1200	1420—1250	0—250
антрацит донецкий АС	6400	1,3—1,5	1730—1560	1300—1100	1350—1150	0—450
Мазут 40; 60; 80	9370	1,1—1,25	1940—1800	1450—1350	1500—1400	0
Нефтяной газ	11000	1,05—1,10	2050—1980	1535—1490	1590—1540	0
Природный газ	8000	1,05—1,10	2000—1940	1500—1450	1570—1500	0
Газ коксовых печей	3780	1,05—1,10	1900—1850	1425—1385	1450—1425	0
Смесь доменного и кок- сового газов	1940	1,05—1,10	1390—1840	1415—1380	1440—1415	0
Доменный газ (коксо- вых печей)	920	1,05—1,10	1440—1410	1080—1060	1110—1090	750 800 (или газ и воздух до 400)
Генераторный газ из торфа	1480	1,05—1,10	1725—1690	1295—1265	1330—1310	0—300
Генераторный газ из донецкого угля Г	1398	1,05—1,10	1680—1650	1260—1240	1300—1275	100—350
Генераторный газ из антрацита	1200	1,05—1,1	1660—1630	1245—1220	1275—1250	200—400

Обозначения: Q_p^H — низшая теплотворная способность топлива; α — коэффициент избытка воздуха; $t_{гор}$ — теоретическая температура горения топлива; $t_{топки}$ — максимальная температура топки или рабочего пространства печи; $t'_{топки}$ — та же температура при подогреве воздуха до 100° С; $t_{воз}$ — необходимая температура подогрева воздуха для получения температуры в топке или рабочем пространстве печи (1300—1350° С), достаточной для нагрева стали под ковку и штамповку.

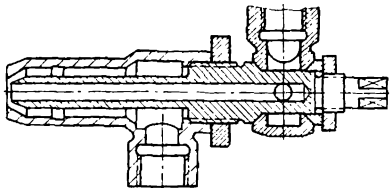
4. Сжигание твердого топлива в топках нагревательных печей

Схема топки	Топливо	Конструкция топки	Специфические свойства	Напряжение колосниковой решетки в кг/м ² ·ч	Коэффициент избытка воздуха α	Высота слоя топлива в мм	Давление воздуха в мм вод. ст.
	Каменный уголь, антрацит	Горизонтальная колосниковая решетка (полное сжигание топлива в слое)	Невысокая зольность	150—200	1,3—1,5	100—150	50—100

Продолжение табл. 4

Схема топки	Топливо	Конструкция топки	Специфические свойства	Напряжение колосниковой решетки в кг/м ² .ч	Коэффициент избытка воздуха α	Высота слоя топлива в мм	Давление воздуха в мм вод. ст.
 <p>Вторичный воздух</p>	Каменный уголь	Стокер с нижней подачей (механирированная топка)	Низкая зольность	250	1,25—1,35	400	100
 <p>Пылевидная смесь Воздух</p>	То же	Горелка (пылевидное сжигание—система низкого давления)	Высокое содержание летучих	Напряженность объема 250 000 ккал/м ³ .ч	1,15—1,25	—	Первичного 300, вторичного—100

5. Производительность форсунок высокого давления (конструкции Шухова) [15]

Схема форсунки	№ форсунки	Производительность в кг/ч при давлении мазута		
		500 мм вод. ст.	0,6—1,0 ат и воздуха 3—5 ат	2,0—2,5 ат и воздуха более 5 ат
	1	3	7	10
	2	6	20	30
	3	12	40	60
	4	19	60	90
	5	27	80	120
	6	38	100	150
	7	50	130	180
	8	70	180	240
	9	125	250	320
	10	200	350	—

Примечание. На распыливание 1 кг подогретого мазута расходуется 0,5—0,8 кг воздуха или 0,4—0,6 кг пара.

6. Производительность форсунок низкого давления
(конструкции Стальпроекта) [8]

Обозначение форсунки по диаметру воздушного патрубка в мм (дюймах)	Производительность в кг/ч при давлении воздуха в мм вод. ст.	
	300	700
38 (1 1/2)	3,5	8
65 (2 1/2)	11	24
100 (4)	32	57
125 (5)	54	82
150 (6)	80	120
200 (8)	135	205

7. Производительность форсунок низкого давления [15]
(конструкции Карабина)

№ форсунки	Производительность при давлении 500 мм вод.ст. в кг/ч	Выходной диаметр воздушного сопла в мм	Вс в кг	Производительность форсунок в % от нормальной при подогреве воздуха до температуры в °С					
				100	150	200	250	300	350
1	8,0	26	7	85	80	76	72	70	60
	15,0	36							
2	24,0	40	12	85	80	76	72	70	60
	25,0	36							
	35,0	44							
	50,0	50							

8. Производительность форсунок типа ФДБ* [8], [20]

Тип форсунки и размерный №	Максимальный расход мазута в кг/ч	Максимальный расход мазута в кг/ч и воздуха в м ³ /ч при давлении воздуха в мм вод. ст.					
		400		520		700	
		Мазут	Воздух	Мазут	Воздух	Мазут	Воздух
ФДБ-1	5,1	3,08	20,0	3,35	22,0	3,9	26,0
ФДБ-2	8,5	4,65	30,0	5,10	34,0	5,9	38,8
ФДБ-3	13,6	7,20	47,0	7,85	52,0	9,1	60,0
ФДБ-4	20,2	11,00	76,0	12,5	82,0	14,6	95,0

Примечание. Давление мазута 1,5—2,0 ат.
* ФДБ — форсунка двухступенчатая большой производительности конструкции Союзтеплостроя.

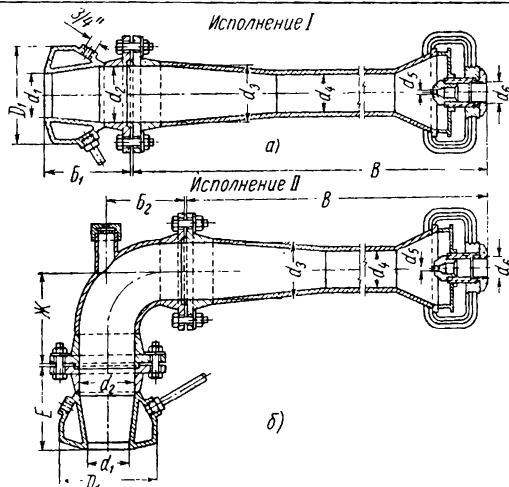
9. Характеристики одноступенчатых инжекторных горелок для газа с отдельными смесителями [15]

Производительность горелки в тыс. ккал/ч при напряженности носка 10 000 ккал/см ² ·ч	Смеситель				Горелки					
	в дюймах		в мм		Число горелок на один смеситель					
	D ₀	d ₀	d _c	d _D	Одна		Две		Три	
					в дюймах	в мм	в дюймах	в мм	в дюймах	в мм
	D	d _{H2}	D	d _{H2}	D	d _{H2}				
13	1	3/4	13	26	1 1/2	13	—	—	—	—
17	1	3/4	13	26	1 1/2	14,5	—	—	—	—
20	1	3/4	13	26	1 1/2	16	—	—	—	—
20	1 1/4	3/4	16	33	1 1/2	16	1 1/2	11	—	—
25	1 1/4	3/4	16	33	1 1/2	18	1 1/2	13	—	—
31	1 1/4	3/4	16	33	2	20	1 1/2	17,5	—	—
31	1 1/2	1	20	40	2	20	1 1/2	14,5	—	—
38	1 1/2	1	20	40	2	22	1 1/2	16	—	—
45	1 1/2	1	20	40	2	24	1 1/2	17	—	—
45	2	1	24	48	2	24	1 1/2	17	1 1/2	14,5
57	2	1	24	48	2 1/2	27	1 1/2	19	1 1/2	16
71	2	1	24	48	2 1/2	30	2	21	1 1/2	17

Продолжение табл. 9

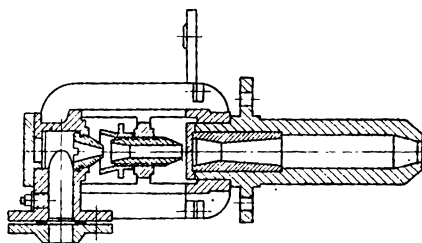
Производительность горелки в тыс. ккал/ч при напряженности носки 10 000 ккал/см ² ·ч	Смеситель				Горелки					
	в дюймах		в мм		Число горелок на один смеситель					
	D _o	d _o	d _c	d _o	Одна		Две		Три	
					в дюй- мах	в мм	в дюй- мах	в мм	в дюй- мах	в мм
					D	d _{H₂}	D	d _{H₂}	D	d _{H₂}
71	2 1/2	1 1/4	30	56	2 1/2	30	2	21	1 1/2	17
86	2 1/2	1 1/4	30	56	80 ММ	33	2	23	1 1/2	19
110	2 1/2	1 1/4	30	56	80	37	2 1/2	26	2	21
110	3	1 1/2	37	68	80	37	2 1/2	26	2	21
130	3	1 1/2	37	68	100	41	2 1/2	30	2	24
160	3	1 1/2	37	68	100	45	80 ММ	33	2 1/2	26
160	4	2	45	80	100	45	80	33	2 1/2	26
200	4	2	45	80	100	50	80	37	2 1/2	30
240	4	2	45	80	125	55	100	39	80 ММ	33
240	4	2	55	96	125	55	100	39	80	33
290	4	2	55	96	125	61	100	43	80	37
350	4	2	55	96	150	67	100	50	100	41

10. Инжекционные горелки Укргипромеца [1]



Произво- дительно- сть при давлении газа 1 ат в м ³ /ч	Размеры в мм										Диаметр газопровода в дюймах d _o
	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	B ₁	B ₂	B	E	Ж	D ₁	
21,1	65	80	53	4,6	180	150	584	180	309	190	1 1/2
32	75	100	61	5,3	—	150	660	126	361	180	1 1/2
43	86	108	70	6,1	130	150	748	200	249	200	1 1/2
58	100	125	80	7,1	185	152	774	185	324	200	1 1/2
76	110	140	94	8,2	220	200	929	220	279	250	2

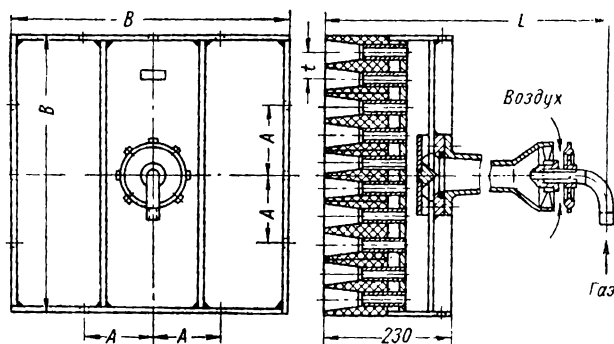
11. Производительность в $\text{мм}^3/\text{ч}$ двухступенчатых инжекторных горелок конструкции Союзтеплостроя [15]



Газ	Q_p^H в ккал/мм ³	p_1 в мм.вод. ст.	Типоразмер горелки					
			ГВ-2	ГВ-4	ГВ-5	ГВ-6	ГВ-7	ГВ-8
Коксовый	4000	3000	4	14	27	43	60	87
Смешанный	2000	2000	8	28	52	85	115	165
Генераторный	1300	1000	10	35	65	105	140	210

Q_p^H — теплотворная способность газа (низшая); p_1 — давление газа перед соплом горелки.

12. Производительность и основные размеры панельных горелок конструкции Гипронефтемаша [15]

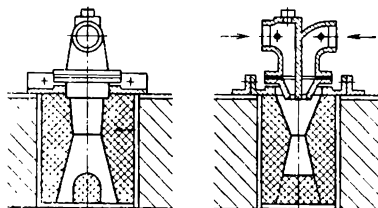


Обозначение горелки	Теплопроизводительность в ккал/ч	Диаметр и толщина стенки трубок в мм	Количество	t	L	B	A	Вес в кг
				в мм				
ГБП-34	35 000	6 × 1	100	50,0	740	500	125	85
ГБП-55	55 000	8 × 2	144					150

Продолжение табл. 12

Обозначение горелки	Теплопроизводительность в ккал/ч	Диаметр и толщина стенки трубок в мм	Количество	<i>t</i>	<i>L</i>	<i>B</i>	<i>A</i>	Вес в кг
				в мм				
ГБП-85	85 000	8 × 1,25 (10 × 2)	100	50,0	740	500	125	92
ГБП-120	120 000		144			605	150	118
ГБП-140	140 000		100			500	125	89
ГБП-200	200 000		144			605	150	124
ГБП-280	280 000	10 × 1,25 (12 × 2)	196	35,7	945	500	125	94
ГБП-400	400 000		289			605	150	131
ГБП-530	530 000		365			500	125	100

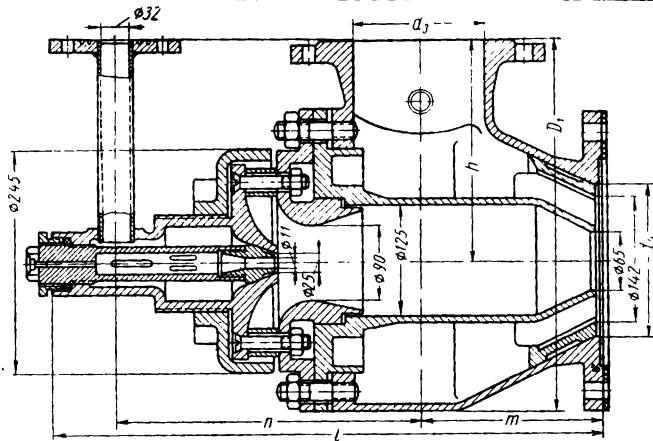
13. Производительность щелевых горелок низкого давления конструкции Союзтепостроя [15]



Типоразмер горелки	Производительность в м³/ч			Давление в мм вод. ст. при газе с Q_p^H в ккал/м³					
	минимальная	средняя	максимальная	1200		1350		1500	
				газа	воздуха	газа	воздуха	газа	воздуха
ГЩО и ГЩД-1"	5	10	15	80	80	80	85	85	110
ГЩО и ГЩД-1 1/2"	10	20	30	80	80	80	85	85	105
ГЩО и ГЩД-2"	20	40	60	75	75	80	85	85	100
ГЩО и ГЩД-2 1/2"	40	70	100	75	75	75	85	80	100
ГЩК-3"	60	100	140	50	75	55	85	60	110
ГЩК-4"	100	150	200	50	70	55	80	60	95
ГЩК-5"	150	225	300	50	70	55	75	60	95

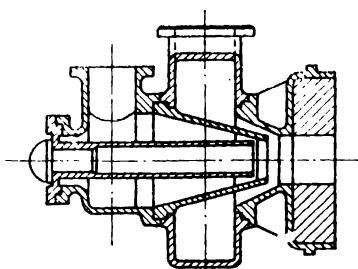
Примечание. Давление указано при максимальной производительности горелки. ГЩО — горелка щелевая односторонняя; ГЩД — горелка щелевая двусторонняя; ГЩК — горелка щелевая комбинированная.

14. Турбулентные горелки Гипромеза с двухступенчатым подводом воздуха [1]



Величины	№ горелок							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Расход газа (номинальный) в м ³ /ч	6	16	25	39	55	100	160	227
Размеры в мм:								
<i>l</i>	360	505	544	600	618	730	825	954
<i>m</i>	120	160	180	190	210	240	270	320
<i>n</i>	195	275	296	330	333	400	445	520
<i>h</i>	150	210	225	240	250	300	320	370
<i>D</i> ₁	175	250	285	315	340	395	445	540
<i>d</i> ₃	50	80	100	125	150	200	250	300
<i>d</i> ₄	68	102	120	150	175	230	285	335
Диаметр газопровода <i>d</i> ₂ в мм	1/2	3/4	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2
Вес в кг	22	56	72	85	92	124	244	237

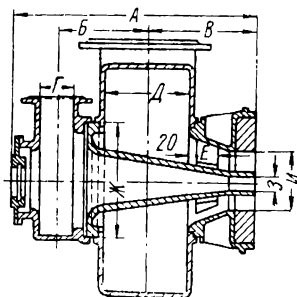
15. Производительность в м³/ч турбулентных горелок низкого давления конструкции Стальпроекта [15]



№ горелок	Газ $Q_p^H = 900 \div 1400$ ккал/м ³	№ горелок	Газ $Q_p^H = 1400 \div 2200$ ккал/м ³
2	50—100	9	40—80
3	80—160	10	70—130
4	140—280	11	120—230
5	220—450	12	190—380
6	320—650	13	270—550
7	550—1100	14	450—900

Примечание. Производительность горелок указана для минимального давления газа 100 мм вод. ст. и воздуха 150 мм вод. ст.

16. Производительность и основные размеры длиннопламенных горелок Укрпромеза [1]



Производительность в м ³ /ч	Размеры в мм								
	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И
100—150	—	—	—	80	20	—	—	36	150
200—300	837	310	380	125	300	70	390	51	200
300—400	892	350	405	125	350	80	470	60	261

УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛА ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ

Подогрев воздуха ведет к повышению температуры горения и к экономии топлива (табл. 17).

Для кузнечных печей в большинстве

случаев не требуется высокого подогрева воздуха, поэтому их выполняют обычно с рекуператорами; регенераторы применяют только для крупных печей и при наличии дымовой трубы для отвода продуктов горения.

В зависимости от материала стенок рекуператоры разделяют на металли-

17. Экономия топлива в % при подогреве воздуха теплом отходящих газов

Топливо	Температура отходящих газов в °С											
	800				1000				1200			
	Температура подогретого воздуха в °С											
	200	400	600	800	200	400	600	800	200	400	600	800
Генераторный газ	9	16	21,8	26,1	10,5	18,8	25,5	30,8	12,5	22,0	28,2	36
Мазут, каменный уголь и природный газ	7,7	15,3	21,6	27,4	9,2	18,2	25,2	32	11,1	21,8	28,8	37

чекские: стальные (подогрев воздуха до 300—350° С); чугунные (подогрев воздуха до 450—500° С); из жароупорного

керамические: из шамота или карборунда (подогрев воздуха до 1000—1200° С). Керамические рекуператоры

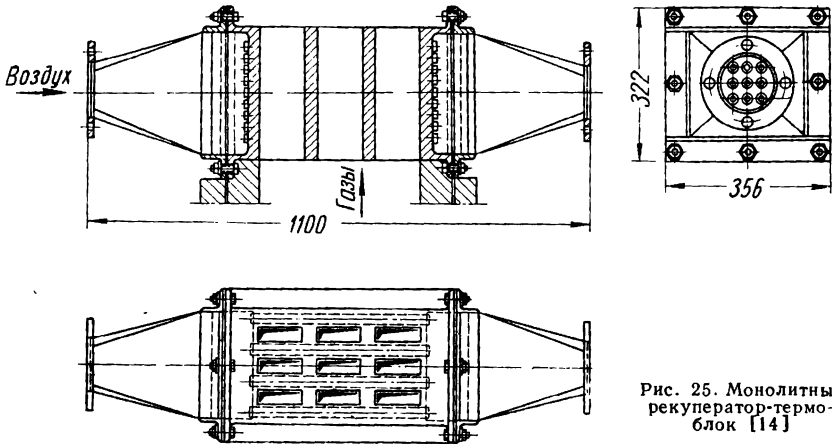


Рис. 25. Монолитный рекуператор-термо-блок [14]

чугуна (подогрев воздуха до 550—600° С); из алитированных и алюминированных сталей (подогрев воздуха до 650—700° С); из жароупорной стали (подогрев воздуха до 800—1000° С)

недостаточно плотны и в них обычно до 30% воздуха теряется, смешиваясь с продуктами горения.

С точки зрения конструктивного оформления рекуператоры можно разделить на: пластинчатые, трубчатые, ребристые и игольчатые, монолитные, или термоблоки, и радиационные.

Для кузнечных печей применяют главным образом термоблоки, трубчатые и радиационные рекуператоры (рис. 25 и 26).

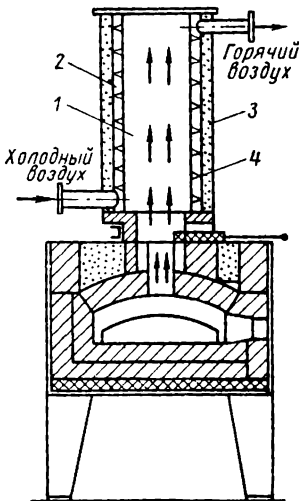


Рис. 26. Радиационный цилиндрический рекуператор: 1 — канал для дымовых газов; 2 — внутренняя стенка; 3 — наружная теплоизоляция; 4 — спиральные перегородки

РАСХОД ТОПЛИВА

При изменении производительности (загрузки) печи $G_{мет}$, которую можно характеризовать напряженностью пода

$$X = \frac{G_{мет}}{F_{пода}},$$

изменяются часовой расход топлива — V , эффективный к. п. д. — η_e и удельный расход топлива — b . Зависимость V , η_e и b (или $b_{усл}$) от X называется тепловой характеристикой печи (рис. 27).

Абсолютный расход топлива V возрастает с увеличением напряженности пода, тогда как к. п. д. печи сначала повышается, достигает максимума, а затем начинает снижаться. Удельный

расход топлива, наоборот, сначала снижается, доходя до минимума, а затем увеличивается. Обычно печи работают

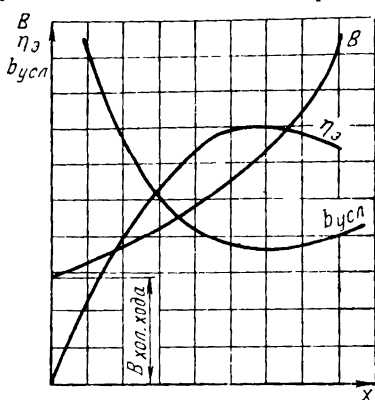


Рис. 27. Тепловая характеристика нагревательной печи

в части характеристики до максимального к. п. д., поэтому с увеличением производительности к. п. д. печи повышается, а удельный расход топлива снижается. Достигнуть напряженности пода, соответствующей максимальному

к. п. д., легче при работе на газообразном топливе с низкой теплотой сгорания, чем на других видах топлива.

Действительный удельный расход топлива на 1 т годной продукции более или менее значительно отличается от удельного расхода на 1 т нагретого металла (табл. 18).

На удельный расход топлива, отнесенный к 1 т годной продукции, влияют следующие факторы.

1. Отклонение производительности (загрузки) печи от нормальной (средней), для которой определен удельный расход топлива; удельный расход топлива тем выше, чем больше отклонение от нормальной (средней) производительности.

Значения коэффициента, учитывающего увеличение удельного расхода топлива в зависимости от колебания загрузки печи

Пределы изменения производительности печи в %	120—30 120—40 120—50 120—60			
	Коэффициент увеличения удельного расхода топлива	1,7	1,5	1,4

18. Показатели расхода тепла и топлива для печей различных типов (при нагреве стальных слитков и заготовок под ковку и штамповку)

Типы печей	К. п. д. η_z в %	Удельный расход тепла в ккал/кг	Расход условного топлива на 1 кг нагреваемого металла в кг
Кузнечные горны (открытые)	3—10	2000—6300	0,3—0,90
Очковые и щелевые	10—16	1200—2000	0,17—0,29
Камерные кузнечные:			
жидкое и газообразное топливо	22—20	980—1700	0,14—0,25
твердое топливо	5—15	1250—4000	0,18—0,57
Двухкамерные кузнечные	14—25	770—1400	0,11—0,20
Крупные регенеративные камерные	14—26	700—1400	0,10—0,20
С подвижным подом	15—26	700—1250	0,10—0,18
Ямного типа (рекуперативные и регенеративные колодцы)	18—35	500—1050	0,08—0,15
Толкательные полуметодические	20—40	450—980	0,065—0,14
Толкательные методические	30—60	320—650	0,045—0,095
Перекатные (рольные) методические	25—35	560—840	0,08—0,12
Конвейерные	10—30	630—2000	0,09—0,30
Методические с вращающимся подом	18—50	380—1050	0,055—0,15
Механизированные с роликовым подом или шагающей балкой	10—25	800—2000	0,12—0,3
Установки скоростного нагрева	18—30	630—1050	0,09—0,15

Пределы изменения производительности печи в %	120—70	120—80	120—90
Коэффициент увеличения удельного расхода топлива	1,15	1,1	1,04

расход на 1 т нагретого металла разделить на коэффициент выхода годного.

4. Разогрев печей после остановов, увеличение удельного расхода топлива составляет 5—10%, если печи работают непрерывно в течение шести дней недели, 15—25% при работе в две смены, 25—50% при односменной работе.

2. Повторность нагрева слитков или заготовок; если заготовка при посадке в печь имеет температуру 650—800° С, то удельный расход топлива на подогревы можно принимать 50% удельного расхода на первый нагрев (холодного слитка или заготовки).

3. Процент выхода годного; вес готовой продукции несколько меньше веса нагретой заготовки (потери на угар, обески, заусенцы и т. д.). Для определения удельного расхода с учетом выхода годного надо удельный

ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПЕЧЕЙ И РАСХОД ИХ

Характеристики огнеупорных материалов, легковесных огнеупоров и теплоизоляционных материалов, а также жаропрочных сплавов для металлических частей арматуры и гарнитуры печей, поддонов, конвейеров приведены в табл. 19—21.

Данные по расходу огнеупоров и продолжительность службы элементов кладки показаны в табл. 22 и 23.

19. Характеристика огнеупорных материалов [6]

Кирпич	Основной состав	Объемный вес в т/м ³	Свойства			
			Термическая стойкость	Предел прочности при сжатии в кг/см ²	Огнеупорность в °С	Температура начала деформации под нагрузкой 2 кг/см ² в °С
Шамотный класса А	30—40% Al ₂ O ₃	1,8—1,9	10—15	80—100	1700	1400
Шамотный класса Б	—	—	10—15	80—125	1670	1300
Шамотный класса В	60—52% SiO ₂	—	10—15	80—100	1610	Не нормируется
Высокоглиноземистый	SiO ₂ < 45% Al ₂ O ₃ > 50%	2,5—3,0	20—30	200—400	1780	> 1450
Динасовый	Не менее 93% SiO ₂	1,8—2,1	4	До 225	1720	1620
Магнезитовый	91—95% MgO	2,6	3	350—400	2000	1500
Хромомагнезитовый	42—55% MgO	2,7—2,8	3—5	200—250	2000	1450
Тальковый	Обожженный тальковый камень	—	—	—	1600	1350

Примечание. Шамотный кирпич классифицируется также по сортам: к 1-му сорту относится кирпич с наивысшей прочностью и дополнительной усадкой не более 0,7%, а к 3-му с меньшим значением прочности и усадкой до 1%.

20. Характеристика теплоизоляционных материалов, применяемых для кузнечных печей [6]

Материал	Характеристика материала	Объемный вес в т/м ³	Коэффициент теплопроводности в ккал/м·ч°С	Предел прочности при сжатии в кг/см ²	Максимальная температура приращения в °С
Шамот: легковес БЛ1,3 » БЛ1,0 пеношамот ВЛ0,6	Изготавливается из шамотной массы с созданием пор и последующим обжигом	1,3	0,27+0,00041t	45	1400
		1,0	0,25+0,00022t	30	1350
		0,6	0,09+0,00013t	15	1200
Диатом: кирпич 700 » 600 » 500	Изготавливается формовкой и обжигом из диатомов, содержащих 90—95% SiO ₂	0,7	0,17+0,00023t	10	900
		0,6	0,12+0,00027t	8	900
		0,5	0,09+0,00022t	6	900
Пенодиатом	—	0,5	0,08+0,00014t	6	900
Засыпка из диатома	—	0,3	$\lambda_{20}=0,08$	—	900
Вермикулитовые плиты	Продукты выветривания слюды	0,3	0,065+0,00014t	2	600
Зонолит	Обожженный вермикулит	0,2	0,065+0,00022t	3	900
Совелитовые плиты	Асбест и белая магнезия	0,4	0,068+0,00015t	1,5	500
Асбест	Листы	1,2	$\lambda_{20}=0,15$	—	450
Минераловатные плиты	—	0,4	0,07+0,00015t	3	600
Минеральная вата	—	0,2	0,055+0,0012t	—	600
Шлак	Котельный или гранулированный	0,7	$\lambda_{20}=0,16$	—	800
		1,0	$\lambda_{20}=0,25$	—	900

21. Сплавы, применяемые для арматуры печей [6]

Класс стали	Обозначение марки		Основные элементы в %					Окалинность, ‰ до °С	Жаропрочность до °С
	по ГОСТу	старое	Углерод	Хром	Никель	Кремний	Прочие		
Ферритный	X25T	ЭИ439	0,15	23—27	—	—	Титан 0,8	1100	—
Аустенитный	1X18H9T	Я1T	0,12	17—20	8—11	—		900	600
»	X25H20C2	ЭИ283	0,20	23—27	18—21	2—3	—	1100	—
»	X18H25C2	ЯЗС	0,3—0,4	17—20	23—26	2—3	—	1100	—
»	1X14H14B2M	ЭИ257	0,15	13—15	13—15	0,8	Ванадий 2—3 Молибден 0,4—0,6	—	800

22. Нормы расхода огнеупоров на текущий ремонт и эксплуатацию печей в кг на 1 т продукции

Печи	Кирпич			Тальк или хромомагнетит
	шамотный	динасовый	трепельный или диатомовый	
Камерные для нагрева под ковку или штамповку стальных слитков и заготовок ¹	8—20	—	1—3	0,3—1
Методические для нагрева под ковку, штамповку, прокатку стальных слитков и заготовок ¹	3—8	0—3	0,5—1	0,3—1
Для термообработки ²	5—15	—	—	0,5—1,5

¹ Меньшие значения — для цеха производительностью 50 000 т в год; большие — для цеха производительностью 10 000 т в год.
² Меньшие значения — для цеха производительностью 20 000 т в год; большие — для цеха производительностью 4000—5000 т в год.

23. Продолжительность службы различных частей печной кладки нагревательных печей

Части печи	Срок службы в мес.
<i>Печи с температурой нагрева до 1000° С</i>	
Своды	12—18
Стенки печей	12—24
Перевальные стенки, облицовки окон и другие наиболее изнашиваемые части	6—12
<i>Печи с температурой нагрева свыше 1100° С</i>	
Своды камерных печей и камер высокой температуры методических печей	3—6
Стенки камерных печей и камер высокой температуры методических печей	4—8
Поды камерных печей и камер высокой температуры методических печей	1—3 *
Своды, стенки и поды подогревательных камер методических печей	12—36

* Чистка пода от шлака каждую неделю или раз в 2 недели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арсеев А. В. Сжигание природного газа. Металлургиздат, 1963.
2. Бойцов Л. П. Методика построения тепловых характеристик кузнечных печей. «За экономию топлива», 1950, № 10.
3. Грошев М. В. Газовые нагревательные печи. Машгиз, 1951.
4. Ерохин А. П. Скоростной метод нагрева металла. «Вестник машиностроения» 1950, № 4.
5. Зобнин Б. Ф. Нагревательные печи. «Машиностроение», 1964.
6. Златкин М. Т., Дорохов Н. Н., Лебедев Н. И. и др. Справочник рабочего кузнечно-штамповочного производства. Машгиз, 1961.
7. Казанцев Е. И. Промышленные печи. «Металлургия», 1964.
8. Касенков М. А. Работа и обслуживание кузнечных печей. Машгиз, 1950.
9. Касенков М. А. Нагревательные устройства кузнечного производства. Машгиз, 1962.
10. Ключников С. П. и Мансуров А. М. Механизация в кузнечных цехах. Машгиз, 1954.
11. Копытов В. Ф. Механизированные кузнечные печи. Машгиз, 1952.
12. Костяков В. Н. и Еринов А. Е. Безокислительный нагрев металла под штамповку в полуметодической толкательной печи. «Кузнечно-штамповочное производство», 1963, № 10.
13. Лебедев Н. С. и Тслегин А. С. Нагревательные печи. Машгиз, 1962.
14. Металлургические печи ч. I и II под ред. д-ра техн. наук проф. М. А. Глинкова, «Металлургия», 1963 и 1964.
15. Металлургические печи. Атлас под ред. д-ра техн. наук проф. М. А. Глинкова, «Металлургия», 1964.
16. Рафалович И. М. Тепловые расчеты пламенных печей. Metallurgizdat, 1949.
17. Скворцов А. А. и Кузель М. Я. Опыт эксплуатации печей с вращающимися стенками. «Вестник машиностроения», 1948, № 11.
18. Скворцов А. А. и Кузель М. Я. Кольцевая методическая печь в колесопрокатном производстве. «Вестник машиностроения», 1949, № 6.
19. Труды Всесоюзной научно-технической сессии по промышленным печам. Всесоюзное научно-техническое общество энергетиков (Ленинградское отд.), Госэнергоиздат, 1949.
20. Расчеты, конструирование и эксплуатация нагревательных печей. Труды научно-технического общества черной металлургии, т. XXI, Metallurgizdat, 1960.

ЭЛЕКТРОНАГРЕВ И ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

ВИДЫ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Способы электронагрева приведены в табл. 1.

Наиболее экономичным является контактный нагрев. Недостаток его — невозможность и нерациональность нагрева коротких, толстых заготовок, трудность и нестабильность получения равномерного нагрева под контактами, а также потребление всей мощности установки от одной фазы питающей сети без распределения на три фазы.

Индукционный нагрев требует более высоких, чем контактный нагрев, ка-

питальных затрат и эксплуатационных расходов, но он более гибок, универсален и свободен от указанных выше недостатков контактного нагрева, легко автоматизируется, позволяет создать высокопроизводительные устройства, а также нагревать заготовки переменного сечения.

Нагрев стальных заготовок под ковку и штамповку в электрических печах сопротивления не имеет существенных технологических преимуществ перед нагревом в топливных печах.

Нагрев в электролите в настоящее время почти не находит применения для нагрева при ковке и штамповке и здесь не рассматривается (см. специальную литературу [8]).

1. Области применения различных способов электронагрева стали и их технико-экономические показатели (при нагреве до 1250° С)

Параметры или технико-экономические показатели	Нагрев в печах сопротивления	Индукционный нагрев токами		Контактный нагрев	Нагрев в электролите
		промышленной частоты (50 гц)	повышенной частоты (500 — 10 000 гц)		
Диапазон диаметров заготовок в мм	Без ограничения То же	Св. 200	Св. 15	10—50	5—30
Длина заготовок в мм		Без ограничения		$\frac{l}{d^2} > 1$	Нагрев концов до 30 мм
Удельный расход электроэнергии в <i>квт·ч</i> на 1 т заготовок	600	400	500	400	1200
Относительная стоимость 1 <i>квт</i> установки	1	0,83	1,67	0,95	0,75
Относительная стоимость установки производительностью нагрева заготовок 500 кг/ч	1	1,04	1,48	0,42	1,13
Относительная стоимость нагрева 1 т заготовок	1	0,84	0,90	0,70	2

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПЕЧИ СОПРОТИВЛЕНИЯ

Электрические печи сопротивления целесообразно применять для нагрева под ковку и штамповку заготовок небольшого сечения или сложной формы при незначительном объеме производства, а также в случаях, когда предъявляются особо высокие требования к качеству нагрева: большая степень

равномерности температуры в рабочей камере, высокая точность регулирования температуры, отсутствие воздействия печных газов на поверхность заготовки и т. п.

Для нагрева стальных заготовок до температуры 1200—1250°С служат электрические печи с карборундовыми нагревателями (силит и глобар, табл. 2, 3), а до 1500—1550° — с нагревателями из дисилицида молибдена (табл. 4).

2. Камерные электропечи с карборундовыми нагревателями

Показатели	Тип печи				
	ОКБ-333С	Г-30	Г-50	ОКБ-210А	ОКБ-194А*
Максимальная рабочая температура в °С	1300	1300	1300	1300	1300/850
Номинальная мощность в <i>квт</i>	15	30	50	50	19
Размеры рабочего пространства в <i>мм</i> :					
ширина	250	300	450	520	250/325
длина	360	400	700	945	360/410
высота	200	250	350	400	175/180
Габаритные размеры в <i>мм</i> :					
ширина	1160	1400	1550	1450	1350
длина	1430	1500	1800	2100	1325
высота	1140	1770	1900	2000	1800
Напряжение на клеммах в <i>в</i>	50	80	80	80	56/220
Число фаз	3	3	3	3	1
» тепловых зон	1	1	1	1	2
Техническая производительность в <i>кг/ч</i>	20	50	130	120	25
Общий вес печи в <i>т</i>	0,8	2,3	2,9	3,6	1,5

* Печь ОКБ-194А — двухкамерная; первое значение относится к верхней камере, второе — к нижней.

3. Перспективный типаж камерных электропечей с карборундовыми и силитовыми нагревателями

Тип электропечи	Размеры рабочего пространства в <i>мм</i>			Установленная мощность в <i>квт</i>	Максимальная рабочая температура в °С
	Ширина пода	Длина пода	Высота		
СНЗ-2-2-0,8/13	200	200	80	10	1350
СНЗ-3-4-1,2/13	300	400	120	25	1350
СНЗ-5-6,5-2/13	500	650	200	50	1350
СНЗ-8,5-10-3/13	850	1000	300	100	1350

Примечания: 1. С — печь сопротивления, Н — камерная нагревательная, З — защитная атмосфера; цифровые обозначения — размеры рабочего пространства в *дц* и максимальная температура в сотнях °С.

2. Перечисленные типы печей находятся в стадии разработки и освоения и будут постепенно заменять печи, указанные в табл. 2.

4. Камерные электропечи сопротивления периодического действия с нагревателями из дисилицида молибдена

Показатели	Тип ¹ печи					
	СНО-2-4-1-4/15	СНО-2-5-5-1-7/15	СНО-3-6-5-2/15	СНО-4-8-2-6/16	СНО-5-10-3-2/16	СНО-8-5-11-5/16
Мощность в кВт	7,7	13,1	17,5	18,2	27,7	34,2
Максимальная рабочая температура в °С	1550	1550	1550	1600	1600	1600
Потери холостого хода в кВт	6,2	8,4	10,1	12,3	15,1	27
Полезная мощность в кВт	0,8	3,5	5,8	4,2	10,1	4,1
Рабочее напряжение в в	17,65	45	60	75	76	140,8
Пусковое напряжение в в	6,57	15	24	30	25,2	48
Размеры рабочего пространства в мм:						
ширина	200	250	300	400	500	850
длина	400	500	650	800	1000	1100
высота	140	170	200	260	320	500

¹ С — печь сопротивления, Н — камерная нагревательная, О — окислительная атмосфера (воздух). Цифровые обозначения: размеры рабочего пространства в дм и максимальная температура в сотнях °С

ИНДУКЦИОННЫЙ НАГРЕВ

Выбор основных параметров нагрева и оборудования

Глубину слоя металла, в котором протекает ток, определяют из соотношения

$$\Delta = 5000 \sqrt{\frac{\rho}{\mu f}},$$

где Δ — глубина проникновения тока в см; ρ — удельное сопротивление материала проводника в ом·см; μ — магнитная проницаемость материала проводника в гс/э; f — частота тока в гц.

Для холодной низколегированной стали (15—20°С) $\Delta = \frac{2}{\sqrt{f}}$; для горячей низколегированной стали (1200°С) $\Delta = \frac{60}{\sqrt{f}}$; для медного проводника при 40°С $\Delta = \frac{7}{\sqrt{f}}$.

С повышением температуры глубина проникновения тока в нагреваемую заготовку возрастает (табл. 5).

5. Глубина проникновения тока в металл при разных частотах и температурах

Частота тока в гц	Глубина проникновения тока в мм		
	Сталь углеродистая при 20°С	Сталь при 1200°С	Медь при 20°С
50	4,5	80	10
1000	1,0	17,0	2,2
2500	0,64	11,0	1,4
8000	0,35	6,2	0,8

К концу нагрева наблюдается некоторая разность температур поверхности заготовки и ее центра, тем большая, чем быстрее ведется нагрев. Считают допустимым, чтобы перепад температур к концу нагрева составлял 100—150°С. Следует, однако, учесть, что при переносе заготовки в ковочную машину температура по ее сечению достаточно выравнивается. Время, необходимое для сквозного нагрева заготовки до 1250°С на частотах 1000, 2500 и

8000 гц при заданной допустимой неравномерности температуры по сечению можно определить по опытным графикам (рис. 1).

При проектировании установок и выборе оборудования следует по возможности выбирать наименьшее время на-

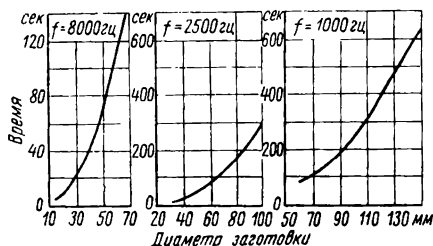


Рис. 1. Минимальное время нагрева стальной заготовки до 1250° С в зависимости от ее диаметра и частоты тока. Разность температур между поверхностью и центром заготовки 100—150° С

грева заготовок и наименьшую допустимую частоту. В противном случае возрастают габариты установки (при методическом нагревателе) или снижается ее производительность (при нагревателе периодического действия), а также образуется больше окалины, увеличиваются потери тепла при нагреве.

При пользовании графиками рис. 1 необходимо иметь в виду следующее. Зависимости, приведенные на них, найдены экспериментально в условиях работы обычных методических индукторов с равномерной намоткой витков, когда: 1) напряженность магнитного поля индуктора на всех стадиях нагрева заготовки постоянна; 2) удельная мощность, развиваемая в заготовке, относительно мала и находится в пределах 0,05—0,10 $\text{квт}/\text{см}^2$; 3) температура поверхности заготовки к концу цикла нагрева отличается от температуры центра относительно мало (на 100—150° С); 4) температура поверхности заготовки в конце цикла нагрева незначительно превосходит необходимую конечную температуру нагрева (не более чем на 30—50° С).

Рост температуры заготовки на поверхности и в центре схематически изображен на рис. 2.

Применением неодинакового шага витков в разных зонах индуктора или соответствующим выбором электрического режима можно достигнуть роста температур на поверхности и в центре заготовки в соответствии с кривой б (рис. 2). Для такого «ускоренного» индукционного нагрева требуются методические индукторы специальной конструкции [17]. Зона индуктора, в которой поверхность заготовки нагревается от начальной температуры до ковочной (1200—1250° С), выполняется с более плотной намоткой витков, чем зона индуктора, в которой температура поверхности заготовки остается практически постоянной и происходит интенсивный нагрев ее сердцевины.

Обычно намотка индуктора составляется из 3—4 секций, имеющих разный шаг намотки.

Ускоренный индукционный нагрев дает возможность:

1) сократить время нагрева заготовок в 1,5—2 раза и соответственно уменьшить длину индукторов;

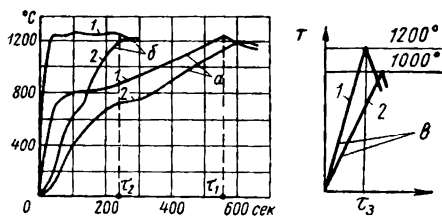


Рис. 2. Схема роста температур на поверхности и в центре заготовки: а — нагрев до 1200° С в методическом индукторе с равномерным шагом витков; б — нагрев до 1200° С в методическом индукторе для ускоренного индукционного нагрева с неравномерным шагом витков; в — нагрев до 1000° С с перегревом поверхности; 1 — температура поверхности заготовки; 2 — температура центра заготовки; Т — температура нагрева в °С; τ_1 , τ_2 , τ_3 — время нагрева заготовки

2) уменьшить габариты и производственную площадь, занимаемую нагревателями, доводя удельный съем нагретого металла до 0,7—0,8 $\text{т}/\text{ч}$ с 1 м^2 площади пода (при обычном индукционном нагреве от 0,2—0,5 $\text{т}/\text{ч} \cdot \text{м}^2$);

3) увеличить на 5—7% к. п. д. индуктора за счет уменьшения тепловых потерь, что позволяет экономить 30—

4) $\text{квт} \cdot \text{ч}$ энергии на каждой тонне нагретых заготовок;

4) довести производительность индукторов до 3 т/ч с одного ручья и заменить многоручьевые нагреватели одноручьевыми, что облегчает автоматизацию процессов нагрева и штамповки;

5) сократить активную длину индукторов, что уменьшает потери стали на окалину до 0,1—0,2%, т. е. в 1,5—2 раза по сравнению с обычным индукционным нагревом.

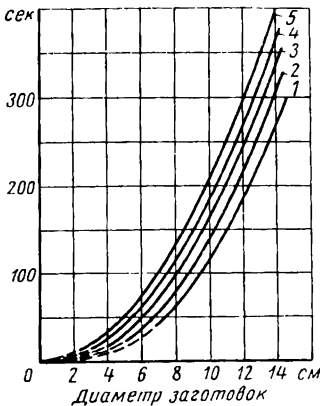


Рис. 3. Минимальное время ускоренного индукционного нагрева стальных заготовок до 1250°C в зависимости от их диаметра и частоты тока при конечном перепаде температуры по сечению заготовки 100° [7]. Частота тока в гц : 1 — 500; 2 — 1000; 3 — 2500; 4 — 8000; 5 — радиочастоты

Ускоренный индукционный нагрев целесообразен во всех случаях, когда производительность нагревательного устройства превышает 0,8 т/ч . Минимальное время, необходимое при ускоренном индукционном нагреве заготовок может быть выбрано по кривым (рис. 3).

Применение специализированных индукторов для ускоренного нагрева рационально также в автоматических нагревательно-ковочных агрегатах, в которых обычно требуется минимальная длина индукторов. Обработка давлением в них производится за весьма короткое время, поэтому заготовки нагреваются обычно лишь до 1000°C .

Для максимального увеличения скорости нагрева заготовок диаметром 20—40 мм необходимо режим нагрева выбирать исходя из следующих положений:

1. Удельную мощность, развиваемую в нагреваемой заготовке, принимать в пределах 0,5—1 квт/см^2 .

2. При необходимой конечной температуре нагрева 1000°C применять такой режим, при котором температура поверхности заготовки в конце цикла нагрева составляет 1200 — 1250°C . Температура центра заготовки при этом обычно меньше температуры поверхности на 400 — 600°C . За время переноса нагретой заготовки из индуктора в высадочную машину (обычно 2—3 сек) произойдет выравнивание температуры по сечению заготовки до 1000°C (см. кривые ν на рис. 2).

Таким образом, при скоростных режимах нагрева характерно применение значительных удельных мощностей (в 5—6 раз больших, чем по режимам, соответствующим рис. 1) и, следовательно, высоких температурных градиентов между поверхностью и центром заготовки.

Выбор минимальных продолжительностей нагрева в соответствии с приведенными положениями позволяет рекомендовать следующее минимальное время нагрева до 1000°C .

Диаметр заготовки в мм . . .	20	24	30	36	40
Минимальное время нагрева до 1000° в сек	2,5	3	5	9	12,5

Ориентировочное определение времени индукционного нагрева заготовок при частоте 50 гц можно производить при помощи данных табл. 6.

6. Время в сек индукционного нагрева заготовок при частоте 50 гц

Диаметр заготовок в мм	Напряженность магнитного поля в э	
	6000	10 000
100	—	240
150	420	150
200	280	90

При уменьшении диаметров заготовок существенно снижается к. п. д. индуктора, работающего на частоте 50 гц, что обуславливает уменьшение удельной мощности, развиваемой в заготовке, и, следовательно, увеличение времени нагрева.

Получение на частоте 50 гц напряженности магнитного поля индуктора более чем 10 000 в затруднительно, поэтому можно считать, что для нагрева заготовок диаметром 100—200 мм необходимо 4—8 мин.

Частоту нагревающего тока можно выбирать, руководствуясь следующими данными:

Диаметр заготовок в мм	5—20	15—40	30—80
Частота тока в гц	200 000—300 000	8000	2500
Диаметр заготовок в мм	50—120	70—160	>200
Частота тока в гц	1000	500	50

Наиболее часто для индукционного нагрева используют машинные генераторы частотой 1000—2500 гц.

Основные энергетические показатели индукционного нагрева приведены в табл. 7.

При частотах 1000—8000 гц удельный расход электроэнергии сильно зависит от степени использования генератора во времени. При непрерывной нагрузке генератора расход энергии близок к 400 квт·ч на 1 т нагретых заготовок. Когда генератор значительную часть времени работает без нагрузки (вследствие перерывов в работе ковочного оборудования), расход энергии достигает 500—600 квт·ч и даже более на 1 т заготовок.

Для выбора мощности высокочастотного генератора и мощности питающей сети с достаточной для практики точностью можно пользоваться соотношениями

$$P_2 = K_2 q; P_c = K_c q,$$

где P_2 — мощность высокочастотного генератора в квт; P_c — мощность питающей электросети в квт; q — вес заготовок, нагреваемых за 1 ч до ковочной температуры (1200° С), в кг; K_2 — коэффициент, характеризующий к. п. д.

7. Удельные энергетические показатели сквозного индукционного нагрева стали под ковку и штамповку

Показатели	Частота в гц	
	1000—8000	50
К. п. д. генератора . . .	0,8—0,88	—
К. п. д. индуктора . . .	0,7—0,75	0,55—0,7
Потребление электроэнергии на 1 т металла в квт·ч	400—500	350—450
Вес металла, нагреваемого генератором мощностью 100 квт в 1 ч, в кг	До 300	—
Вес металла, нагреваемого в 1 ч при установленной мощности питающей сети 100 квт и частоте тока 50 гц, в кг	До 250	До 280

передачи энергии от клемм генератора до заготовки; K_c — коэффициент, характеризующий к. п. д. передачи энергии от сети 50 гц до заготовки (табл. 8).

8. Значения коэффициентов для определения мощности генераторов и питающей сети частотой тока 50 гц

Тип установок	K_2	K_c	
	при частоте тока в гц		
	1000—8000	50	
С непосредственным подключением индуктора к генератору (сети)	0,4	0,5	0,45
С подключением индуктора к генератору через понижающий трансформатор	0,5	0,62	0,5

Для заготовок диаметром больше 60 мм начинают применять комбинированный нагрев на двух частотах; до

точки Кюри ($\sim 770^\circ \text{C}$) на частоте 50 гц и до ковочной температуры ($1200\text{—}1250^\circ \text{C}$) на частоте 1000 или 2500 гц. При этом установленная мощность высокочастотных генераторов примерно в 2 раза, а удельный расход электроэнергии примерно на 20% ниже.

Мощность отдельных элементов установки, необходимую для ее питания при нагреве на двух частотах, можно ориентировочно выбрать на основании следующих соотношений:

индуктора при нагреве до точки Кюри ($\sim 770^\circ \text{C}$):

$$P'_c = 0,2q \text{ квт},$$

где q — вес в кг нагреваемых заготовок за 1 ч;

генератора, питающего индуктор при нагреве от 770°C до $1200\text{—}1250^\circ \text{C}$:

$$P_2 = 0,18q \text{ квт},$$

сети, питающей привод генератора повышенной частоты:

$$P'_c = 0,2q \text{ квт}.$$

Общая мощность сети, питающей установку для нагрева на двух частотах:

$$P_c = 0,4q \text{ квт}.$$

Оборудование для индукционного нагрева

Установка для индукционного нагрева заготовок состоит из генераторной части, преобразующей ток 50 гц в ток повышенной частоты, и нагревателя, включающего обычно в себя индуктор, конденсаторы, устройство дозирующее нагрев, приспособления для поддержания и выталкивания заготовки. Нагреватели для нагрева сравнительно небольших заготовок снабжают понижающими высокочастотными трансформаторами.

Нагреватели. Нагревательные устройства выполняют по двум принципиально различным схемам:

1) нагреватель и цикл его работы не объединены механической или электрической связью с работой ковочного оборудования; рабочий получает нагретую заготовку из нагревателя и передает ее в ковочный агрегат;

2) нагреватель встроен в ковочный агрегат и работает в едином с ним автоматическом цикле; работа такого

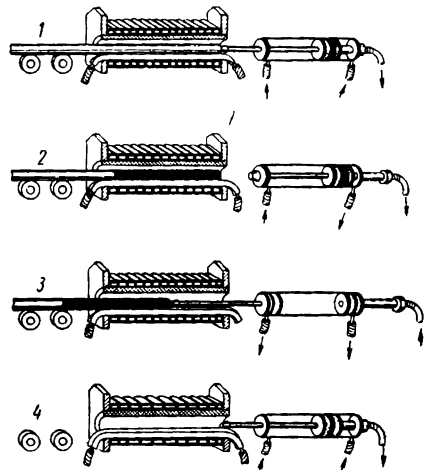


Рис. 4. Схема работы нагревателя периодического действия

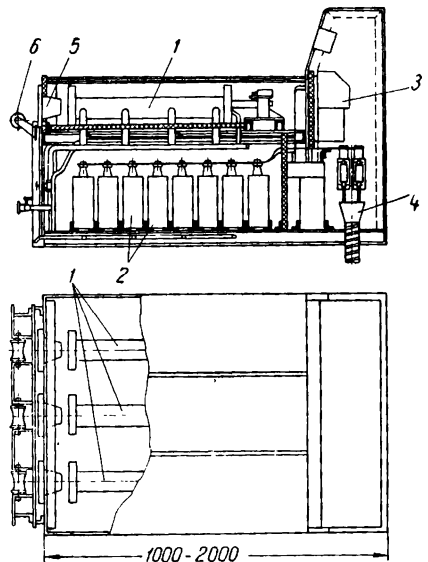


Рис. 5. Нагреватель периодического действия с тремя индукторами: 1 — индукторы; 2 — конденсаторная батарея; 3 — шкаф автоматического управления; 4 — питающий кабель высокой частоты; 5 — предохранительная горловина; 6 — поддерживающие ролики

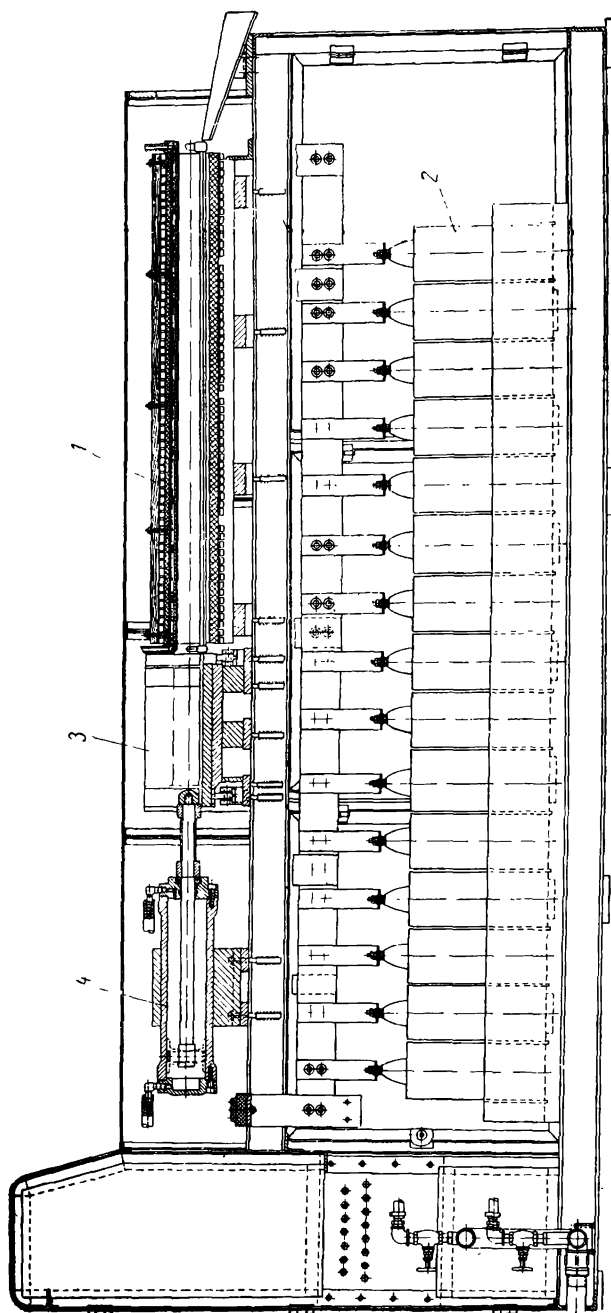


Рис. 6. Нагреватель методического действия: 1 — индуктор; 2 — конденсатор; 3 — загрузочная кассета; 4 — пневматический толкатель

нагревательно-ковочного агрегата обычно полностью автоматизируется.

Нагреватели, выполненные по первой схеме, бывают периодического и непрерывного (методического) действия. Нагреватели, выполненные по второй схеме, обычно конструируют специализированными применительно к ковочным механизмам, в которые их встраивают.

Нагреватели периодического действия применяют чаще всего для нагрева части прутковых заготовок. Заготовку при выключенном индукторе загружают в нагреватель с лицевой стороны до упора в толкатель (рис. 4, поз. 1), управляемый цилиндром с двойным ходом, действующим сжатый воздухом. После нажима пусковой кнопки автоматически осуществляется следующее.

Упор толкателя выходит из индуктора; включается ток — начинается нагрев заготовки (поз. 2).

По достижении необходимой температуры ток выключается, и заготовка выталкивается толкателем из индуктора (поз. 3).

Шток толкателя возвращается в исходное положение (поз. 4), после чего цикл работы нагревателя повторяется.

Если производительность одного индуктора в нагревателе периодического действия недостаточна, устанавливают на нагревателе два или три индуктора, работающих поочередно (рис. 5).

В нагревателе методического действия (рис. 6) ток в индукторе не выключается, а заготовки из питателя, расположенного с тыльной стороны индуктора, по одной через равные промежутки времени, называемые темпом толкания, вталкиваются в индуктор, при этом при каждом толкании с лицевой стороны выходит заготовка, прошедшая через весь индуктор и нагретая до ковочной температуры.

Время T нагрева каждой заготовки составляет

$$T = nt,$$

где n — число заготовок, одновременно размещающихся в индукторе; t — темп толкания.

При выборе параметров индукционного нагревателя необходимо, чтобы время нагрева T не было меньше вре-

мени нагрева, определенного по графикам рис. 2.

Длина индуктора L в нагревателе методического действия

$$L = nl + \Delta l,$$

где n — число заготовок, одновременно размещающихся в индукторе; l — длина заготовки; Δl — добавочная длина индуктора сверх суммарной длины заготовок, обычно равная одному-двум диаметрам заготовок.

Пример специализированного нагревателя для ковочных устройств. Агрегат для автоматического нагрева и высадки мерных заготовок (рис. 7) представляет собой пресс, в которой встроено устройство для индукционного на-

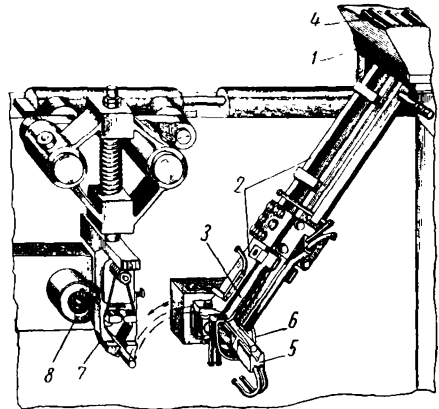


Рис. 7. Схема агрегата для автоматического нагрева и высадки мерных заготовок

грева. Темп работы установки 3,6 сек, средняя производительность 900 деталей в 1 ч. Установка действует следующим образом. Мерные заготовки 4 загружают в бункер 1, из которого по направляющему лотку 2, прикрепленному к призме 5, они поступают к охватывающему щелевому индуктору 3, нагревающему концы заготовок током частотой 8000 гц до 950—1000° С. Через каждые 3,6 сек выталкиватель, связанный кинематически с ползуном прессы, выдвигает нижнюю заготовку 6 из индуктора, которая пружинными клещами 7 переносится в матрицу 8 для

высадки. За каждый ход пресса высаживается одна заготовка.

Индуктор для нагрева концов заготовки сделан из медной трубки прямоугольного сечения 30×10 мм. Внутри трубки протекает вода. В поле индуктора одновременно находится восемь заготовок. Таким образом, при темпе работы пресса $3,6$ сек, общее время нахождения заготовок в индукторе составляет 29 сек.

Индукторы. Размеры индуктора и его электрические параметры зависят от размеров нагреваемой заготовки и производительности нагревательного устройства.

Практически используют два вида индукторов: цилиндрические и щелевые.

Индукторы для повышенных частот. *Цилиндрический индуктор* (рис. 8) состоит из следующих основных частей: индуктирующей обмотки 1, электрической 2 и тепловой 3 и 4 изоляции и металли-

ческих направляющих 5 для предохранения элементов индуктора от повреждения нагреваемыми заготовками.

Индукторы подобной конструкции применяют в нагревателях методического и периодического действия. Разновидностью их являются индукторы для нагрева квадратных и прямоугольных заготовок (рис. 9). В табл. 9 приведены данные об индукторах по данным некоторых предприятий, а в табл. 10 — параметры типовых индукторов, разработанных для серийного выпуска.

Щелевые индукторы (рис. 10) используют главным образом для нагрева концов мерных заготовок. Однако специальные конструкции щелевых индукторов можно применять и для нагрева мерных заготовок по всей длине.

Индукторы для нагрева на частоте 50 гц и для ускоренного нагрева. При нагреве на частоте 50 гц обычно применяют индукторы с железной магнитной

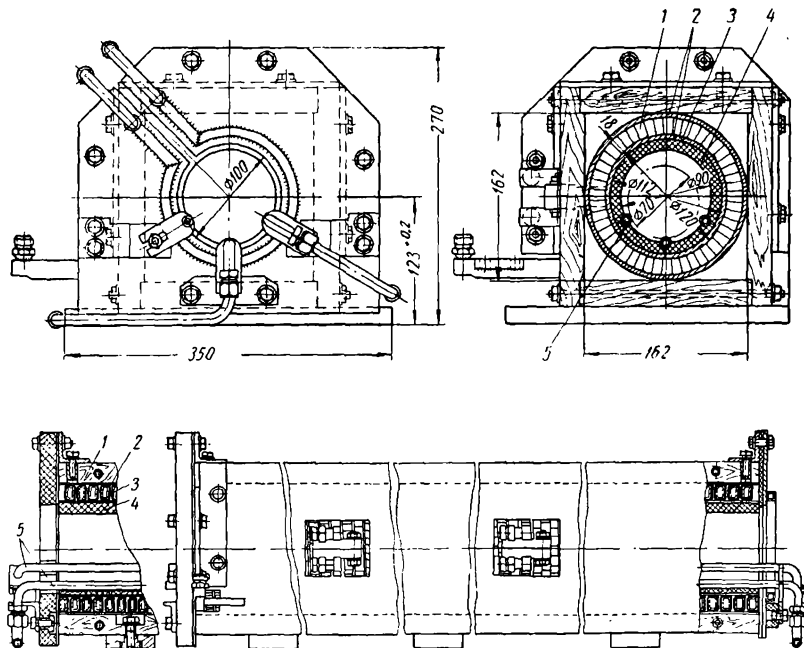


Рис. 8. Индуктор для нагрева цилиндрических заготовок

9. Характеристики индукторов и режимы их работы

Заготовка			Индуктор				Режимы					
Диаметр в мм	Длина в мм	Вес в кг	Внутренний диаметр в мм	Длина обмотки в мм	Число витков	Количество заготовок в индукторе	Частота тока в гц	Напряжение в в	Средняя мощность от генератора в квт	Темп выдачи заготовки в сек	Время нагрева заготовки в сек	Производительность в кг/ч
<i>Обычный индукционный нагрев</i>												
56	230	4,4	120	1160	79	5	1000	750	240	23	115	690
70	140	4,15	120	1160	79	8	1000	750	350	18	104	1150
34	150	8,15	80	1400	47	1	2500	650	150	73	73	400
48	1415	20	100	1600	54	1	2500	650	190	130	130	550
48	145	2,0	100	540	40	3	2500	750	80	31	93	230
48	560	7,9	100	650	48	1	2500	750	140	70	70	405
55	110	2,0	100	650	48	5	2500	750	125	20	100	360
65	700	18,1	130	760	40	1	2500	750	160	140	140	460
65	150	3,9	130	760	40	4	2500	750	155	33	132	425
45×45	275	4,33	92×92*	1510	57	5	2500	650	210	26	130	600
19	30	0,066	45	150	10	5	8000	127**	15	9	45	26
25	140	0,54	80	475	28	3	8000	750	80	12	36	165
26	120	0,5	80	560	33	4	8000	750	70	14	56	130
<i>Ускоренный индукционный нагрев</i>												
120	215	19,0	174	1880	57	8	1000	860	650	33	265	2060
				(28+11+18***)	61							
95	120	6,6	140	1200	61	9	1000	750	465	16	144	1490
				(31+8+10+12)	37							
80	160	6,3	130	1680	37	10	2500	1000	485	12	120	1510
				(14 5+6+7+	40							
				+9,5)	40							
70	140	4,2	120	1680	40	12	2500	1000	540	9	108	1680
				(20,5+6+	40							
				+6+7,5)	40							

* Заготовка и индуктор квадратного сечения.
 ** Индуктор подключается через понижающий трансформатор.
 *** В скобках указаны числа витков секций, имеющих разный шаг намотки.

10. Сменные типовые индукторы к нагревательным постам повышенной частоты, выпускаемые заводами электротермического оборудования

Семейства типоразмеров индукторов	Мощность в квт	Частота в гц	Длина катушек в мм	Внутренний диаметр в мм	Производительность в кг/ч	Диаметр нагреваемых заготовок в мм	Число типоразмеров индукторов в семействе
И60-108	100	8000	400—1000	65—115	250	20—60	4
И100-102	100	2500	400—1000	75—165	300	30—100	4
И100-252	250	2500	600—1400	75—165	600	30—100	4
И100-502	500	2500	800—1800	75—165	1200	30—100	5
И120-501	500	1000	1000—2000	105—195	1200	50—120	5
И120-1001	1000	1000	1600—2400	105—195	2500	50—120	5

целью, что позволяет при прочих равных условиях повысить величину магнитного потока, развиваемого в детали, и тем увеличить поглощаемую заготов-

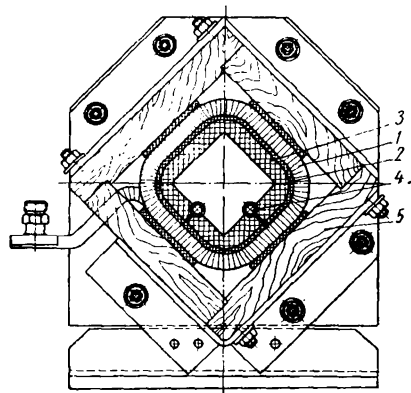


Рис. 9. Индуктор для нагрева квадратных заготовок: 1 — обмотка; 2 — изолирующая гильза; 3 — шамотные кирпичики; 4 — немагнитные металлические направляющие; 5 — деревянный предохранительный короб

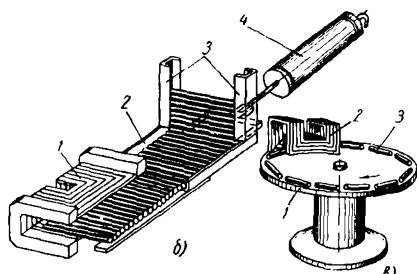
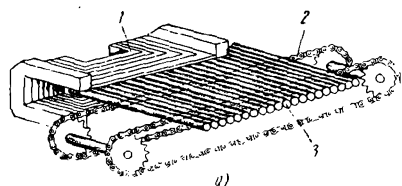


Рис. 10. Конструкции щелевых индукторов: а — подача заготовок цепным транспортером (нагрев концов): 1 — индуктор; 2 — транспортер; 3 — заготовки; б — подача заготовок пневматическим толкателем (нагрев концов): 1 — индуктор; 2 — направляющий лоток; 3 — загрузочная кассета; 4 — толкатель; в — подача заготовок вращающимся столом (нагрев по всей длине): 1 — вращающийся стол с футеровкой; 2 — индуктор; 3 — заготовки

кой мощность, а также коэффициент мощности установки.

На рис. 11 приведены схемы индукторов периодического действия с железной магнитной цепью для нагрева заготовки 1 на частоте 50 гц. Индукторы имеют многослойную обмотку 2,

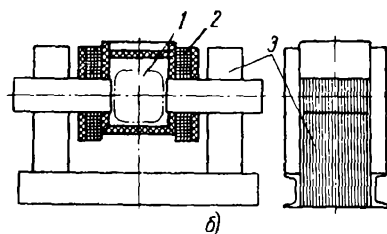
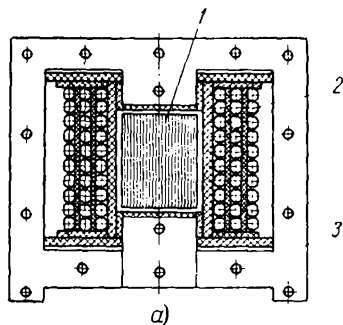


Рис. 11. Эскизы индукторов для нагрева заготовок на частоте 50 гц: а — муфельного типа; б — камерного типа

состоящую из медной водоохлаждаемой трубки и магнитопровода 3 из расслоенной трансформаторной стали. В табл. 11 даны параметры типовых индукторов для нагрева на частоте 50 гц, выпускаемых электропромышленностью.

На рис. 12 приведены чертеж и технические данные индуктора для ускоренного индукционного нагрева заготовок диаметром 120 мм до 1200°С производительностью 2 т/ч.

Генераторы. Для питания нагревателей в кузнечных цехах при частотах 1000, 2500 и 8000 гц используют исключительно машинные преобразователи, которые обычно выполняют в одном из следующих вариантов:

а) открытого типа с охлаждением активных элементов потоком воздуха;

11. Типовые горизонтальные индукторы для нагрева на частоте 50 гц слитков и заготовок цилиндрической формы

Семейства типовых индукторов	Мощность в кВт	Рабочее пространство в мм		Производительность в кг/ч при нагреве слитков до температуры в °С			Число типовых размеров индукторов в семействе
		Диаметр	Длина	алюминиевых 530	латунных 800	стальных 1200	
<i>Непрерывный режим нагрева</i>							
ИНПГ-250	250	112—140	600	820	1160	—	3
ИНПГ-500	500	140—1250	1400	1800	2500	1350	20
ИНПГ-1000	1000	140—1250	2360	3600	5000	2700	20
<i>Периодический режим нагрева</i>							
ИНПГ-125	125	125—200	600	420	600	330	6
ИНПГ-250	250	112—400	1180—850	850	1200	670	12
ИНПГ-500	500	224—560	1400—1600	1800	2500	1350	14

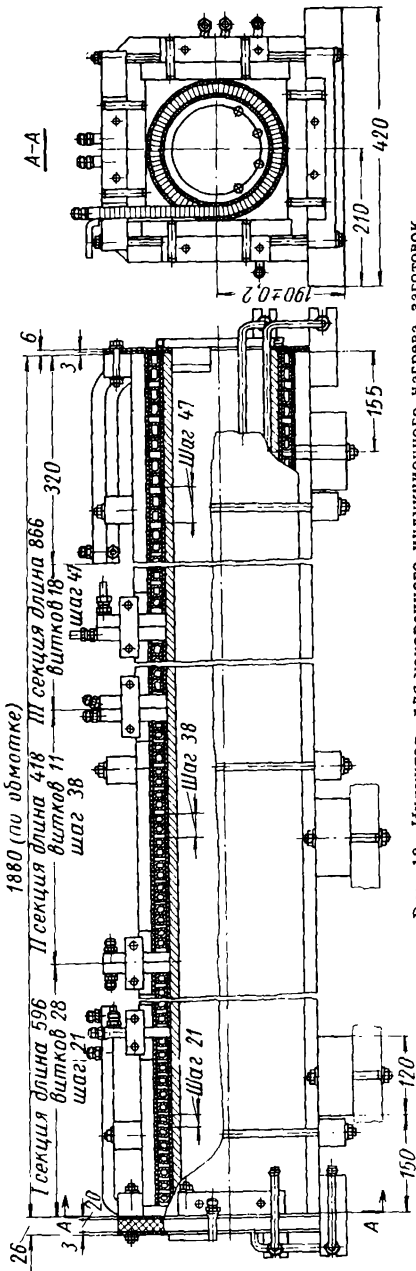


Рис. 12. Индуктор для ускоренного индукционного нагрева заготовок

12. Мотор-генераторы токов повышенной частоты

Тип мотор-генератора	Генераторы						Моторы			
	Тип	Частота в гц	Мощность в квт	Напряжение в в	Ток в а	cos φ опережающий	Тип	Напряжение	Мощность в квт	
ВГО-1500-500	ВГО-1500-500	500	1500	1500/750	110/2220	0,9	ДАЭ-1616-4	6000	2000	
ВГО-500-1000	ВГО-500-1000	1100	500	1500/750	333/666	1,0	АТМ-700-2	6000/3000	700	
ВГО-250-2500	ВГО-250-2500	2600	250	1500/750	175/350	0,95	КАМО-350-2	6000/3000	350	
ВГО-500-2500	ВГО-500-2500	2600	500	1500/750	350/700	0,95	АТМ-700-2	6000/3000	700	
ВГФ-1580-2500	ВГФ-1580-2500	2600	1500	1500/750	1054/2108	0,95	СТМ-350-2	6000	2500	
ВГО-500-8000	ВГО-500-8000	8000	500	750	740	0,9	АТМ-850-2	6000/3000	850	
ПВ-50/2500	ВГ-50/2500	2700	50	750/375	74/148	0,9	ВДЭ-60-2	380/220	60	
ПВС-100/2500	ВГ-100/2500-Ш	2700	100	750/375	148/296	0,9	ВДЭ-125-2-Ш	380/220	125	
ПВВ-30/8000	ГВВ-30/8000	8000	30	380/190	88/176	0,9	ВВД-40	380/230	40	
ПВВ-100/8000	ГВВ-100/8000	8000	100	750/375	148/296	0,9	ВВД-120-2	380/220	120	
ВПч-30-2400	—	2400	30	400/200	83/166	0,9	—	380/220	42	
ВПч-50-2400	—	2400	50	800/400/200	69/138/276	0,9	—	380/220	77	
ВПч-100-2400	—	2400	100	800/400/200	139/278/556	0,9	—	380/220	140	
ВПч-30-8000	—	8000	30	400/200	83/166	0,9	—	380/220	42	
ВПч-50-8000	—	8000	50	800/400/200	69/138/276	0,9	—	380/220	77	
ВПч-100-8000	—	8000	100	800/400/200	139/278/556	0,9	—	380/220	140	

Примечание. Преобразователи серии ВПч с вертикальным расположением оси вала предназначаются для замены снимаемых с производства преобразователей серий ПВС и ПВВ.

13. Типовые индукционные нагревательные установки непрерывного действия повышенной частоты

Тип	Мощность		Число конденсаторов в конденсаторной батарее	Производительность в кг/ч	Частота тока в гц
	нагревательного поста в квт	конденсаторной батареи в квар			
ИНЗ-108	100	3 200	16	250	8000
ИНЗ-102 (ОКВ-337 *)	100	2 000	16	300	2500
ИНЗ-252 (МГН-252 *)	250	3 500	28	600	2500
ИНЗ-502 (МГН-502 *)	500	7 000	56	1200	2500
ИНЗ-501	500	5 000	56	1200	1000
ИНЗ-1001	1000	10 000	112	2500	1000

* Установка старого типажа с аналогичными параметрами.

б) герметически закрытые — охлаждение агрегата осуществляется проточной водой, охлаждающей воздух, циркулирующий внутри корпуса машины. Машины этого типа особенно удобны в кузнечных цехах, так как они не требуют сооружения изолированных генераторных помещений. Основные характеристики отечественных преобразователей токов высокой частоты приведены в табл. 12.

Типовые установки для нагрева заготовок. Заводы электротермического оборудования Министерства электропромышленности выпускают типовые установки для нагрева заготовок (табл. 13). В комплект такой установки входит мотор-генератор с пусковым устройством, схема возбуждения генератора с автоматической стабилизацией его напряжения при помощи электромашиного усилителя, комплект электроизмерительных приборов, комплект контакторов для включения и выключения мощности, конденсаторная батарея.

Перечисленное оборудование за исключением мотор-генераторов смонтировано в виде комплектных электрощитов, которые при монтаже устанавливаются и соединяют между собой электропроводкой по типовым схемам.

Нагревательные индукторы, устройства для поддержания и транспортировки заготовок через индуктор и соответствующую автоматику обычно изготавливают на месте или заказывают,

выбирая из семейства типоразмеров индукторов (см. табл. 10).

Сведения, необходимые для проектирования электрической части установок индукционного нагрева, приведены в работе [4].

НАГРЕВ СОПРОТИВЛЕНИЕМ

Выбор основных параметров нагрева и оборудования

Сила тока и мощность, выделяющаяся в заготовке. Нагреваемая заготовка зажимается между двумя парами массивных контактов¹, соединенных с вторичной обмоткой понижающего трансформатора, первичная обмотка которого при помощи контактора подключается к питающей электросети напряжением 380 или 220 в. Сила тока, протекающего в заготовке:

$$I = \frac{U}{Z},$$

где I — сила тока в заготовке в а; U — напряжение на контактах установки в в; $Z = \sqrt{R^2 + X^2}$ — полное сопротивление заготовки, учитывающее ее активное и индуктивное сопротивление; X — индуктивное

¹ В связи с тем, что для подключения заготовки к источнику тока требуется система мощных контактов, этот метод нагрева часто называют контактным, что, однако, не отражает его физического смысла.

сопротивление заготовки; $R = \rho \frac{l}{S}$ — активное сопротивление заготовки; ρ — удельное сопротивление металла заготовки в $\text{ом}\cdot\text{см}$; l — длина заготовки в см ; S — поперечное сечение нагреваемой заготовки в см^2 . При определении S необходимо учитывать глубину проникновения тока в металл заготовки (см. табл. 5).

Мощность

$$P_3 = I^2 R \cdot 10^{-3} \text{ ват.}$$

Количество тепла

$$q = 0,24 I^2 R \text{ ккал/сек.}$$

Для увеличения производительности нагревательного устройства желательно применять возможно большую скорость нагрева (приrost температуры в 1 сек), которая пропорциональна мощности, передаваемой в заготовке. Однако при чрезмерно большой мощности в местах контакта развивается местный перегрев, приводящий к оплавлению заготовки.

Предельная мощность, которую можно подводить к заготовке, ограничивается давлением, развиваемым под контактами, и в меньшей степени диаметром нагреваемой заготовки.

Размер заготовок. Методом сопротивления чаще всего нагревают заготовки диаметром 20—50 мм. Однако с точки зрения наиболее экономичного расходования электроэнергии не безразлично, какова будет длина нагреваемой заготовки при том или ином ее диаметре. При нагреве методом сопротивления заготовка представляет собой часть вторичной цепи понижающего трансформатора. Расход электроэнергии в этом случае связан с его к. п. д., который равен

$$\eta_{\Gamma P} = \frac{R}{R + R_{\Gamma P}},$$

где $\eta_{\Gamma P}$ — к. п. д. трансформатора; R — активное сопротивление заготовки; $R_{\Gamma P}$ — сопротивление трансформатора, приведенное к вторичной его обмотке.

Так как активное сопротивление заготовки примерно прямо пропорционально ее длине и обратно пропорционально площади сечения, то для повышения

к. п. д. трансформатора, т. е. для уменьшения удельного расхода электроэнергии, целесообразно нагревать заготовки возможно меньшего диаметра и большей длины. Поэтому необходимо стремиться при данном диаметре заготовки брать ее возможно большей длины, штампуя, например, из одной заготовки несколько поковок. Сопротивление заготовки, а следовательно, и

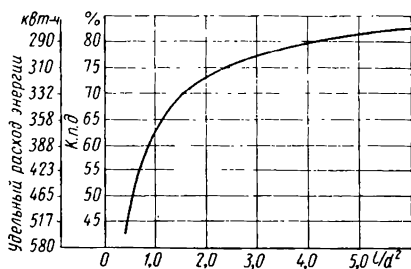


Рис. 13. Зависимость удельного расхода электроэнергии при нагреве методом сопротивления от соотношения $\frac{l}{d^2}$ заготовки [2]

к. п. д. понижающего трансформатора тем выше, чем больше отношение длины заготовки к квадрату ее диаметра $\frac{l}{d^2}$ (рис. 13).

Выбор мощности трансформатора. Интенсивность ввода энергии в заготовку можно характеризовать средней удельной погонной мощностью p , которая развивается в заготовке, на единицу ее длины (например, на 1 см). При обычно применяемом давлении под контактами (см. ниже) рекомендуется следующая средняя удельная мощность в зависимости от диаметра заготовки:

Диаметр заготовки в мм	20	30	40	50
Средняя удельная мощность p в кат/см	1,7	1,9	2,1	2,3
Диаметр заготовки в мм	60	70	80	
Средняя удельная мощность p в кат/см	2,5	2,5	2,5	

Необходимая активная мощность нагревательного трансформатора

$$P_a = \frac{pl}{10\eta_{\Gamma P}}.$$

Выбор давления на контакты. Для обеспечения удовлетворительной работы контактов установки при рекомендованных выше удельных мощностях рекомендуют применять следующие контактные давления [2] в зависимости от диаметра заготовок:

Диаметр заготовки в мм	20—30	30—50	50—70
Контактное давление в кг	1000	3000	5000

Для уменьшения недогрева концов заготовки (зона А на рис. 14) их размещают в контактах так, чтобы контактирование происходило на длине, не превышающей половины ее диаметра. В этом случае распределение температур в местах контакта соответствует зоне Б на рис. 14.

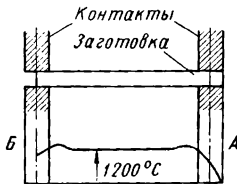


Рис. 14. Схема распределения температур на концах заготовки при различном их расположении в контактах установки

Наблюдаемая неравномерность нагрева (перегрев за контактом и недогрев под контактом) при рекомендованных выше удельных мощностях не снижает качества металла, так как при диаметрах заготовок выше 30 мм температуры достаточно выравниваются во время переноса заготовки из нагревателя в ковочный агрегат.

При диаметрах заготовок, меньших 30 мм, охлаждающее действие контактов сказывается столь сильно, что для получения приемлемого прогрева заготовки под контактом прибегают к снижению давления под ним примерно в середине цикла нагрева. Это осуществляется автоматически посредством уменьшения давления в цилиндрах, зажимающих контакты.

Время нагрева заготовки до ковочной температуры (1200°С). Наименьшего времени нагрева заготовки до ковочной температуры при стабильной, устойчивой работе установки

можно достигнуть в том случае, если в заготовке развиваются приведенные выше значения удельной мощности.

Зависимость величины этого времени от диаметра заготовки показана на рис. 15 [2].

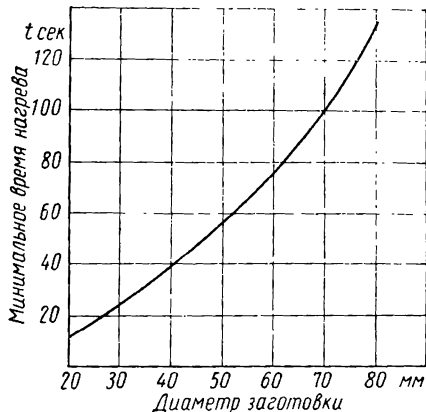


Рис. 15. Рекомендуемое минимальное время нагрева методом сопротивления в зависимости от диаметра заготовки

Если из каких-либо соображений применяемая средняя удельная погонная мощность отличается от приведенных выше величин, то время нагрева заготовки можно определить по формуле

$$t = \frac{4,18Gc \Delta T}{Pa\eta_{тр}}$$

где t — время нагрева заготовки в сек; G — вес заготовки в кг; c — средняя удельная теплоемкость стали в ккал/кг°С в интервале температур нагрева (для большинства сталей $c = 0,17$); ΔT — повышение температуры заготовки в процессе нагрева в °С; P_a — средняя потребляемая в процессе нагрева мощность трансформатора; $\eta_{тр}$ — к. п. д. трансформатора.

Расчетные параметры трансформатора. Величины вторичного рабочего напряжения, подводимого к заготовке, можно определить по формуле,

предложенной Е. И. Натанзоном и Г. М. Тельновым [2]:

$$U_{cp} = 7,1 \frac{l_k}{\eta_{тп} \sqrt{t}},$$

где U_{cp} — среднее за время нагрева напряжение, подводимое к заготовке, в в; l_k — длина нагреваемой части заготовки (расстояние между контактами) в мм; $\eta_{тп}$ — к. п. д. нагревательного трансформатора при нагреве данной заготовки; t — время нагрева заготовки в сек.

Вторичное напряжение холостого хода $U_{2x.x}$ нагревательного трансформатора будет отличаться от рабочего напряжения, подводимого к заготовке, на величину падения напряжения в трансформаторе, что учитывается соотношением

$$U_{2x.x} = K_H U_{cp},$$

где K_H — коэффициент, учитывающий падение напряжения в трансформаторе, он зависит от тока нагрузки трансформатора и ориентировочно может быть взят по рис. 16.

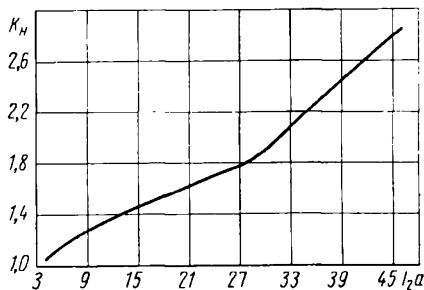


Рис. 16. Коэффициент, учитывающий падение напряжения в трансформаторе в зависимости от его тока нагрузки

Среднее значение вторичного тока ориентировочно определяется из соотношения

$$I_2 = \frac{100\rho l}{U_{cp}} a,$$

где ρ — средняя удельная мощность в квт/см ; l — длина заготовки в мм.

Кажущаяся мощность трансформатора

$$P_{\text{каж}} = U_1 I_1 = \frac{P_a}{\cos \varphi} \text{ ква},$$

где $U_1 I_1$ — напряжение и ток в первичной цепи трансформатора; $\cos \varphi$ — коэффициент мощности трансформатора (может быть ориентировочно взят по рис. 17).

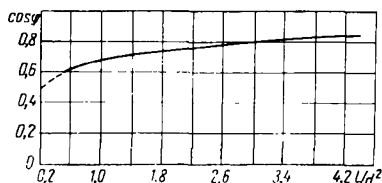


Рис. 17. Ориентировочная зависимость коэффициента мощности на первичных зажимах нагревательного трансформатора в зависимости от соотношения $\frac{l}{a^2}$ заготовки

Расчетная мощность трансформатора

$$P_{\text{расч}} = \sqrt{P_{\text{каж}}^2} K,$$

где K — коэффициент повторно-кратковременного режима,

$$K = \frac{\sum t}{\sum (t + t_n)},$$

здесь $\sum t$ — суммарное время работы установки за 1 ч или смену; $\sum (t + t_n)$ — общее время работы установки, включая и паузы между включениями (час или смена).

Значения $P_{\text{расч}}$, $U_{2x.x}$, а также величина первичного напряжения U_1 (напряжения питающей сети) являются исходными данными для проектирования нагревательного трансформатора.

Оборудование для нагрева сопротивлением

Виды установок. Нагрев заготовок сопротивлением можно осуществлять в следующих вариантах:

— по всю длину (рис. 18, а); одного конца (рис. 18, б) или участка (рис. 18, в); одновременно нескольких участков (рис. 18, г), непрерывно прутка при движении его между двумя парами роликов (рис. 18, з).

Установки для нагрева методом сопротивления, так же, как и индукционные установки, работают по двум схемам:

1) установка выполняет лишь нагрев и не связана с работой ковочного оборудования;

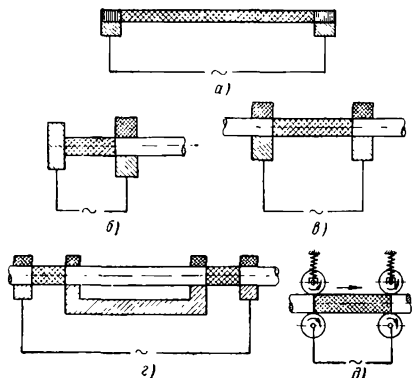


Рис. 18. Практические варианты осуществления нагрева методом сопротивления

2) нагревательная установка встраивается в ковочный агрегат, и их работа автоматизирована.

Контакты. Одним из лучших материалов для контактов является медь

При работе поверхность медного контакта упрочняется частицами нагреваемой заготовки и окалины, а также вследствие наклепа. Все это увеличивает срок службы контактов.¹

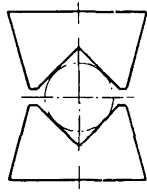


Рис. 19. Рекомендуемый профиль контакта нагревательной установки для радиального зажима заготовки

При эксплуатации контактов рекомендуется следующее:

1) при зачистке контактной поверхности не удалять образовавшегося упрочненного слоя;

2) для нагрева цилиндрических заготовок применять призматические контакты (рис. 19);

3) при износе контакта по высоте более чем на 5 мм применять их для нагрева заготовок больших диаметров.

Для повышения стойкости контактов их следует изготавливать штамповкой и наклепывать или проковывать в холодном состоянии. Практика показывает, что на поверхности заготовок при их зажиме в контактах допустима пленка окислов, обычно имеющаяся на металле после его горячей прокатки, но не допускается слой ржавчины.

Требования к заготовкам по отклонению от номинального размера, а также к качеству среза, по данным Горьковского автозавода, приведены в табл. 14.

14. Нормы качества среза и допускаемые отклонения размера заготовок от номинала

Размеры в мм

Диаметр заготовок	Смятие торца А	Скалывание Б	Натяг заусенцев В	Отклонение по длине Г
	не более			
18—30	3	5	1	4
30—45	3			
45—75	4			

Установки общего назначения.

В табл. 15 даны характеристики перечисленных выше универсальных контактных нагревательных установок. Установка К-16 (рис. 20) представляет собой сварной каркас, на нижней раме 1 которого установлен понижающий трансформатор 2, подключаемый к сети через контактор 3. Для компенсации удлинения заготовки при ее нагреве половинка 6 контактов соединена со вторичной обмоткой жестко, а половинка 5, установленная на подвижных кронштейнах 7, — посредством гибкой перемычки 8. После окончания нагрева пружинящий упор 9 возвращает кронштейн 7 в исходное положение.

¹ По данным Горьковского автомобильного завода на каждый комплект контактов приходится 25 т нагретого металла.

Зажим заготовки при нагреве осуществляется двумя пневматическими цилиндрами 10. Усилие от поршня

передается через рычаг 11 (соотношение плеч 3 : 1) на зажимной шток 12 и контактодержатель 13. Верхний и

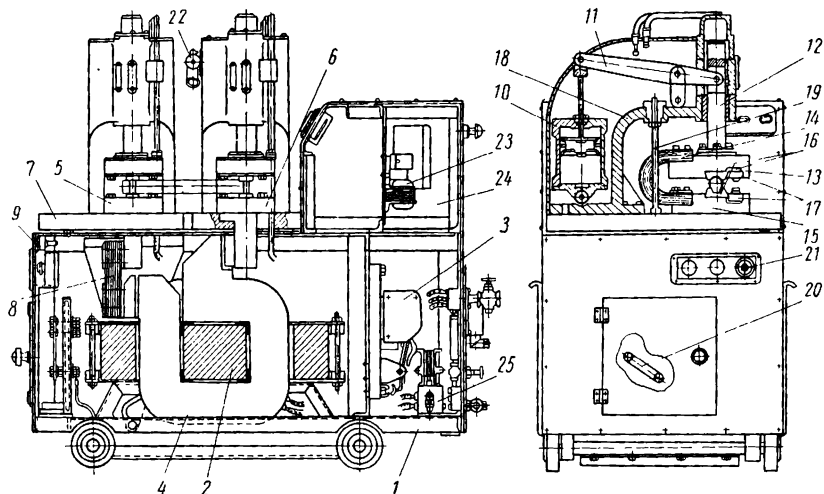


Рис. 20. Типовая установка для нагрева методом сопротивления, типа К-16

15. Характеристики установок для нагрева методом сопротивления (по Е. И. Натанзону и Г. М. Тельнову)

Показатели	К-13	К-16	АК-1, К-17	ЭУ-150
Тип трансформатора	Стержневой		Броневой	
Мощность трансформатора в <i>квa</i>	200	300	150	150
Расчетный коэффициент повторного включения в %	75	90	75	90
Напряжение в <i>в</i> :				
первичное	380	380	380	380
вторичное	5,6—13,8	5,6—12,6	8,1—13,6	4,0—10,6
Число ступеней регулирования вторичного напряжения	6	6	6	6
Размеры нагреваемых заготовок в <i>мм</i> :				
диаметр	20—45	45—75	20—42	20—60
длина	350—690	230—600	400—650	100—450
Расход электроэнергии на нагрев 1 <i>т</i> стали до 1200° С в <i>квт·ч</i>	320—450	300—440	320—450	320—450
Средняя производительность при нагреве до 1200° С в <i>кг/ч</i>	300	600	250	270
К. п. д. установки в %	74,5	53—78	74,5	75
Сос ф установки	0,6—0,8	0,73—0,9	0,7—0,9	0,6—0,85
Расчетное давление сжатого воздуха в <i>ат</i>	5	5	5	5
Расчетное давление на контакты в <i>кг</i>	1800	4500	3000	3100
Рекомендуемая скорость выделения тепла на 100 <i>мм</i> длины в <i>кал/сек</i>	5	6	5	5
Расход охлаждающей воды в <i>л/ч</i>	540	600	540	600
Высота от пола до места загрузки в <i>мм</i>	820	1190	1150	1215
Габариты в <i>мм</i> :				
высота	1360	1170	1650	1830
ширина	980	1000	1100	1100
длина	1950	1750	2150	1915
Вес в <i>кг</i>	3000	4000	2500	2200

нижний контактодержатели охлаждаются проточной водой и соединены между собой гибкой перемычкой 14. В оба контактодержателя (верхний 13 и нижний 15) вставляются призматические контакты 16, закрепленные клиньями 17.

Для создания необходимой жесткости цилиндр 10 и шток 12 смонтированы на алюминиевом коробчатом кронштейне 18. Болт 19 разгружает кронштейн 18 от усилия зажима, которое под контактами достигает 450 кг.

Для изменения напряжения, подаваемого на нагреваемую заготовку, служит переключатель 20, который имеет пять положений и позволяет получить на контактах одно из следующих напряжений: 5,6; 6; 8; 8,6; 10,3; 11,5; 12,6 в.

После установки заготовки в контакты, нажимая на кнопку 21, включают нагрев.

Автоматически контроль температуры выполняется фотоэлектрическим пирометром типа ФЭП-2, визирная головка которого с фотоэлементом направлена на нагреваемую заготовку. Ламповая и релейная схема фотопирометра смонтирована в металлическом шкафу 23, укрепленном на мягкой подвеске в отсеке 24. Здесь же находятся другие элементы автоматического управления: электропневматический клапан 25, реле, предохранители, а также штуцеры и краны для присоединения установки к магистрали сжатого воздуха и к водопроводу.

В схеме управления установкой предусмотрены следующие предохранительные блокировки:

- 1) при открывании дверей снимается напряжение со схемы управления;
- 2) напряжение на нагревательный трансформатор включается лишь после достижения в зажимных цилиндрах давления воздуха определенной величины, что гарантирует получение надежного контакта с заготовкой;
- 3) по окончании нагрева отключается контактор нагрева, а затем снимается давление воздуха с зажимных цилиндров.

Установки К-13, АК-1, К-17, ЭУ-150 аналогичны установке К-16 и имеют

лишь некоторые особенности. Так, в установке К-13 контакты при зажиме движутся не в вертикальной плоскости, как в установке К-16, а в горизонтальной. При нагреве заготовок диаметром меньше 30 мм в середине цикла нагрева автоматически снижается давление.

В установке АК-1 заготовки укладываются на загрузочный лоток, а передача их в контакты, нагрев и передача к ковочному агрегату совершаются автоматически.

Общий вид установки АК-1 показан на рис. 21, на рис. 22 приведено устройство контактной зажимной головки АК-1.

Установки К-17 и ЭУ-150 по своему устройству и действию аналогичны установке К-16.

Специализированные установки. Примером может служить установка К-8 для нагрева ножки клапана автомобильного двигателя под высадку (рис. 23). Нагреваемый клапан 1 устанавливается на упор 2; зона 3, подлежащая нагреву, зажимается между торцовым 4 и радиальным 5 контактами посредством пневматических цилиндров 6 и 7. Ток к контактам подводится от вторичной обмотки трансформатора 8 через гибкие перемычки 9.

Для увеличения стойкости медного контакта 4 на торцовую его часть наплавляют пластинку 10 из кирита — продукта спекания порошков меди (40—45%) и вольфрама (55—60%).

Рабочий закладывает в каждую из двух позиций, работающих попеременно, по клапану и нажимает пусковую кнопку. При этом срабатывает электропневматический клапан, впускающий воздух в зажимные цилиндры. Как только давление в зажимных цилиндрах достигнет необходимой величины, срабатывает пневматическое реле давления и включает контактор силового трансформатора, начинается цикл нагрева детали. По достижении нагреваемой зоной необходимой температуры срабатывает фотоэлектрический пирометр, включает контактор и разжимает контактные устройства. Рабочий вынимает нагретую деталь и перекладывает ее в ковочную машину.

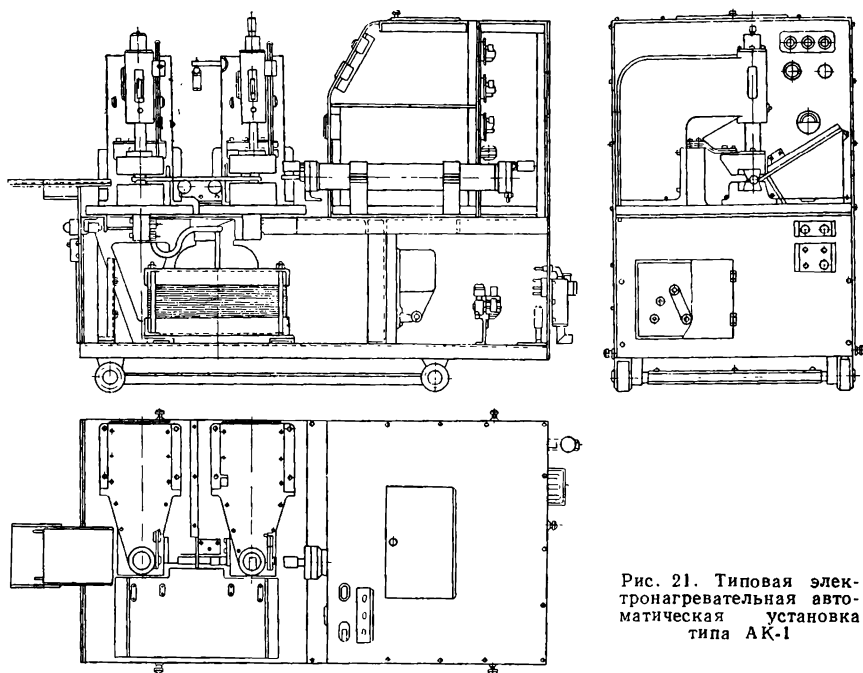


Рис. 21. Типовая электронагревательная автоматическая установка типа АК-1

Техническая характеристика установки К-8

Мощность силового трансформатора в <i>квт</i>	15
Количество трансформаторов	2
ПВ трансформатора в %	60
Напряжение трансформатора в в:	
первичное	380
вторичное	1—2,6
Число ступеней регулирования вторичного напряжения	8
Охлаждение трансформатора	Воздушное
Давление воздуха в цилиндрах в <i>ат</i>	5
Давление на контакте в <i>кг</i>	50
Производительность установки в <i>шт/ч</i>	600
Расход электроэнергии на нагрев 100 клапанов до температуры 1200° С в <i>квт·ч</i>	5,4
Габариты установки в <i>мм</i> 1800 × 650 × 780	

Установки с совмещением электронагрева и деформации. Высадка с электронагревом может выполняться со свободной деформацией металла в штампе или с принудительным формообразованием.

Высадка с электронагревом при свободном деформировании металла. Процесс нагрева и высадки происходит по схеме (рис. 24). Конец заготовки, подлежащий высадке, зажимается между радиальными 1 и торцовым 2 контактами, подключенными ко вторичной обмотке понижающего трансформатора на напряжение 1,5—5 в переменного тока частотой 50 *гц*. Радиальные контакты зажимаются небольшим усилием P_1 , допускающим скольжение заготовки. Для выполнения высадки на заготовку подается осевое давление P_2 , равное 10 *кг/мм²*, и включается нагревающий ток. Участок заготовки между торцовым и радиальными контактами нагревается и получает осадку. При этом заготовка под действием осевого усилия P_2 скользит между радиальными контактами 1, и осадке подвергаются все новые участки заготовки.

Для предотвращения подстуживания торца заготовки торцовый контакт

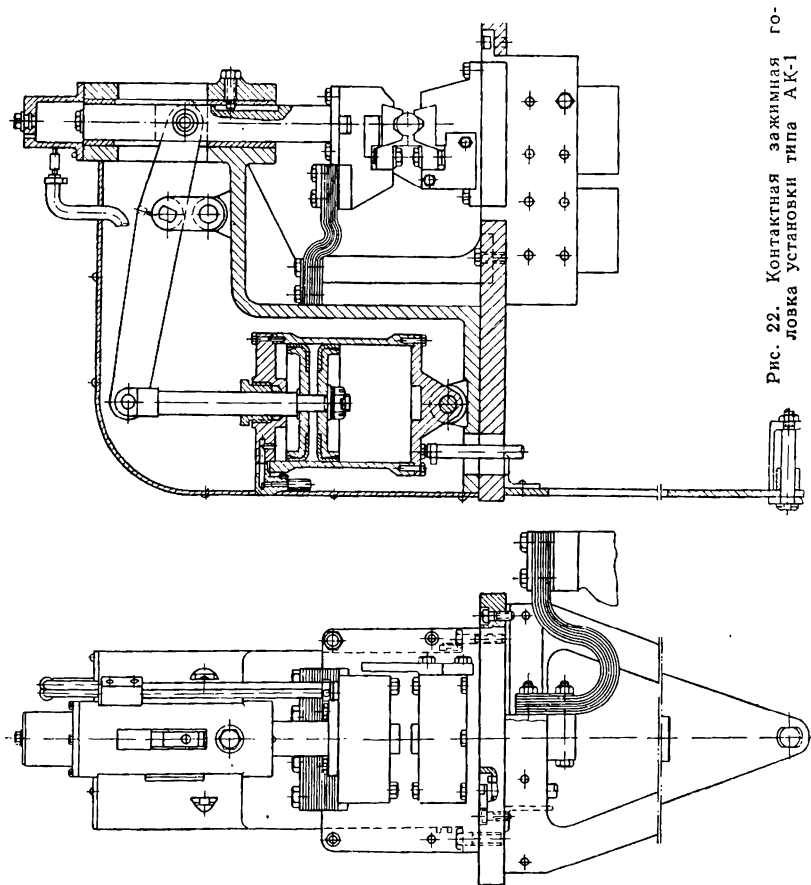


Рис. 22. Контактная зажимная го-
ловка установки типа АК-1

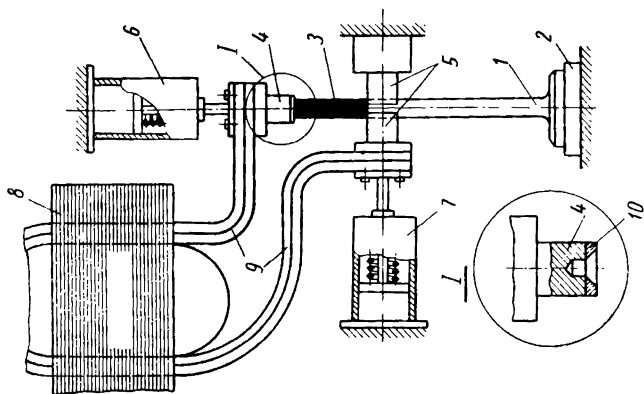


Рис. 23. Схема установки типа К-8
для нагрева под высадку ножки кла-
пана

выполняют из материала с низкой тепловой и электрической проводимостью, например из легированной хромомolibденовой стали Х12М, которая помимо указанных свойств обладает высокой прочностью и хорошо сопротивляется износу.

Рассматриваемым способом можно набрать значительный объем металла, существенно превышающий объем заготовки, заключенный между контактами. При осевом давлении 10 кг/мм^2

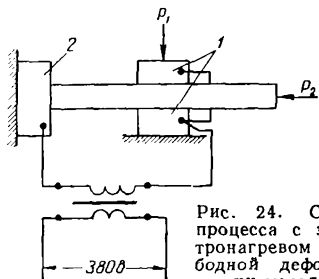


Рис. 24. Схема процесса с электронагревом свободной деформации металла

нагрев и деформация идут в среднем со скоростью $2-4 \text{ мм/сек}$. Когда заготовка осажена на заданную длину, операция прекращается. Однако таким образом получается лишь предварительная форма поковки, окончательная же форма придается ей штамповкой в ковочной машине, при этом дополнительный нагрев не требуется. Чтобы при осадке предотвратить искривление заготовки, расстояние между контактами не должно превышать $3-3,5$ диаметра.

Высадка с электронагревом и деформированием в штампе. Схема одного из вариантов процесса высадки с электронагревом

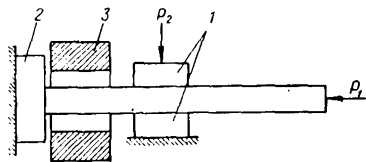


Рис. 25. Схема процесса высадки в матрице с электронагревом

тронагревом в матрице приведена на рис. 25. Как и в предыдущем случае, нагрев конца заготовки, подвергающейся деформации, производится

между двумя радиальными 1 и торцевым 2 контактами. Однако здесь степень деформации металла ограничивается матрицей 3. Электрически матрица изолирована от контактов и для уменьшения ее износа охлаждается водой. В процессе осадки деформируемый металл заполняет матрицу, образуя поковку необходимых размеров и формы.

Примером установки, работающей по рассмотренной схеме, является агрегат для штамповки оси педали велосипеда, разработанный на Горьковском автозаводе (рис. 26). Механизм высадки состоит из пневматического цилиндра 1 высадки, матрицы 2, радиальных контактов 3 и торцевого контакта 4. Величина осадки фиксируется концевым выключателем 5, который, сработав, прерывает цикл нагрева и высадки. Реле 6 давления воздуха обеспечивает включение нагревающего тока через некоторое время ($1-2 \text{ сек}$). После включения цилиндра 1 высадки и достижения надежного контакта между торцом заготовки и торцевым контактом. Такая последовательность включения необходима для предотвращения образования в месте контакта электрической дуги. Пневматические цилиндры 7 и 8 управляют передвижением матрицы и радиального контакта, необходимым для извлечения отштампованной поковки из матрицы.

Процесс нагрева и высадки совершается автоматически, и рабочий обычно обслуживает две установки.

Техническая характеристика установки

Мощность силового трансформатора в ква	10
Напряжение трансформатора в в:	
первичное	380
вторичное	1,5-3
Число ступеней регулирования	10
Величина хода штока высадочного цилиндра в мм	135
Максимальное давление на заготовку в кг	1000
Рабочее давление воздуха в ат	5
Расход воды для охлаждения в л/ч	420
Производительность в шт/ч	100
Вес в кг	900
Габариты в мм	1300 × 800 × 1800

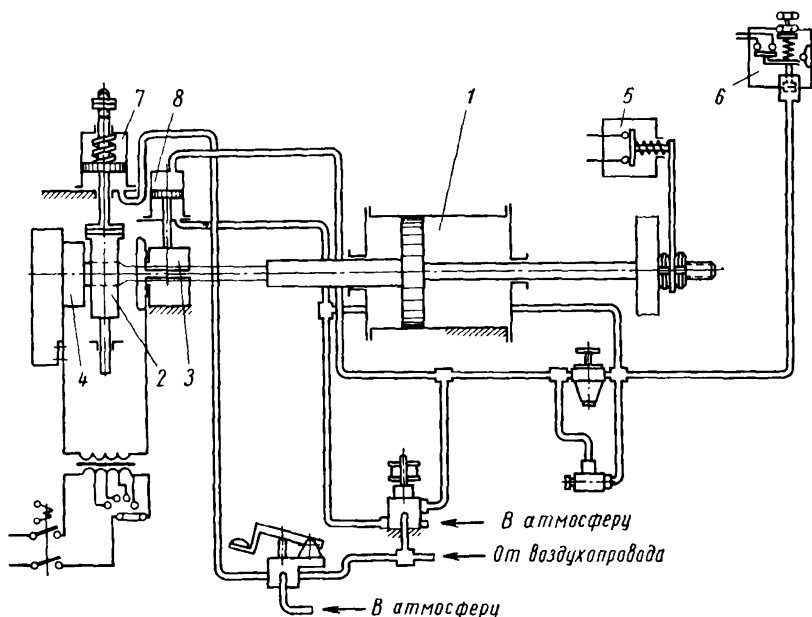


Рис. 26. Схема агрегата типа ЭВ-1 для высадки оси педали велосипеда

Точная высадка с электронагревом, не требующая последующей механической обработки, достигается дозировкой нагрева и выполнением его без окалины, а также применением предварительной точной дозировки объема заготовки.

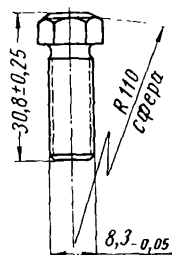


Рис. 27. Эскиз болта толкателя, изготавливаемого точной высадкой с электронагревом

Заготовка до высадки проходит механическую обработку, в результате чего она: получает строго определенный объем, затем нагревается в электровысадочном устройстве и штампуется.

Пример агрегата для высадки болта толкателя клапана. Эскиз болта толкателя приведен на рис. 27. Заготовки болтов нарезают из калиброванной стали 45 на токарных автоматах. Здесь

же протачивается канавка, служащая для выхода резьбы при накатке. Перед высадкой торец заготовки шлифуют, чем достигаются хорошая поверхность головки болта после штамповки, а также точный объем заготовки.

Высадка производится на 15-тонном прессе, на котором смонтировано устройство для нагрева конца заготовки непосредственно в матрице (рис. 28). Заготовку 1 устанавливают в матрицу 2 и контактами 3 с помощью пневматических цилиндров 4 зажимают заготовку. После достижения в цилиндрах необходимого давления срабатывает пневматическое реле давления, включая электрический ток, который подается по гибким шинам 5 от понижающего трансформатора мощностью 2,5 квт со вторичным напряжением в 0,6—2,5 в при шести ступенях регулирования. По достижении заданной температуры (900—1000° С) фото-реле 6 отключает нагрев и возвращает контакты 3 в исходное разомкнутое положение. При этом концевые выключатели 7 включают рабочий ход

ползуна пресса и пуансон 8 производит штамповку головки болта.

Основным недостатком высадочного устройства рассмотренного выше типа

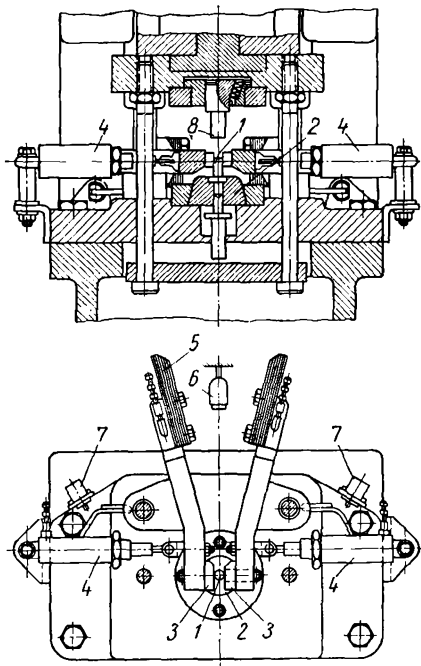


Рис. 28. Схема рабочих элементов агрегата для электронагрева и точной высадки болта толкателя

является сравнительно низкая степень использования пресса: операция нагрева и высадки совершается на одном и том же рабочем месте, поэтому пресс в процессе нагрева заготовки простаивает. Этот недостаток устраняется, если нагрев и высадка выполняются в одном и том же агрегате, но на разных позициях. Примером такой установки является агрегат для высадки толкателя клапана (рис. 29). Пресс снабжен дисковым устройством, имеющим четыре рабочие позиции: загрузки 1, нагрева 2, штамповки 3 и выталкивания 4.

Рабочий вручную вставляет заготовку в позицию загрузки. Диск посредством цилиндра 5 и храпового устройства 6 поворачивается на 90° и переносит заготовку в нагревательную позицию, где цилиндр 7 посредством рычагов 8 зажимает конец заготовки между контактами 9, подключенными посредством токоподводов 10 ко вторичной обмотке трансформатора 11. После этого включается ток и начинается нагрев, по окончании которого фотореле выключает ток, контакты 9 разжимаются и диск поворачивается на 90° , попадая в положение 3. Здесь срабатывает ползун 12 пресса и посредством пуансона 13 формирует головку толкателя в матрице. При очередном повороте диска отштампованный толкатель в позиции 4 выталкивается из матрицы.

Техническая характеристика агрегата

Мощность трансформатора в <i>кв</i>	15
Напряжение трансформатора в <i>в</i> :	
первичное	380
вторичное	1,8—3,6
Число ступеней регулирования вторичного напряжения	15
Производительность установки в <i>шт/ч</i>	300—400
Усилие пресса в <i>т</i>	50

Трансформаторы. В рассмотренных выше нагревательных установках применяются специально сконструированные и изготовленные для них понижающие трансформаторы. Однако в этих установках могут быть использованы и понижающие трансформаторы от типовых сварочных машин (табл. 16).

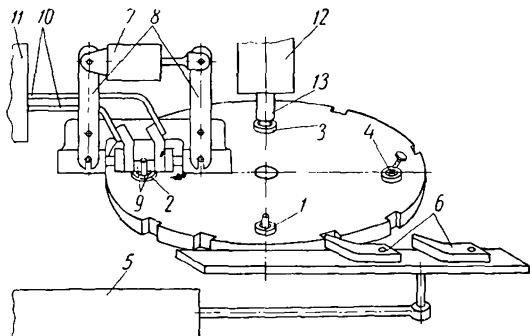


Рис. 29. Схема устройства агрегата для электронагрева и высадки толкателя клапана

16. Понижающие трансформаторы сварочных машин, пригодные для контактного нагрева

Тип сварочной машины	Мощность в кВа	Коэффициент производительности включения в %	Вторичное напряжение в в	Вторичный ток в а
МТП-75	75	20	3,12—6,24	12 500
МТП-100, МРП-100	100	20	3,4—6,8	14 300
МТП-150, МРП-150	150	20	4,05—8,1	20 000
МТП-200, МРП-200	200	20	4,42—8,85	23 000
МТП-300, МРП-300	300	20	4,37—9,75	32 000
МТП-400, МРП-400	400	20	5,4—10,8	40 000
МРП-600	600	20	6,8—13,6	
МТМ-50	50	20	2,7—5,1	11 000
МТМ-75	75	20	3,5—7,1	12 300
МТИГ-75	75	25	5,0—19	8 000
МТПГ-150	150	25	6,0—21,0	15 000
МТП-150/1200-1	150	20	6,3—12,6	13 000
МТП-150/1200-2	150	20	3,5—12,0	15 000
АТП-5	5	25	1,1—2,0	2 950
АТП-10	10	25	1,6—2,9	3 850
АТП-25	25	25	2,0—3,5	7 800
МТИП-150	150	10	2—5,5	40 000
МТИП-300	300	5,5	2,3—6,4	50 000
МТИП-450	450	5,5	2,8—7,6	60 000
МТИП-600	600	6,5	2,9—8,0	70 000
МТГА-500	500	6,0	4,4—13,5	42 000
МСР-100	100	20	4,1—7,9	14 500
МСГ-150	150	20	4,5—8,5	19 200
МСГ-200	200	20	4,4—8,8	
МСГ-300	300	20	4,7—9,0	
МСГ-500	500	28	7,9—15,8	
МСЛ-200	200	20	2,88—8,25	23 000
МСГА-300	300	20	5,4—10,8	28 500
МСГА-500	500	30	7,9—15,8	23 700
АСП-3	3	5	1,2—2,6	1 150
АСП-10	10	5	1,2—3,3	3 680
АСИФ-25	25	20	1,9—3,6	7 780
АСИФ-50	50	20	2,7—5,1	11 000
АСИФ-75	75	20	3,5—7,1	12 350
МГИМ-25	25	50	2,1—4,0	7 200
МГИМ-50	50	50	2,0—4,0	14 100
МГИИП-100	100	50	3,3—6,7	17 000
МГИИП-150	150	50	3,9—7,8	21 000
МГИИП-200	200	50	4,3—8,7	25 000

Фотоэлектрическое реле (фотопирометр) типа ФЭП-2. Для автоматического контроля температур при электронагреве широко распространены фотоэлектрические реле типа ФЭП-2 с фотоэлементом типа ЦВ-4. По достижении нагреваемой заготовки заданной температуры реле срабатывает, выключается цепь контактора нагреваемой установки и нагрев прекращается.

Детали, составляющие схему фото-реле, монтируют в два узла.

Фотоэлемент с оптической линзой с фокусным расстоянием 100 мм устанавливают в визирную головку. Остальные элементы располагают в специальном металлическом ящике, подвешиваемом внутри электронагревательной установки. Визирная головка и релейно-ламповый ящик соединены между собой экранированным кабелем.

Для уменьшения попадания пыли на визирное стекло головку устанавливают наклонно, и на нее надевают бленду, окрашенную изнутри в черный матовый цвет.

Расстояния визирной головки от нагреваемой поверхности в зависимости от площади нагрева и температуры приведены в табл. 17.

17. Рекомендуемые расстояния головки фотоэлемента от нагреваемой поверхности в зависимости от площади нагрева и температуры

Площадь нагрева в см ²	Температура нагрева в °С	Рекомендуемое расстояние в мм
2 2—4	750—1100 750—900	300
4—15 15—30 30	900—1200 900—1100 900	450
8—20 20—80 80	1100—1400 900—1300 1200	500

ЛИТЕРАТУРА

1. Богданов В. Н., Рыскин С. Е., Шамов А. Н. Применение сквозного индукционного нагрева в промышленности. М., «Машиностроение», 1965.
2. Натанзон Е. И., Тельнов Г. М. Нагрев заготовок методом сопротивления. М., Машгиз, 1951.
3. Слухоцкий А. Е., Рыскин С. Е. Проектирование и изготовление индукторов для индукционного нагрева машиностроительных деталей. М., Машгиз, 1954.
4. Шамов А. Н., Бодажков В. А. Проектирование и эксплуатация высокочастотных установок. М., Машгиз, 1963.
5. Шепеляковский К. Э., Рыскин С. Е. Техника применения индукционного нагрева. М., Машгиз, 1949.
6. Электронагрев заготовок дляковки и штамповки. Сб. под ред. М. Г. Лозинского. М., Машгиз, 1950.
7. Яицков С. А. Ускоренный изотермический индукционный нагрев кузнечных заготовок. М., Машгиз, 1962.
8. Ясногородский И. З. Нагрев металлов и сплавов в электролите. М., Машгиз, 1949.

2. Ориентировочные данные для выбора веса падающих частей в зависимости от размера поковок [1]

Вес падающих частей в т	Вес поковок в кг			Наибольшее сечение заготовки (сторона квадрата) в мм	Вес падающих частей в т	Вес поковок в кг			Наибольшее сечение заготовки (сторона квадрата) в мм
	фасонных		для гладких валов наибольши			фасонных		для гладких валов наибольши	
	средний	наибольший				средний	наибольший		
1	20	70	250	160	5	200	700	1500	350
2	60	180	500	225					
3.15	100	320	750	275	8	350	1300	2500	400

3. Ориентировочные данные о производительности при ковке без манипулятора

Группа поковок по сложности	Производительность в кг/ч при весе падающих частей молотов в т				
	1	2	3	5	8
Простые	500—215	900—410	1200—560	1600—740	2000—925
Средней сложности	215—95	410—190	560—260	740—340	925—430
Сложные	95—40	190—90	260—120	340—160	430—200

Примечания: 1. Простые поковки — валы гладкие, фланцы с отверстием, кубики, шпонки, серьги с одной головкой, кривые планки, валы с уступами, валы с фланцами, втулки и т. п.

2. Поковки средней сложности — валы с фланцами и уступами, шпиндели, шестерни, серьги с двумя головками, тяги с одной головкой, болты с квадратной головкой, гайки, башмаки, валы одноколенчатые, втулки раскатные и т. п.

3. Сложные поковки — гайки шестигранные, болты с шестигранной головкой, серьги с одной бобышкой, тяги с двумя головками, рычаги со средней и двумя бобышками на концах, рычаги с ручкой, шестерни с отверстием, шатуны, валы двухколенчатые с фланцем, ключи гаечные, рычаги кривые, хомуты и т. п.

КОВОЧНЫЕ ПРИВОДНЫЕ ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ МОЛОТЫ

Ковочные приводные пневматические молоты (рис. 2 и табл. 4—6) предназначены для изготовления ковкой поковок малого веса из прокатанных заготовок. Допускают также ковку в подкладных штампах. В СССР изготовляют пневматические молоты одностоечного типа с параллельно расположенными рабочим и компрессорным цилиндрами (в одной отливке со станиной). Управление осуществляется двумя совместно вращаемыми кранами (золотниками) с отдельным (средним) краном для холостого хода.

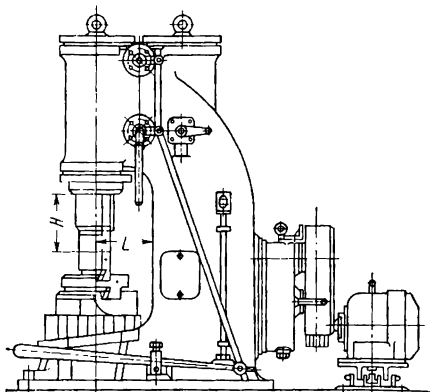


Рис. 2

4. Основные параметры пневматических молотов одноствоечного типа
(ГОСТ 712—65)

Наименование параметров	Количественные показатели						
Номинальный вес падающих частей в кг	50	75	150	250	400	750	1000
Энергия удара в кгм	80	140	250	560	1000	2000	2800
Расстояние <i>L</i> от оси бабы до станины в мм	280	300	340	420	530	750	800
Высота рабочей зоны в свету // Размеры зеркала верхнего бойка в мм:	220	260	360	450	530	670	750
длина	100	130	190	210	250	320	360
ширина	55	63	75	80	90	130	140
Число ударов бойка в минуту	225	210	190	150	130	105	95

5. Ориентировочные данные для выбора веса падающих частей в зависимости от размера поковки [1]

Вес падающих частей в кг	Вес поковок в кг			Наибольшее сечение заготовки (сторона топки (сторона квадрата) в мм	Вес падающих частей в кг	Вес поковок в кг			Наибольшее сечение заготовки (сторона квадрата) в мм
	фасонных		для гладких валов наибольший			фасонных		для гладких валов наибольший	
	средний	наибольший				средний	наибольший		
75	0,3	1,2	7,5	45	560	9	28	110	120
150	1,5	4	15	60	750	12	40	140	135
250	2,5	8	35	75	1000	20	70	250	160
400	6	18	60	100					

6. Ориентировочные данные о производительности

Группа поковок по сложности	Производительность в кг/ч при весе падающих частей молотов в кг						
	75	150	250	400	560	750	1000
1	75—26	100—37	140—54	200—85	300—120	375—160	500—215
2	26—9	37—14	54—21	85—35	120—50	160—70	215—95
3	9—3	14—5	21—8	35—15	50—20	70—30	95—40

Примечание. Примерное распределение поковок по группам см. примечание к табл. 3.

КОВОЧНЫЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ПРЕССЫ

Ковочные гидравлические прессы предназначены для изготовления ковки поковок преимущественно из слит-

ков, а также дляковки в подкладных штампах. По типу станины прессы разделяют на одностоечные и четырехколонные. В СССР изготавливают четырехколонные ковочные гидравлические прессы (рис. 3 и табл. 7—9).

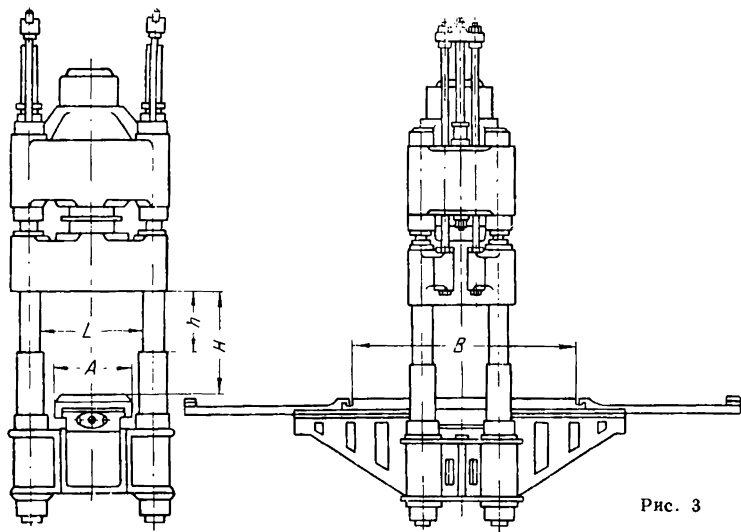


Рис. 3

7. Основные параметры ковочных гидравлических прессов четырехколонного типа (ГОСТ 7284—54)

Наименование параметров	Количественные показатели					
Номинальное усилие прессы в т	500	800	1250	2000	3200	5000
Наибольший ход h подвижной поперечины в мм	800	1000	1250	1600	2000	2500
Расстояние от стола до подвижной поперечины в ее верхнем положении H в мм	1600	2000	2500	3200	4000	5000
Расстояние L между колоннами в свету в мм	1180	1500	1900	2360	3000	3750
Размеры выдвижного стола в мм не менее:						
A	—	1100	1150	1800	2100	2800
B	—	2000	2200	2800	6000	6000
Номинальный ход стола в мм не менее:						
одностороннего	—	1100	1200	1500	—	—
двустороннего	—	—	—	—	4500	4500
Количество нажимов бойка в минуту не менее:						
рабочих	22	18	14	10	8	6
при ходе поперечины в мм	130	160	165	190	200	225
для отделки	50	50	45	45	40	30
при ходе поперечины в мм	40	40	40	50	50	50
Наименьшее усилие выталкивателя в т	30	40	60	100	150	200

Примечание. Количество нажимов бойка определено по усилию, равному для рабочих нажимов 0,75, а для отделочных 0,25 номинального усилия прессов.

8. Ориентировочные данные для выбора ковочных гидравлических прессов в зависимости от веса слитка [1]

Усилие пресса в т	Вес слитков в т		Усилие пресса в т	Вес слитков в т	
	средний	наибольший		средний	наибольший
500	0,65	2	2000	14	28
800	2	5,5	3200	33	58
1250	5,5	12	5000	62	98

9. Ориентировочные данные о производительности при ковке без манипулятора

Группа поковок по сложности ¹	Производительность в кг/ч при усилии пресса в т					
	500	800	1250	2000	3200	5000
1. Простые . . .	1360—780	1830—1 50	2450—1700	3250—2250	4500—2750	6000—3400
2. Средней сложности	780—470	1150—600	1700—820	2250—1000	2750—1200	3400—1400
3. Сложные . . .	470—240	600—320	820—440	1000—570	1200—700	1400—900

¹ Простые — гладкие валы, пластины и т. п.
Средней сложности — валы с уступами, шестерни, фланцы глухие, кубики, полые цилиндры и т. п.
Сложные — фланцы с отверстиями, коленчатые валы, шатуны, кольца раскатные, диски, кривошпы и т. п.

ШТАМПОВОЧНЫЕ
ПАРОВОЗДУШНЫЕ МОЛОТЫ
ДВОЙНОГО ДЕЙСТВИЯ

Паровоздушные штамповочные молоты двойного действия (рис. 4, табл. 10

и 11) предназначены для штамповки поковок разнообразной формы из прокатанного исходного материала преимущественно в многоручьевых открытых штампах.

10. Основные параметры паровоздушных штамповочных молотов (ГОСТ 7024—65)

Наименование параметров	Количественные показатели							
	0,63	1	2	3,15	5	10,0	16	25
Номинальный вес падающих частей в т	0,63	1	2	3,15	5	10,0	16	25
Наибольший рабочий ход бабы в мм . . .	1000	1200	1200	1250	1300	1400	1500	1600
Энергия удара в кгМ	1600	2500	5000	8000	12 500	25 000	40 000	63 000
Наименьшее расстояние от бабы до штамподержателя <i>h</i> в мм	180	220	260	340	400	450	500	600
Расстояние между направляющими в свету <i>B</i> в мм	400	500	600	710	800	1000	1180	1320
Размер бабы перпендикулярно плоскости чертежа в мм	380	450	670	800	950	1180	1500	1800
Размер штамподержателя перпендикулярно плоскости чертежа в мм	600	670	900	1000	1180	1320	1600	2240

Примечания: 1. Давление пара перед пуском в цилиндр 7—9 ат, перегрев до 200° С.

2. В номинальный вес падающих частей молота входят: вес бабы, штока, поршня и штампа (10% от номинального веса). Вес штампа можно увеличивать до 30% от веса падающих частей.

ШТАМПОВОЧНЫЕ ФРИКЦИОННЫЕ МОЛОТЫ С ДОСКОЙ

Штамповочные фрикционные молоты с доской (рис. 5 и табл. 12) предназначены для штамповки мелких поковок

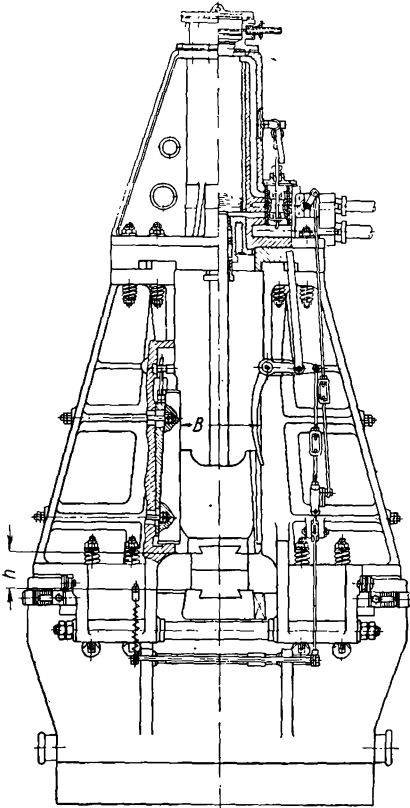


Рис. 4

11. Ориентировочные данные о производительности и весе поковок в зависимости от веса падающих частей молота

Вес падающих частей в т	Вес поковок в кг	Производительность в кг/ч
0,63	1	200
1,00	1—2,5	300
2,00	2,5—7	600
3,15	7—17	1000
5,0	20—40	1750
10,00	70—100	3000
16	180—360	5000

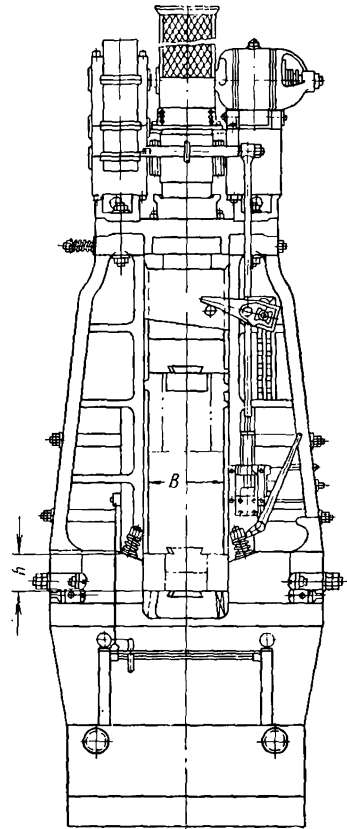


Рис. 5

12. Ориентировочные параметры штамповочных фрикционных молотов

Наименование параметров	Количественные показатели			
Номинальный вес падающих частей в кг	500	750	1000	1500
Рабочий ход бабы (регулируемый) в мм	900—1400	900—1450	900—1450	900—1500

Продолжение табл. 12

Наименование параметров	Количественные показатели			
Наименьшая высота <i>h</i> штампа без хвостовиков в мм	180	220	220	260
Расстояние <i>B</i> между направляющими в сгету в мм	450	500	550	660
Размер бабы перпендикулярно плоскости чертежа в мм	350	400	450	600
Размер штамподержателя перпендикулярно плоскости чертежа в мм	600	650	700	800
Число ударов в минуту не менее	42	40	40	38

преимущественно в открытых штампах, а также для холодной правки отштампованных поковок после обрезки заусенца.

ШТАМПОВОЧНЫЕ МОЛОТЫ С ДВУСТОРОННИМ УДАРОМ

Бесшаботные штамповочные молоты (рис. 6) целесообразно применять для штамповки крупных поковок преимущественно в одноручевых штампах.

Заготовительные операции в случае их надобности следует осуществлять на другом оборудовании (ковочных молотах, вальцах, прокатных станах для периодического профиля).

Наибольшее распространение в настоящее время имеют паровоздушные молоты этого типа с ленточной и гидравлической связью верхней и нижней бабы, технические характеристики которых приведены в табл. 13 и 14 (о высокоскоростных молотах с подвижным шаботом см. гл. XVI).

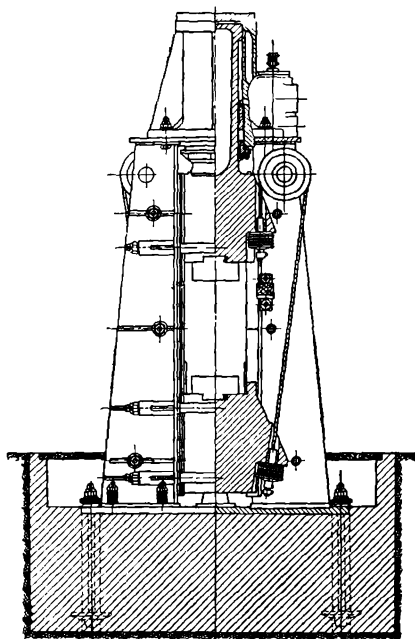


Рис. 6

13. Ориентировочные параметры молотов с ленточной связью верхней и нижней бабы

Наименование параметров	Количественные показатели									
Энергия удара в <i>кГм</i>	10 000	13 000	16 000	20 000	25 000	30 000	35 000	40 000	45 000	
Суммарный ход бабы в мм	1 000	1 600	1 200	1 200	1 200	1 200	1 250	1 250	1 250	
Расстояние между направляющими в мм	750	800	850	900	1 050	1 100	1 190	1 200	1 200	
Размер бабы спереди назад в мм	1 350	1 500	1 600	1 800	2 000	2 250	2 500	2 700	3 000	
Наименьшая высота штампа без хвостовиков в мм	350	350	400	500	550	575	575	575	575	
Среднее число ударов в минуту	10	8	8	7	7	6	6	6	6	
Эквивалентен обычному молоту с весом падающих частей в <i>т</i>	5	6,5	8	10	12,5	15	17,5	20	22,5	

14. Ориентировочные параметры молотов с гидравлической связью верхней и нижней бабы

Наименование параметров	Количественные показатели							
	20 000	25 000	32 000	40 000	50 000	63 000	80 000	100 000
Энергия удара в кгм								
Суммарный ход бабы в мм	1200	1260	1340	1420	1500	1600	1700	1800
Расстояние между направляющими в мм	940	1010	1080	1150	1220	1290	1360	1400
Размер бабы спереди назад в мм	2100	2500	2800	3000	3200	3600	4000	4500
Наименьшая высота штампа без хвостовиков в мм	450	450	500	500	550	550	600	600
Среднее число ударов в минуту	6	6	6	6	6	6	6	6
Эквивалентен обычному молоту с весом падающих частей в т	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50

ГОРЯЧЕШТАМПОВЧНЫЕ
КРИВОШИПНЫЕ ПРЕССЫ

Кривошипные горячештамповочные прессы (рис. 7, табл. 15 и 16) предназ-

ности предварительного фасонирования его протяжкой или подкаткой) или предварительно фасонированного проката (при необходимости предварительного фасонирования протяжкой

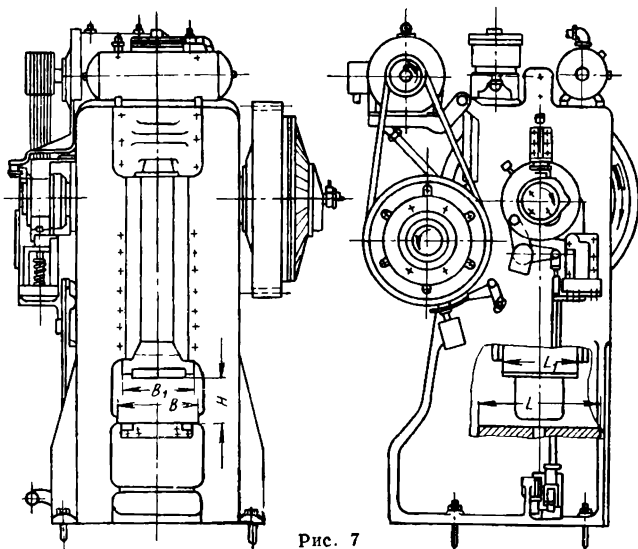


Рис. 7

начены для штамповки поковок различной формы из прокатанного пруткового материала (при отсутствии необходи-

мости предварительного фасонирования его протяжкой или подкаткой) в открытых штампах, а также для штамповки в закрытых штампах, в частности выдавливанием

15а. Основные параметры кривошипных горячештамповочных прессов (ГОСТ 6809—53)

Наименование параметров	Количественные показатели									
	630	1000	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
Номинальное усилие прес-са в t	630	1000	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
Ход ползуна в мм	200	250	300	320	350	370	400	430	460	500
Число ходов ползуна в ми-нуту не менее	90	80	75	65	60	55	50	45	40	35
Штамповая высота H при нижнем положении ползуна и верхнем положении клиновой подушки в мм	560	560	660	890	890	1000	1000	1150	1150	1240
Размеры стола в мм:										
ширина B	640	770	940	1060	1200	1360	1570	1720	1900	2100
длина L	820	990	1200	1300	1400	1500	1620	1780	1950	2150
Размеры ползуна в мм:										
ширина B_1	600	720	860	960	1070	1230	1420	1540	1680	1880
длина L_1	600	720	910	1010	1120	1230	1420	1540	1680	1880
Величина регулировки расстояния между столом и ползуном в мм	10—20	10—20	10—20	10—20	10—20	10—20	10—20	10—20	10—20	10—20

Примечание. Ориентировочный выбор прессы осуществляется по соотношению $P = G$, где P — усилие прессы в t ; G — вес падающих частей молота в кг.

15б. Основные параметры кривошипных прессов, специализированных для горячей штамповки выдавливанием

Наименование параметров	Количественные показатели					
	400 *	630 *	1000 *	2500 *	4000 *	1600
Номинальное усилие прессы в t	400 *	630 *	1000 *	2500 *	4000 *	1600
Ход ползуна в мм						400
Число ходов ползуна в мин						45
Штамповая высота при нижнем положении ползуна H в мм						900
Размеры стола в мм:						
ширина B						1200
длина L						1400
Размеры ползуна в мм:						
ширина B_1						1070
длина L_1						1120
Ход выталкивателей в мм:						
верхнего						60
нижнего						180

* Намечены к разработке.

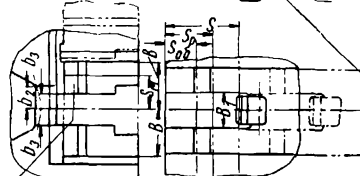
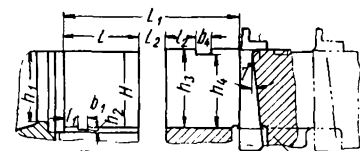
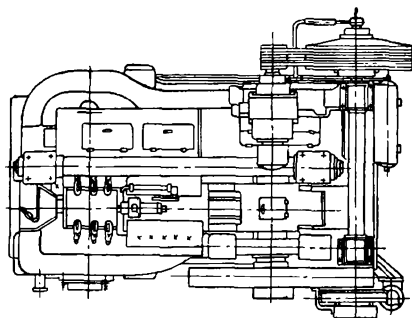
16. Ориентировочные данные о производительности и весе поковок в зависимости от усилия прессы [2]

Усилие прессы в t	630	1000	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
Производительность в кг/ч	300—400	400—600	600—800	800—900	900—1100	1100—1500	1500—1800	1800—2200	2200—2800	2800—3500
Вес поковок в кг	До 1	1—2,5	2,5—4,0	4,0—7,0	7,0—12	12—18	18—22	22—30	30—50	50—80

ГОРИЗОНТАЛЬНО-КОВОЧНЫЕ МАШИНЫ

Горизонтально-ковочные машины (рис. 8, табл. 17 и 18) предназначены для штамповки высадкой, а также про-

шивкой поковок, близких по конфигурации к телам вращения, из пруткового материала.



Зажимной ползун в крайнем переднем положении

Высадочный ползун в крайнем переднем положении при опущенном клине

Рис. 8

176. Ориентировочные параметры некоторых горизонтально-ковочных машин с горизонтальным разъемом матриц

Наименование параметров	Количественные показатели		
Номинальное усилие в т	400	630	800
Ход высадочного ползуна в мм	290	350	380
Ход высадочного ползуна после закрытия матриц в мм	190	230	250
Ход подвижной матрицы в мм	125	160	180
Число ходов ползуна в минуту	45	35	33
Размеры матриц в мм:			
справа налево	480	590	660
спереди назад	450	560	590
высота	160	200	220

18. Ориентировочные данные о производительности и диаметрах прутка и поковки в зависимости от усилия машины [2], [3]

Номинальное усилие машины в т	100	160	250	400	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Производительность в кг/ч	80	120	200	300	430	600	750	900	1250	1500	1900	2400
Наибольший диаметр обрабатываемого прутка в мм	20	40	50	80	100	120	140	160	180	210	240	270
Наибольший диаметр поковки в мм	40	55	70	100	135	155	175	195	225	255	272	315

ВИНТОВЫЕ ФРИКЦИОННЫЕ ПРЕССЫ

Винтовые фрикционные прессы (рис. 9, табл. 19 и 20) предназначены для штамповки в открытых и закрытых штампах (в основном одноручьевых).

19. Основные параметры винтовых фриционных прессов (ГОСТ 713—49) *

Наименование параметров	Количественные показатели							
	40	63	100	160	250	400	630	
Номинальное усилие пресса в т	40	63	100	160	250	400	630	
Энергия удара в кДж с числом ходов:								
повышенным	80	160	320	640	1280	2560	5120	
нормальным	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Ход ползуна наибольший в мм	240	270	310	360	420	500	600	
Число ходов ползуна в минуту (при наибольшем ходе), не менее:								
повышенное	39	34	30	26	23	20	17	
нормальное	25	22	19	17	15	13	11	
Расстояние <i>B</i> между направляющими в см в мм, не менее	310	350	400	460	530	670	740	
Размер ползуна перпендикулярно плоскости чертежа в мм	320	350	390	440	500	570	600	
Размер стола в мм	360	400	450	510	580	670	790	
<i>B₁</i>	410	450	500	560	650	750	880	
перпендикулярно плоскости чертежа								
Наименьшее расстояние <i>H</i> между столом и ползуном в его крайнем нижнем положении при наибольшем ходе в мм	170	190	220	260	300	360	430	

Примечания: 1. Выполнение технологических операций с малым рабочим ходом (например, чеканка) на прессах с нормальным числом ходов допускается только при уменьшенном ходе ползуна.
2. Нормально прессы выполняются с нижней выталкивателем.

* Пересматривается.

20. Ориентировочные данные о производительности и весе поковок в зависимости от усилия пресса [2]

Усилие пресса в т	100	160	250	400	630
Производительность в кг/ч	60	80	200	400	550
Вес поковок в кг	До 0,3	0,3—0,8	0,8—2,0	2,0—5,0	5,0—8,0

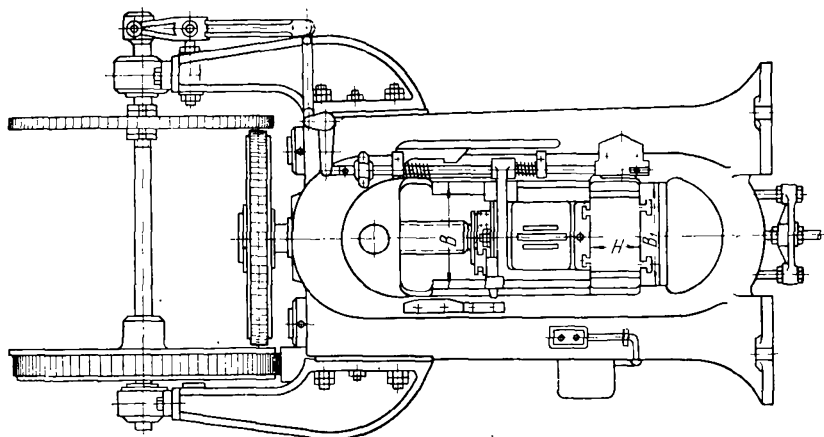


Рис. 9

ОБРЕЗНЫЕ КРИВОШИПНЫЕ ПРЕССЫ

Обрезные кривошипные прессы (рис. 10, табл. 21 и 22) предназначены для обрезки заусенца, прошивки отверстий и правки штампованных поковок в простых, последовательных и совмещенных штампах.

Размеры и расположение мест крепления штампов в подштамповых плитах и ползунах прессов должны соответствовать ГОСТ 9226—59.

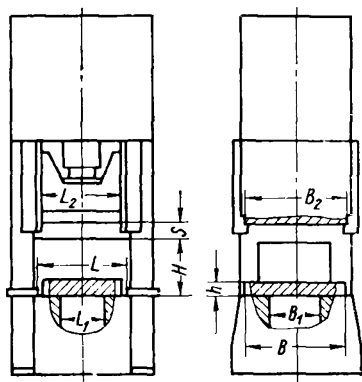


Рис. 10

21. Основные параметры обрезных кривошипных прессов закрытого типа (ГОСТ 10026—62)

Наименование параметров	Количественные показатели							
	100	160	250	400	630	1000	1600	2500
Номинальное усилие в т	100	160	250	400	630	1000	1600	2500
Ход S ползуна в мм	180	220	280	360	420	500	600	600
Число ходов ползуна в минуту	40	36	32	25	20	16	10	6
Наибольшее расстояние H между столом и ползуном в его нижнем положении в мм	380	450	530	630	750	900	1000	1380
Величина регулировки расстояния между столом и ползуном в мм	100	120	140	160	180	200	220	220
Размеры стола в мм								
L	600	710	850	1000	1250	1500	1800	2000
B	600	710	850	1000	1250	1500	1800	2800
Размеры отверстия стола в мм:								
L ₁	360	420	500	630	800	1000	1250	1400
B ₁	360	420	500	630	800	1000	1250	1400
Размеры ползуна в мм:								
L ₂	480	560	670	800	1000	1400	1750	1600
B ₂	480	560	670	800	1000	1250	1500	2400
Толщина h подштамповой плиты в мм	100	120	140	140	180	220	320	300

22. Ориентировочные данные для выбора обрезных прессов в зависимости от веса падающих частей обслуживаемого молота

Вес падающих частей молота в т	1	1,6—3,15	4—6,3	6,3—10,0	10,0—12,5	12,5—16,0
Номинальное усилие пресса в т	160	250	400	630	1000	1600

КРИВОШИПНЫЕ ПРЕССЫ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

Кривошипные прессы общего назначения (рис. 11, табл. 23 и 24) приме-

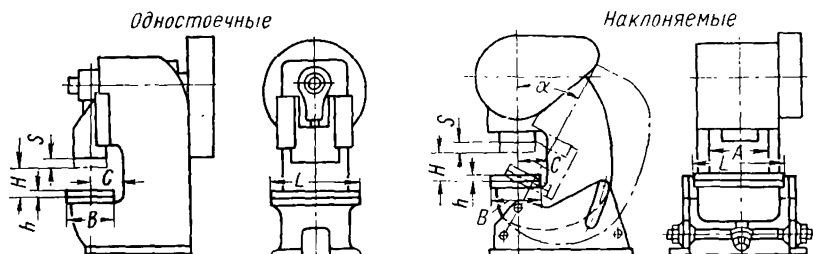


Рис. 11

Отверстие в столе

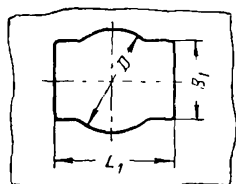


Рис. 12

23. Основные параметры некоторых одноствочных кривошипных прессов (см. рис. 11 и 12) (ГОСТ 9408—60)

Наименование параметров	Количественные показатели			
Номинальное усилие в т . . .	25	40	63	100
Ход S ползуна в мм:				
наибольший	60	70	85	100
наименьший	5	10	10	20
Регулировка длины шатуна в мм	55	65	80	100
Наибольшее расстояние H между столом и ползуном в его нижнем положении в мм при наибольшем ходе (прессы с неподвижным столом)	250	280	340	400
Размеры стола в мм:				
B	340	400	480	560
L	500	600	710	850

няют при объемной штамповке преимущественно для холодной обрезки заусенцев у мелких поковок, а также для гибочных работ.

Продолжение табл. 23

Наименование параметров	Количественные показатели			
Размеры отверстия в столе в мм:				
B ₁	170	200	240	280
L ₁	250	300	360	420
D	210	250	300	360
Расстояние C от оси ползуна до станины в мм	190	220	260	320
Толщина h штамповой плиты в мм	50	65	80	100
Число ходов ползуна в минуту прессов: быстроходных	120	100	90	80
тихоходных	60	50	45	40

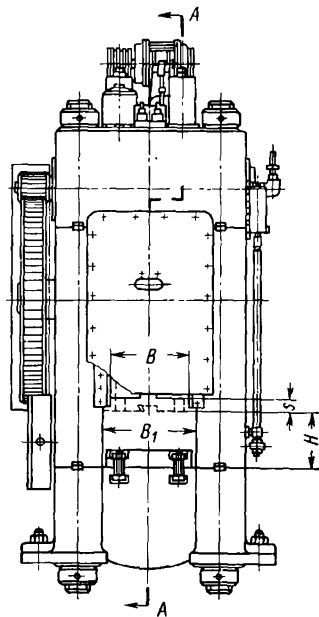
24. Основные параметры некоторых двухствочных открытых прессов (рис 11 и 12) (ГОСТ 9408—60)

Наименование параметров	Количественные показатели			
Номинальное усилие в т . . .	25	40	63	100
Ход S ползуна в мм	65	80	100	130
Регулировка длины шатуна в мм	55	65	80	100
Толщина h подштамповой плиты в мм	50	65	80	100

Продолжение табл. 24

**ЧЕКАНОЧНЫЕ (КАЛИБРОВОЧНЫЕ)
КРИВОШИПНО-КОЛЕННЫЕ
ПРЕССЫ**

Наименование параметров	Количественные показатели			
Число ходов в минуту прес-сов:				
	быстроход-ных	120	100	90
тихоходных	60	50	45	40
<i>Прессы с нормальным столом</i>				
Размеры стола в мм:				
<i>B</i>	340	400	480	560
<i>L</i>	500	600	710	850
Размеры отверстия в столе в мм:				
<i>B₁</i>	170	200	240	280
<i>L₁</i>	250	300	360	420
<i>D</i>	210	250	300	360
Наибольшее расстояние <i>H</i> между столом и ползуном в его нижнем положении в мм	250	280	340	400
Расстояние <i>C</i> от оси ползуна до станины в мм	190	220	260	320
Расстояние <i>A</i> между стойками станины в свету в мм	240	280	340	400
<i>Прессы с увеличенным столом</i>				
Размеры стола в мм:				
<i>B</i>	360	450	560	710
<i>L</i>	560	710	900	1120
Размеры отверстия в столе в мм:				
<i>B₁</i>	210	250	300	380
<i>L₁</i>	280	360	450	560
<i>D</i>	250	320	400	500
Наибольшее расстояние <i>H</i> между столом и ползуном в его нижнем положении в мм	280	340	400	480
Расстояние <i>C</i> от оси ползуна до станины в мм	210	250	300	380
Расстояние <i>A</i> между стойками станины в свету в мм	280	340	400	480
Примечание. Угол наклона станины α до 30°.				



A-A

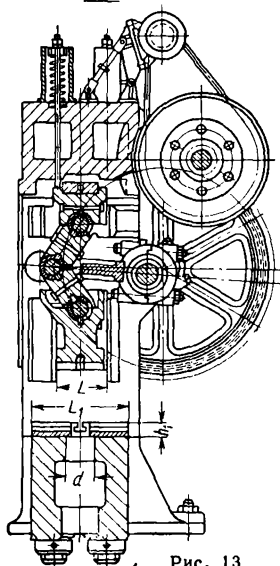


Рис. 13

Чеканочные кривошипно-коленные прессы (рис. 13 и табл. 25) предназначены преимущественно для холодной

калибровки (чеканки) штампованных поковок, а также для холодной объемной штамповки.

25. Основные параметры чеканочных кривошипно-коленных прессов (ГОСТ 5384—64)

Наименование параметров	Количественные показатели								
Номинальное усилие в т . . .	100	160	250	400	630	1000	1600	2500	4000
Ход S ползуна в мм	95	105	120	130	150	170	180	190	200
Расстояние от конца хода, с которого допустимо номинальное усилие, в мм	1	1	1	1,5	2	2,5	3	4,5	5
Число ходов ползуна в мм	50	50	45	40	35	31	25	20	16
Наибольшее расстояние H между столом и ползуном в его нижнем положении в мм	320	320	400	500	560	630	710	800	1000
Регулировка расстояния между столом и ползуном в мм	12	12	15	15	15	15	20	20	20
Размеры стола в мм:									
B_1	400	400	400	500	630	800	1000	1250	1600
L_1	500	500	500	630	800	1000	1250	1400	1600
Диаметр отверстия в столе в мм	60	60	80	80	100	100	125	125	140
Размер L ползуна в мм	320	320	320	400	500	630	800	900	1000
Расстояние B между направляющими в мм	280	280	280	350	450	600	760	950	1250
Толщина h подштамповой плиты в мм	80	80	100	125	140	160	200	230	320

ГОРИЗОНТАЛЬНО-ГИБОЧНЫЕ МАШИНЫ (БУЛЬДОЗЕРЫ)

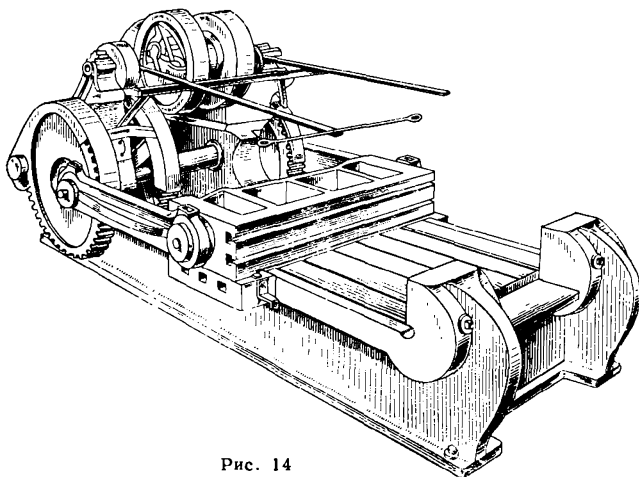


Рис. 14

Горизонтально-гибочные машины (рис. 14 и табл. 26) предназначены преимущественно для горячей гибки в од-

норучьевых и многоручьевых штампах мерных заготовок больших габаритов из сортового проката.

26. Ориентировочные параметры некоторых горизонтально-гибочных машин (бульдозеров)

Наименование параметров	Количественные характеристики				
Номинальное усилие в т	50	100	200	315	500
Ход ползуна в мм	350	420	500	600	700
Наибольшее расстояние между ползуном и упором при переднем положении ползуна в мм	600	750	1020	1300	1500
Размеры ползуна в мм:					
ширина	1000	1200	1500	2000	2400
высота	200	240	360	400	580
Число ходов в минуту	20	16	12	8	6

ВЕРТИКАЛЬНО-КОВОЧНЫЕ МАШИНЫ

Вертикально-ковочные машины (рис. 15) предназначены для изготов-

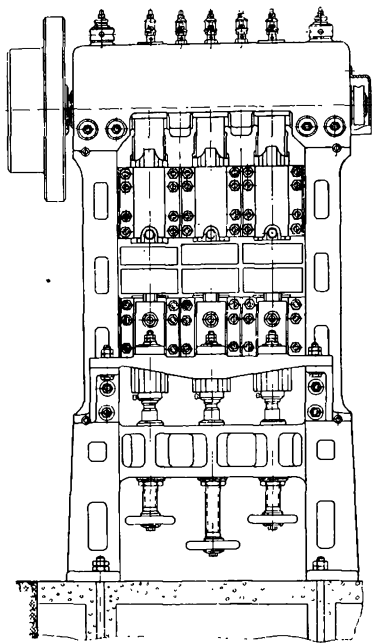


Рис. 15

ления мелких поковок простой формы последовательной вытяжкой в фасонных бойках-штампах.

Для примера приводится техническая характеристика машины ВЗ11.

Наибольший диаметр заготовки в мм	45
Количество ползунов	3
Расстояние между осями ползунов в мм	190
Регулировка нижнего бойка в вертикальном направлении в мм	80
Число ходов в минуту	800
Отверстия в ползунах и столиках для крепления хвостовиков инструмента:	
диаметр в мм	42
глубина » »	60

КОВОЧНЫЕ ВАЛЬЦЫ

Ковочные вальцы (табл. 27) предназначены для получения фасонных заготовок под последующую штамповку

27. Некоторые характеристики ковочных вальцов различных типов

Двухопорные одноклетевые формовочной вальцовки с манипулятором		
Диаметр штампов в мм	500	900
Наибольший диаметр заготовки в мм	70	120
Номинальное усилие в т	100	150
Двухопорные одноклетевые штамповочной вальцовки		
Межцентровое расстояние в мм	900	900
Расстояние между опорами в мм	1000	590
Число оборотов валков в минуту	6, 10, 14 и 18	10
Номинальное усилие в т	200	150

Продолжение табл. 27

<i>Консольные двухклетьевые непрерывной формовочной вальцовки</i>				
Межцентровое расстояние в мм	160	250	320	400
Диаметр вала в мм	90	140	180	225
Длина консоли в мм	70	95	120	150
Наибольший диаметр ис- ходной заго- товки в мм	45	75	90	130
Длина вальцо- ванной заго- товки в мм: минимальная	180	240	300	360
максимальная	400	630	800	950
Число оборотов в минуту . . .	95	60	50	35
Номинальное усилие в т	20	50	80	112

(консольные вальцы), непосредственного получения поковок (двухопорные вальцы) и осуществления отдельных переходов штамповки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Х р ж а н о в с к и й С. Н. Проектирование кузнечных цехов. Машгиз, 1949.
2. М а н с у р о в А. М. Технология горячей штамповки. Машгиз, 1960.
3. Г и р ш И. И. Определение линейных параметров горизонтально-ковочных машин. «Элементы расчета кузнечных машин», ЦНИИТМАШ, кн. 59. Машгиз, 1954.
4. З а л е с с к и й В. И. Оборудование кузнечно-прессовых цехов. Высшая школа, 1964.
5. Ж и в о в Л. И., О в ч и н н и к о в А. Г. Кузнечно-штамповочное оборудование. Прессы. Издательство ХГУ, Харьков, 1966.

Г Л А В А VII

СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ КОВКИ И ШТАМПОВКИ

Механизацию процессов в кузнечном производстве условно подразделяют на три степени: высокую, среднюю и низкую.

При высокой степени механизации все основные и вспомогательные операции процесса изготовления поковки выполняют при помощи специальных механизмов, управляемых рабочим на каждом отдельном участке ковочного агрегата. При средней степени механизации больший объем (по трудоемкости) основных и вспомогательных операций изготовления поковки выполняют при помощи специальных механизмов, управляемых рабочим на каждом отдельном участке ковочного агрегата, а меньший — вручную.

При низкой степени механизации — больший объем (по трудоемкости) основных и вспомогательных операций процесса изготовления поковки выполняют вручную или при помощи примитивных средств механизации.

СВОБОДНАЯ КОВКА

Нагрев заготовок. Посадка заготовки в нагревательную печь и вынос заготовок из печи осуществляется с помощью транспортных устройств и посадочных приспособлений; транспортного мостового электрического крана, ковочного мостового электрического крана, ковочного поворотного электрического крана, посадочной машины, ковочного манипулятора, посадочной вилки, патрона, клещей и цепей к ним.

Выбор средств механизации зависит от технологии и организации производства поковок, типа нагревательной печи и веса заготовок. Так, при обслуживании толкательных печей подача заготовок в зону действия толкателя осуществляется при помощи поворотного электрического крана и подвесных клещей; нагретая

заготовка выдается из печи на приемное устройство толкателем, затем манипулятором подается к прессу. В тех случаях, когда нет манипулятора, следует применять ковочный поворотный электрический кран, снабженный подвесными клещами.

Для посадки заготовок в печь с подвижным или с вагонеточным подом, а также для выноса нагретых заготовок из печи применяют транспортный мостовой электрический кран, причем захват заготовки и перенос ее осуществляется при весе заготовки до 60 т подвесными клещами и для заготовок весом более 60 т — подвесными цепями.

В тех случаях, когда транспортного мостового крана нет, посадка заготовок в печь и вынос их из печи производится ковочным мостовым краном.

Ковка на гидравлических ковочных прессах. При ковке на гидравлических прессах подлежат механизации следующие технологические и транспортные операции: посадка заготовки в нагревательную печь, вынос заготовки из нагревательной печи и подача ее к прессу, биллетировка и оттяжка хвоста, ковка заготовки, удаление поковки от пресса и посадка ее в термическую печь, удаление от пресса металлоотходов.

Рекомендуемые средства механизации в агрегатах ковочных прессов приведены в табл. 1.

Значения коэффициентов производительности K_n и трудоемкости K_T приведены в табл. 2.

Рекомендуемая грузоподъемность основных средств механизации в прессовых кузнечных цехах при изготовлении поковок разных конфигураций приведена в табл. 3.

Ковка на паровоздушных и пневматических ковочных молотах. При изготовлении поковок на ковочных молотах следует механизировать следующие

1. Количество средств механизации процессовковки на гидравлических и парогидравлических прессах в шт.

Средства механизации	Степень механизации процессаковки								
	Высокая			Средняя			Низкая		
	Усилие ковочных прессов в т								
	1250	6300	15 000	1250	6300	15 000	1250	6300	15 000
Ковочный манипулятор	1	2	2	1	1	1	—	—	—
Посадочная машина	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Манипулятор для подачи инструмента	1	1	1	—	—	—	—	—	—
Мостовой ковочный кран	—	1	2	1	2	2	—	1	1
Электрический кантователь	—	1	2	1	2	2	—	1	1
Патрон	—	—	—	1	1	1	1	1	1
Ковочный поворотный кран	—	—	—	—	—	—	1	—	—
Ручной кантователь	—	—	—	—	—	—	1	—	—
Мостовой вспомогательный кран	1	1	1	1	1	1	—	—	1
Посадочная вилка	—	—	—	1	—	—	1	—	—
Поворотный стол	1	1	1	1	1	1	—	—	—

2. Значение коэффициентов производительности и трудоемкости в зависимости от степени механизации

Степень механизации	K_n	K_T
Высокая	1,0	1,0
Средняя	0,5—0,75	2,0—2,5
Низкая	0,2—0,5	4,0—5,0

заготовки, удаление поковки от молота и удаление металлоотходов от молота.

Степень механизации процессовковки зависит от характера и серийности производства поковок. Выбор средств механизации, применяемых в агрегате ковочного молота, производят в соответствии с табл. 4.

Значения коэффициентов производительности K_n и трудоемкости K_T приведены в табл. 5.

Грузоподъемность основных средств механизации при изготовлении поковок на паровоздушных ковочных молотах приведена в табл. 6.

технологические и транспортные операции: загрузку заготовки в печь, вынос нагретой заготовки из печи и подачу ее к ковочному молоту, ковку

3. Грузоподъемность основных средств механизации у ковочных прессов в т

Средства механизации	Усилие ковочных прессов в т							
	500	800	1250	2000	3200	6300	10 000	15 000
Мостовой ковочный кран	5	15/3	30/5	50/10	75/30	200/50	250/75	300/100
Подвесной кантователь	3	10	20	40	60	120	200	250
Мостовой вспомогательный кран	—	10	20/5	30/5	50/10	100/20	150/30	200/30
Мостовой кран общецехового назначения	5	10	15/3	20/5	50/10	100/20	150/30	200/30
Ковочный манипулятор	2	5	10	20	30	60	80	120
Посадочная машина	3	5	7,5	—	—	—	—	—
Манипулятор для подачи инструмента	0,25	0,25	0,5	0,5	1,0	1,0	2,0	2,0
Поворотный стол	2	2	10	20	30	—	—	—

4. Количество средств механизации процессовковки на паровоздушных ковочных молотах

Средства механизации	Степень механизации процессовковки								
	Высокая			Средняя			Низкая		
	Вес падающих частей в т								
	1	3	8	1	3	8	1	3	8
Манипуляторы с дистанционным управлением	1	1	1	—	—	—	—	—	—
Механизм управления молотом	1	1	1	—	—	—	—	—	—
Посадочная машина	1	1	1	—	—	—	—	—	—
Ковочный электрический поворотный кран	—	—	1	1	1	2	—	—	—
Электрический подвесной кантователь	—	—	1	1	1	1	—	—	—
Ковочный ручной поворотный кран	—	—	—	—	—	—	1	1	1
Ручной кантователь	—	—	—	—	—	—	1	1	1
Патрон	—	—	—	—	1	1	—	—	—
Вспомогательный мостовой кран	1	1	1	—	—	—	1	1	1
Посадочная вилка	—	—	—	—	1	1	—	1	1
Поворотный стол	1	1	1	—	—	1	—	—	—

5. Величина коэффициентов производительности и трудоемкости при различных степенях механизации

Степень механизации	K_n	K_T
Высокая . . .	1,0	1,0
Средняя . . .	0,75	2,0
Низкая . . .	0,5	4,0

6. Грузоподъемность основных средств механизации

Средства механизации	Вес падающих частей молотов в т				
	1	2	3	5	8
Ковочный манипулятор	0,5	1	2	3	5
Посадочная машина	0,5	1	2	3	5
Электротележка с поворотным столом	0,5	1	2	3	5
Ковочный поворотный кран	1	2	3	3	5

Процесс изготовления поковок на пневматических молотах необходимо механизировать при весе падающих частей 250 кг и выше.

Наиболее удобными в этом случае являются безрельсовые манипуляторы.

Для загрузки нагревательной печи, выдачи нагретых заготовок и подачи их к ковочному молоту с весом падающих частей 0,75—1 т следует предусмотреть подвесные или безрельсовые посадочные машины.

Грузоподъемность основных средств механизации приведена в табл. 7.

7. Грузоподъемность основных средств механизации при изготовлении поковок на пневматических ковочных молотах в т

Средства механизации	Вес падающих частей молотов в т			
	0,25	0,4	0,75	1
Ковочный манипулятор	0,1	0,1	0,25	0,5
Посадочная машина	—	—	0,25	0,5

ГОРЯЧАЯ ОБЪЕМНАЯ ШТАМПОВКА

Средства механизации. Межоперационная передача в штамповочных агрегатах охватывает следующие процессы: подачу нагретых заготовок к штамповочным машинам; передачу заготовок (полуфабриката) от одной

8. Виды средств механизации и их назначение в агрегатах горячей штамповки

Средства механизации	Заготовки (l — длина, d — диаметр)	Назначение
Склады	$\frac{l}{d} \leq 5$; вес — до 15 кг	Межоперационная передача заготовок и полуфабрикатов от одной машины к другой на расстояние до 2 м
Однорельсовые пути	$\frac{l}{d} > 10$; вес > 15 кг	То же на расстояние до 30 м
Роликовые транспортеры	$\frac{l}{d} = 5 \div 10$	Подача нагретых заготовок от нагревательной установки к молоту или прессу
Цепные напольные транспортеры	Круглого сечения при $\frac{l}{d} \leq 15$	Подача нагретых заготовок от нагревательной установки к молоту или прессу; подача холодных заготовок из кассеты в зону действия толкателя нагревательной установки
Пластинчатые транспортеры	$\frac{l}{d} \leq 10$	Подача нагретых заготовок от нагревательной установки к молоту или прессу, полуфабрикатов к обрзному прессу; удаление поковок и заусенца от обрзного прсса
Скребоквые транспортеры	$\frac{l}{d} \leq 10$	Удаление поковок из приямка горизонтально-ковочной машины в тару
Ленточные транспортеры (стальная лента или проволочная сетка)	$\frac{l}{d} \leq 10$	Подача полуфабрикатов от штамповочной машины к обрзному прессу; удаление поковок и заусенца от обрзного прсса в тару
То же (прорезиненная лента)	Вес меньше 3 кг	Удаление поковок и заусенца от обрзного прсса при холодной обрзке заусенца
Рельсовые машины	$\frac{l}{d} > 10$; вес > 100 кг	Межоперационная передача заготовок и полуфабрикатов от одной машины к другой при массовом производстве поковок
Безрельсовые машины	То же	Межоперационная передача заготовок и полуфабрикатов от одной машины к другой; удаление поковок и заусенца от обрзного прсса
Подвесные конвейеры	$\frac{l}{d} < 10$; вес меньше 100 кг	Передача заготовок и поковок с одного участка на другой

штамповочной машины к другой; перемещение поковок от штамповочных агрегатов в термическое отделение или на склад поковок; удаление металлоотходов от штамповочных агрегатов.

Для механизации процессов используют различные средства, так, например, склизы (желоба), однорельсовые пути, напольные транспортеры, напольные рельсовые и безрельсовые машины (типа посадочных машин) и подвесные конвейеры (табл. 8).

Для транспортных операций общецехового назначения применяют электрические краны, электрические тележки с подъемной платформой и электрические погрузчики.

Грузоподъемность мостового крана общецехового назначения определяется наибольшим весом часто ремонтируемых узлов оборудования или наибольшим весом штампа. Грузоподъемность мостовых кранов общецехового назначения, применяемых в кузнечно-штамповочных цехах, приведена в табл. 9.

9. Грузоподъемность мостовых кранов общецехового назначения

Оборудование	Максимальный вес падающих частей молота или усилия пресса в т	Грузоподъемность мостового крана в т
Паровоздушный штамповочный молот	До 1	5
	» 5	5—10
	6—12	15/3—20/5
Кривошипный горячештамповочный пресс	Св 12	30/5—50/10
	До 1000	10
Горизонтально-ковочная машина	» 4000	20/5—30/5
	» 6300	30/5—50/10
	» 8000	50/10—75/20
Горизонтально-ковочная машина	» 100	5
	» 800	10
	» 1600	20/5
	» 3150	30/5

Нагрев заготовок. Нагревательные устройства обеспечивают загрузочными и разгрузочными механизмами. Загрузочные механизмы подают заготовки непосредственно в рабочее пространство нагревательного устройства (толкатели, посадочные машины и подвесные клещи) или в зону действия посадоч-

ной машины или толкателя (кассеты с вертикальными транспортерами, бункерные питатели, магазинные питатели).

Разгрузочные механизмы могут войти в конструкцию нагревательной установки или работать самостоятельно. К первому виду относятся толкатели, применяемые при разгрузке и работающие в сочетании с щелевым отверстием, расположенным в конце пода печи, или же с боковым выталкивателем. Ко второму виду относятся разгрузочные машины, конструкция которых аналогична посадочным машинам.

Области применения загрузочных и разгрузочных механизмов в зависимости от типа нагревательной установки приведены в табл. 10.

Штамповка на молотах. Средства механизации, применяемые в агрегатах штамповочных молотов, приведены в табл. 11, а значения коэффициентов K_n и K_T — в табл. 12.

Грузоподъемность рельсовых и безрельсовых манипуляторов, кантователей и посадочных машин при весе падающих частей штамповочных молотов 10; 16 и 25 т составляет соответственно 250; 500 и 1000 кг.

Штамповка на кривошипных горячештамповочных прессах. В агрегатах кривошипных горячештамповочных прессов предусматривают средства механизации, приведенные в табл. 8 и 11. От степени механизации зависит производительность пресса и трудоемкость (табл. 13).

Штамповка на горизонтально-ковочных машинах. В агрегате горизонтально-ковочной машины подлежат механизации следующие технологические и транспортные операции: подача заготовок из склада к нагревательным печам и транспортировка концевых остатков заготовок от агрегата в тару и на склад металлоотходов, подача нагретых заготовок к горизонтально-ковочным машинам; перекладка заготовок (полуфабрикатов) из ручья в ручей; подача прутка (остатка) от машины к нагревательной печи; транспортировка поковок от ковочной машины в тару.

В зависимости от степени механизации процессов в агрегатах горизонтально-ковочных машин устанавливают

10. Области применения загрузочных и разгрузочных механизмов и приспособлений нагревательных установок

Типы нагревательных устройств	Заготовка		Загрузочные механизмы и приспособления	Разгрузочные механизмы
	Профиль сечения	Отношение длины к стороне квадрата или к диаметру		
Толкательные	Квадратный	$\frac{l}{d} > 1,5$	Кассеты и толкатели	При $\frac{l}{d} < 3$ — толкатели (через отверстие пода) При $\frac{l}{d} > 3$ — боковые выталкиватели
		$\frac{l}{d} > 3$	Кассеты и вертикальные транспортеры и толкатели	Боковые выталкиватели
	Круглый	$\frac{l}{d} < 3$	Бункерные питатели и толкатели	Толкатели (через отверстие пода)
$\frac{l}{d} = 3 \div 10$		Стационарные напольные посадочные машины	Стационарные напольные разгрузочные машины	
С вращающимся подом	Квадратный	$\frac{l}{d} > 10$	Напольные безрельсовые посадочные машины	Напольные безрельсовые разгрузочные машины
		$\frac{l}{d} < 3$	Бункерные питатели	Подвесные разгрузочные машины
	Круглый	$\frac{l}{d} < 3$	Бункерные питатели	Подвесные разгрузочные машины
		$\frac{l}{d} > 3$	Безрельсовые или подвесные посадочные машины	Безрельсовые или подвесные разгрузочные машины
Камерные	Вес > 15 кг		Безрельсовые посадочные машины	Безрельсовые разгрузочные машины
	Вес < 15 кг		Подвесные и свободные клещи	Подвесные разгрузочные приспособления
Индукционные и газовые скоростного нагрева	Квадратный	$\frac{l}{d} > 1,5$	Кассеты и толкатели	Толкатели
		$\frac{l}{d} < 3$	Бункерные питатели и толкатели	
	Круглый	$\frac{l}{d} = 1,5 \div 10$ при $d = 10 \div 30$ мм	Щелевые магазины и толкатели	Толкатели
		$\frac{l}{d} = 1,5 \div 7$ при $d = 20 \div 120$ мм	Кареточные магазины и толкатели	

11. Средства механизации процессов в агрегатах штамповочных молотов

Средства механизации	Назначение	Количество единиц в агрегате при степени механизации		
		высокой	средней	низкой
Манипуляторы или перекладчики	Подача заготовки в штамп, манипулирование и перекладка из ручья в ручей	2	—	—
Сбрасыватели	Сбрасывание поковок и заусенца от обрезного штампа	2	—	—
Загрузочные механизмы	Загрузка нагревательных установок	1	1	—
Разгрузочные механизмы	Разгрузка нагревательных установок	1	1	—
Транспортеры	Межоперационные передачи	3	3	—
Машины для забивки клиньев	Забивка и выбивка клиньев при установке штампов	1	—	—
Электрические тележки	Установка штампов	1	—	—
Однорельсовые пути с ручными кошками	Межоперационные передачи, подвеска сокола	—	1	2

12. Значение коэффициентов производительности K_n и трудоемкости K_T в зависимости от степени механизации

Степень механизации	K_n	K_T
Высокая	1,0	1,0
Средняя	0,85	1,8
Низкая	0,7	3,5

13. Значение коэффициентов производительности K_n и трудоемкости K_T в зависимости от степени механизации

Степень механизации	K_n	K_T
Высокая	1	1
Средняя	0,6	2,5
Низкая	0,6	3,3

14. Средства механизации процессов в агрегатах горизонтально-ковочных машин

Средства механизации	Назначение	Количество при степени механизации		
		высокой	средней	низкой
Перекладчики	Перекладка заготовок из ручья в ручей штампа	1	1	—
Посадочные машины	Посадка холодных заготовок в печь и выдача нагретых заготовок из печи	1	—	—
Однорельсовые пути с ручной кошкой	Посадка холодных заготовок в печь и выдача нагретых заготовок из печи	—	—	1
Наклонный транспортер	Транспортировка поковок из приямка машины в тару	1	1	—

средства механизации, приведенные в табл. 14.

От степени механизации зависит производительность горизонтально-ковочной машины и трудоемкость (табл. 15).

15. Значение коэффициентов производительности K_n и трудоемкости K_T в зависимости от степени механизации

Степень механизации	K_n	K_T
Высокая	1	1
Средняя	0,85	1,2
Низкая	0,65	2,3

**ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ МЕХАНИЗАЦИИ
ПРОЦЕССОВ В ЦЕХАХ
СВОБОДНОЙ КОВКИ**

Ковочные мостовые краны. Ковочные мостовые краны, как правило, имеют две подъемные тележки: главного и вспомогательного подъема. Первой пользуются для подачи тяжелых

слитков и манипулирования со слитком во время ковки под прессом, второй — при транспортировке и установке инструмента и для совместной работы с тележкой главного подъема во время ковки слитка под прессом.

В табл. 16 приведена характеристика наиболее распространенных ковочных кранов ленинградского завода подъемно-транспортного оборудования им. С. М. Кирова.

Грузоподъемность ковочных мостовых кранов по ГОСТу 1682—56 следующая:

Главная тележка	75	100	150	200
Вспомогательная тележка	30	30	50	50
Главная тележка	250	300	400	
Вспомогательная тележка	75	100	150	

Характеристика крана грузоподъемностью 300 т приведена в табл. 17.

Грузоподъемность ковочных мостовых кранов зависит от усилия ковочных прессов (см. табл. 3).

Подвесные кантователи. Если вес заготовки превышает грузоподъемность напольного манипулятора, а также при его отсутствии применяют подвесные электрические кантователи, подвешиваемые к крюку крана и управляемые

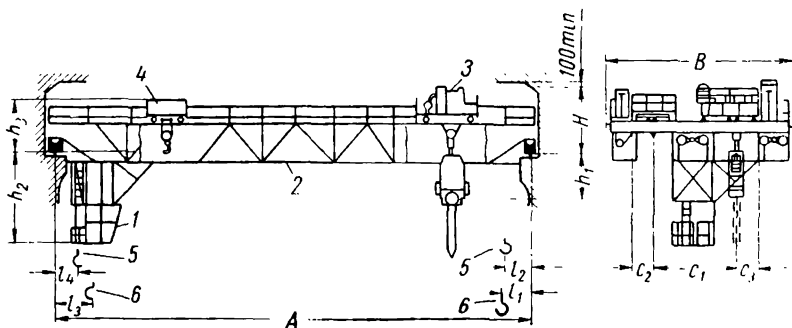


Рис. 1. Общий вид козачного мостового крана: 1 — кабина; 2 — мост; 3 — главная тележка; 4 — вспомогательная тележка; 5 — положение крюка вспомогательной тележки; 6 — положение крюка главной тележки

16. Характеристика козачных кранов (рис. 1)

Грузоподъемность в т				Ширина пролета А в м	Высота подъема крюка в м		Скорость в м/мин					
главного крюка	кантователя	вспомогательного	подъема		главного	вспомогательного	главного крюка	вспомогательного	главной тележки	вспомогательной тележки	крана	цепи кантователя
30	20	5		22,5	12,0	14,0	7,0	12,0	36,0	37,0	71,0	9,4
50	40	10		28,5	13,5	14,0	7,6	12,2	45,0	38,3	69,0	8,3
75	60	30		25,0	14,5	15,0	4,6	10,0	34,0	42,0	82,0	8,0

Продолжение табл. 16

Мощность электродвигателя в кВт					
главного крюка	вспомогательного крюка	главной тележки	вспомогательной тележки	крана	кантователя
60,0	11,0	7,5	2,2	45,0	11,0
100,0	30,0	7,5	2,2	30×2	16,0
95,0	77,0	16,0	5,0	77,0	35,0

Продолжение табл. 16

Напряжение переменного тока в в	Размеры в м											
	B	H	h_1	h_2	h_3	l_1	l_2	l_3	l_4	c_1	c_2	c_3
220	11,95	2,65	2,14	5,18	2,66	2,3	1,5	3,85	1,5	4,47	1,41	2,73
380	11,3	3,89	2,32	5,45	3,4	1,8	1,5	2,5	1,5	4,26	1,0	1,69
500	13,82	2,9	5,17	8,0	2,7	2,28	1,24	1,85	1,5	5,28	1,3	1,78

17. Характеристика мостового ковочного крана грузоподъемностью 300 т

Параметры	Электродвигатели			Скорость передвижения или подъема в м/мин
	Количество	Мощность в кВт	Число оборотов в мин	
Передвижение моста	2	83	560	56,3
Тележка главного подъема:				
передвижение	1	43	685	26,2
подъем	1	120	570	2,68
Тележка вспомогательного подъема:				
передвижение	1	14	920	40
подъем	1	83	560	6,53
Электрокантователь (270 т)	1	74	455	—

из его кабины. Кантователи работают также совместно с манипуляторами, поддерживая свободный конец длинной поковки. С помощью кантователя заготовку поворачивают в тот момент, когда с нее снимается усилие прессы.

В табл. 18 и 19 приведены габаритные размеры кантователей двух типов.

В табл. 3 приведены соотношения между грузоподъемностью электрокантователей и мостовых кранов.

Ковочные поворотные краны. В кузнечных цехах, оснащенных молотами свободной ковки с весом падающих частей 0,5 т и выше, устанавливают ковочные поворотные краны (рис. 4, табл. 20), с помощью которых производят загрузку нагревательной печи заготовками, подачу нагретой заготовки от печи к молоту и укладку ее на боек, манипуляции с заготовкой в процессековки, удаление готовой поковки от рабочего места.

18. Габаритные размеры кантователей (рис. 2)

Грузоподъемность в т	Размеры в мм				Грузоподъемность в т	Размеры в мм			
	A	B	C	D		A	B	C	D
10	760	460	1880	3660	40	840	660	3000	7350
20	840	660	2520	5500	50	840	660	3660	8700
30	840	660	3000	6630	60	910	810	3660	9150

19. Габаритные размеры кантователей (рис. 3)

Грузоподъемность в т	Размеры в мм						
	A	B	C	D	E	F	G
15	1372	406	1727	305	3505	184	70
25	1448	559	1905	406	3912	241	127
50	1727	711	1981	533	4420	324	155
75	1829	838	2896	686	5563	400	213
200	2362	1143	3048	990	6553	686	590

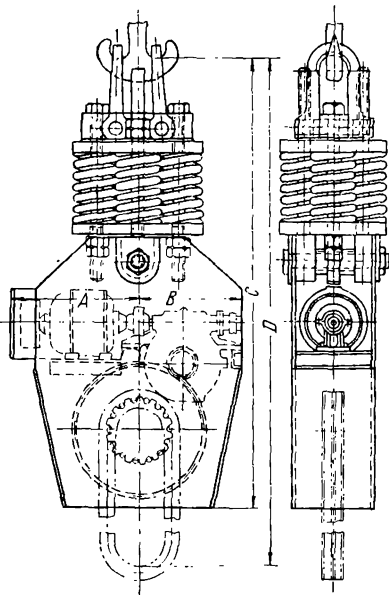


Рис. 2. Подвесной кантователь

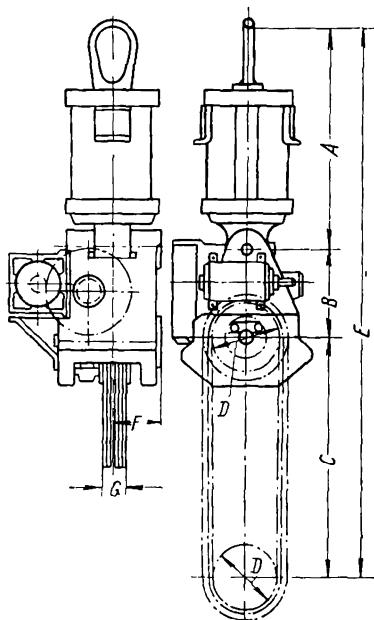


Рис. 3. Подвесной кантователь

20. Технические данные ковочных поворотных кранов

Параметры	Грузоподъемность кранов в т		Параметры	Грузоподъемность кранов в т	
	1,5	3		1,5	3
Вылет стрелы в м	5	6	Режим работы (ЛВ 40%) Мощность электродвигателей механизмов в квт: подъема передвижения тележек поворота крана Общий вес крана в т	Тяжелый	
Высота подъема груза в м	4	4		5	7,5
Скорость в м/мин: подъема груза	9	12,8			
передвижения тележек	31	31		2,2	2,2
Скорость вращения стрелы в об/мин	2,1	2,16		2,2	2,2
				133	223,8

Соотношение между весом падающих частей ковочных молотов и грузоподъемностью поворотных кранов приведено в табл. 21.

На рис. 5 приведены наиболее рациональные схемы размещения поворотных кранов в агрегатах ковочных молотов. Поворотные краны 2 смещены от фронтальной линии оборудования, их фундаменты не загромождают рабочую зону агрегата. При таком расположении стрела крана должна свободно проходить над печью и молотом, что

21. Соотношение между весом падающих частей ковочных молотов и грузоподъемностью ковочных поворотных кранов

Вес падающих частей молотов в т	Грузоподъемность кранов в т	Вылет стрелы крана в м
0,5	1	4,0—4,5
1	1	4,5—5,0
2	2	5,0—5,5
3	3	5,5—6,0
5	5	6,0—6,5

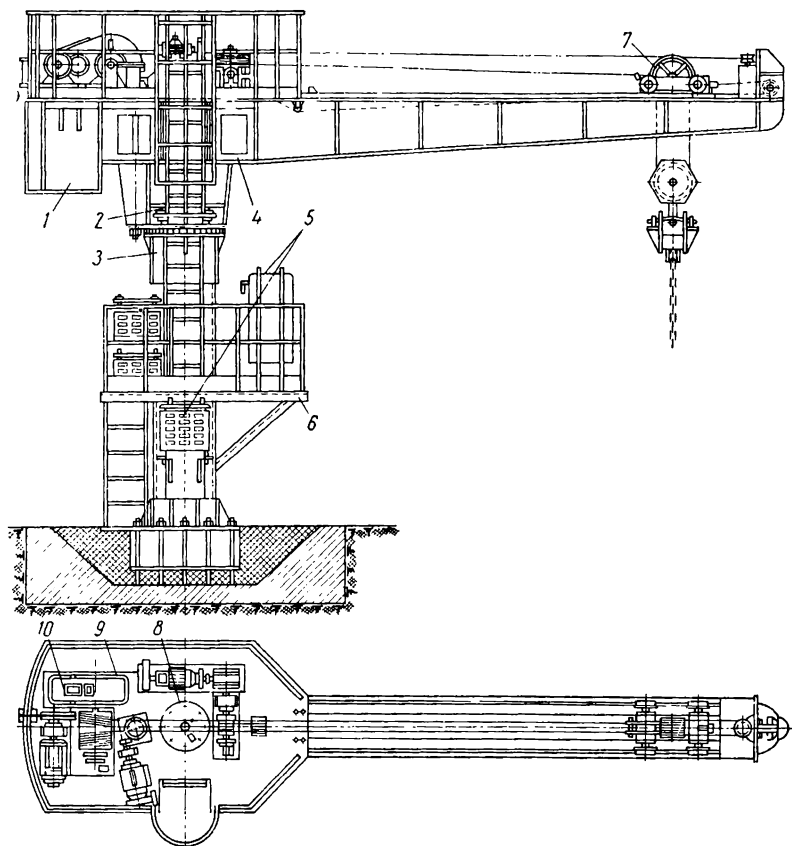


Рис. 4. Общий вид ковочного поворотного крана: 1 — противовес; 2 — ролики; 3 — опорная колонна; 4 — сварная консольная стрела; 5 — аппаратура управления краном; 6 — площадка управления; 7 — тележка; 8 — подпятник оси колонны; 9 — механизм поворота крана; 10 — механизм подъема груза

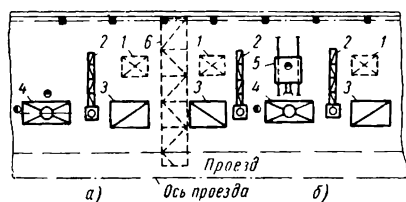


Рис. 5. Схема расположения поворотных ковочных кранов в агрегатах ковочных молотов: а — ковочный молот с весом падающих частей до 2 т и одной печью; б — ковочный молот с весом падающих частей более 2 т, двумя печами и ковочным манипулятором; 1 — склад заготовок; 2 — поворотный ковочный кран; 3 — нагревательная печь; 4 — ковочный молот; 5 — ковочный манипулятор (тип III см. стр. 212); 6 — мостовой кран

позволяет обслуживать его с противоположной стороны.

Крановые клещи. Крановые клещи служат для подачи слитков и блюмов в

Грузоподъемность клещей с ручным управлением до 2 т , с автоматическим $2\text{—}200\text{ т}$. Наиболее распространены клещи с автоматическим управлением

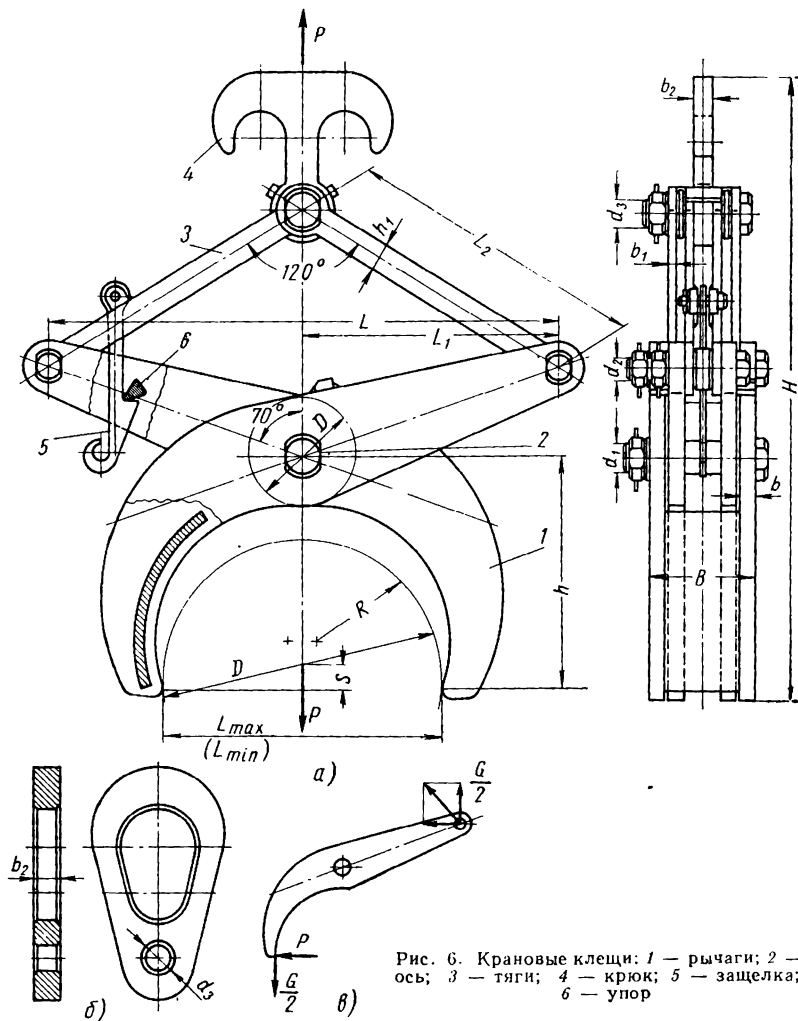


Рис. 6. Крановые клещи: 1 — рычаги; 2 — ось; 3 — тяги; 4 — крюк; 5 — защелка; 6 — упор

печи, из печей к прессам, для удаления поковок и обрубков от прессов и погрузки их на платформы, а также для других работ, связанных с изготовлением крупных поковок. Захват заготовки клещами может быть с ручным и автоматическим управлением.

грузоподъемностью $2\text{—}60\text{ т}$ конструкции Ижорского машиностроительного завода (рис. 6, а, табл. 22). В случае необходимости крюк можно заменить грузовой скобой (рис. 6, б), которая непосредственно соединит клещи с крюком крановой подвески. На рабочих

22. Размеры и вес клещей (рис. 6)

Грузо- ¹ подъем- ность в т	L_{max}	L_{min}	L	L_1	L_2	h	H	d_1	d_2	d_3	b	b_1	b_2	D	h_1	B	R	Вес в т
2	400	250	780	350	390	320	900	40	30	40	25	15	25	120	40	160	190	0,1
4	500	300	920	490	530	435	1230	60	45	55	40	20	40	180	40	245	240	0,25
8	900	500	1955	720	780	660	1675	85	60	75	50	30	50	260	60	320	450	0,65
12	1200	700	1990	1060	1150	950	2450	95	70	90	50	30	50	400	80	320	600	1,2
16	1600	900	2630	1400	1520	1200	2990	110	80	100	60	40	60	420	100	390	800	2,1
25	2000	1100	3000	1700	1840	1450	3490	130	100	120	70	50	70	500	120	460	950	3,2
32	2000	1100	3300	1750	1900	1480	3550	150	120	140	70	50	70	560	140	460	950	4,5
40	2200	1200	3380	1800	1950	1620	4000	170	130	160	90	60	90	640	160	580	1100	6,2
60	2200	1200	3460	1850	2010	1630	4130	190	150	180	90	60	90	760	180	530	1100	7,5

частях рычагов, непосредственно соприкасающихся с горячим металлом, наплавают зубья из твердого сплава.

Сила P , действующая на заготовку в момент ее зажима (рис. 6, в), должна равняться 1,4—1,6 веса заготовки, что обеспечивает надежный зажим заготовки и поковки.

Крановые самозакрывающиеся клещи подвешивают на основной крюк транспортного мостового крана, а при его отсутствии — на вспомогательный крюк ковочного крана.

Захват груза необходимо производить так, чтобы центр губок клещей был ниже оси поперечного сечения захватываемого груза на величину S , которая должна быть не менее 0,08 диаметра заготовки или поковки. От соблюдения этого условия зависит надежность зажима груза клещами.

Схемы клещей других типов см. стр. 256.

Посадочные машины (шаржир-машины). Посадочные машины служат для приема заготовок со склада и подачи их к нагревательной печи, загрузки заготовок в печь, выдачи их из печи и подачи к ковочному прессу или манипулятору.

При изготовлении поковок применяют посадочные машины четырех типов: I — напольные рельсовые; II — напольные безрельсовые; III — напольные стационарные; IV — подвесные.

Посадочные машины I типа применяют для обслуживания камерных печей ковочных гидравлических прессов

усилием до 1200 т. В тех случаях когда ковочный пресс предназначен дляковки жаропрочных сталей и специальных сплавов с большим пределом прочности, посадочные машины можно установить к камерным печам у ковочных прессов усилием до 6300 т. Машины II, III и IV типов применяют для обслуживания печей, установленных у ковочных и штамповочных молотов, а также у кривошипных горячештамповочных прессов.

Напольные рельсовые посадочные машины (рис. 7 и табл. 23) ГОСТом 1682—56 предусмотрены грузоподъемностью I; 3; 5 и 7,5 т, но изготовляют их и более мощными.

Наиболее рациональное расположение посадочной машины в агрегатах ковочных прессов (дляковки слитка до 7 т) показано на рис. 8. При установке одного (рис. 8, а) или двух (рис. 8, б) ковочных прессов посадочная машина выносит слиток из печи и подает его в зону действия ковочного манипулятора. В этом случае можно применить ковочные манипуляторы типа III (см. стр. 212). При трех ковочных прессах (рис. 8, в) посадочная машина подает слиток от нагревательной печи на поворотный стол, расположенный рядом с прессом. При этом у прессов устанавливают ковочные манипуляторы типа IV.

Подача слитков в зону действия посадочной машины и удаление готовых поковок осуществляется мостовым краном.

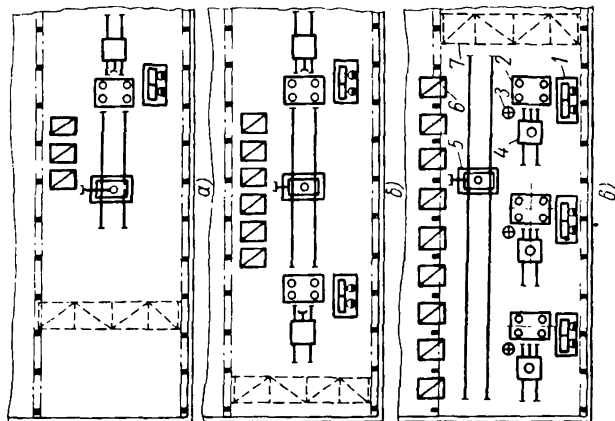


Рис. 8. Расположение рельсовой посадочной машины в агрегатах у ковочных прессов: а — при одном ковочном прессе; б — при двух ковочных прессах; 1 — пульта управления; 2 — ковочный пресс; 3 — поворотный стол; 4 — ковочная машина; 5 — рельсовая посадочная машина; 6 — нагревательная печь; 7 — мостовой кран

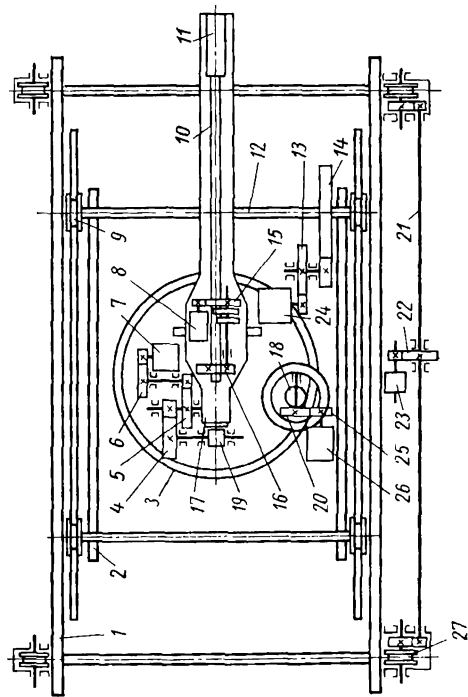
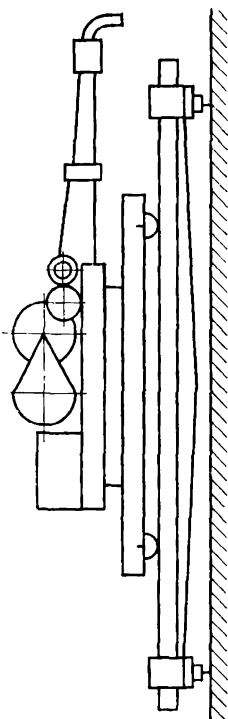


Рис. 7. Рельсовая посадочная машина: 1 — мост; 2 — тележка; 3 — поворотное устройство; 4, 13—16, 22 и 25 — цилиндрические зубчатые колеса; 7 — электродвигатель механизма качания хобота; 8 — электродвигатель механизма зажима клещей; 9 и 27 — ведущие колеса; 10 — хобот; 11 — зажимные клещи; 12 — трансмиссионный вал; 17 — люлька; 18 — планетарное зубчатое колесо; 19 — сектор с зубчатыми колесами; 20 — конические зубчатые колеса; 21 — трансмиссионный вал; 23, 24 и 26 — электродвигатели

одновременно обслуживать до шести нагревательных печей.

В качестве источника энергии служат аккумуляторные батареи, питающие ток электрические двигатели машины.

Напольные стационарные посадочные машины (рис. 11) применяют для посадки хо-

1250 т, когда по планировочным условиям невозможно установить посадочную машину. Наиболее совершенная посадочная вилка изображена на рис. 13.

Слиток укладывают на вилку меньшим диаметром в сторону рычага, как показано на рис. 13, причем необходимая длина части слитка, расположенной на вилке, составляет не менее 1,2.

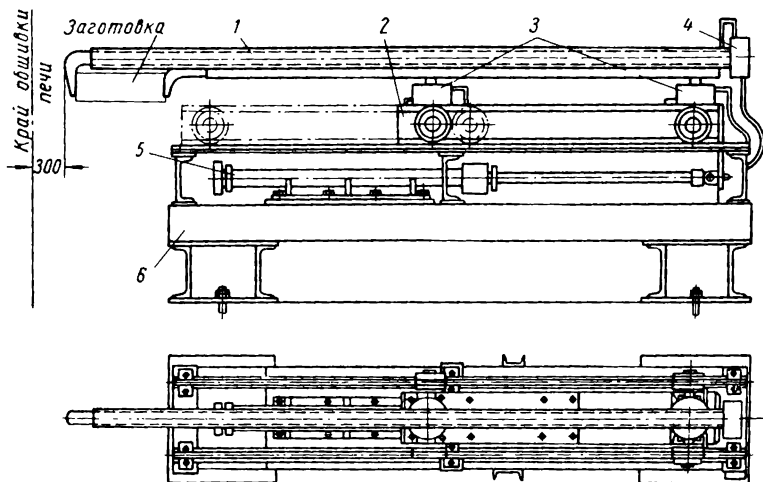


Рис. 11. Схема устройства напольной стационарной посадочной машины: 1 — хобот; 2 — тележка; 3, 4 и 5 — гидравлические цилиндры; 6 — рама

лодных заготовок в нагревательные печи с вращающимся подом при массовом и крупносерийном производстве, а также для выдачи нагретых заготовок из печи. Заготовки можно использовать только квадратного сечения длиной $l \leq 10A$, где A — сторона квадрата.

Эта машина, в отличие от всех прочих конструкций, зажимает заготовку по торцам, что позволяет более плотно укладывать заготовки в кассету и на под печи.

Расположение посадочной и разгрузочной машины в агрегате нагревательной печи показано на рис. 12.

Посадочные вилки служат для посадки холодных заготовок в печь и выноса нагретых заготовок из печи.

Посадочные вилки применяют в действующих цехах для загрузки камерных печей у ковочных прессов усилием до

расстояния от конца (меньшего диаметра) слитка до его центра тяжести.

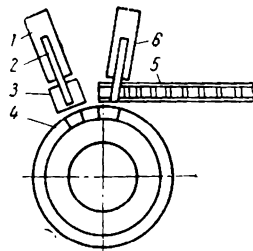


Рис. 12. Схема расположения посадочной и разгрузочной машин у нагревательной печи с вращающимся подом: 1 — посадочная машина; 2 — хобот посадочной машины; 3 — кассета; 4 — печь; 5 — напольный транспортер; 6 — разгрузочная машина

Длина вилки 5—7 м, вес без груза 0,5—0,8 веса слитка, причем большее

значение принимают для меньших слитков. Схемы других конструкций посадочных вилок см. стр. 255.

Ковочные манипуляторы. Ковочные манипуляторы предназначены для выполнения транспортных и технологи-

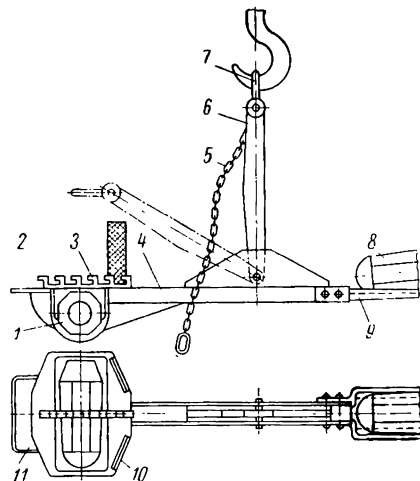


Рис. 13. Схема устройства посадочной вилки: 1 — сменный груз; 2 — полость для размещения груза; 3 — гребенка; 4 — двутавровый стержень; 5 — цепь; 6 — рычаг; 7 — рым; 8 — слиток; 9 — вилка; 10 — экран; 11 — ручка

ческих операцийковки. Они бывают рельсовые, безрельсовые и подвесные. Рельсовые манипуляторы изготовляют

с гидравлическим или электромеханическим приводом, безрельсовые — с комбинированным гидравлическим и электромеханическим, подвесные — с электромеханическим приводом.

Рельсовые манипуляторы подразделяют на пять типов (табл. 24): тип I — мостовой широко-

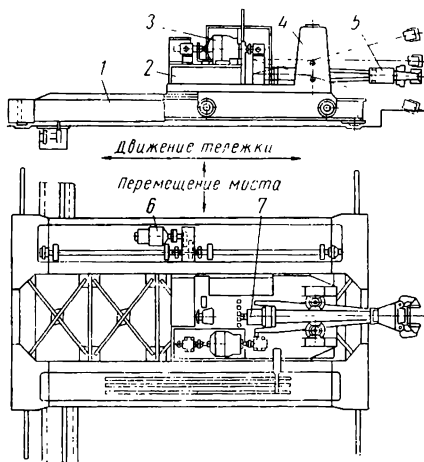


Рис. 14. Схема мостового ширококолейного манипулятора (1 типа): 1 — мост; 2 — тележка; 3 — механизм подъема хобота; 4 — механизм подвески хобота; 5 — хобот; 6 — механизм передвижения моста; 7 — механизм вращения хобота

колейный (рис. 14) без вращения хобота вокруг вертикальной оси. Передвиже-

24. Основные параметры кузнечных напольных рельсовых манипуляторов [9]

Тип манипуля- тора	Грузоподъем- ность в т	Скорость передви- жения в м/мин		Число оборотов в минуту		Скорость хобота подъема в м/мин		Угол наклона хобота вниз (вверх) в град
		моста	тележки	тележки	хобота	параллельно оси	с измене- нием накло- на к горн- зонту	
I	3—10	50	30—20	—	10—8	0.8—1.3	3.0	—
II	5—30	50	30—20	3	10—8	1.1—1.3	3.0	—
III	5—75	—	До 30	—	10—3.5	1.3—0.8	3.0	15/5
IV	До 30	—	23—31	3—4	10—8	1.1—1.3	3.0	15/5
V	2—5	Скорость вращения 3.5	45	—	20	—	7.5	15/5

ние моста по рельсам и тележки между его фермами обеспечивает перемещение поковки в двух взаимно перпендикулярных направлениях. К тому же он может иметь различное положение хобота, как показано на рис. 14. Манипулятор такого типа применяют в ковочных цехах с единственным или мелкосерийным производством;

тип II — мостовой ширококолейный манипулятор с поворотом хобота вокруг вертикальной оси (рис. 15) на 360° .

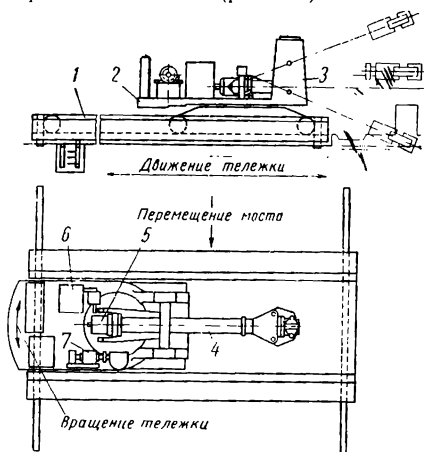


Рис. 15. Схема мостового ширококолейного манипулятора с поворотной тележкой (II типа): 1 — мост; 2 — тележка; 3 — механизм подъема хобота; 4 — хобот; 5 — механизм поворота хобота; 6 — механизм подъема хобота; 7 — механизм поворота тележки

По сравнению с манипулятором типа I он более универсален при разных планировках прессово-ковочных и печных агрегатов. Однако конструктивно он более сложен, относительно дорог и менее устойчив. Этот манипулятор применяют в оснащенных ковочными прессами кузнечных цехах единичного и серийного производства.

Манипуляторы типа I и II рекомендуются изготавливать грузоподъемностью до 10 т; тип III — тележный узкоколейный без вращения хобота вокруг вертикальной оси и без моста (рис. 16). Манипулятор передвигается непосредственно по рельсам, проложенным по полу цеха. Он устойчив и компактен, имеет меньший вес и требует меньше

площади, чем манипуляторы типов I и II. Недостатком его является невозможность брать заготовку со стола.

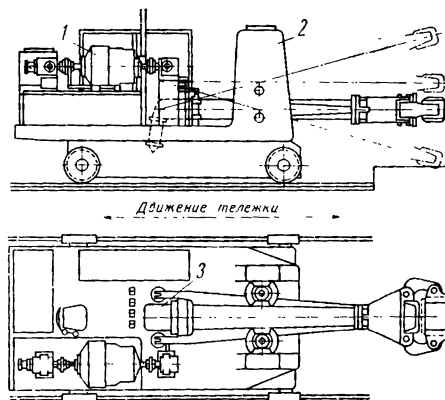


Рис. 16. Схема тележного узкоколейного манипулятора (III типа): 1 — механизм подъема хобота; 2 — механизм подъема хобота; 3 — механизм поворота хобота

Манипулятор этого типа применяют при изготовлении крупных поковок; при этом слитки подают к ковочному прессу мостовым краном или посадочной машиной.

Манипуляторы типа III можно изготовлять грузоподъемностью до 120 т. В зарубежной практике такие манипуляторы строят грузоподъемностью до 100 т;

тип IV — тележный узкоколейный с вращением хобота на 360° вокруг вертикальной оси (рис. 17). Тележка передвигается непосредственно по рельсовому пути, проложенному на полу цеха. Манипулятор универсален и при работе с посадочной машиной или краном обеспечивает хорошее использование пресса. Его применяют при серийном и крупносерийном производстве. Грузоподъемность рекомендуется до 20 т;

тип V — с мостом, вращающимся по круговому рельсу, уложенному на полу цеха (рис. 18). Передвижение заготовки вперед и назад осуществляется тележкой, движущейся по рельсам, уложенным на балках моста. Применяется при массовом производстве поковок типа вагонных осей и т. п.

Грузоподъемность рекомендуется до 5 т.

В настоящее время манипуляторы изготовляют с гидравлическим приводом.

В табл. 25 приведены характеристики напольных рельсовых манипуляторов.

Наиболее рациональное расположение ковочных манипуляторов в агре-

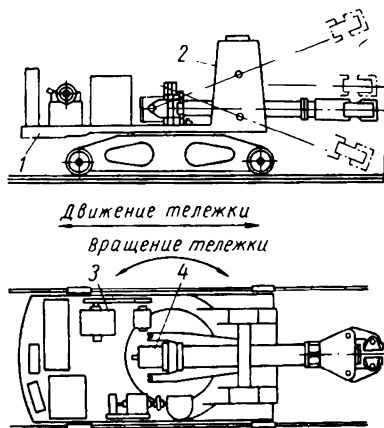


Рис. 17. Схема тележечного узкоколейного манипулятора с поворотной тележкой (IV типа): 1 — механизм подвески хобота; 2 — механизм поворота хобота; 3 — механизм подъема хобота; 4 — механизм поворота тележки

гатах гидравлических ковочных пресов приведено на рис. 19.

Безрельсовые ковочные манипуляторы строят грузоподъемностью 0,25—5 т в отдельных случаях до 10 т и применяют в агрегатах ковочных молотов при мелкосерийном и индивидуальном производстве.

Безрельсовый манипулятор (рис. 20) на колесах, кроме горизонтального перемещения заготовок и поковок, производит следующие движения: зажатие и раскрытие клещей, подъем и опускание хобота, неограниченное вращение хобота по и против часовой стрелки и перемещение хобота вверх и вниз. Существует один основной тип безрельсового манипулятора, но устройства подвески хобота различны. Привод от электродвигателя с приемной катушкой для кабеля.

Основные размеры безрельсовых ковочных манипуляторов приведены в табл. 26.

Подвесные ковочные манипуляторы (рис. 21) применяют для обслуживания ковочных молотов с весом падающих частей 400—2000 кг.

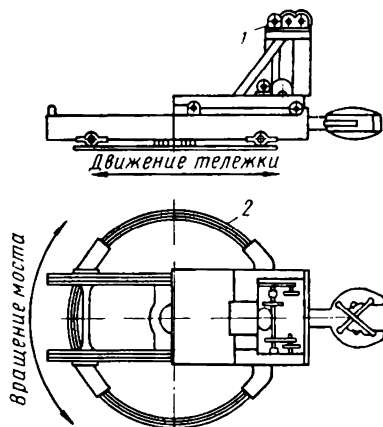


Рис. 18. Схема мостового манипулятора с вращением моста и круговым рельсом (V типа): 1 — механизм подвески хобота; 2 — круговой рельс

Тележка перемещается по однорельсовому пути б. Хобот манипулятора может производить качение по отно-

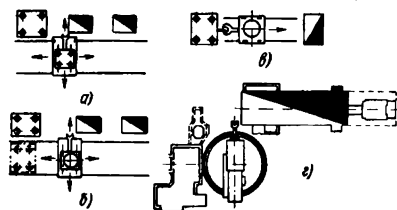


Рис. 19. Схема расположения напольных рельсовых манипуляторов в агрегатах ковочных пресов: а — I типа; б — II типа; в — III и IV типа; г — V типа

шению к горизонтальной оси, а также вращаться вокруг нее на 360°. Управление механизмами осуществляется с пульта, расположенного в кабине манипулятора. Возможно также дис-

25. Характеристика кузнечных рельсовых манипуляторов

Основные параметры	Тип манипулятора					
	II		III	IV		
	Грузоподъемность в т					
	30	30	75	5	10	30
Ширина колеи моста в мм	6400	15 240	—	—	—	—
Диаметр ходовых колес моста в мм	610	610	—	—	—	—
Ширина колеи тележки в мм	2400	4 267	4270	2400	3350	4270
База тележки в мм	3050	5 080	9575	3048	3450	4270
Диаметр ходовых колес тележки в мм	460	610	760	305	610	610
Высота горизонтальной оси хобота над уровнем пола в мм	1070	2 438	1220	855	1220	1675
Величина хода тележки по мосту в мм	2740	9 144	—	—	—	—
Максимальный и минимальный диаметр заготовки в мм	725 460	785 510	—	725 450	800 425	785 510
Величина подъема хобота параллельно его оси в мм	405	762	2440	405	460	760
Скорость движения в м/мин:						
моста	47,5	53,35	—	—	—	—
тележки	30,5	22,80	30,5	30,5	31,4	22,8
Число оборотов тележки в минуту	3,2	4	—	—	3,1	4
То же хобота	10,2	8	3,7	10,2	9,2	8
Скорость подъема хобота в м/мин	2,9	3,05	2,28	2,9	3,6	3,05
Мощность электродвигателя в л. с.:						
движения моста	25	2 × 65	—	—	—	—
» тележки	2 × 15	2 × 33	2 × 65	2 × 15	—	2 × 33
вращения тележки	15	33	—	—	—	33
» хобота	15	65	200	15	—	65
радиального подъема хобота	25	65	100	25	—	65
вертикального перемещения хобота зажима головки	10 10	10 15	33 33	10 10	—	10 15
Габаритные размеры в мм:						
длина	9347	16 360	15 810	6578	6782	8310
ширина	5080	9 631	7 290	—	4461	6100
высота от уровня рельсов	3738	6 405	8 215	3643	4394	5550
Вес в т	—	—	200	39	—	—

26. Основные размеры напольных безрельсовых манипуляторов (рис. 20)

Подъемная сила манипулятора в кг	Максимальное давление на колесо в кг		Основные размеры в мм									
	переднее	заднее	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	И	К	Л
1000	5 000	4000	4000	1200	2500	1500	5200	1000	1300	530	770	2100
2500	7 500	7500	4000	1200	3250	1830	6280	1100	1425	530	770	2555
5000	10 500	5500	3875	1450	3450	1550	6450	1475	1475	500	870	3256

танционное управление с расположением пульта у машиниста молота.

Основные размеры подвесного манипулятора грузоподъемностью до 0,75 т, имеющего общую мощность электродвигателей 7,5 квт, скорость переме-

щения 30 м/мин, вес 3,5 т, приведены в табл. 27.

Манипуляторы для подачи инструмента. Для подачи инструмента в рабочую зону прессы применяют специальные рельсовые (рис. 22 и табл. 28) —

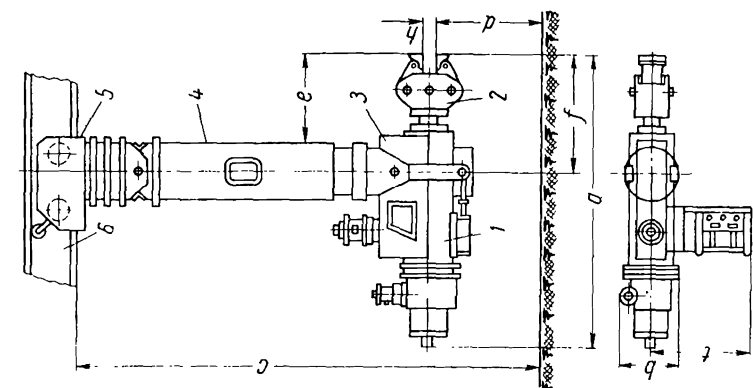


Рис. 21. Общий вид подвесного ковочного манипулятора: 1 — корпус манипулятора; 2 — хобот с клещевым зажимом; 3 — кабина управления; 4 — подвешенная колонка; 5 — тележка; 6 — однорельсовый путь

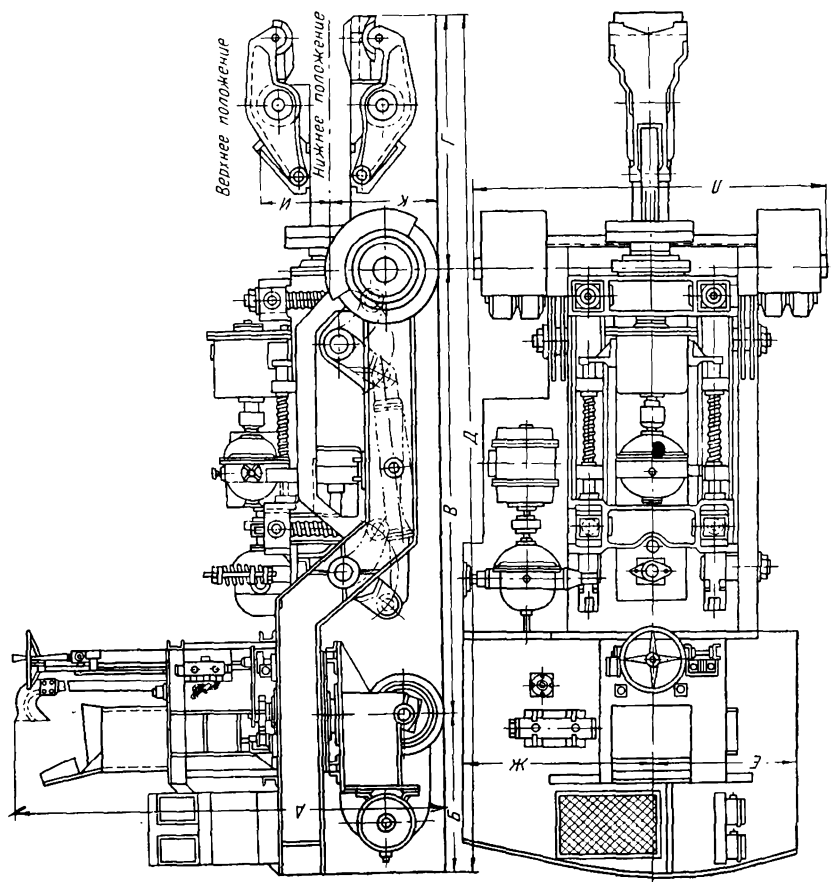


Рис. 20. Общий вид безрельсового ковочного манипулятора

для ковочных прессов всех усилий и стационарные (рис. 23 и табл. 29) — для прессов усилием до 2000 т включи-

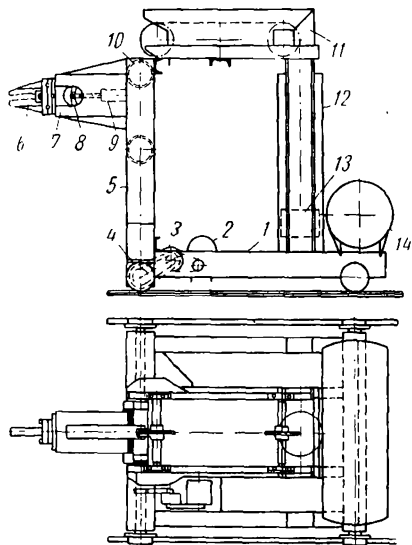


Рис. 22. Общий вид рельсового манипулятора для подачи инструмента: 1 — тележка; 2 — электродвигатель; 3 — редуктор; 4 — маховик; 5 — направляющие; 6 — клещевой зажим; 7 — хобот; 8 — система рычагов; 9 — пневматический цилиндр; 10 — колеса для перемещения хобота; 11 — блоки; 12 — воздушный цилиндр; 13 — поршень (противовес); 14 — воздушный баллон

24. Основные размеры ковочного подвешного манипулятора (рис. 21)
Размеры в мм

Размеры в мм							
a	b	c	d	e	t	h	i
2400	500	4000	700	650	800	250	950

тельно, манипуляторы, управление которыми осуществляет машинист ковочного пресса.

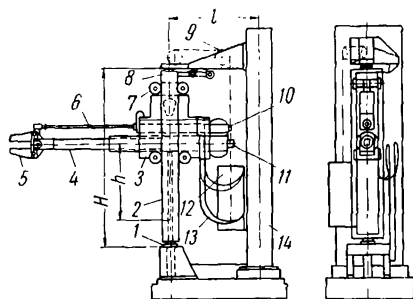


Рис. 23. Общий вид консольного поворотного манипулятора для подачи инструмента: 1 — подшипник; 2 — направляющая рама; 3 — каретка; 4 — хобот; 5 — клещевой зажим; 6 — тяга; 7 — колеса каретки; 8 — подшипник; 9 — система блоков; 10 и 11 — пневматические цилиндры; 12 — противовес; 13 — гибкий шланг; 14 — опорная металлическая стойка

28. Характеристика рельсовых манипуляторов для подачи инструмента¹

Параметры	Усилие ковочных прессов в т до вкл.						
	800	1200	2000	3200	6300	10 000	15 000
Грузоподъемность в т	2,5	5	5	10	10	20	20
Ширина железнодорожной колеи в мм	1500	2000	2000	2500	2500	3000	3000
Ход хобота по вертикали в мм	800	1300	1300	2000	2000	2500	2500
Расстояние между осями колес в мм	2000	2500	2500	3000	3000	3500	3500
Мощность электродвигателя передвижения тележки в квт	3	5	5	7,5	7,5	10	10

¹ Данные ориентировочные.

29. Характеристика консольных поворотных манипуляторов для подачи инструмента (рис. 23)¹

Параметры	Усилие пресса в т			
	500	800	1250	2000
Грузоподъемность в кг	2500	2500	5000	5000
Расстояние между осями пресса и направляющей рамы в мм	1800	2100	2500	2900
Расстояние <i>l</i> между осями направляющей рамы и опорной стойки в мм	900	1000	1200	1500
Расстояние <i>H</i> между верхним и нижним подшипником в мм	1500	1800	2200	2600
Ход <i>h</i> каретки в мм	600	700	900	1100

¹ Данные ориентировочные.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МЕХАНИЗАЦИИ, ПРИМЕНЯЕМОЕ В ЦЕХАХ ГОРЯЧЕЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ

Переключки горизонтально-ковочных машин. Переключки служат для перекладки заготовок из ручья в ручей штампа и являются основными средствами механизации процессов штамповки на горизонтально-ковочных машинах.

По конструкции переключки делят на подвесные и напольные стационарные (подъемные столы). Первые применяют при изготовлении поковок из заготовок мерной длины весом более 10 кг, а вторые — при изготовлении поковок из прутков диаметром более 30 мм.

Подвесной переключки (рис. 24) состоит из трех последовательно соединенных пневматических цилиндров 1, 2 и 3, подвешенных к поворотной консоли 4. Крючок 5, на котором лежит заготовка 6, поднимается и опускается соответственно ходу цилиндров вверх и вниз. Ход каждого

цилиндра равен межручьевому шагу, и заготовка каждый раз перемещается на нужную величину *A*, *B* и *B*.

В конструкции переключки предусматривают регулировку величины хода цилиндров и одновременную работу одного, двух или всех трех цилиндров.

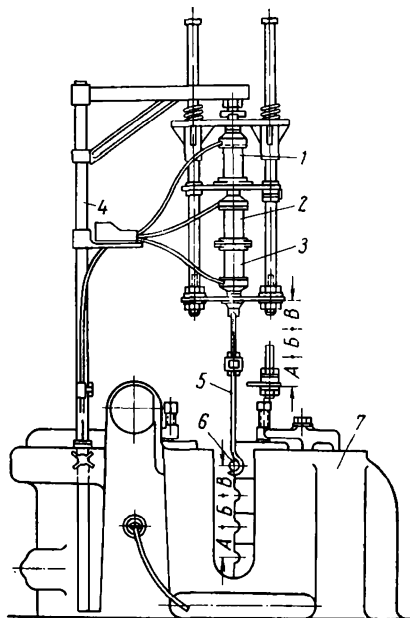


Рис. 24. Подвесной переключки

Поворотная консоль крепится к стационарной горизонтально-ковочной машине 7.

Напольный стационарный переключки (рис. 25) имеет роликовый стол 3, пневматический цилиндр 4, пневматическую педаль 8, распределитель воздуха 1, фиксатор подъема 2, фиксатор хода вниз 5, масляный амортизатор 7 и сменные кулачки 6, при помощи которых переключки можно отрегулировать на нужное количество переходов штамповки.

Положение роликового стола, а следовательно, нагретой заготовки в ручье штампа обеспечивается фиксаторами 2 и 5. При нажмем с небольшой силой на педаль 8 роликовый стол поднимается.

При нажиме на педаль до отказа роликовый стол опускается. Нагретую заготовку укладывают на роликовый стол, который после нажатия на педаль занимает рабочую позицию, а заго-

Для однорельсовых путей обычно используют двутавровые балки нормального сечения.

Захват заготовок, перемещаемых по однорельсовым путям, осуществляется с помощью специальных подвесных клещей. При ручном передвижении заготовок клещи подвешивают к кошкам цепями. Для передвижения

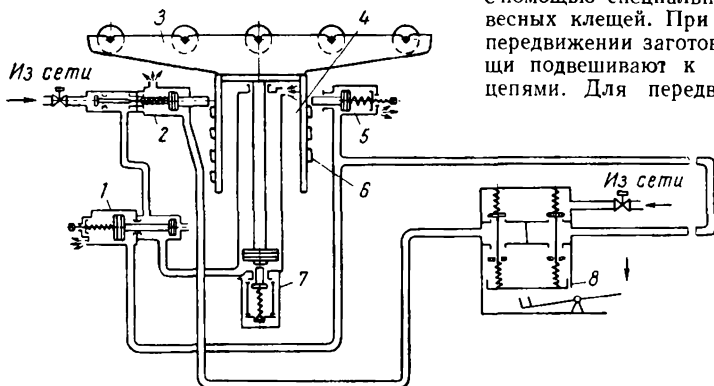


Рис. 25. Напольный стационарный перекладчик с роликовым столом

товка становится против определенного ручья штампа. Далее заготовка передается по роликам до упора.

Грузоподъемность перекладчиков в зависимости от усилия горизонтально-ковочных машин следующая:

Усилие ГKM в т	800	1000	1250	1600
Грузоподъемность перекладчика в кг	50	100	100	200
Усилие ГKM в т	2000	2500	3150	
Грузоподъемность перекладчика в кг	200	300	500	

Однорельсовые пути. Однорельсовые пути в цехах горячей штамповки применяют для транспортировки на расстоянии до 30 м длинномерных заготовок весом свыше 15 кг. Чаше всего их монтируют у агрегатов штамповочных молотов, горячештамповочных прессов и горизонтально-ковочных машин для подачи заготовок от нагревательных устройств к штамповочным машинам и межоперационной передачи от одной машины к другой. Их используют также для удаления поковок от рабочих мест и подачи их на общецеховой конвейер или в специально отведенные места.

На рис. 26 изображена схема расположения однорельсовых путей в агрегатах тяжелых штамповочных молотов:

и подъема тяжелых заготовок применяют электрические тельферы, которые также с помощью цепей или

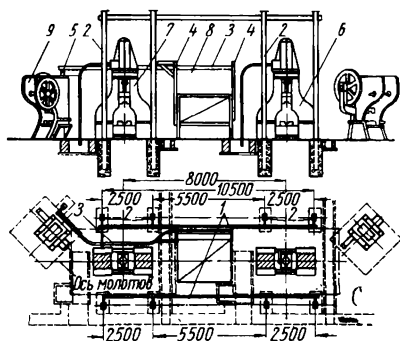


Рис. 26. Схема расположения однорельсовых путей в агрегатах тяжелых штамповочных молотов: 1 — однорельсовый путь для подвешивания и перемещения «сокола»; 2 — металлические стойки; 3 — однорельсовый путь для межоперационной передачи заготовок; 4 и 5 — металлические стойки; 6 и 7 — штамповочные молоты; 8 — нагревательная печь; 9 — обрезающий пресс

другой гибкой связью соединяют с подвесными клещами

На рис. 27 показаны наиболее распространенные подвесные клещи,

применяемые для перемещения длинномерных заготовок.

Высота, на которой укрепляют одно-рельсовые пути, зависит от условий работы. Обычно расстояние от пола до нижней балочной полки принимают 3—6 м. Наибольшая высота нужна для подвешивания и перемещения «сокола», предназначенного для забивки и выбивки клиньев при смене и наладке штампов.

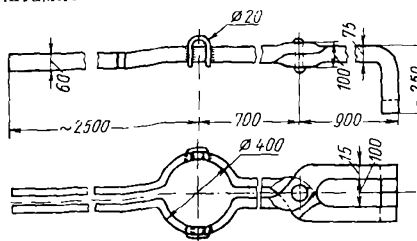


Рис. 27. Подвесные клещи для длинномерных заготовок

Радиусы закруглений кривых участков однорельсового пути должны быть не менее 3 м. Однорельсовые пути укладывают с небольшим (0,005—0,012) уклоном в сторону перемещения груза.

Напольные транспортеры. Напольные транспортеры делятся на роликовые, цепные, пластинчатые, ленточные.

Роликовые транспортеры применяют для передачи нагретых заготовок квадратного и круглого сечения диаметром более 70 мм

при $\frac{l}{d} = 5 \div 10$ от нагревательной печи к штамповочному молоту или прессу. Они бывают приводные и не приводные. Непроводные транспортеры применяют в тех случаях, когда длина транспортера не превышает 2 м; их устанавливают с уклоном до 7° в сторону перемещения заготовки. В транспортере ролики расположены на равном расстоянии друг от друга; расстояние между центрами роликов принимается равным половине наименьшей длины заготовки, перемещаемой по транспортеру.

Цепные транспортеры бывают вертикальные, горизонтальные и наклонные, однорядные, двухрядные, а иногда и трехрядные.

Вертикальные однорядные транспортеры применяют для заготовок при $\frac{l}{d} \leq 5$, а двухрядные — при $\frac{l}{d} \leq 15$.

Расстояние l_1 между цепями при двухрядном транспортере принимают 0,8 l . Цепи двухрядного транспортера снабжены штырями, а однорядного — захватами для приема заготовок. Ширина захватов a равна 0,3 l .

Штыри или захваты на цепи распределяют равномерно. Расстояние между ними принимают: для толкательных нагревательных установок $b = 200 \div 600$ мм, для установок скоростного газового нагрева $b = 2D$, где D — диаметр заготовки в мм.

Горизонтальные и наклонные транспортеры (рис. 28) применяют для подачи нагретых заготовок от нагревательной установки к штамповочному молоту или прессу при $\frac{l}{d} \leq 15$.

Транспортеры выполняют однорядными для заготовок диаметром до 50 мм и двухрядными для заготовок диаметром 50 мм. Тяговые цепи двухрядного транспортера располагаются параллельно одна другой, как показано на рис. 28. Шаг тяговых цепей обычно составляет 25,4 мм, скорость не превышает 0,5—0,8 м/сек. Полезную нагрузку принимают от 30 до 125 кг/м. Вес транспортера 200—600 кг.

Пластинчатые транспортеры выполняют как стационарными, так и переносными. Стационарные транспортеры применяют главным образом для передачи поковок на большие расстояния, например для транспортировки их от ковочных агрегатов к агрегатам термообработки, от обрезных прессов на сортировочные площадки и т. п. Переносные транспортеры используют обычно для передачи заготовок от нагревательных печей к ковочно-штамповочным механизмам.

Скорость перемещения поковок пластинчатыми транспортерами находится в пределах 0,2—0,8 м/сек. Наклон транспортеров рекомендуется принимать не более 20° . В тех случаях, когда угол наклона выше 20° , пластины снабжают поперечными бортами. Ширину ленты пластинчатого транспор-

тера выбирают в зависимости от размеров транспортируемых поковок. Для стучных поковок ее следует брать примерно на 100 мм больше размера транспортируемой поковки. По конструкции пластинчатые транспортеры бывают горизонтальными (рис. 29), наклонными (рис. 30) и горизонтально-наклонными (рис. 31).

и заусенцев после холодной обрезки. Их выполняют как стационарными (рис. 38), так и передвижными (рис. 39); по конструкции они бывают горизонтальными, наклонными или горизонтально-наклонными.

В транспортерах применяют резиновые и стальные ленты. При резиновых

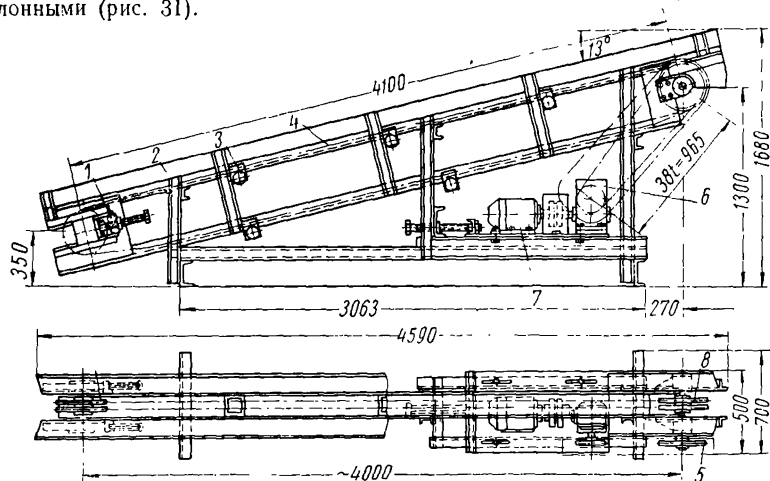


Рис. 28. Общий вид цепного транспортера: 1 — натяжное устройство; 2 — рама; 3 — поддерживающие ролики; 4 — тяговая цепь; 5 — приводная звездочка; 6 — редуктор; 7 — электродвигатель; 8 — звездочка тяговой цепи

Схемы расположения пластинчатых транспортеров изображены на рис. 32—36.

Скребокковые транспортеры часто применяют для удаления поковок из приемков горизонтально-ковочных машин (при отделении поковок от прутка в штампе).

Скорость движения скребкового транспортера колеблется от 0,2 до 0,6 м/сек, доходя в отдельных случаях до 1 м/сек. Предельный угол наклона транспортера принимают равным 45°. В конструкции скребковых транспортеров можно использовать его обе ветви, т. е. верхнюю и нижнюю. В практике чаще пользуются только верхней ветвью.

Скребки транспортера штампуют из листовой стали толщиной до 6 мм. Чаще всего вместе с пластинами (рис. 37)

Ленточные транспортеры применяют для отбора поковок

лентах следует принимать предельный угол наклона транспортеров не более 20°.

Стальные ленты толщиной от 0,6 до 1,4 мм и шириной до 650 мм можно применять для транспортировки горячих заготовок и поковок.

При выборе ширины ленты транспортеров, работающих в кузнечных цехах, необходимо принимать во внимание размеры отдельных поковок или заусенцев с учетом необходимой производительности транспортера.

Ширина ленты должна быть $B \geq 2a + 200$ мм, где a — наибольший размер поковки.

В целях предотвращения сбегающей ленты с барабана последний делают с выпуклостью к середине, величину которой обычно принимают от $\frac{1}{64}$ до $\frac{1}{100}$ длины барабана. Диаметр барабана выбирают в зависимости от толщины ленты. Диаметр приводного

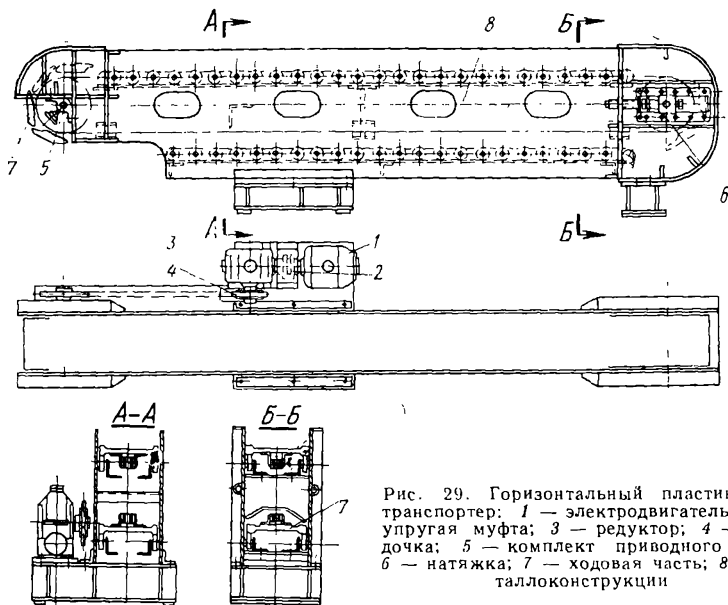


Рис. 29. Горизонтальный пластинчатый транспортер: 1 — электродвигатель; 2 — упругая муфта; 3 — редуктор; 4 — звездочка; 5 — комплект приводного вала; 6 — натяжка; 7 — ходовая часть; 8 — металлоконструкция

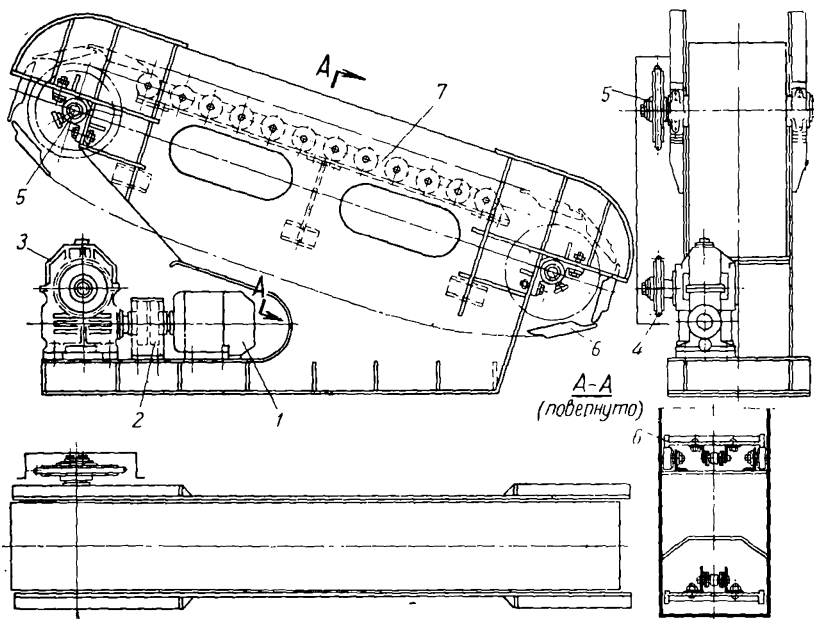


Рис. 30. Наклонный пластинчатый транспортер: 1 — электродвигатель; 2 — упругая муфта; 3 — редуктор; 4 — звездочка; 5 — узел приводного вала; 6 — ходовая часть; 7 — металлоконструкция транспортера

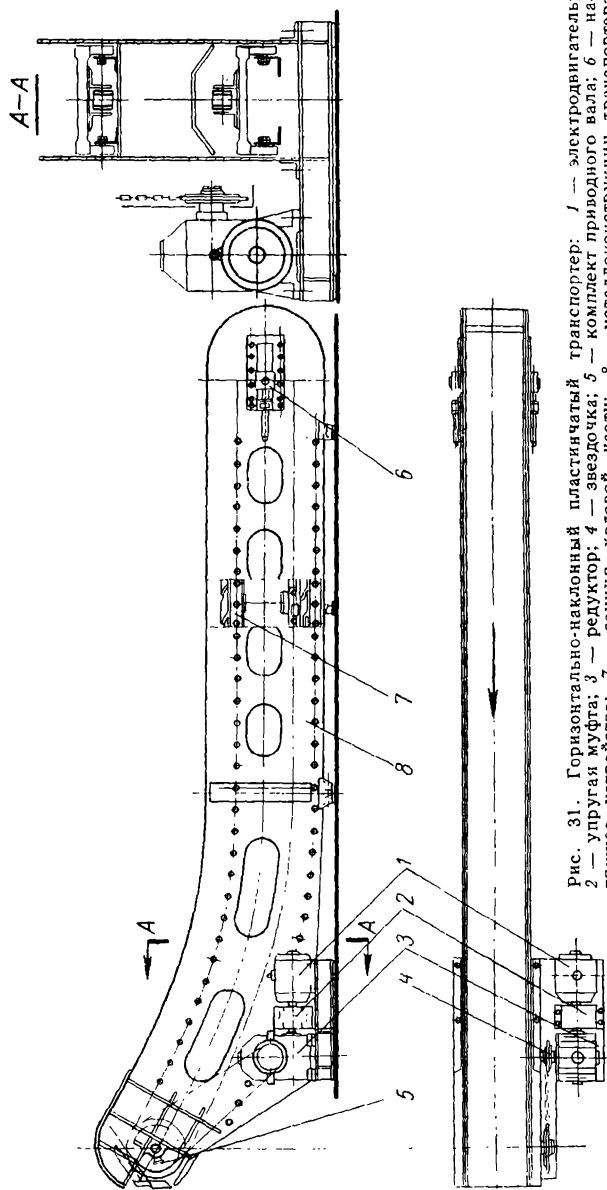


Рис. 31. Горизонтально-наклонный пластинчатый транспортер: 1 — электродвигатель; 2 — упругая муфта; 3 — редуктор; 4 — звездочка; 5 — комплект приводного вала; 6 — на-тяжное устройство; 7 — секция ходовой части; 8 — металлоконструкция транспортера

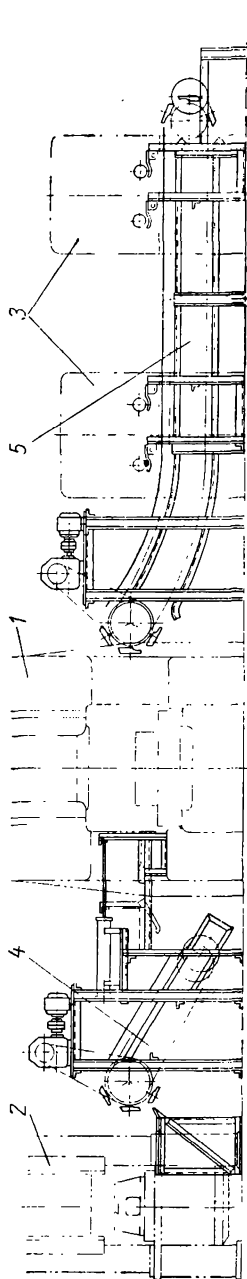


Рис. 32. Принципиальная схема расположения наклонного и горизонтально-наклонного пластинчатых транспортеров в агрегате кривошипного горячештамповочного пресса: 1 — кривошипный горячештамповочный пресс; 2 — обрезной пресс; 3 — индукционные нагреватели; 4 — наклонный пластинчатый транспортер; 5 — горизонтально-наклонный пластинчатый транспортер

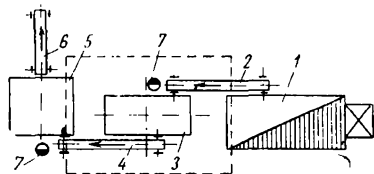


Рис. 33. Схема расположения пластинчатых транспортеров в агрегате штамповочного молота: 1 — нагревательная печь; 2 — пластинчатый транспортер; 3 — штамповочный молот; 4 — пластинчатый транспортер; 5 — обрезной пресс; 6 — пластинчатый транспортер; 7 — рабочие места

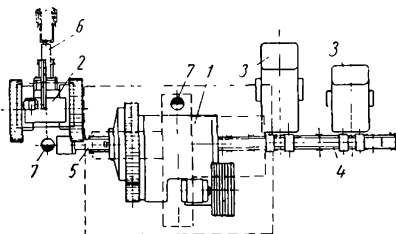


Рис. 34. Схема расположения пластинчатых транспортеров в агрегате кривошипного горячештамповочного пресса: 1 — кривошипный горячештамповочный пресс; 2 — обрезной пресс; 3 — индукционные нагреватели; 4—6 — пластинчатые транспортеры; 7 — рабочие места

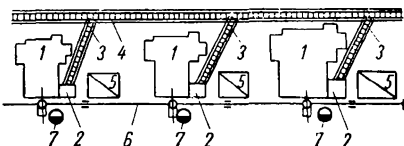


Рис. 35. Схема расположения наклонных пластинчатых транспортеров и стационарного пластинчатого транспортера в линии горизонтально-ковочных машин: 1 — горизонтально-ковочные машины; 2 — прямки горизонтально-ковочных машин; 3 — наклонные пластинчатые транспортеры; 4 — стационарный пластинчатый транспортер; 5 — нагревательные печи; 6 — однорельсовый путь; 7 — рабочее место

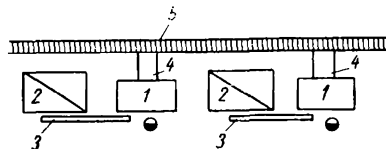


Рис. 36. Схема расположения стационарного пластинчатого транспортера в линии легких штамповочных молотов: 1 — штамповочные молоты; 2 — нагревательные печи; 3 и 4 — склизы; 5 — стационарный пластинчатый транспортер

барабана $D \geq 125a + 50$ мм, где a — число прокладок ленты. Диаметр на-

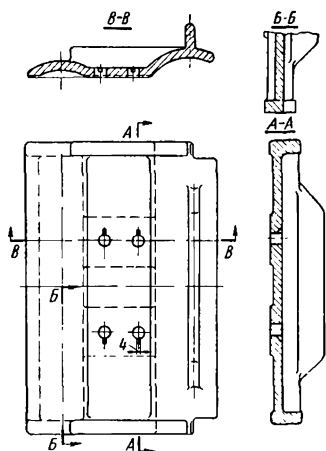


Рис. 37. Пластина скребкового транспортера

тяжного барабана $D \geq 100a + 50$ мм. Ширина ленты должна быть меньше ширины барабана на 50—100 мм.

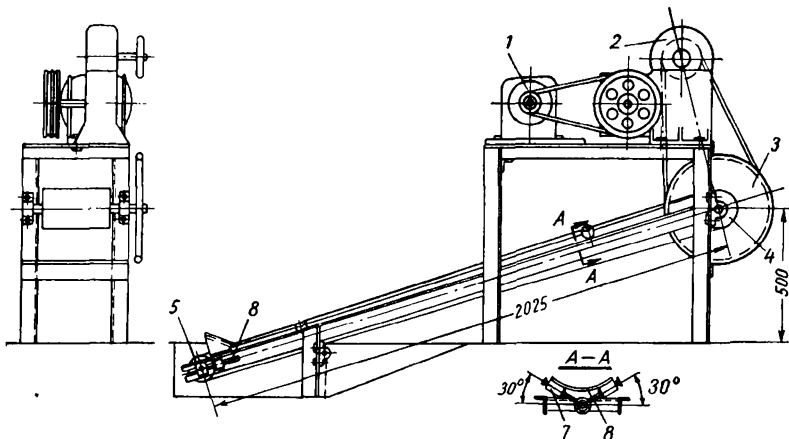


Рис. 38. Переносный ленточный транспортер: 1 — электродвигатель; 2 — редуктор; 3 — шкив головного барабана; 4 — головной барабан; 5 — хвостовой барабан; 6 — транспортерная лента; 7 — опорная лента; 8 — натяжное устройство

Расстояния между опорными роликами для рабочей ветви принимают 1200—1500 мм, а для холостой примерно в 2 раза больше.

Конструкция ленточных транспортеров допускает переходы от горизонтального положения к наклонному. Рекомендуется радиус перехода ленты принимать 75—100 м.

При транспортировке поковок и заусенцев от обрезных прессов скорость ленточных транспортеров практически не превышает 0,2 м/сек, хотя их конструкция допускает значительно большие скорости.

На рис. 40 показана схема расположения горизонтальных ленточных транспортеров на участке обрезных прессов, установленных в один ряд, а на рис. 41 — в два ряда.

Подвесные конвейеры. Подвесные конвейеры, применяемые в кузнечно-штамповочных цехах, бывают непрерывного действия (обычные конвейеры) и толкающего действия (толкающие конвейеры).

Конвейеры непрерывного действия применяют при массовом производстве поковок, например для транспортировки поковок весом более 10 кг от штамповочного агрегата к термическому агрегату при их синхронной работе.

Конвейер включает следующие узлы: однорельсовый путь, тяговые органы, ходовую часть, приводную и натяжную станции.

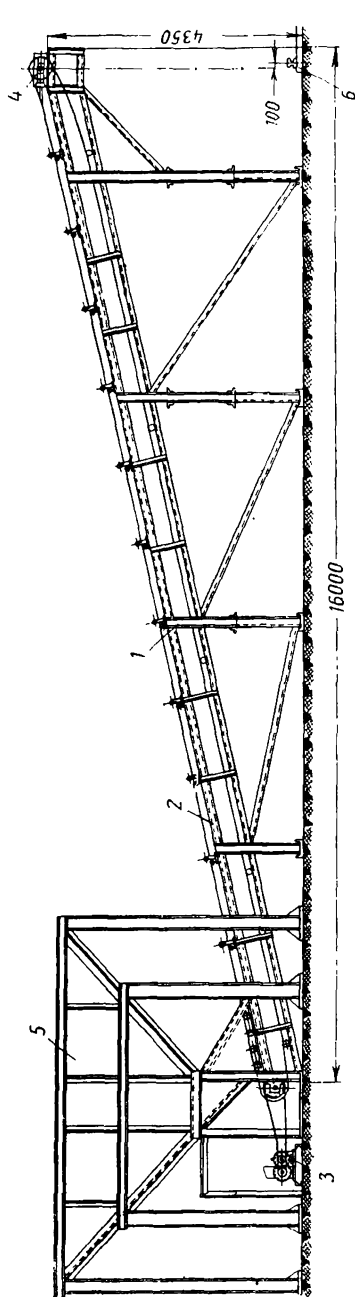


Рис. 39. Стационарный ленточный транспортер: 1 — каркас транспортера; 2 — ходовая часть; 3 — привод; 4 — натяжное устройство; 5 — бункер; 6 — железнодорожное полотно

Однорельсовый путь представляет собой двутавровую балку (обычно № 12 и 16). Минимальный радиус изгиба пути допускается: в горизонтальной плоскости 600 мм и в вертикальной 2,5 — для обычных конвейеров и 1,5 м — для толкающих.

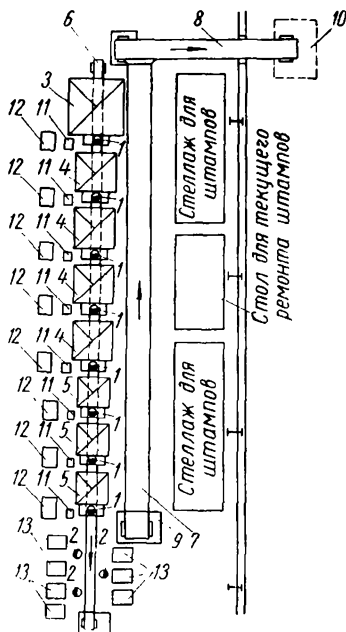


Рис. 40. Схема расположения ленточных транспортеров на участке обрезных пресов, установленных в один ряд: 1 — рабочие места прессовщиков; 2 — рабочие места контролеров; 3—5 — обрезные прессы; 6—8 — ленточные транспортеры; 9 — металлический ящик; 10 — место для хранения заусенцев; 11 — столики; 12 и 13 — металлические ящики

Тяговым органом конвейера служит разборная цепь с шагом 100 и 160 мм и весом погонного метра соответственно 4,9 и 9 кг.

Ходовой частью является тележка (рис. 42) с двумя роликами, соединенными через ось с кронштейнами, которые связаны с тяговой цепью.

Вес тележки принимают для цепи с шагом 100 мм — 7 кг и для цепи с шагом 160 мм — 12 кг.

Поковки подвешивают на специальные подвески крючкового типа, при-

крепленные к нижней части кронштейна тележки.

Приводную станцию подвесного конвейера надо располагать после тяжело нагруженных участков трассы и в наивысшей точке нагруженной части кон-

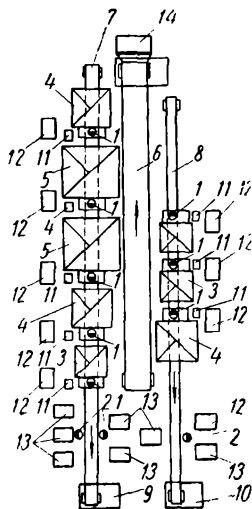


Рис. 41. Схема расположения ленточных транспортеров на участке обрезных пресов, установленных в два ряда: 1 — пресовщик; 2 — рабочие ОТК; 3 — обрезные прессы 35 т; 4 — обрезные прессы 50 т; 5 — обрезные прессы 90 т; 6 — ленточный транспортер для заусенцев; 7 и 8 — ленточные транспортеры для обрезанных поковок; 9 и 10 — приводные станции ленточных транспортеров; 11 — столик для обрезаемых поковок; 12 — ящики с необрезанными поковками; 13 — ящики с обрезанными поковками; 14 — ящик для заусенцев

вейера. К таким участкам относятся длинные загруженные горизонтальные участки и участки с большими подъемами.

Для регулирования в известных пределах скорости цепи в передаточный механизм приводной станции вводят вариатор скорости.

Натяжные станции в подвесных конвейерах применяют двух типов: грузовые и винтовые. Винтовые натяжные станции ставятся на коротких горизонтальных конвейерах с небольшим натяжением цепи, грузовые — в конвейерах с вертикальными пере-

гибами. Рабочий ход натяжных тележек принимают: для грузовых станций 400 мм, для винтовых 200 мм.

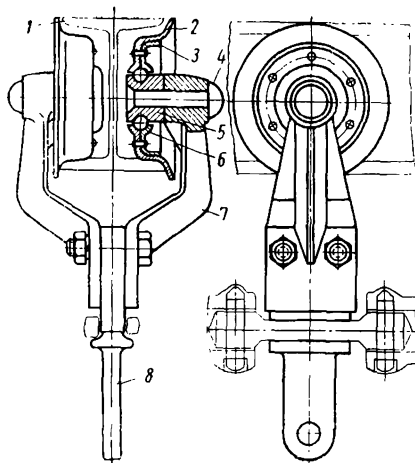


Рис. 42. Тележка подвесного конвейера: 1 — двутавровая балка; 2 — ролик; 3 — крышка подшипника; 4 — ось; 5 — втулка; 6 — шарик; 7 — кронштейн; 8 — серьга; 9 — тяговая цепь

Толкающие конвейеры с программным управлением служат для автоматизации транспортных операций и сопряженных с ними вспомогательных работ. Такие конвейеры применяют для подачи заготовок весом до 100 кг со склада заготовительного цеха или отделения к нагревательным установкам и для транспортировки поковок со склада кузнечного цеха в механический цех с раздачей по участкам. Они могут транспортировать заготовки по заданной программе с автоматическим адресованием, так как подвешенная люлька с заготовками подходит и разгружается у соответствующей нагревательной установки.

Толкающий конвейер имеет два подвесных рельсовых пути, расположенных один под другим (рис. 43) или рядом. По верхнему пути движется, как у обычного конвейера, тележка, к которой подвешена тяговая цепь, по нижнему — тележка с подвесками для заготовок, передвигаемых кулаками, соединенными с цепью шарнирно.

Нижняя грузовая трасса представляет собой систему путей с переводными стрелками, разветвленную в зависимости от количества адресов для доставки заготовок. С помощью стре-

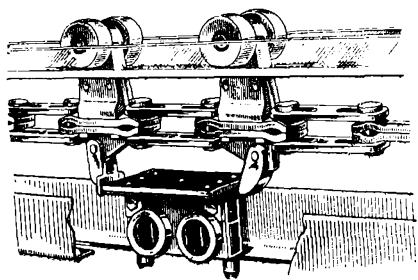


Рис. 43. Расположение тяговой и грузовой тележек толкающего конвейера

лок движущиеся по общему конвейеру различные заготовки могут быть направлены по своему определенному адресу. Перевод стрелки осуществляется автоматически при помощи пневматического цилиндра или электромагнита.

Заготовки или поковки, различные по конфигурации и размерам, транспортируются на подвесках (рис. 44), которые укрепляют к грузовым тележкам.

Легкие поковки транспортируют в люльках. Подвески, предназначенные для непосредственного подвешивания поковок, разделяются на крючковые —

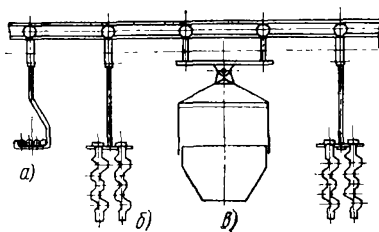


Рис. 44. Конструкция подвесок и схема их расположения: а — подвеска, предназначенная для транспортировки мелких поковок в люльках; б — подвеска для поковок средних размеров; в — подвеска для крупногабаритных поковок

для транспортировки поковок в вертикальном положении и полочные — для транспортировки поковок в горизонтальном положении.

Автоматическое управление стрелками и направление тележек с заготовками по определенным адресам производится с помощью селекторных механизмов. Селекторный механизм, установленный на каждой грузовой каретке, указывает, в каком месте пути, на какой стрелке данная тележка с заготовками должна быть отведена с основной линии и перейти на свой отдельный путь. Селекторный механизм может быть установлен на постоянный адрес. В этом случае тележка с заготовками всегда будет сворачивать в одном и том же месте и следовать неизменно по одному и тому же маршруту.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атрошенко А. П. Механизация и автоматизация горячей штамповки. М., «Машиностроение», 1965.
2. Екимов К. К. Механизация и автоматизация кузнечно-штамповочного производства. М., Машгиз, 1960.
3. Катков Н. П., Бассейн В. В., Катков М. П., Кудрявцев Н. А. Механизация процессов горячей штамповки. Альбом чертежей под ред. Дунаева П. А. М., Машгиз, 1963.
4. Ключников С. Н. и Мансуров А. М. Механизация в кузнечных цехах. М., Машгиз, 1954.
5. Колтун С. Н., Боринский М. Л., Катков Л. И., Казаринов В. Н. Малая механизация кузнечно-прессовых цехов. Альбом чертежей. М., Машгиз, 1960.
6. Мансуров А. М. Механизация и автоматизация в кузнечном производстве. М., «Машиностроение», 1965.
7. Хржановский С. Н. Проектирование кузнечных цехов. Машгиз. М., 1949.
8. Шеремет В. А., Смирнов В. Н., Павлович П. М. Механизмы, приспособления и средства механизации кузнечно-прессового производства. Альбом. М., Машгиз, 1960.
9. Энциклопедический справочник Машиностроение, т. 8. М., Машгиз, 1948.

ГЛАВА VIII

ВИДЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ ПОКОВОК
(ОРИЕНТИРОВОЧНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ)

№ по порядку	Способы получения поковок	Ориентировочная характеристика получаемых поковок	Припуски, допуски и чистота поверхности	Применимость	Преимущество и используемое оборудование
1	<p>Ковка</p> <p>В частности: а) с применением специального инструмента б) с применением подкладных штампов открытых и закрытых</p>	<p>Поковки весом примерно до 250 т относительно простой формы, часто с наплавками для упрощения формы по сравнению с готовой деталью. Поковки требуют значительной обработки резанием, обычно кругом</p>	<p>Максимальные припуски и допуски на молотовые поковки по ГОСТу 7829—56, на прессовые—по ГОСТу 7062—67. Припуски и допуски (поперечным размерам) в зависимости от размеров и формы поковки: на молотовые поковки от 5^{+1}_{-2} до 34 ± 10 мм, на прессовые поковки от 10 ± 3 до 80 ± 30 мм. Для необрабатываемых поковок или участков величина отклонений может быть снижена на 20—50%. Чистота поверхности обычно до $\nabla 1$</p>	<p>В штучном и мелкосерийном производстве</p> <p>То же</p> <p>В мелкосерийном производстве, например, при партиях свыше 50—200 шт.</p>	<p>Ковочные молоты с весом падающих частей: паровоздушные—1—8 т, пневматические—75—1000 кг, ковочные гидравлические прессы с усилием 500—15 000 т и более до 30 000 т</p>

№ по под.	Способы получения поковок	Ориентировочная характеристика получаемых поковок	Припуски, допуски и чистота поверхности	Применимость	Преимущество используемого оборудования
2	Штамповка в закрепленных открытых штампах	<p>Поковки весом от нескольких граммов примерно до 3 т (в основном до 50—100 кг), весьма разнообразных и сложных форм, значительно приближающихся к формам готовых деталей. Однако выполнение углублений или отверстий в боковых стенках поковок, как правило, невозможно. Обработка резанием необходима обычно только по поверхностям стыка с другими деталями; обработку иногда можно полностью устранить калибровкой (чеканкой)</p>	<p>Максимальные припуски и допуски по ГОСТу 7505—55. Припуски на сторону для готовых поковок весом до 40 кг с размерами до 800 мм в зависимости от класса точности — от 0,6—1,2 до 3,0—6,4. Поле допусков соответствует от 0,7—3,4 до 1,6—11. Для поковок, штампуемых на кривошипных горячештамповочных прессах, припуски на 0,1—0,6 мм меньше. Чистота поверхности $\nabla 1—\nabla 4$. При применении холодной калибровки (чеканки) допуски снижаются до $\pm 0,1—\pm 0,25$ (калибровка обычной точности) и до $\pm 0,05—\pm 0,15$ (калибровка повышенной точности). Чистота поверхности повышается до $\nabla 4—\nabla 6$ и даже $\nabla 8$</p>	<p>В серийном и крупносерийном производстве; в частных случаях может быть применена при партиях свыше 200—300 шт.</p>	<p>Кривошипные горячештамповочные прессы усилием 630—10 000 т; штамповочные молоты с весом падающих частей; паровоздушные двойного действия 0,5—35 т, гидравлические—до 2,5 т (эквивалентно); с двухсторонним ударом паровоздушные и гидравлические—до 60 т (эквивалентно); простые действия паровоздушные, фрикционные с доской, цепные—соответственно до 10, 5 и 8 т; винтовые фрикционные прессы усилием 40—630 и до 2000 т; гидравлические штамповочные прессы усилием примерно до 70 000 т</p>
3	Штамповка в закрытых штампах	<p>Поковки весом примерно до 50—100 кг, но главным образом более мелкие (например, до 10—15 кг), относительно простой формы преимущественно в виде тел вращения или приближающихся к ним. Применяется взамен штамповки в открытых штампах в целях сокращения расхода металла (отсутствует заусенец). Особенно рекомендуется для штамповки сталей и сплавов с пониженной пластичностью</p>	<p>Примерно такие же, как при штамповке в открытых штампах</p>	<p>То же</p>	<p>То же</p>

Продолжение

№ по порядку	Способы получения поковок	Ориентирующая характеристика получаемых поковок	Припуски, допуски и чистота поверхности	Применимость	Преимущественно используемое оборудование
	<p>В частности: штамповка и штамповка прошивкой</p>	<p>Поковки весом примерно до 75 кг, представляющие собою: а) круглый, конический или ступенчатый, а также фасонного сечения стержень с относительно массивной головкой различной формы, в том числе и сложной; б) поковки типа втулок (стаканов) с глухой, глухой или сквозной полостью и односторонним фланцем или иным утолщением, в том числе и сложной формы. Для указанных форм в ряде случаев успешно применяется штамповку в открытых штампах и на горизонтально-ковочных машинах, являясь прогрессивным способом</p>	<p>Припуски и допуски на размеры участков, получаемых выдавливанием: а) наружные диаметры (5—150 мм) от 0,4 ± 0,3 до 1,6 ± 0,7 мм, б) диаметры полостей (10—100 мм) от 1,6 ± 0,3 до 5,0 ± 0,5 мм. Чистота поверхности ∇2—∇5</p>	<p>В серийном и крупносерийном производстве: в частных случаях может быть рентабельна при партиях выше 200—500 шт.</p>	<p>Кривошипные горячештамповочные (модифицированные), винтовые фрикционные и гидравлические прессы</p>
+	<p>Штамповка в штампах с разъемными матрицами</p>	<p>Поковки весом примерно до 150 кг, главным образом более мелкие, сложной формы, например с отверстиями в боковых стенках, невыполнимые без напусков дугами способами</p>	<p>Аналогично штамповке в открытых штампах, но допуски несколько больше в направлении разреза частей матрицы</p>	<p>При отсутствии автоматизации разреза матриц — в мелкосерийном производстве, при автоматизации разреза матриц и на специальных машинах — в серийном и крупносерийном</p>	<p>То же и специальные машины</p>

№ по порядку	Способы получения поковок	Ориентирующая характеристика получаемых поковок	Припуски, допуски и чистота поверхности	Применимость	Преимущества используемое оборудование
	<p>В частности: штамповка на горизонтально-ковочных машинах</p>	<p>Поковки весом примерно до 30 кг преимущественно в виде стержней с головками или утолщениями различной формы, в том числе с отверстиями, а также толстые поковки со сквозными или глухими отверстиями, фланцами и выступами. Наиболее приемлемы поковки указанных видов, имеющие форму тела вращения</p>	<p>Максимальные припуски и допуски по ГОСТу 7503—57. Величина припусков приблизительно на 40—50% больше, чем для молотовых поковок; основные допуски установлены те же. Чистота поверхности $\nabla 1—\nabla 4$</p>	<p>То же, что и штамповка в открытых штампах, но рентабельна при отливании большей серйности</p>	<p>Горизонтально-ковочные машины усилим 100—4000 т</p>
5	<p>Штамповка гибкой</p>	<p>Поковки деталей, имеющих изогнутые формы в одной или нескольких плоскостях, получаемые главным образом из проката различных профилей как стандартных, так и специальных. Иногда штамповку гибкой применяют для окончательного формирования штампованных поковок</p>	<p>В зависимости от исходной заготовки. В результате гибки возникают искажения на участках, загнутых по малому радиусу</p>	<p>В серийном и крупносерийном производстве</p>	<p>Горизонтально-гибочные машины (бульдозеры) с усилим 15—500 т, кри-вошипные прессы</p>
6	<p>Штамповочная вальцовка</p>	<p>Поковки переменной сечения весом примерно до 5 кг, высотой до 50—60 мм, типа сферического инструмента, шароноу, кулачков: звенья транспортера, звенья гусениц, автотракторные поковки</p>	<p>Припуски аналогично молотовым, поле допуска по длине поковки 1—5 мм, по высоте и ширине порядка 0,5—0,8 мм. Чистота поверхности $\nabla 1—\nabla 4$</p>	<p>В крупносерийном и массовом производстве (производительность 1000—5000 поковок в час)</p>	<p>Ковочные вальцы с диаметром валков 600—1000 мм</p>

Продолжение

Продолжение

Способы получения поковок	Оrientировочная характеристика получаемых поковок	Припуски, допуски и чистота поверхности	Применимость	Преимущество используемого оборудования
<p>7</p> <p>Специализированные процессы:</p> <p>обжатие на ротационно-обжимных и радиально-обжимных машинах</p>	<p>В зависимости от типа применяемой машины, сплошные и полые прямые поковки удлиненной ступенчатой формы в виде тел вращения с цилиндрическими или коническими участками (ступенчатые валы, валики, швейные иглы, шпидели), а также ступенчатые или с заостренными поковки квадратного или прямоугольного сечения</p> <p>Поковки в виде стержней с массивными утолщениями на конце или в определенной части заготовки, требующими одновременного набора материала, например, клапаны, валики с фланцами и т. п.</p>	<p>Припуск в случае надобности под шпифовку. Допуск при горячем обжатии соответствует 4—5-му классам. Чистота поверхности при горячем обжатии $\nabla 6—\nabla 7$, холодном — до $\nabla 8—\nabla 9$</p> <p>Несколько больше, чем при штамповке на горизонтальной ковочной машине</p>	<p>В крупнсерийном и массовом производствах (производительность 100—600 поковок в час)</p> <p>В крупнсерийном и массовом производствах</p>	<p>Рационально-обжимные машины для обжатия прутков от 4 до 110 мм, труб 10—200 мм; радиально-обжимные для обжатия прутков 10—200 мм, труб 10—320 мм</p> <p>Электровысадочные машины однопозиционные и многопозиционные, горизонтальные и вертикальные для высадки заготовок диаметром до 50—60 мм</p>
<p>обработка на вертикально-ковочных машинах</p> <p>раскатка</p>	<p>Мелкие поковки, изготовляемые выгужкой типа коствалей, бородков, зуюкл, шинных гвоздей, веретен и т. п.</p> <p>Поковки типа колец, в том числе сложных сечений диаметром 70—700 мм при высоте 20—200 мм из заготовок, штампованных на горизонтально-ковочных машинах или кованных на молоте</p>	<p>Примерно те же, что при штамповке</p> <p>Примерное поле допуска для поковок колец шарикоподшипников диаметром 80—700 мм: по наружному диаметру и высоте 1—6 мм, по внутреннему диаметру — 1,5—10 мм</p>	<p>То же</p> <p>В крупнсерийном и массовом производствах (производительность от 35 до 700 поковок в час в зависимости от размера)</p>	<p>Вертикально-ковочные машины двух-трех- (преимущественно) и четырехбойковые</p> <p>Раскаточные машины для колец диаметром до 700 мм</p>

№ по пр.	Способы получения поковок	Ориентировочная характеристика получаемых поковок	Припуски, допуски и чистота поверхности	Применимость	Преимущественно используемое оборудование
	<p>накатка зубьев</p> <p>поперечная прокатка</p>	<p>Получение зубьев с модулем до 10 мм цилиндрических, конических и шевронных зубчатых колес диаметром до 600 мм</p> <p>Поковки удлиненной формы типа ступенчатых валиков, а также втулок</p>	<p>При горячей накатке (для $m > 2,5$ мм) точность по 3—4-му классам; чистота поверхности $\nabla 5 - \nabla 6$ при холодной накатке $\nabla 7 - \nabla 8$</p> <p>Несколько меньше, чем при штамповке в открытых штампах</p>	<p>В крупносерийном производстве (производительность от 60 до 1000 шт. в час в зависимости от модуля и диаметра)</p> <p>В крупносерийном и массовом производстве (производительность 10—35 тыс. м в год)</p>	<p>Зубонакатные станы вертикальные и горизонтальные</p> <p>Трехвалковые станы с коническими или дисковыми валками; двухвалковые станы с винтовыми калибрами</p>
8	Комбинированные процессы	Поковки по своей форме, требующие применения нескольких способов для получения отдельных участков	В зависимости от комбинации примененных способов	В крупносерийном производстве	Комбинации различных машин: например, молот (пресс) и горизонтально-ковочная машина или горизонтально-гибочная машина и т. п.
9	Штамповка на высокоскоростном оборудовании	См. гл. XVI			

КОВКА НА МОЛОТАХ И ПРЕССАХ

**ИНСТРУМЕНТ
И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ
ДЛЯ КОВКИ НА МОЛОТАХ
И ПРЕССАХ**

Инструмент для свободнойковки можно разделить на три группы:

1. Основной технологический инструмент (бойки, плиты для осадки,

оправки, прошивни, кольца, раскатки, уголки, пережимки, обжимки, топоры и др.).

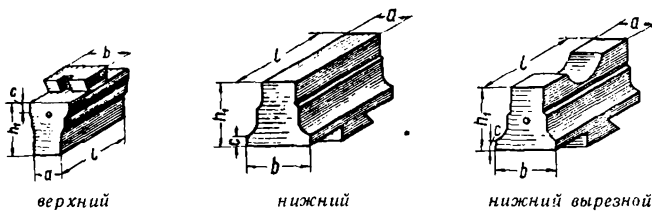
2. Поддерживающий инструмент (клящи, стойки, патроны и др.).

3. Измерительный инструмент (кронциркули, угольники, нутромеры, линейки, калибры, шаблоны и др., см. гл. XIX).

Инструмент бывает универсальный и специализированный.

Технологический инструмент дляковки на молотах (табл. 1—19)

1. Бойки для паровоздушных молотов



Вес падающих частей молота в кг	a	b	c		l		h ₁	
			Верхний	Нижний	Верхний	Нижний	Верхний	Нижний
500	200	270	45	60	340	350	320	250
750	210	320	60	60	380	450	320	250
1000	230	400	60	80	410	500	325	300
1500	260	420	70	80	470	600	350	320
2000	290	450	70	85	530	800	420	385
3000	330	480	75	85	600	1000	470	500
4000	370	550	90	100	650	1000	600	550
5000	400	600	100	100	710	1000	700	600

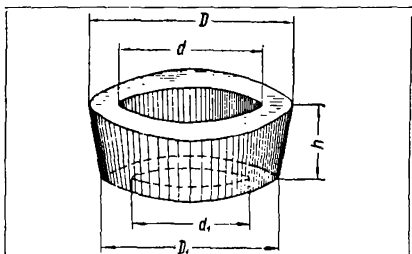
Примечания: 1. Рабочие кромки закруглять радиусом, равным 0,1 a; дляковки малопластичных сталей радиус закругления бойков увеличивают в 1,5—2,0 раза.

2. Характеристики различных типов вырезных бойков см. в табл. 29.

2. Бойки для пневматических молотов

Вес падающих частей молота в кг	Размеры в мм		Вес падающих частей молота в кг	Размеры в мм	
	Ширина	Длина		Ширина	Длина
75	65	145	400	100	265
150	85	200	750	130	345
250	90	225	1000	150	390

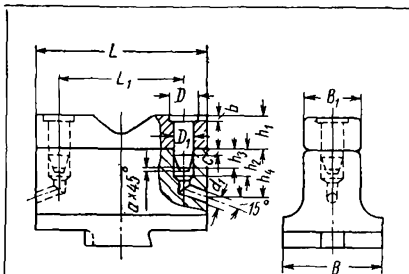
4. Оправочные кольца [15]



Размеры в мм

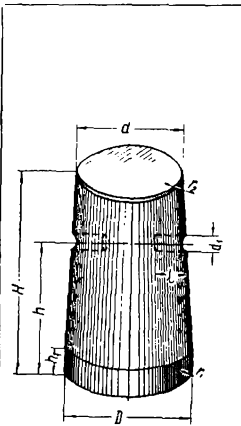
D	D ₁	d	d ₁	h
200	170	120	90	80
250	220	170	140	80
280	250	200	170	80
310	280	230	200	80
340	310	260	230	90
370	340	290	260	90
400	370	320	290	90
450	420	370	340	100
500	470	420	390	100

3. Бойки нижние с быстрозъемной рабочей частью [19]



Обозначения	Размеры в мм при весе падающих частей в т			
	1	2	3	5
L	650	800	1000	1000
L ₁	500	600	700	760
B	400	500	500	600
B ₁	230	290	330	400
h ₁	120	140	165	200
h ₂	100	120	140	150
h ₃	80	100	120	130
h ₄	200	240	280	300
D	105	115	140	155
D ₁	90	100	120	140
d ₁	35	45	50	60
b	15	15	15	15
c	30	30	35	40
a x 45°	5	5	6	7

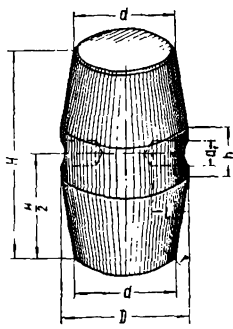
5. Сплошные прошивки [15]



Размеры в мм

D	d	H	h	h ₁	d ₁	l	r ₁	r ₂
40	38	60	—	5	—	—	3	2
	35	100						
	48	80						
50	45	140	—	10	—	—	3	2
	55	100						
	60	160						
60	52	160	—	10	—	—	5	3
	65	120						
	70	180						
70	62	180	—	10	—	—	5	3
	80	135						
	85	200						
85	75	200	—	10	—	—	5	3
	95	150						
	100	240						
100	90	240	—	15	—	—	5	3
	105	175						
	115	240						
115	100	240	—	15	—	—	5	3
	120	200						
	130	240						
130	115	240	—	15	—	—	5	3
	145	150						
	150	100						
150	140	250	—	20	20	35	10	5
	165	180						
	175	120						
175	160	250	—	20	20	40	10	5
	190	200						
	200	130						
200	185	300	—	25	20	40	15	10
	220	200						
	230	130						
230	215	300	—	25	20	50	15	10
	200	200						

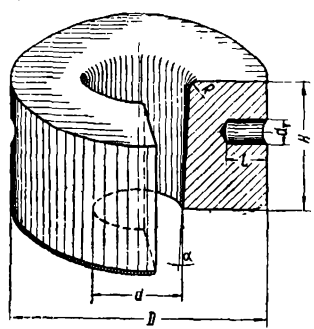
6. Оправки бочкообразные для калибровки отверстий [15]



Размеры в мм						
D	d	H	h	d ₁	l	r
50	40	80	20	—	—	3
60	50	100	20	—	—	3
70	60	120	20	—	—	5
85	70	150	20	—	—	5
100	85	150	20	—	—	8
115	100	150	20	15	25	8
130	115	150	20	20	35	10
150	130	200	30	20	35	10
180	160	200	30	20	35	10
200	175	250	40	20	40	12
225	200	250	40	25	40	12
250	220	275	45	25	40	12

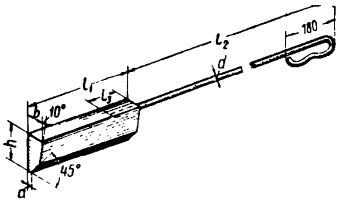
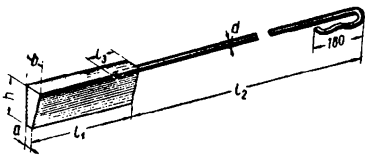
7. Кольца для осадки

Размеры в мм



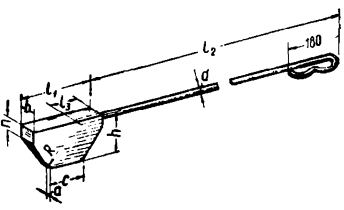
H	d	D	d ₁	R	H	d	D	d ₁	R
30	60—80	200	10	5	125	80—90	250	20	5
	90—110	250	10	5		100 и 110	300	25	10
	120	300	10	10		120 и 130	400	25	10
	135 и 150	350	15	10		150 и 180	450	30	10
						200—250	500	30	15
	275 и 300	550	30	15		325 и 350	600	30	15
50	60 и 70	200	10	5	150	80 и 90	250	20	5
	80 и 90	250	15	5		100 и 110	300	25	10
	100 и 110	300	15	5		120 и 135	400	30	10
	120 и 135	400	15	10		150 и 170	450	30	10
	150 и 175	450	15	10		200—250	500	30	15
	200—250	500	20	15		275 и 300	550	30	15
275	550	20	15	325 и 350	600	30	15		
80	60 и 70	200	15	5	175	100 и 110	250	20	10
	80 и 90	250	15	5		120 и 135	350	25	10
	100 и 110	300	20	10		150 и 180	400	30	10
	120 и 140	400	20	10		200 и 225	450	30	15
	150 и 175	450	25	10		250 и 275	500	30	15
	200 и 250	500	25	15	300 и 325	550	30	15	
	275 и 300	550	25	15	200	200 и 225	450	30	15
	325	600	25	15		250 и 275	500	30	15
	350	600	25	15		300 и 325	550	30	15

8. Топоры двусторонние и односторонние [16]

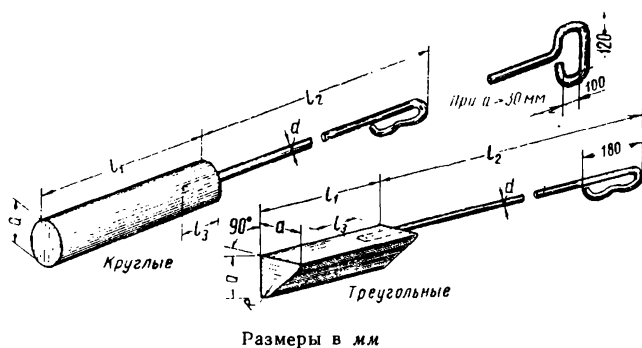
Односторонние				Двусторонние			
							
Размеры в мм							
<i>a</i>	<i>b</i>	<i>h</i>	<i>l₁</i>	<i>d</i>	<i>l₂</i>	<i>l₃</i>	
<i>Двусторонние</i>							
6	18	35	100	8	870	30	
7	20	50	150	10	860	40	
9	25	75	175	10	850	50	
12	30	100	200	10	1020	50	
14	35	125	250	15	970	80	
16	40	150	275	15	1020	80	
17	45	175	300	20	1020	80	
18	50	200	350	20	1020	80	
<i>Односторонние</i> ¹							
2	18	35	100	10	820	30	
2	20	50	150	12	820	30	
5	25	75	175	15	950	50	
6	30	100	200	15	950	50	

¹ Односторонние топоры бывают правые и левые тех же размеров.

9. Топоры трапециевидные для рубки в вырезном бойке [15] [16]

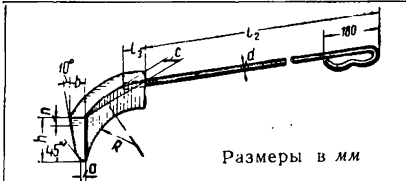
									
Размеры в мм									
<i>a</i>	<i>b</i>	<i>h</i>	<i>l₁</i>	<i>c</i>	<i>R</i>	<i>n</i>	<i>l₂</i>	<i>d</i>	<i>l₃</i>
8	18	180	120	85	10	30	800	10	50
12	25	110	180	120	10	35	820	15	80
15	30	140	220	140	15	45	970	15	80
20	35	200	270	160	15	65	1030	20	80
25	40	250	350	200	15	85	1080	20	100

10. Пережимки круглые и треугольные [16]



a	l_1	R	d	l_2	l_3
<i>Круглые</i>					
30	200	—	12	770	80
40	200	—	12	770	80
50	200	—	15	870	80
60	250	—	15	870	80
75	200	—	15	870	80
75	300	—	15	870	80
100	300	—	20	900	100
100	400	—	20	900	100
<i>Треугольные</i>					
20	125	2	6	770	30
20	175	2	6	810	40
30	150	3	6	860	40
30	200	3	6	1010	40
40	150	4	10	850	50
40	200	4	10	1000	50
50	200	4	10	1000	50
50	250	4	15	1000	50
70	250	4	15	940	60
70	300	4	15	980	60
85	300	5	20	970	80
85	350	5	20	1020	80
100	350	5	20	1400	100
100	400	5	25	950	100

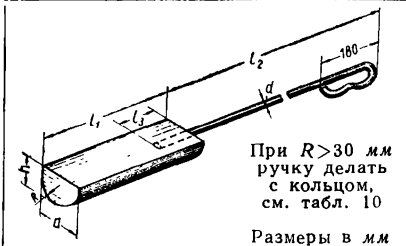
11. Топоры полукруглые [15] [16]



Размеры в мм

a	b	h	c	R	l ₁	l ₂	d	l ₃
3	16	40	12	15	10	850	6	50
3	18	40	16	20	10	850	6	50
5	20	50	20	25	12	850	8	50
5	20	50	25	30	14	850	8	50
5	22	60	30	35	14	850	8	50
5	24	65	35	40	16	850	12	50
6	26	70	40	50	16	950	12	50
6	30	80	45	65	18	950	12	50
8	30	85	45	75	18	950	12	50
8	32	90	45	80	18	950	15	80
10	34	100	50	100	20	950	15	80
12	38	125	55	150	24	950	15	80
12	40	140	65	180	26	950	15	80

12. Раскатки полукруглые [15] [16]

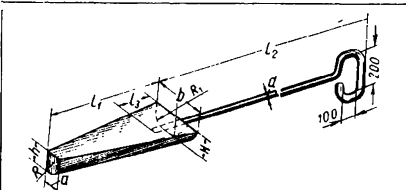


При $R > 30$ мм
ручку делать
с кольцом,
см. табл. 10

Размеры в мм

a	h	R	d	l ₁	l ₂	l ₃
50	30	30	10	300	1000	50
65	40	40	10	400	1000	50
80	50	50	12	500	1020	80
100	60	60	12	600	1020	80
120	80	80	15	700	1020	80

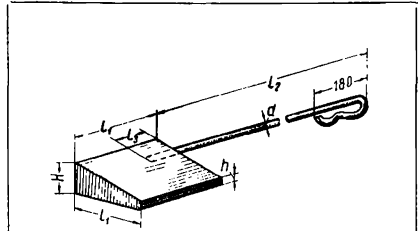
13. Раскатка полукруглая клиновья [15] [16]



Размеры в мм

a	h	R	b	H	R ₁	d	l ₁	l ₂	l ₃
100	75	50	280	100	150	25	500	1300	80

14. Подкладки клиновые (откосы) [15] [16]

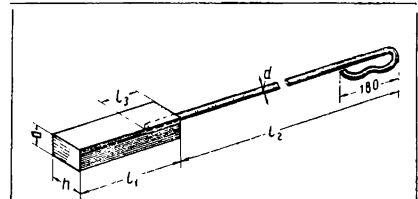


При $H > 30$ мм ручку делать
с кольцом, см. табл. 10

Размеры в мм

h	H	l ₁	d	l ₂	l ₃
10	20	100	8	750	50
15	30	120	8	750	50
20	40	140	8	950	50
30	55	155	12	1020	80
40	80	220	15	920	80
50	105	265	15	920	80

15. Просечки прямоугольные (обсечки) [15] [16]

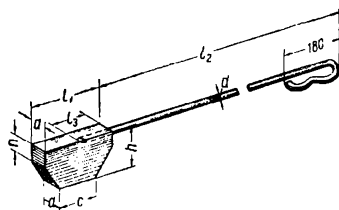


При $a > 30$ мм ручку делать
с кольцом, см. табл. 10

Размеры в мм

a	h	l ₁	d	l ₂	l ₃
15	20	150	6	810	40
20	25	200	8	1010	40
25	30	250	10	1050	50
30	35	300	12	1050	50
30	40	300	12	1040	60
30	40	350	12	1030	70
40	50	350	15	980	70
40	50	400	15	980	70
40	60	400	20	970	80
40	60	450	20	970	80
50	70	450	20	970	80
50	70	500	20	970	80
60	80	500	25	970	80
60	80	550	25	970	100
70	90	550	25	970	100
70	90	600	25	970	100

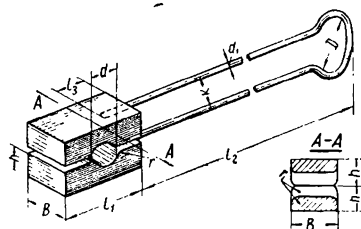
16. Просечки трапецеидальные [15], [16]



Размеры в мм

a	h	n	c	l_1	d	l_2	l_3
20	70	20	60	140	12	1000	40
25	80	30	60	140	12	1000	40
30	100	40	80	160	12	1200	40
30	110	40	100	200	15	1200	50
40	120	40	140	240	15	1200	50

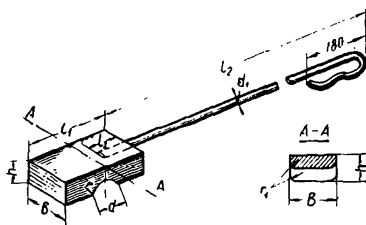
17. Обжимки круглые пружинные [15], [16]



Размеры в мм

d	B	h	l_1	r	r_1	D	d_1	K	l_2	l_3
12 и 14	50	30	70	5	5	80	12	30	600	40
16—20	90	40	80	5	5	120	12	40	655	40
22 и 25	110	40	80	7	10	120	12	40	655	40
28 и 30	120	45	90	7	10	120	15	46	790	45
32	120	45	100	7	10	120	15	46	780	45
36	130	50	110	7	10	120	15	46	780	45
38 и 40	130	50	110	7	10	150	15	50	770	50
45 и 50	140	60	120	7	10	150	15	60	760	55
55 и 60	140	60	140	10	10	150	18	60	840	55
65	150	60	160	10	15	150	18	70	820	60
70 и 75	160	70	160	10	15	150	18	70	820	60

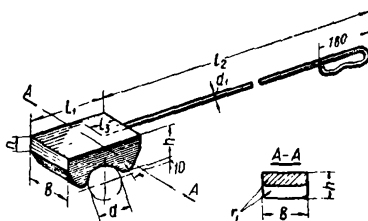
18. Обжимки круглые разъемные [15], [16]



Размеры в мм

d	B	h	l_1	r	r_1	d_1	l_2	l_3
80 и 85	150	80	170	14	10	8	900	50
90 и 95	150	90	180	16	10	8	900	50
100 и 105	150	100	190	18	12	8	900	60
110 и 115	160	110	200	20	12	20	1000	60
120 и 125	170	120	220	22	14	20	1000	65
130 и 135	180	130	230	24	14	20	1000	65
140	180	130	230	26	14	20	1000	70
145	180	140	240	26	14	20	1000	70
150	200	140	240	26	14	20	1000	70
160	220	150	240	30	14	20	1000	70
170	250	160	240	30	16	20	1000	70
180	280	170	240	30	16	20	1000	70

19. Обжимки для работы в вырезном бойке [15], [16]

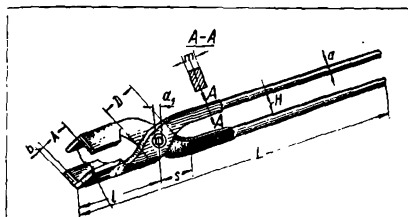


Размеры в мм

d	B	h	n	r	r_1	d_1	l_1	l_2	l_3
90	140	80	30	15	5	12	160	1100	40
100	140	85	30	15	5	12	180	1100	50
110	140	95	35	18	6	12	220	1100	50
120	150	100	35	20	8	20	240	1100	60
130	150	110	40	20	10	20	250	1200	60
140	150	120	40	25	15	20	260	1200	60

Поддерживающий инструмент дляковки на молотах (табл. 20—26)

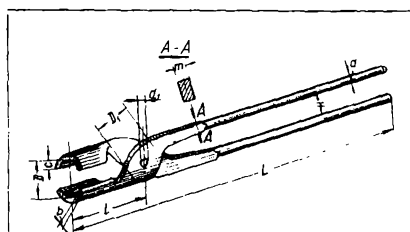
20. Клещи продольные с квадратными губками [16]



Размеры в мм

A	b	D	d ₁	d	m	H	L	l
25	6	35	14	10	12	40	625	75
30	6	35	14	10	12	50	625	75
40	6	42	14	12	14	60	695	95
50	7	46	17	12	14	70	710	110
60	7	50	17	12	14	75	775	125
70	8	55	17	14	18	80	775	125
80	8	58	17	14	18	90	840	140
100	9	66	20	16	20	100	860	160
125	10	70	23	16	22	110	880	180
150	11	75	23	18	24	110	1000	200

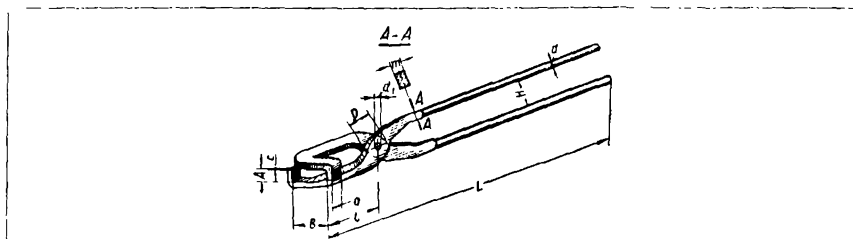
21. Клещи продольные с круглыми губками [16]



Размеры в мм

D	b	c	D ₁	d ₁	d	m	H	L	l
15	3	5	28	11	8	9	50	575	70
30	5	10	34	11	9	10	55	625	85
50	6	16	42	14	12	12	60	700	95
75	7	24	52	17	14	16	80	750	125
100	8	32	58	20	16	18	90	825	140
125	9	40	66	23	16	20	100	850	160
140	10	45	63	23	16	20	100	900	175

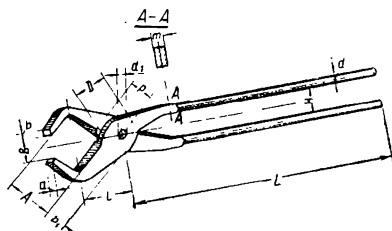
22. Клещи продольные с прямоугольными губками [16]



Размеры в мм

A	B	a	c	D	d ₁	d	H	m	L	l
25	25	18	10	32	11	10	50	10	575	75
30	28	20	12	35	14	10	60	10	635	85
40	38	22	14	38	14	12	60	12	695	95
50	46	24	16	42	17	14	70	14	760	110
60	52	26	18	45	17	14	70	16	775	125
80	65	28	24	52	20	14	90	18	840	140
100	75	30	26	58	20	16	100	20	860	160
125	115	35	35	70	23	18	120	24	950	200
150	125	38	40	76	23	18	130	26	1025	225

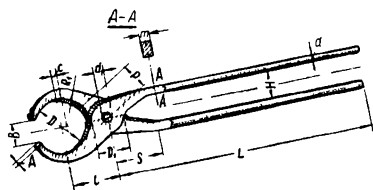
23. Клещи поперечные с квадратными губками [16]



Размеры в мм

A	B	a	b	b ₁	D	d ₁	d	p	t	H	L	l
70	37	18	6	30	44	14	10	30	12	80	825	70
100	50	20	8	34	50	14	12	32	14	90	925	90
140	75	23	10	43	56	17	12	34	16	100	1025	125
180	95	26	12	50	62	17	14	38	18	120	1250	155

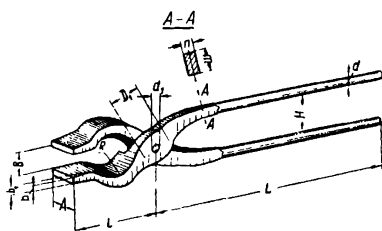
24. Клещи поперечные с круглыми губками [16]



Размеры в мм

D	A	D ₁	d ₁	d	H	t	B	c	p	L	l	R
50	10	25	11	8	70	10	20	4	20	700	45	34
75	15	30	11	10	80	10	30	6	25	700	53	50
100	28	50	14	12	90	18	50	8	32	700	82	66
125	28	54	17	12	100	20	62	9	34	800	98	80
150	32	58	17	14	110	22	75	10	36	900	114	94
175	36	62	17	14	120	24	90	11	38	900	132	110
200	36	66	20	14	130	26	110	12	40	950	152	130
250	36	70	20	16	140	28	125	14	43	950	172	160

25. Клещи продольно-поперечные плоские [16]

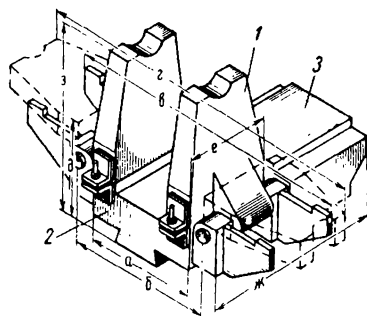


Размеры в мм

B	A	b	b ₁	D ₁	d ₁	d	H	m	n	L	l	R
12	20	7	9	30	11	10	50	11	10	700	100	14
16	25	8	10	32	11	10	55	12	12,5	715	115	18
20	25	9	11	35	14	12	60	13	12,5	830	130	22
32	30	11	13	42	14	14	70	14	15	865	165	35

26. Стойки для раскатки комбинированные с бойком [19]

Детали: 1 (стойка), 2 (опора), 3 (боек)
изготавливают из стали марки 50.

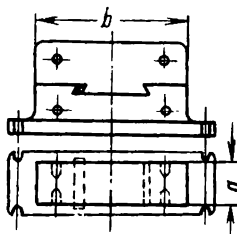


Размеры в мм

Вес падающих частей молота в кг	a	б	в	г	д	е	ж	з
2000	500	660	1200	1636	460	400	1085	750
3000	500	660	1224	1540	500	400	960	700
3000	700	900	1800	2420	600	500	1200	1040
5000	800	1020	2100	2690	690	680	1688	1215

Технологический инструмент для ковки на прессах (табл. 27—42)

27. Плоские бойки для ковочных прессов [10], [15]

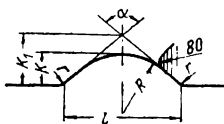


Размеры в мм

Усилие пресса в т	Ширина а	Длина б	Радиус скругления рабочей кромки
800	220—260	650—900	15
1 250	280—330	900—1200	20
2 000	360—420	1300—1500	25
3 200	450—520	1500—1700	30
5 000	550—700	1900—2100	35
6 000	600—750	2100—2300	40
8 000	700—850	2500—2700	50
10 000	800—950	2900—3100	80
15 000	1000—1150	3200—3500	100

Примечание. Бойки выполняют цельными и составными из остова, закрепленного на поперечинах пресса и сменных накладок (наставок) или вкладышей (в случае вырезных бойков).

28. Ориентировочные размеры рабочей части вырезных бойков



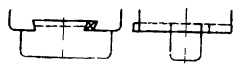
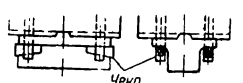
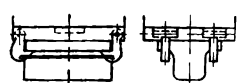
Размеры в мм

Усилие пресса в т	l	K	K ₁	R	r
2000— 3200	450 600 800 1350	145 200 230 360	—	160 225 275 380	100
2000— 3200	350 620 950 950	—	110 195 265 300	50 100 300 150	100
10 000	1500 2250	—	380 670	400 690	150

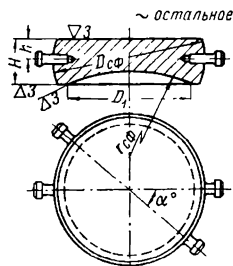
29. Типы рабочих поверхностей бойков и их эксплуатационные характеристики [10]

Форма ручки	Типы бойков	Уширение	Пластичность вытягиваемого металла	Качество поверхности при одинаковых условиях деформации	Интенсивность вытяжки при постоянном обжатии
1	Радиальные	Практически отсутствует	Весьма малая	Весьма высокое	Весьма высокая
2	Ромбические	Незначительное	Малая	Пониженное	Высокая
3	Ромбические	Среднее	»	»	»
4	Плоский и ромбический	»	Средняя	»	Средняя
5	Плоский и радиальный	»	»	Среднее	»
6	Плоский и ромбический	Значительное	»	Пониженное	»
7	Радиальные	Большое	Повышенная	Высокое	Пониженная
8	Плоские	Предельно большое	Высокая	Весьма низкое	Весьма низкая

30. Способы крепления верхних бойков к подвижной поперечине пресса [15]

Способ крепления	Характеристика и особенности способа	Применение
 <p>Клином за хвостовик. Уклон сделан в пазу поперечины. Шпонка продольная</p>	Практичен в эксплуатации, однако возможно заедание клина	При ковке на плоских бойках с помощью патрона и кантователя
 <p>На болтах чеками с уклоном 10°. Шпонка продольная и поперечная</p>	Необходимо постоянное наблюдение за натягом болтов	При частой смене бойков в процессе работы
 <p>Самозахватывающимися крючками с промежуточной плитой. Шпонки цилиндрические (2 шт.)</p>	Сложно в изготовлении и быстро выходит из строя при ковке на плоских бойках с патроном	При ковке в вырезных бойках и проведении частой осадки слитков и заготовок
 <p>Болтами; сухарь цилиндрический</p>	Сложно в изготовлении и неудобно в эксплуатации	При работе постоянным инструментом

31. Плиты верхние кованные для осадки слитков [17]

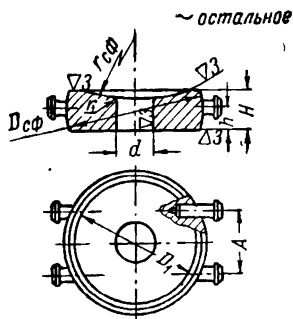


Размеры в мм

Усилие пресса в т	$D_{сф}$	$\sim D_1$	H	h	$r_{сф}$	α
1 250	1100	1000	250	100	1950	30
2 000	1300	1150	300	120	2300	30
3 200	1700	1550	400	160	3000	40
5 000	1950	1750	450	180	3400	40
6 000	2500	2250	600	240	4000	40
8 000	2900	2600	650	260	4600	40
10 000	3300	3000	750	300	5800	40

Примечание. Верхние плиты выполняют также литыми, а по форме рабочей поверхности, кроме того, плоскими.

32. Плиты нижние низкие кованные для осадки слитков [15], [17]



Размеры в мм

Усилие пресса в т	d	A	$D_{сф}$	$\sim D_1$	H	h	$r_{сф}$	r_1
1 250	320	500	1100	1000	250	125	1950	30
2 000	400	700	1600	1400	360	180	2800	40
3 200	500	900	2000	1800	500	250	3540	50
5 000	630	1050	2500	2250	700	350	4400	60
6 000	700	1300	2800	2550	700	350	4900	60
8 000	850	1400	3000	2750	700	350	5300	70
10 000	900	1500	3200	2950	700	350	5600	100

Примечание. Плиты нижние низкие выполняют также литыми, в частности квадратными в плане. Кроме низких, применяют высокие литые и кованные плиты.

33. Плиты нижние литые для осадки и кантовки слитков [17]

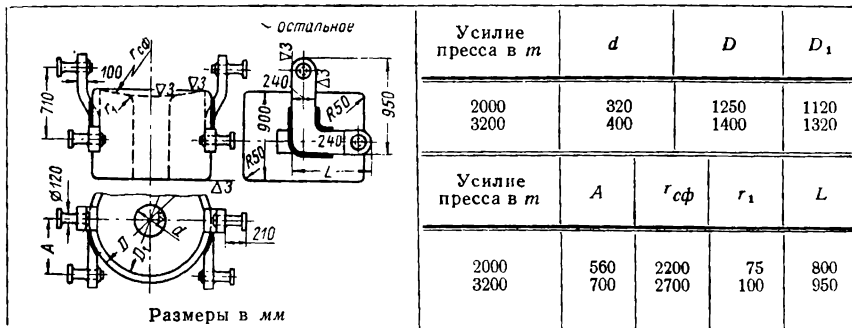
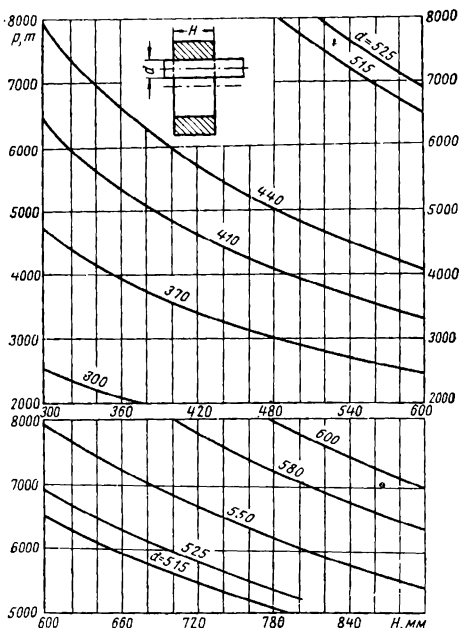
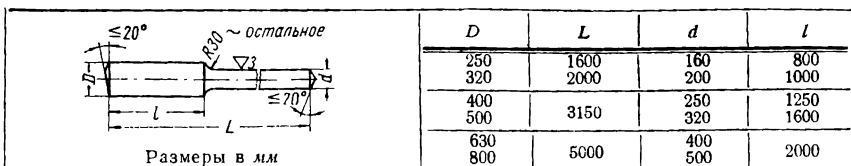


Рис. 1. График для выбора диаметра d оправки в зависимости от усилия P пресса и длины H кольцеобразной поковки (материал оправки $\sigma_{\theta} \geq 110 \text{ кг/мм}^2$ и $\delta \geq 12\%$; зазор между стойками и торцами поковки 10 мм)

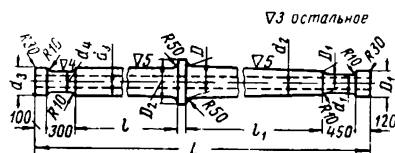


34. Оправки одноступенчатые для раскатки (при вращении манипулятором) [15], [17]



1. При вращении кантователем длины L и l увеличивают соответственно расстояниям от оси пресса до оси кантователя.
2. Выбор диаметра оправки см. график на рис. 1.

35. Оправки удлиненные для вытяжки (при вращении кантователем) [15], [17]



Размеры в мм

D	L	D_1	D_2	d_1	d_2	d_3	d_4	l	l_1	
220	8500	160	320	140	90	220	200	1400	6000	
250		190	380	170	100	250	230			
280		220	450	200	110	280	250			
320		260								240
360	9000	300	530	280		110	300	280	1920	5000
400		340	560	320						
450		390	600	370						
500	8000	450	670	420	120	320	300	1620	4000	
560		510	750	480						
630		580	800	550						
710		660	850	630						
800	6700	760	950	730	120	400	380	1620	4000	
900		860	1060	830						

Примечание. Осевое цилиндрическое отверстие диаметром d_2 служит для охлаждения оправки проточной водой.

36. Прошивки сплошные ($D > 200$ мм) [15], [17]

Размеры в мм	D	H	D_1	d	h	h_1	l	
	250	300	220	25	75	25	45	
		350	215		90		50	
		450	200					
	320	350	285	30	80	30	60	
		400	280		120			
		500	270					
	400	400	360	40	130	40	80	
	450	250	425		80			70
		500	400		150			80
	500	250	500	475	80	50	70	
450					220		100	

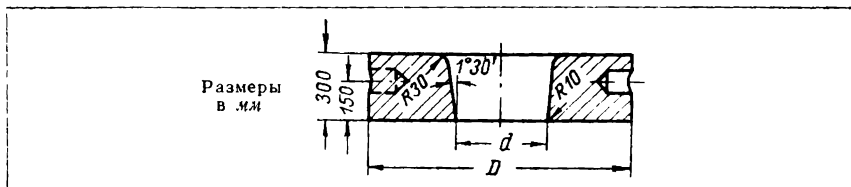
Примечание. При прошивке глубоких отверстий применяют надставки на прошивки с диаметром, немного меньшим D_1 .

37. Прошивки полые [17]

Размеры в мм		D	H	D_1	d	d_1	d_2	h	h_1	l	r	r_1
400	320	380	200	210	30	100	40	60	15	25		
											480	250
630	400	610	320	330	40	150	60	100	20	32		
710		690	360	370							60	80

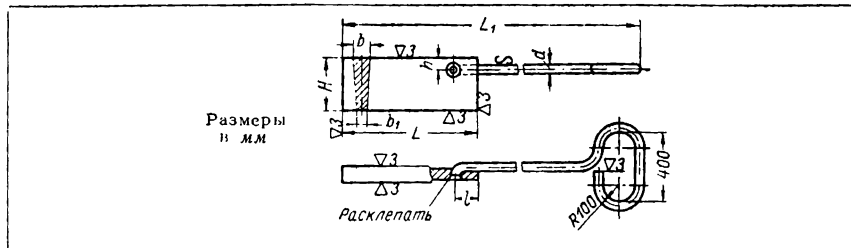
Примечание. При прошивке глубоких отверстий применяют полые надставки на прошивки с наружным диаметром, меньшим D_1 , и диаметром отверстия, большим d_1 .

38. Кольца для осадки



d	300	325	350	375	400	425	450	475	500	535	550	575
D	1200	1200	1200	1200	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
d	600	625	650	675	700	725	750	775	790	835	850	900
D	1200	1200	1200	1200	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500

39. Топоры двусторонние [15], [17]

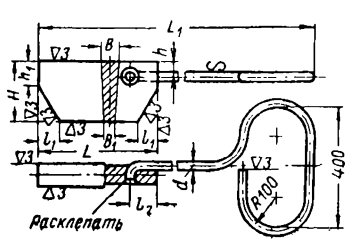


H	L	b	b_1	$\sim L_1$	d	l	h	H	L	b	b_1	$\sim L_1$	d	l	h
200	400	50	32	2600	25	100	50	320	500	60	40	3400	32	120	60
	500			2700					630			3800			
	630			2800					800			4000			
	800			3000					1000			4900			
	1000			3200					1250			4900			
250	630	50	32	3630	28	100	50	400	630	80	50	4100	36	140	70
	800			3830					800			4300			
	1250			4250					1000			4500			
									450			4750			

Примечания: 1. Крупные топоры изготавливают также с хвостовком, на который насаживают для работы съемную рукоятку.
2. Кроме двусторонних, применяют правые и левые односторонние и различные фасонные топоры.


40. Топоры двусторонние трапецидальные

Размеры в мм



H	L	L ₁	B	B ₁	l ₁	l ₂	d	h	h ₁
160	320	3150	45	25	60	80	20		
200	400	4000	50	32	75		28	36	55
250	500				90			40	65

41. Пережимки круглые [15], [17]

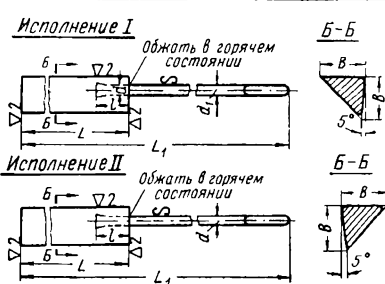


Обжать в горячем состоянии

Размеры в мм

D	L	~L ₁	l	d
55	630	3500	80	20
60				
70	800	3800	100	25
80	900	4300		
90	1000	4400	120	32
		4500		
100	1120	5000		
110	1250	5600		

42. Пережимки треугольные [15], [17]



Исполнение I

Обжать в горячем состоянии

Б-Б

Исполнение II

Обжать в горячем состоянии

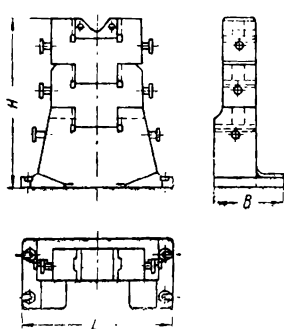
Б-Б

Размеры в мм

B	L	L ₁	l	d
125	800	3700	140	32
160	900	4300		36
200	1000	4850	180	40
250	1200	5450		45
320		5950		
400	1250	6050		50

Поддерживающий инструмент дляковки на прессах (табл. 43—44)

43. Стойки для раскатки [15], [17]

Размеры в мм	Усилие пресса (ориентировочно) в тс	<i>H</i>	<i>B</i>	<i>L</i>
			2000	1400
	3200	2000	800	2120
	5000	2360		2240
	10 000	2500	900	2650
		3500	1150	3500

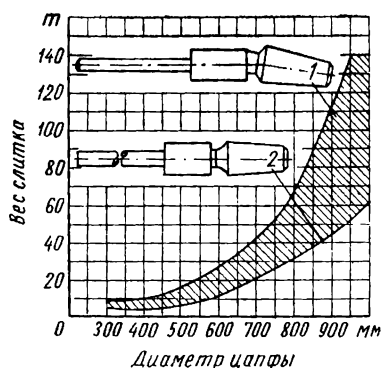


Рис. 2. Диаграмма для выбора диаметра цапфы под патрон в зависимости от веса слитка: 1 — цапфа изгибается; 2 — цапфа не изгибается [11]

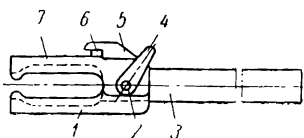


Рис. 3. Клещевой патрон: 1 — нижняя челюсть (неподвижная); 2 — ось подвижной челюсти; 3 — штанга-противовес; 4 — рычаг для открытия патрона; 5 — выступ на штанге, под который закладывается планка; 6 — планка; 7 — подвижная челюсть

44. Патроны дляковки слитков [12], [16]

Диаметр хвостовика слитка	Размеры в мм			
	<i>D</i>	<i>L₁</i>	<i>D₁</i>	<i>L</i>
300	320	7 180	300	2000
380	400	9 620	380	2240
480	500	10 250	450	2500
600	630	11 480	480	2800
820	860	12 850	800	3650

При ковке с манипулятором необходимость в патроне отпадает. Диаметр цапфы слитка выбирают по графику рис. 2 [11].

Патрон клещевого типа (рис. 3) не требует оттяжки цапфы. Прибыльная (донная) часть слитка подается в челюсти патрона краном.

Материал для инструмента и некоторые правила его изготовления и эксплуатации

1. Ковочный инструмент изготовляют из стали марок, указанных в табл. 45.

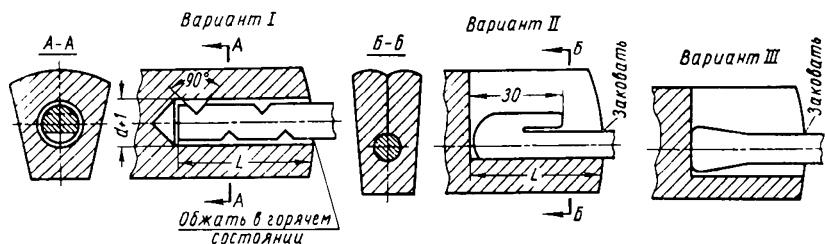


Рис. 4. Способы крепления и заделки вставных рукояток для инструмента

45. Сталь для инструмента

Инструмент	Марки стали
Бойки цельные, сменные надставки и вкладыши к бойкам	50, 50Г, 40ХН, 5ХНВ, 5ХГМ
Плиты для осадки, кованные	Ст.3, 35
литые	35Л
Топоры, просечки	35ХМ, 5ХНВ, 7Х3, 8Х3, 5ХГМ, 5ХНМ
Прошивни сплошные и пустотелые	40Х, 50Х, 5ХНВ, 5ХГМ
Надставки к прошивням	40, 50, 50Х
Пережимки, раскатки, подкладки	40, 45, 40Х
Обжимки	40, 45, 50, У7, 40Х
Оправки:	
для раскатки и вытяжки	35, 40, 50, 40ХН, 5ХГМ
калибровочные	50, 50Х, 5ХГМ
Кольца оправочные	50
Кольца для осадки	35, 50, 5ХГМ
Ручки к топорам и другому инструменту	Ст.3, 15, 20
Клещи	15, 20, 25, Ст.3
Патроны:	
головки	35Л, Ст.3
противовес	Ст.3
Стойки для раскатки: основание и подставка	35Л
вкладыши	5ХНВ

2. Ручки к оправкам, пережимкам и другому аналогичному инструменту закрепляют одним из способов, ука-

занных на рис. 4, с заковкой в горячем состоянии. Крепление ручек топоров показано на эскизах табл. 39 и 40.

3. Смещение ручек по отношению к чертежным размерам в месте крепления в топоре допускается: в продольном направлении до ± 5 мм, в поперечном направлении до $\pm 1,5$ мм.

4. Инструмент, особенно подвергаемый динамическим нагрузкам, следует подогревать до $150-250^{\circ}\text{C}$ (если нет технологических указаний о более высоком подогреве).

5. Инструмент для тяжелых молотов и всех прессов с целью снятия напряжений рекомендуется:
а) подвергать термической обработке не реже одного раза в полугодие;

б) равномерно охлаждать на воздухе в месте, защищенном от сквозняков и неравномерного действия источников тепла или охлаждения (влаги, поковки, инструмент и т. п.).

6. Прошивни, топоры и подобный им инструмент, подвергающийся значительному нагреву при эксплуатации, следует периодически контролировать по твердости и, в случае необходимости, подвергать повторной термической обработке.

Приспособления

Захватные приспособления наиболее распространенных типов представлены на рис. 5* и табл. 46.

Для подъема и перемещения подкладного инструмента при ковке на прессах применяют пневматические

* См. также конструкцию посадочной вилки, Гл. VII.

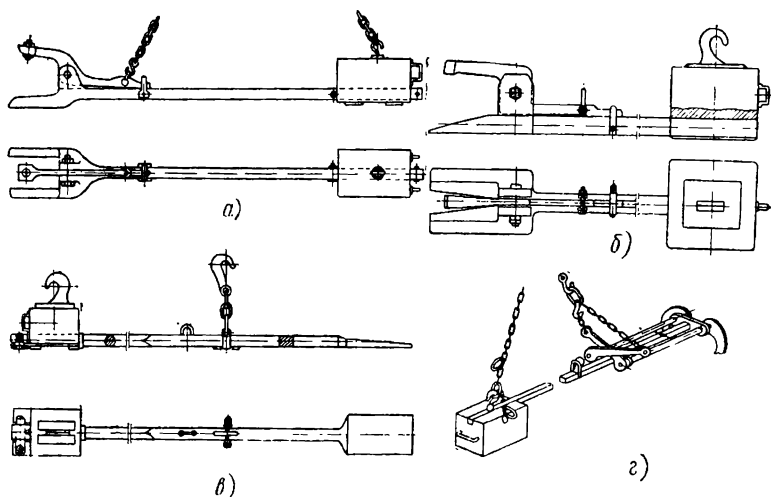


Рис. 5. Приспособления для посадки в печь заготовок и слитков небольшого веса и выдачи их из печи: а и б — вилки с противовесами и зажимными рычагами; в — лопата с противовесом; г — клещи с противовесами

подъемные столы с закрепленными роликами, обеспечивающими легкое поперечное перемещение инструмента в рабочую зону пресса. Для разворота заготовок в горизонтальной плоскости на прессах широко применяют шариковую плиту с пневматическим приводом (рис. 6, а [19]).

Верхняя часть плиты опирается на подпружиненные шарики, которые при нажиме пресса опускаются в соответствующие гнезда, и усилие через верхнюю часть передается непосредственно на нижнюю. Применение вращающейся плиты представляет большие удобства при разгонке полотен поковок типа турбинных дисков, особенно с использованием раздвижного бойка (рис. 6, б).

По аналогичному принципу изготовляют и приспособление для поворота верхней плиты, на которой обычно закрепляют раздвижные бойки, применяемые для секционнойковки.

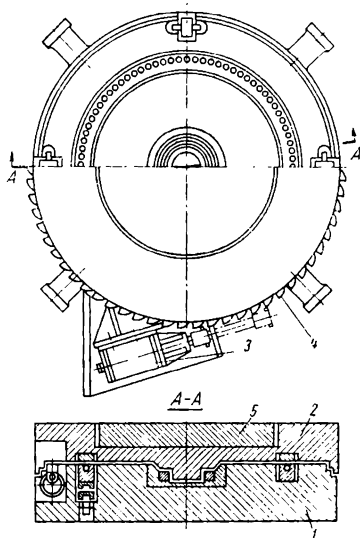
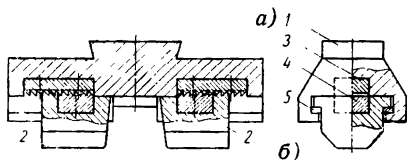
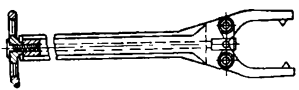
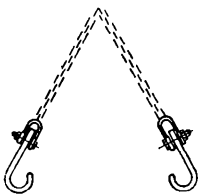
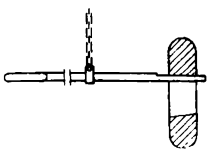
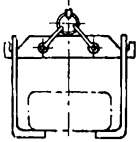
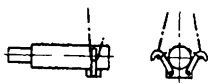


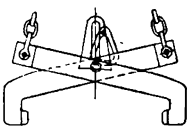
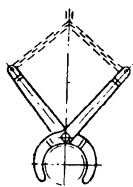
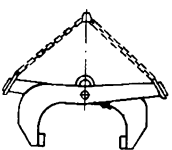
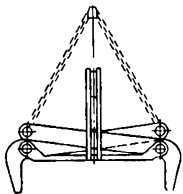
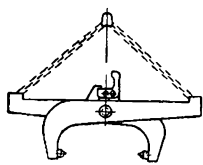
Рис. 6. а — нижняя поворотная плита с пневматическим приводом [19]: 1 — нижняя часть; 2 — верхняя часть; 3 — пневматический толкатель; 4 — зубчатка; 5 — вставка; б — раздвижной боек: 1 — основание; 2 — бойки; 3 — вкладыш верхний; 4 — вкладыш нижний; 5 — планка



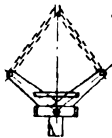
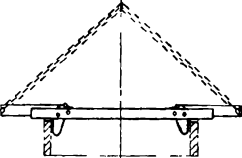
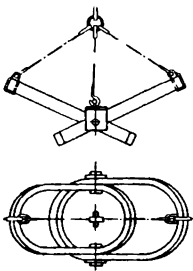
46. Типы захватных приспособлений для транспортировки заготовок и слитков

Продолжение табл. 46

Приспособление	Область применения
<p>Штанга с клещевым захватом</p> 	<p>Загрузка заготовок в печь и выгрузка из печи</p>
<p>Захваты с крюками</p> 	<p>Транспортирование поковок скоб, бандажей, колец</p>
<p>Лопата-штырь</p> 	<p>Загрузка заготовок в печь и выгрузка из печи</p>
<p>Траверса со свободно висящими захватами</p> 	<p>Транспортирование тонких цилиндрических заготовок</p>
<p>Скоба</p> 	<p>Установка обжатых слитков в вертикальное положение и передача для осадки</p>

Приспособление	Область применения
<p>Клещи зажимные полуавтоматические</p> 	<p>Захват и транспортирование невысоких поковок</p>
<p>Клещи охватывающие*</p> 	<p>Захват и транспортирование поковок и слитков</p>
<p>Клещи зажимные: для легких поковок</p> 	<p>Захват и транспортирование поковок любой формы</p>
<p>Для тяжелых поковок</p> 	
<p>Клещи зажимные с кернами и защелкой</p> 	<p>Захват и транспортирование поковок любой формы и установка их в вертикальное положение</p>

Продолжение табл. 46

Приспособление	Область применения
Клещи разжимные с внутренним захватом 	Захват и транспортирование поковок с отверстием
	Захват и транспортирование поковок бандажей и колец
Клещи зажимные с кольцеобразным клещевинами 	Захват и транспортирование круглых слитков в вертикальном положении

* См. также гл. VII.

КОВОЧНЫЕ ОПЕРАЦИИ

Осадка

Осадку применяют, когда необходимо:

получить поковку или участок ее с поперечным сечением, большим, чем сечение заготовки или слитка; увеличить уковку; уменьшить анизотропию механических свойств и улучшить эти свойства в осевом и поперечных направлениях поковки; более равномерно распределить и измельчить карбиды в сталях карбидного класса; выровнять торцевые поверхности заготовки

и увеличить поперечное сечение перед прошивкой.

Осадка в целях увеличения уковки, уменьшения анизотропии механических свойств следует пользоваться с учетом того, что уковка положительно влияет до известного предела и что улучшение механических свойств в поперечных направлениях приводит к сужению их в осевом направлении.

Неравномерность нагрева способствует в процессе осадки искривлению продольной оси и смещению ликвиционных зон.

Слитки с подкорковыми дефектами надо предварительно обжимать для заварки последних, чтобы предотвратить их вскрытие в процессе осадки.

Степень деформации при осадке выражается в процентах:

$$\varepsilon = \frac{H_0 - H_1}{H_0} \cdot 100\%,$$

где H_0 и H_1 — исходная и конечная высоты заготовки.

В обычных условиях осадки в результате неравномерности деформации заготовка приобретает бочкообразную форму. Повышению равномерности осадки способствуют: 1) уменьшение трения на поверхности контакта металла с инструментом путем повышения чистоты его обработки и применения (при осадке на прессе) смазок; 2) использование нагретых прокладок толщиной 15—20 мм между инструментом и торцами заготовки из низкоуглеродистой стали; применение плоских выточек для удержания смазки на торцах заготовки глубиной 1—3 мм при ширине 1—2 мм.

В качестве смазок используют сухие древесные опилки, стеклосмазки (см. гл. XX), графит с машинным маслом, водный раствор коллоидного графита (5—10%) и жидкого стекла (15—20%) и др. Определение величины бочкообразности поковки приведено в литературе [14].

Во избежание продольного изгиба (искривления) не рекомендуется осадка заготовок с отношением высоты к диаметру или к меньшей стороне сечения больше 2,5.

Исправление возникшего искривления в поковке необходимо проводить

немедленно (рис. 7). По мере ликвидации искривления по способу рис. 7, а контактную поверхность увеличивают до полного перекрытия всего торца заготовки. При применении способа рис. 7, б окончательное исправление проводят способом рис. 7, а. В малопластичных сталях при ковке по способу (рис. 7, б) могут образоваться глубокие поперечные трещины на вогнутой части.

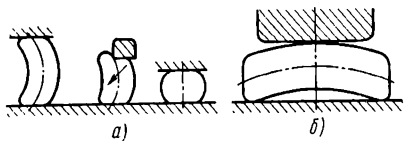


Рис. 7. Исправление изгиба при осадке

Разновидности осадки. 1. Осадка заготовок или слитков без хвостовика для получения поковок типа дисков или под последующую прошивку.

2. Осадка заготовок или слитков с хвостовиком (выступом) для получения поковок с местным утолщением (высадка) или как предварительная операция перед последующей вытяжкой. В качестве инструмента применяют плоские или вогнутые плиты, причем в нижней плите есть отверстие для хвостовика.

3. Осадка (высадка) в подкладных кольцах для получения поковок типа фланцев и дисков с одним или двумя выступами.

Отверстия в кольцах выполняют обычно с уклоном до 7° к высываемой части в зависимости от сложности извлечения поковки из колец. При высадке средней части заготовки с применением двух колец уклон по внутреннему отверстию одного кольца обязательен.

Выбор молота. Вес падающих частей молота, необходимый для осадки заготовки круглого или квадратного сечения, можно определить по формуле [28]

$$G = 1,7 \left(1 + 0,17 \frac{D_1}{H_1} \right) \sigma_s \epsilon_K V.$$

где D_1 и H_1 — диаметр и высота заготовки после осадки в мм; σ_s — напряжение текучести металла при темпе-

ратуре осадки, приблизительно равное пределу прочности при той же температуре (см. гл. I стр. 34) в кг/мм^2 ; ϵ_K — степень деформации за последний удар, принимается $\epsilon_K = 0,025$ — для крупных и $\epsilon_K = 0,060$ — для мелких поковок; V — объем заготовки в см^3 .

На рис. 8 по данным Уралмашзавода приведена диаграмма для выбора веса

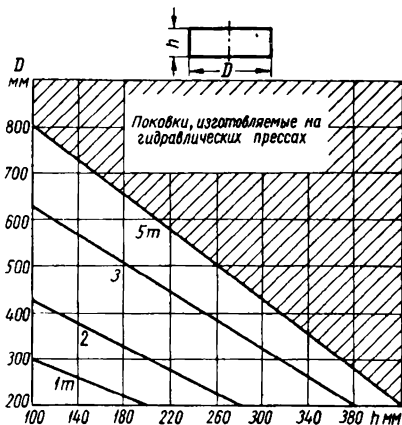


Рис. 8. Диаграмма для выбора веса падающих частей молота дляковки поковок типа шестерен [12]. (Поковки с размерами $D < 200$ мм и $h < 100$ мм рекомендуется изготавливать на молотах с весом падающих частей 750 кг и ниже)

падающих частей молота при ковке с осадкой поковок шестерен (без помощи манипулятора).

Пример. Определить вес падающих частей молота для осадки заготовки из стали $\sigma_s = 60 \text{ кг/мм}^2$ с исходными размерами $D_0 = 160$ мм, $H_0 = 300$ мм до высоты $H = 100$ мм. Предел прочности стали при температуре осадки 1200°C , $\sigma_s = 2,2 \text{ кг/мм}^2$ (гл. I, табл. 17); принимаем $\epsilon_K = 0,03$.

1. Средний диаметр после осадки

$$D_1 = D_0 \sqrt{\frac{H_0}{H}} = 160 \sqrt{\frac{300}{100}} = 277 \text{ мм.}$$

2. Объем заготовки

$$V = \frac{\pi D_0^2 H_0}{4} = \frac{3,14 \cdot 16^2 \cdot 30}{4} = 6050 \text{ см}^3.$$

3. Вес падающих частей молота

$$G = 1,7 \left(1 + 0,17 \frac{277}{100} \right) 2,2 \cdot 0,03 \cdot 6050 \approx 1000 \text{ кг.}$$

Выбор прессы. Усилие прессы, необходимое для осадки заготовки круглого и квадратного сечения, можно определить по формуле [30]

$$P = \psi \left(1 + 0,17 \frac{D_1}{H_1} \right) \sigma_g F,$$

где ψ — масштабный коэффициент (гл. I, табл. 18); F — площадь поперечного сечения поковки после осадки в мм².

Остальные обозначения те же, что и в предыдущей формуле.

Пример. Определить усилие прессы, необходимое для осадки заготовки из стали с $\sigma_g = 60$ кг/мм² с исходными размерами $D_0 = 740$ мм, $H_0 = 1200$ мм до высоты $D_1 = 600$ мм. Предел прочности стали при температуре осадки $\sigma_g \approx \sigma_g = 2,2$ кг/мм² (гл. I, табл. 17), $\psi \approx 0,75$ (гл. I, табл. 18).

1. Средний диаметр после осадки

$$D_1 = D_0 \sqrt{\frac{H_0}{H_1}} = 740 \sqrt{\frac{1200}{600}} = 1045 \text{ мм.}$$

2. Площадь поперечного сечения поковки после осадки

$$F = \frac{\pi D_1^2}{4} = \frac{3,14 (1045)^2}{4} = 860\,000 \text{ мм}^2.$$

3. Усилие прессы

$$P = 0,75 \times$$

$$\times \left(1 + 0,17 \frac{1045}{600} \right) 2,2 \cdot 860\,000 \approx 1\,840\,000 \text{ кг,}$$

г. е. пресс порядка 2000 т.

Протяжка (вытяжка)

Протяжка преимущественно применяется как формообразующая операция, а также как операция, которая способствует завариваемости внутренних дефектов (пустот) и улучшает механические свойства металла в осевом направлении заготовки.

Для обеспечения при протяжке более равномерной деформации по сечению и длине, а также для лучшей заковки внутренних дефектов (пустот) необходимо соблюдать следующие условия:

1. Относительную подачу надо принимать в пределах $0,5 < \frac{l}{h} < 1$, где l — величина подачи; h — размер сечения в направлении приложения усилия.

Если величина подачи меньше величины обжатия ($H_0 - H$), образуются зажимы и заковы. Зажимы и заковы могут возникнуть и при нормальном соотношении между подачей и глубиной обжатия при непараллельном положении оси заготовки относительно плоскости бойков.

2. Границы подач следует смещать после каждого прохода. Более благоприятной является протяжка с последовательным обжатием по всей длине перед кантовкой.

Ковку участками — «поясами» — при обычной конструкции бойков (с параллельными рабочими поверхностями) следует допускать только в технологически неизбежных случаях (например, при протяжке полых поволоков с оправками) или при получении коротких участков.

3. Обжатия следует осуществлять максимально возможные, допускаемые пластичностью металла при данной схеме напряженного состояния. Исключение составляет первоначальная протяжка слитков, когда обжатия рекомендуются в пределах 20—60 мм на размер. При большей величине обжима могут вскрыться подкорковые пузыри, в результате чего на поковке окажутся поверхностные дефекты.

При отсутствии в слитках подкорковых дефектов данная предосторожность излишня.

В табл. 47 [13] приведены степени деформации, допустимые при протяжке некоторых малопластичных сталей на прессах. Пластические свойства углеродистой и среднелегированной конструкционных сталей практически не ограничивают степени деформации.

Протяжка производится на плоских, вырезных и комбинированных бойках (верхний плоский, нижний вырезной). При ковке под молотами вместо вырезных бойков чаще используют обжимки. Производительность протяжки на вырезных бойках на 20—40% выше, чем на плоских.

Типы рабочих поверхностей бойков и их характеристики даны в табл. 29.

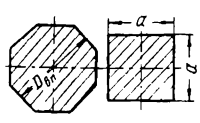
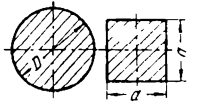
В табл. 48 [15] приведены данные для выбора минимальных размеров различных сечений заготовок в зависимости от сечения поковки при нормальной величине относительной

47. Допустимые степени деформации в % (не более) для различных операций¹ [13]

Марка стали	Ковка цапфы	Обжим ребер и граблей	Протяжка		Раскатка с оправкой
			на круг	с оправкой	
3X19H9MBBT; 4X12H8Г8МФБ; 1X16H13M2Б; X18H9T; X18H12T; X23H18	6/50	—	—	—	—
X23H18	—	5/12	—	—	—
3X19H9MBBT; 4X12H8Г8МФБ; 1X16H13M2Б; X18H9T; X18H12T	—	6/25	—	20/30	—
X23H18	—	—	8/14	—	—
XH35BT	—	5/16	8/15	—	—
3X19H9MBBT; 4X12H8Г8МФБ; 1X16H13M2Б; X18H9T; X18H12T	—	—	17/35	—	—
3X19H9MBBT; 4X12H8Г8МФБ; X18H9T; X18H12T; X23H18	—	—	—	—	20/30
2X13; 3X13	Не регламентируется	8/40	17/40	8/30	25/50

¹ В числителе — за проход, в знаменателе — за операцию.

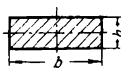
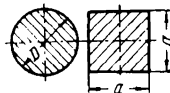
48. Минимальные размеры сечения заготовок для различных форм сечения поковок [15], [18]

Форма и размеры сечения	Формулы для расчета
	$D_{\text{вп. min}} = 1,42a;$ $a_{\text{max}} = 0,705D$
	$D_{\text{min}} = 1,5a;$ $a_{\text{max}} = 0,67D$

подачи, но без учета необходимой уковки.

Определить минимальный размер стороны сечения квадратной заготовки для получения поковок прямоугольного сечения в зависимости от относительной подачи можно, воспользовавшись номограммой, представленной на рис. 9 [26].

Продолжение табл. 48

Форма и размеры сечения	Формулы для расчета
Исходный круг диаметром D 	$D_{\text{min}} = \frac{2b + h}{3};$ при $b \geq 800 \text{ мм}$ $D_{\text{min}} = \frac{2b + h}{3} + (50 \div 70) \text{ мм}$
	$a_{\text{min}} = 0,97D$ $D_{\text{max}} = 1,03a$

Разновидности протяжки. Протяжку с оправкой производят при соотношениях габаритных размеров полов детали $\frac{D_i}{d} > 1,5$ и $\frac{H}{D-d} > 1$.

Раскатку (раздачу) на оправке выполняют при соотношениях $\frac{D}{d} < 1,5$ и $\frac{H}{D-d} > 1$.

При соотношении габаритных размеров $\frac{D}{d} \leq 2,5$ и $\frac{H}{D-d} = 0,4 \div 1,7$ можно применять прошивку с незна-

Протяжку с оправкой необходимо производить на комбинированных (верхний—плоский, нижний—вырезной) и на вырезных бойках.

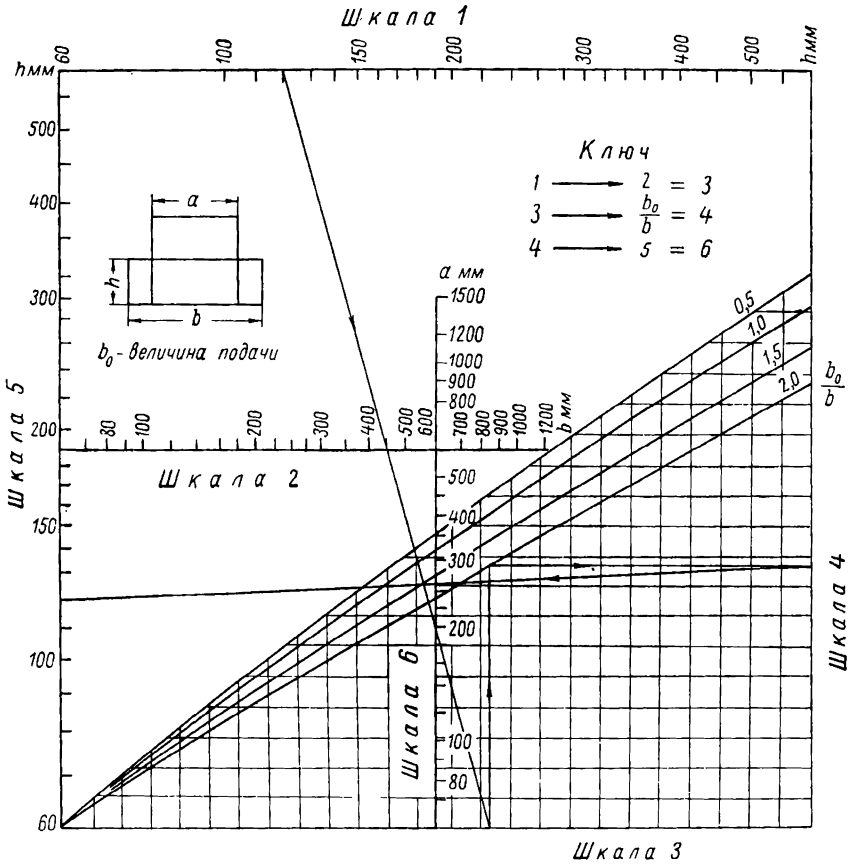


Рис. 9. Номограмма для определения стороны квадратной заготовки, необходимой для прямоугольной поковки [26]

чительной протяжкой или прошивку с незначительной раскаткой; D — наружный диаметр детали; d — диаметр отверстия; H — длина (высота) детали.

Расплющивание проводят при большой подаче без кантовки или с кантовкой, при которой сглаживают волнистость по ширине.

Если толщина стенки поковки меньше половины диаметра оправки, то протяжку ведут на вырезных бойках; при толщине стенки поковки, большей половины диаметра оправки, протяжку можно производить на комбинированных бойках. Ширину вырезных бойков или подачу обычно принимают 0,45—0,5 нормальной ширины плоских бойков.

Заготовку надо устанавливать на оправку на некотором расстоянии от ее бурта с таким расчетом, чтобы при протяжке конца заготовки металл упирался в бурт и внутренняя поверхность продвигалась в сторону меньшего диаметра конуса оправки, облегчая тем самым снятие заготовки с оправки.

Обжим ведут в одном направлении — к бурту оправки. При нарушении этих правил удаление оправки затрудняется. Повороты вокруг продольной оси производят равномерно на одинаковый угол, чтобы получить поковку с одинаковой толщиной стенки и ровными торцами. Концы заготовки протягивают в первую очередь, заканчивая операцию при температуре на 100—150° С выше обычной температуры

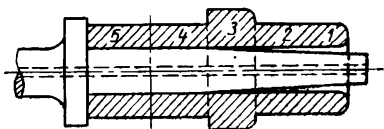


Рис. 10. Полая поковка

конца ковки. Оправки перед ковкой следует подогревать до 150—250° С, а рабочую поверхность смазывать. Выбоины и вмятины на рабочей поверхности оправок не допускаются. Влияние последовательности операций протяжки на условия снятия поковки с оправки видно из разбора возможных вариантов протяжки поковки, приведенной на рис. 10 [11].

1. Если протяжку участков до поковочных размеров производить в порядке 1; 2; 4; 5; 3, то участки 5 и 3, откованные в последнюю очередь, будут плотно прилегать к оправке, что затруднит снятие поковки. На конечном участке 5 вследствие низкой температуры ковки возможны трещины. Кроме того, перед ковкой трудно определить место заготовки на оправке для получения быстрого упора поковки в бурт оправки.

2. При протяжке участков до поковочных размеров в порядке 5, 4, 2, 1, 3 прилегание металла к оправке на участках 5 и 3 затруднит снятие поковки. На конечном участке 1, вытяжка кото-

рого заканчивается при низких температурах, возможны трещины.

3. При правильной последовательности протяжки участков сначала протягивают до поковочных размеров участок 5 (концевой пояс) с упором в бурт оправки, затем на промежуточный диаметр куют участок 4. Далее выполняют протяжку на окончательные размеры участков 1 (концевой пояс), 2 и 3. После этого заканчивают протяжку участка 4. Прилегание поковки к оправке будет только на участке 5 и незначительное — на участке 4. Чем короче участок 4, тем легче удаляется поковка. Положение заготовки на оправке определяется легко, так как вначале куют конец, находящийся у бурта. На конечных участках не будет трещин, так как ковка их происходит при высоких температурах. При предварительной протяжке участка 4 обнаруживают появление зажимов (при большой разнице в диаметрах фланца и вала). В случае их отсутствия участок 4 протягивают полностью после отковки участка 3. При такой последовательности ковки участки поковки будут смещаться по оправке с увеличением зазора между стенками полости и оправкой.

При окончательной ковке за один нагрев гладкой полой поковки последовательность переходов следующая:

1) заготовку помещают на оправку с таким расчетом, чтобы при протяжке в размер концевой части торец заготовки уперся в бурт оправки. Длину концевой части берут примерно равной ширине бойка;

2) протягивают в размер противоположный концевой части;

3) по направлению к бурту оправки последовательно производят протяжку заготовки по всей длине до поковочных размеров. Если при этом появляются зажимы и заковы, то заготовку сначала куют на промежуточный диаметр.

При ковке гладких полых поволоков с двух нагревов за первый нагрев протягивают концевой пояс у бурта оправки и пояс в середине заготовки, от которого в направлении к бурту оправки ведут ковку половины заготовки до поковочных размеров. После вторичного нагрева заготовку непрокованным концом помещают к бурту

оправки, протягивают концевой пояс, и от середины заготовки к бурту оправки ведут ковку в размер.

Если оправка не извлекается из поковки, то незначительно обжимают плотно прилегающие к оправке места на плоских бойках. При наличии на прессе подвижного стола для удаления оправки верхний боек упирают в выступ поковки или в выступ специальной муфты, надеваемой на оправку перед протяжкой, а кромку нижнего бойка упирают в бурт оправки; при движении подвижного стола оправка извлекается из поковки.

Муфта обеспечивает необходимое расстояние для входа бойков между буртом оправки и поковкой. Применение муфт особенно необходимо при гладких поковках, когда отсутствует возможность упора верхнего бойка. Для извлечения оправки иногда применяют нагрев поковки вместе с оправкой и затем быстрое охлаждение последней водой. Наиболее рационально применять для извлечения оправки стационарные или переносные гидравлические экстракторы.

Раскатку (раздачу) ведут на оправке, опирающейся с двух сторон на стойки. Высоту кольцевой заготовки перед раскаткой с учетом уширения находят по диаграмме Уралмашзавода (рис. 11).

Пример. Определить высоту заготовки под раскатку для поковки с размерами: $D = 982$ мм; $D_g = 822$ мм; $H = 200$ мм; диаметр прошиваемого отверстия $d = 200$ мм.

Требуемая высота заготовки перед раскаткой (с учетом отходов — коэффициент 1,05) $h = 1,05KH$.

Коэффициент уширения по диаграмме (рис. 11) для $\frac{D_g}{d} = \frac{822}{200} \approx 4,1$ и $\frac{H}{D} = \frac{200}{982} \approx 0,204$ ($< 0,3$) равен $K = 0,77$. Тогда $h = 1,05 \times 0,77 \times 200 = 162$ мм.

При раскатке на прессах приближенно определить уширение (коэффициент K) можно по табл. 49 [12]*.

Выбор молота. Вес падающих частей молота для протяжки может быть определен по формуле [1], [28].

$$G = 1,7v \left(1 + 0,17 \frac{l}{h_0} \right) \sigma_s \varepsilon h_0 b_0 l,$$

* Расчет раскатки предложен в работе [29].

где G — вес падающих частей в кг; v — коэффициент, учитывающий форму бойков (для плоских $v = 1,0$, для круглых вырезных $v = 1,25$); l — величина подачи в см; h_0, b_0 — высота и ширина заготовки в см (при протяжке круглой заготовки в круглых вырезных

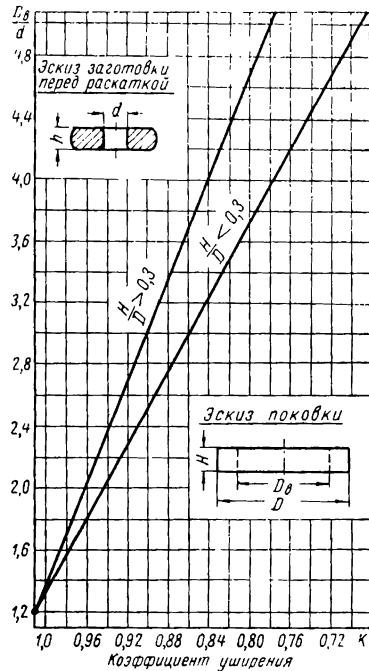


Рис. 11. Диаграмма для определения высоты заготовки перед раскаткой на молотах [15]. Высота h осаженой заготовки перед раскаткой (с учетом припуска для правки торцов поковки) определяется по формуле $h = 1,05KH$

бойках принимают $h_0 = b_0 = d$; d — диаметр заготовки) в см; σ_s — напряжение текучести при температуре вытяжки, приблизительно равное пределу прочности σ_g при той же температуре); ε — принимаемая степень деформации за 1 удар (выше критической для данной стали, но не более $\approx 0,3$).

Пример. Определить вес падающих частей молота для протяжки на плоских бойках ($v = 1$) заготовки из стали с $\sigma_g = 60$ кг/мм² с размерами $h_0 = b_0 = 10$ см при подаче $l = 10$ см и степени деформации за один удар $\varepsilon = 0,1$.

49. Ориентировочные значения коэффициента уширения K при раскатке кольцевых поковок на гидравлических прессах [12]

Наружный диаметр D в мм	Высота поковок H в мм										
	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
До 1500	0,70	0,82	0,90	0,93	0,95	0,95	0,95	—	—	—	—
1501—2000	0,60	0,70	0,80	0,85	0,88	0,90	0,92	0,93	0,94	—	—
2001—3000	—	—	—	0,70	0,80	0,85	0,90	0,92	0,93	0,93	0,95

Примечание. Высота заготовки $h = KH$.

Предел прочности стали, принимая температуру 1100°C , $\sigma_a = 3,6 \text{ кг/мм}^2$ (гл. I, табл. 17). $G = 1,7 \cdot 1,0 \left(1 + 0,17 \frac{10}{10} \right) 3,6 \cdot 0,1 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10 \approx 700 \text{ кг}$.

Вес падающих частей молота для ковки протяжкой гладких валов, валов

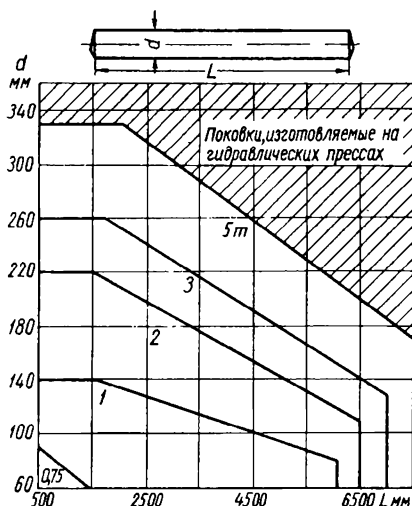


Рис. 12. Диаграмма для выбора веса падающих частей молота для ковки валов [12]. (Поковки, имеющие $d < 60 \text{ мм}$ и $L < 500 \text{ мм}$, рекомендуется изготовлять на молотах с весом падающих частей 500 кг и ниже)

с уступами и раскатных колец можно определить по диаграммам (рис. 12—14), построенным по данным Уралмашзавода.

В табл. 50 [27] приведены данные для ориентировочного выбора веса падающих частей молота для протяжки конструкционной стали.

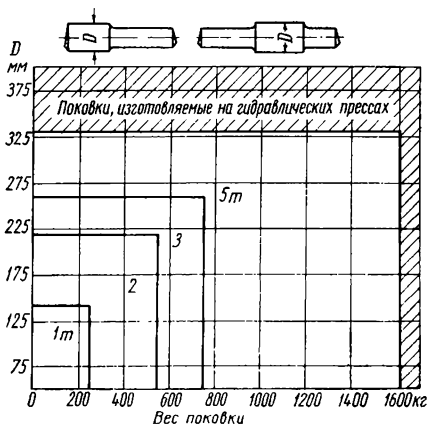


Рис. 13. Диаграмма для выбора веса падающих частей молота для ковки валов с уступами [12]. (Поковки весом менее 31 кг рекомендуется изготовлять на молотах с весом падающих частей 750 кг и ниже)

Выбор пресса. Усилие пресса, необходимое для протяжки, может быть определено по формуле [30]

$$P = v\psi \left(1 + 0,17 \frac{l}{h_0} \right) \sigma_s b_0 l,$$

где ψ — масштабный коэффициент (гл. I, табл. 18); l — величина подачи в мм; $h_0 b_0$ — высота и ширина заготовки в мм (при протяжке круглой заготовки в круглых вырезных бойках принимают $h_0 = b_0 = d$, где d — диа-

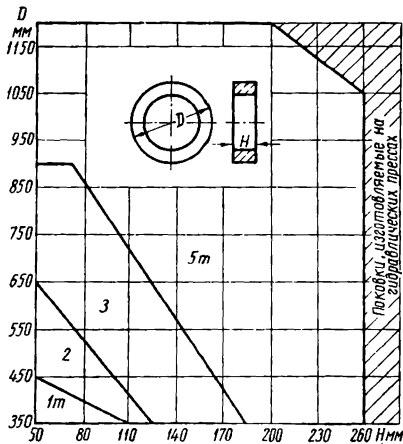


Рис. 14. Диаграмма для выбора веса падающих частей молота дляковки поковки типа колец [12]. (Поковки с размерами $D < 350$ мм и $H < 50$ мм рекомендуется изготовлять на молотах с весом падающих частей 750 кг и ниже)

метр заготовки в мм). Остальные обозначения те же, что и в предыдущей формуле.

Пример. Определить усилие прессы для протяжки на плоских бойках ($v = 1$) заготовки из стали с $\sigma_s = 60$ кг/мм² с размерами $h_0 = b_0 = 800$ мм при величине подачи $l = 600$ мм. Предел прочности стали, принимая температуру 1000° С, $\sigma_s = 3,6$ кг/мм². Вес металла, находящегося под бойками, при каждом нажиме приблизительно составляет $h_0 b_0 l_0 \gamma$, где γ — вес

50. Ориентировочный вес падающих частей ковочного молота для протяжки в зависимости от размеров сечения заготовки [27]

Вес падающих частей в кг	Сторона квадрата или диаметр исходной заготовки в мм при молотах			
	паровоздушных		пневматических	
	минимальная	максимальная	минимальная	максимальная
150	—	—	40	110
250	—	—	60	140
400	—	—	75	160
500	80	180	80	180
750	95	200	—	—
1000	110	230	—	—
1500	125	260	—	—
2000	140	280	—	—
3000	165	330	—	—
4000	180	370	—	—
5000	200	400	—	—

единицы объема, равный 7850 кг/м³; $0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,6 \cdot 7850 \approx 3000$ кг и $\psi = 0,75$ (гл. I, табл. 18); $P = 1,0,75 \left(1 + 0,17 \frac{600}{800} \right) 3,6 \cdot 800 \cdot 600 = 1\,400\,000$ кг, т. е. пресс порядка 1500 т.

В табл. 51 [27] приведены данные для ориентировочного выбора усилия прессы для протяжки конструкционной стали в зависимости от размеров исходного слитка.

51. Ориентировочное усилие прессы для протяжки в зависимости от размеров слитка [27]

Усилие прессы в т	Диаметр исходного слитка в мм		Усилие прессы в т	Диаметр исходного слитка в мм	
	минимальный	максимальный		минимальный	максимальный
500	200	550	3 200	1000	1600
800	300	800	4 000	1200	1900
1000	400	900	5 000	1400	2100
1250	500	1000	6 000	1600	2300
1600	600	1150	8 000	1900	2600
2000	700	1300	10 000	2100	2800
2500	850	1500			

Передача

Передача производится плоскими бойками в одной или двух плоскостях. Пережим металла обычно делают на глубину передачи. При передаче в одной плоскости (рис. 15, а) правую боковую грань верхнего бойка устанавливают в одной плоскости (линии передачи) с левой боковой гранью нижнего

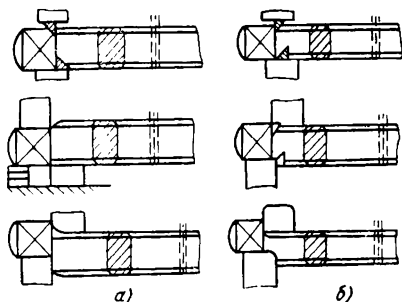


Рис. 15. Передача: а — в одной плоскости; б — в двух плоскостях

бойка. При передаче в двух плоскостях (рис. 15, б) после пережима металла левую боковую грань верхнего бойка ставят в одной плоскости с вертикальной стенкой верхнего пережима, а правую боковую поверхность нижнего бойка — в одной плоскости с вертикальной стенкой нижнего пережима. Свободный конец заготовки во время передачи необходимо поддерживать целью крана или опирать на подставку.

Утяжка металла в углах от пережима и передачи компенсируется увеличением размера заготовки в направлении передачи примерно на 25% поковочного размера. Этот запас металла по высоте используют в дальнейшем для получения (путем разгонки) острых углов.

Прошивка

Для прошивки применяют прошивни (рис. 16) сплошные и пустотелые. Часть металла, удаляемую вместе с прошивнем, принято называть выдирой. Диаметр прошивня выбирают примерно равным $1/2$ — $1/3$ наружного

диаметра заготовки. Для сплошных прошивней обычно его принимают до 500 мм, для полых — 400—1000 мм. Предельные диаметры отверстий для прессовых поковок регламентированы ГОСТом 7062—66 в зависимости от высоты и наружных размеров.

Прошивку заготовок можно проводить с одной стороны без поворота на 180° , применяя кольца, аналогичные показанным на рис. 16, б для полых прошивней.

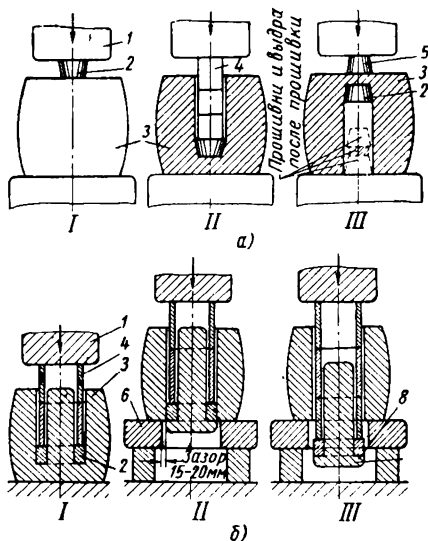


Рис. 16. Очередность переходов I, II, III при прошивке: а — сплошным прошивнем; б — пустотелым прошивнем; 1 — верхний боек; 2 — прошивень; 3 — прибыльная часть слитка; 4 — надставка; 5 — второй прошивень; 6 — кольцо

Перед прошивкой заготовку подвергают осадке, выравнивая торцы заготовки для точной установки прошивня.

При прошивке применяют смазку, чаще всего смесь графита с мазутом или с машинным маслом, а также толченый уголь, порошкообразный графит или смесь графита с коксом. Для нанесения смазки прошивень вдавливают в металл на глубину 10—30 мм и приподнимают. В образовавшееся углубление насыпают смазку и затем производят дальнейшее вдавливание прошивня. Применять смазку следует

осторожно, так как при ее горении образуются газы, стремящиеся вытолкнуть прошивень из металла. Поэтому верхний боек не следует поднимать над прошивнем выше расстояния, на которое он углубляется в заготовку.

При высоте заготовки, большей высоты прошивня, работу ведут с надставками. Усилие, необходимое для образования отверстия сплошным прошивнем, можно определить по формуле [28]

$$P = \sigma_s \left(2,0 + 1,1 \ln \frac{D}{d} \right) \frac{\pi d^2}{4},$$

где d — диаметр прошивня в мм; D — диаметр заготовки в мм; σ_s — напряжение текучести металла при температуре прошивки в кг/мм², приближенно равное пределу прочности σ_b при той же температуре.

Пример. Определить усилие прошивки заготовки из стали с пределом прочности $\sigma_b = 60$ кг/мм² при $d = 250$ мм и $D = 750$ мм и температуре прошивки 1000° С. При указанной температуре $\sigma_b = 5,4$ кг/мм².

$$P = 5,4 \left(2,0 + 1,1 \ln \frac{750}{250} \right) \frac{\pi 250^2}{4} = 850\,000 \text{ кг. т. е. } 850 \text{ т.}$$

Усилие прошивки заготовок из углеродистых и среднелегированных ста-

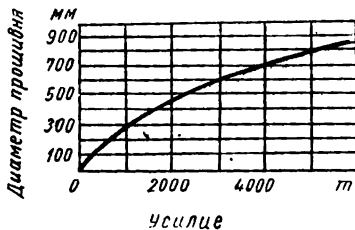


Рис. 17 Диаграмма для определения усилия прошивки сплошным прошивнем [11]

лей сплошными прошивнями приближенно можно определить по диаграмме (рис. 17) [11].

Закручивание

Чтобы избежать трещин и разрывов, закручиваемую часть поковки следует гладко и без поверхностных дефектов

отковать или обработать на станке с плавными переходами к смежным участкам и равномерно подогреть. При закручивании длина деформируемого участка уменьшается, поэтому для компенсации укорочения по сечению предусматривают некоторый запас металла.

Закручивание производят при помощи рычагов-вилок, поворачиваемых в зависимости от потребного усилия вручную или с помощью мостовых кранов. Усилие, необходимое для кручения цилиндрического участка на любой угол, можно определить по формуле

$$P = \frac{\pi d^3 \sigma_s}{24l \cos \alpha},$$

где d — диаметр в месте кручения в мм; σ_s — напряжение текучести металла при температуре закручивания кг/мм², приближенно равное пределу прочности σ_b при той же температуре; l — длина плеча вилки в мм; α — угол поворота вилки от горизонтальной плоскости.

Рубка

Рубку поковок круглого сечения при ковке в комбинированных или вырезных бойках обычно производят с трех сторон. Топор устанавливают на середине бойка, и поковку прорубают за центр сечения. После поворота поковки на 120° тем же топором производят еще одну прорубку на ту же глубину; оставшийся участок прорубают с третьей стороны коротким трапециевидным топором.

Рубку крупных поковок под прессом с выдвигным столом можно произвести высоким топором в одном направлении. Для этого топором или трехгранником предварительно делают круговую зарубку. Далее нижний боек отводят в сторону так, чтобы его боковая плоскость находилась под серединой верхнего бойка, устанавливают топор и нажимаем верхнего бойка поковку прорубают до отделения металла. Если высота топора недостаточна, применяют надставки (квадраты).

При ковке на плоских бойках рубку ведут с двух или четырех сторон. Высоким топором поковку с одной

стороны прорубают на глубину, несколько меньшую высоты сечения, затем поворачивают ее на 180° и производят окончательную разрубку квадратом — просечкой, что исключает образование заусенца. Поковки большого сечения при отсутствии высоких топороз сначала надрубают глубже сере-

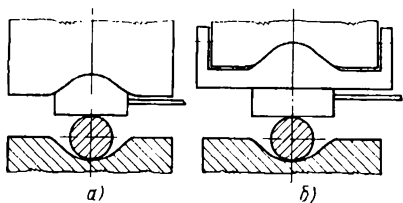


Рис. 18. Рубка с вырезным бойком: а — специальным топором; б — с помощью накладки

дины с одной стороны, поворачивают на 180° , и тем же топором прорубают остальное сечение.

Рубку с четырех сторон применяют для крупных поковок и поковок, у которых торцы не подвергают в дальнейшем механической обработке.

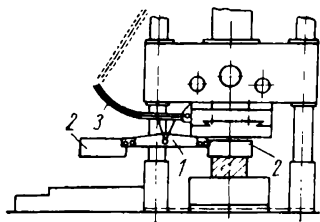


Рис. 19. Рубка топором с противовесом [11]: 1 — державка; 2 — топоры; 3 — монорельс

При таком способе после надрубки топорами по двум длинным сторонам поковку поворачивают на 90° и надрубают с двух других сторон двумя квадратами, устанавливая один из них на нижнем бойке. После поворота еще на 90° топором производят окончательную разрубку.

Топор, внедряясь в металл, образует утяжку, поэтому в местах рубки предусматривают запас металла, который затем сглаживают бойками или раскатками.

При рубке в вырезных бойках применяют специальные топоры (рис. 18, а) или накладки на верхний боек (рис. 18, б).

При рубке крупных заготовок на прессах рекомендуется применять топоры с противовесом (рис. 19).

Гибка

При гибке изменяется форма поперечного сечения заготовки за счет растяжения (утяжки) наружных и сжатия внутренних слоев металла. Растяжение происходит выше нейтрального слоя, сжатие, иногда с образованием складок, — ниже этого слоя и тем больше, чем меньше радиус закругления и больше угол загиба. Поэтому в необходимых случаях для получения одинакового сечения по всей длине предусматривается утолщение в изгибаемых местах.

Длину заготовки для поковки, изготовляемой гибкой из полосы, можно рассчитать следующим образом:

1) если внутренний радиус равен или больше $1/2$ толщины заготовки, то длину последней вычисляют по средней линии поковки (прямые участки плюс длина кривых изгиба в углах);

2) если внутренний радиус меньше $1/2$ толщины заготовки, то ее длину определяют как сумму прямоугольных участков с добавлением $1/4$ толщины полосы (или диаметра) на каждый угол изгиба.

К полученной длине прибавляют до трех толщин исходной заготовки на обрезку концов после гибки в зависимости от способа разрезки металла и последующей обработки концов.

Наиболее распространенные и простые приемы гибки: ручная при помощи вилки, с помощью крана, в штампе, на плите со штырями при помощи рычага.

Гибку многих поковок можно производить с помощью специального приспособления (рис. 20). Оси 2 с роликами 3 можно переставлять в зависимости от необходимого расстояния между ними.

Гибкой в комплексе с другими операциями свободной ковки изготовляют много поковок в судостроении.

В табл. 52 приведен пример гибки под молотом заготовки прямоугольной формы с использованием подкладных штампов.

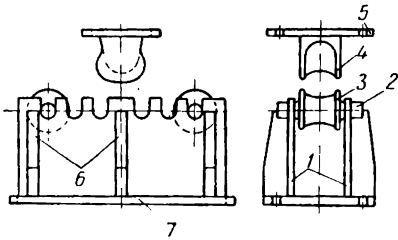


Рис. 20. Приспособление для гибки: 1 — стойки; 2 — ось; 3 — ролик; 4 — пуансон; 5 и 7 — основания; 6 — укос

52. Технологический процесс гибки заготовки прямоугольной формы под молотами

Операция и переход	Схема
Резка заготовки расчетных размеров и нагрев	—
Гибка скобы в подкладном штампе	
Гибка первого конца в подкладном штампе	
То же второго конца	
Правка загнутых концов	
Сварка	—

Получение уступов

Пережим уступов позволяет уменьшать утяжку в сравнении с ковкой без пережима.

При глубине уступов до 40 мм на сторону утяжка незначительна, и такие уступы обычно не пережимают, а куют «от бойка».

При уступах глубиной 80—130 мм пережим производят трехгранными пережимками на глубину 50—60 мм.

Увеличение размеров сечения с целью учета утяжки от пережима пережимками можно производить по данным табл. 53.

53. Запас на утяжку при пережиме уступов

Размер сечения в мм	Запас на утяжку по сечению в мм	
	на фланцах	на широких выступах
До 500	60—70	40—50
501—800	70—80	50—60
801—1200	80—120	60—70

Сварка кузнечная и газопрессовая

При кузнечной и газопрессовой сварке место соединения предварительно нагревают до сварочной температуры 1200—1300° С. Наибольшая прочность и надежность соединений, полученных кузнечной сваркой, достигается:

1) при сварке низкоуглеродистой стали с содержанием углерода 0,15—0,25%;

2) при равномерном нагреве свариваемых мест до максимально допускаемой для стали данной марки температуры под сварку, так как существует предельная температура — «порог свариваемости», ниже которой механические свойства сварного соединения снижаются (например, для низкоуглеродистой стали порогом свариваемости является температура 1100° С, ниже которой сварку не производят);

3) при использовании в качестве нагревательных устройств камерных

и муфельных печей, так как нагрев в открытых горнах приводит к большому окислению металла.

Для улучшения свариваемости концы во время нагрева посыпают флюсами для шлакования окалины. В качестве флюсов используют мелкий просеянный кварцевый песок, буру, поваренную соль или смеси этих веществ. После нагрева шлак и окалину удаляют и наносят сперва слабые, а затем сильные удары по месту сварки. В практике

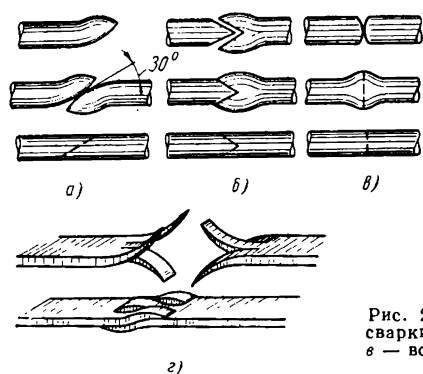


Рис. 21. Некоторые приемы кузнечной сварки: а — внахлестку; б — вразруб; в — встык; г — врысеп; д — взамок (прямоугольное сечение)

применяют приемы сварки и подготовки свариваемых концов, указанные на рис. 21.

При газопрессовой сварке детали нагревают ацетиленокислородным пламенем при помощи многопламенных горелок, и сварку осуществляют на специальных станках (табл. 54) при сжатии поковки вдоль оси. Различают два способа газопрессовой сварки: в пластическом состоянии и оплавлением. При первом способе свариваемые концы готовят строго перпендикулярно продольной оси. Место соединения нагревается до сварочной температуры, которая регулируется автоматически при помощи устройств, имеющихся на станке. Для предотвращения перегрева поверхностных слоев металла горелки можно передвигать на определенную длину.

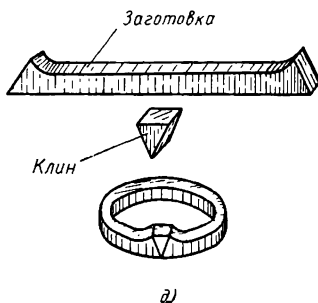
При втором способе подготовки концов не производят, места стыка нагревают до оплавления.

Прочность деталей после газопрессовой сварки такая же, как у цельнокованных.

Правка

Необходимость правки поковок вызывается чаще всего следующими нарушениями технологического процесса:

- 1) несоблюдением прямолинейности в концековки;
- 2) прогибом в процессе длительного пребывания в печах при отсутствии



или редкой (более 0,5 м) укладке прокладок;

3) прогибом от неравномерного по сечению охлаждения поковок (например, при укладке горячей поковки на холодные плиты, сырой пол);

4) прогибом из-за небрежной передачи поковок на стеллажи охлаждения или укладки;

5) короблением (поводкой) при термообработке из-за несовершенства процесса нагрева или охлаждения.

Для технологически неизбежных искривлений относительно коротких необрабатываемых поковок примерные допускаемые отклонения на кривизну указаны в табл. 55.

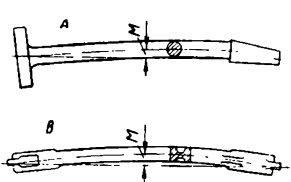
Для исправления кривизны с целью упрощения процесса стремятся применять холодную правку. Однако холодную правку не всегда можно допускать.

Холодноравленные поковки легко изменяют свою форму, особенно если на них действуют нагрузки, противо-

54. Техническая характеристика станков для газопрессовой сварки

Тип	Максимальное усилие в кг		Максимальная величина осадки в мм	Максимальный ход горелки в мм	Число ходов горелки в минуту	Максимальный диаметр свариваемого стержня в мм	Диаметр свариваемых труб в мм	Габарит станка (длина, ширина, высота) в мм	Способ создания усилия		Движение горелки	Требуемое давление сжатого воздуха в ат	Вес станка в кг	Охлаждение	Максимальная площадь поперечного сечения свариваемых изделий в мм ²
	осадки	зажатия							при зажатии деталей	при осадке					
СГП-1	14 000	20 000	40	90	—	75	До 80	1540; 600; 1350	Вручную То же	Пневматически То же	Вручную	4—6	800	Нет	4500
СГП-4	15 000	22 000	45	90	48	75	До 110	1680; 760; 1350	» »	» »	Вручную и от электро-двигателя	4—6	850	То же	4500
СГП-1р	14 000	22 000	50	80	—	85	До 160	—	»	»	Вручную	4—6	950	Есть	6000
СГП-3	4 000	6 000	100	20	—	35	1/3—2"	800; 400; 650	»	»	То же	—	150	Нет	1000
СГП-3р	2 000	4 000	13	—	—	40	12—60	850; 420; 555	»	»	»	—	219	Есть	Плоские профили до 1200 мм ² при ширине не свыше 90 мм
Для газопрессовой сварки труб	1 000	2 000	13	—	—	30	1—3"	1334; 785; 842	»	»	»	—	187	То же	700
СГП-2	15 000	30 000	30	80	48	75	До 80	2000; 126"; 1635	Пневматически	Пневматически	Автоматически	4—6	2000	»	4500
СГП-7	13 000	25 000	50	80	48	100	До 160	1630; 1150; 1330	»	»	Вручную и от электро-двигателя	4—6	2000	»	8000

55. Примерные допускаемые отклонения на кривизну



Длина в мм	Допускаемые отклонения М для поволок формы			
	А		В	
	обыч-ных	точ-ных	обыч-ных	точ-ных
До 160	0,7	0,3	0,8	0,4
161—250	1,0	0,4	1,1	0,6
251—400	1,2	0,5	1,7	0,9
401—630	1,5	0,7	2,4	1,2
631—1000	1,8	1,0	3,2	1,5
1001—1600	2,8	1,4	4,5	2,2

положные по знаку тем, которые были применены при правке. В процессе эксплуатации они могут изгибаться при нагрузках, значительно меньших, чем расчетные. Поэтому целесообразно производить высокий отпуск порядка 680—700° С или же выполнять правку в нагретом состоянии при тех же температурах. Холодная правка вызывает в металле наклеп, который при последующей термической обработке может привести к образованию зон с укрупненным зерном, что ухудшит качество детали. Для ответственных деталей, работающих в эксплуатации при знакопеременных нагрузках и идущих на изделие без механической обработки, вредной является холодная правка вручную при помощи удара кувалдой или тяжелым молотком, дающими местные вмятины.

Для правки технологически неизбежных искривлений поволоки или деталей применяют рихтовальные станки различных конструкций.

При правке на прессах в качестве инструмента применяют правильные плиты (снизу) и плоский боек (сверху), несколько большей ширины, чем боек,

применяемый для ковки. Для повышения эффекта правки используют прокладки толщиной 8—10 мм. Расстояние между ними меняют в зависимости от размеров поковки и величины искривления. Наименьшая высота прокладок обеспечивает безопасность работы, исключая их вылетание из-под поковки. Расположение прокладки под кромками поковки не допускается.

Правка колец. Напряжения, возникающие в кольцевой заготовке при ковке и термической обработке, искажают форму кольца. В условиях единичного производства правку поволоки

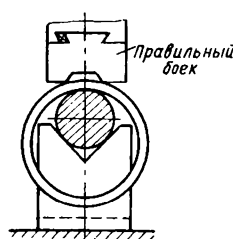


Рис. 22. Схема правки под прессом поволоки колец [15]

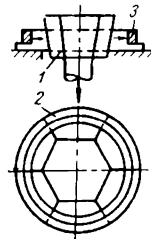


Рис. 23. Схема правки поволоки колец растяжением на секторной оправке [15]

колец производят на оправке в люнетах при помощи правильного бойка (рис. 22).

В условиях серийного производства правку и калибровку можно производить растяжением поковки в нагретом состоянии по схеме, приведенной на рис. 23 [15]. Растягиваемое кольцо 3 надевают на круглую оправку, состоящую из подвижных элементов 2, и с помощью многогранного клина 1, перемещающего вниз плунжером пресса, производят правку и калибровку.

Тонкостенные кольца охлаждают стопами в закрытых термосах.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

При разработке технологического процесса необходимо:

1) составить чертеж поковки и определить ее вес;

2) определить вес и размеры заготовки с учетом всех отходов, установить необходимую уковку, выбрать слиток или прокат;

3) выбрать кузнечные операции, их последовательность, инструмент и приспособления;

4) назначить тепловой режим нагрева и первичного охлаждения поковки;

5) выбрать кузнечное оборудование необходимой мощности и габаритов;

6) установить состав рабочей бригады и норму времени на ковку.

Чертеж поковки. Припуски, допуски, напуски

Чертеж поковки составляют на основании чертежа готовой детали с учетом припусков, допусков и напусков. Схема расположения припусков и допусков на наружный размер детали представлена на рис. 24.

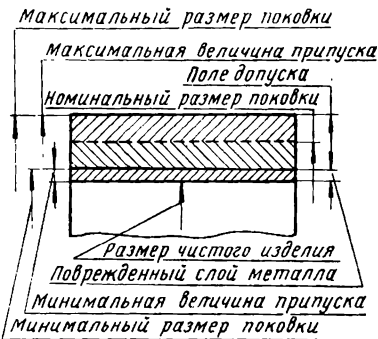


Рис. 24. Схема размеров поковки с припусками и допусками

Во избежание перерезывания волокон металла при обработке резанием необходимо стремиться приблизить контур поковки к контуру детали. Количество уступов и выемок на поковке зависит от возможности их выполнения при ковке, также от наличия соответствующего инструмента и количества однотипных поволоков. Для небольшого числа поволоков изготовление специального инструмента часто обходится дороже, чем потери металла на напуски и увеличение объема механической обработки.

Контур поковки вычерчивают сплошными контурными линиями по номинальным размерам. Габаритный контур готовой детали или заготовки после механической обработки вычерчивают на чертеже поковки тонкими линиями.

Цифры без скобок над размерной линией обозначают номинальные размеры, цифрами в скобках под размерной линией — номинальные размеры

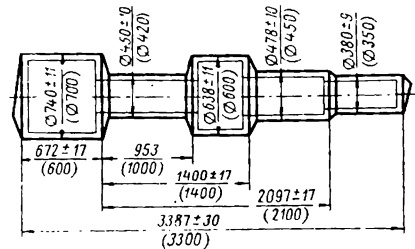


Рис. 25. Пример чертежа поковки круглого сечения с уступами и выемками

детали или обдирочные размеры заготовки, если последняя непосредственно после обдирки подвергается термической обработке; цифрами со знаками плюс и минус расположенными справа от номинального размера поковки, указывают соответственно величины верхнего (положительного) или нижнего (отрицательного) отклонений. Номинальные размеры по длине поволоков с уступами проставляют от одной или ограниченного количества баз. Один концевой уступ включают в размер общей длины поволока (рис. 25).

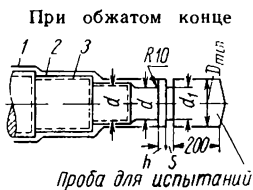
Припуски на пробы для различных испытаний и контроля макроструктуры, как правило, назначают на конце поковки, обращенном к прибыльной части слитка.

Примерные припуски для подвешивания при термической обработке приведены в табл. 56.

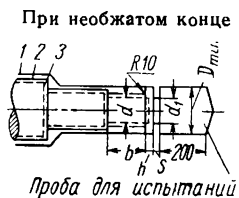
Припуски на обработку и допуски на ковку, а также условия образования уступов, выемок, фланцев, буртов регламентированы ГОСТом 7829—55 для поволоков, изготавливаемых под молотами (табл. 57—64) и ГОСТом 7062—67 для пресовых поволоков весом до 35 т (табл. 65—70). ГОСТами предусмотрены припуски и допуски

56. Припуски для подвешивания поковок при термической обработке

Припуски на бурт



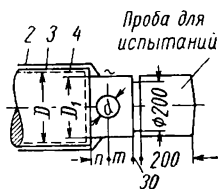
1 — контур поковки;
2 — контур поковки
после обдирки; 3 —
контур детали



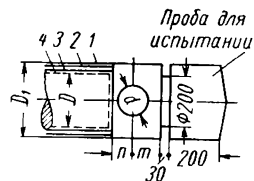
Размеры в мм

d	d_1	s	D_{\min}	Вес поковки в кг	b	h
До 125	$d - 10$	10	$d + 40$	До 150	60	20
126—160	$d - 20$	10	$d + 40$	151—500	90	20
161—200	$d - 30$	15	$d + 40$	501—1500	120	25
201—240	$d - 40$	20	$d + 50$	1501—3000	150	30
Св. 240	200	25	$d + 60$	3001—5000	180	40
				5001—6000	210	50

Припуски на отверстие



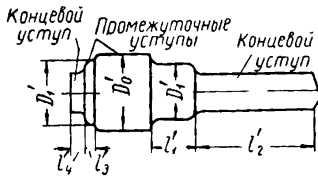
1 — контур поковки, когда уступ не обжимается; 2 — контур поковки, когда уступ обжимается; 3 — контур поковки после обдирки; 4 — контур детали



Размеры в мм

Вес поковки в кг	D_1	n	t	d	Вес поковки в кг	D_1	n	t	d
5000—8000	250	70	100	100	13 001—20 000	400	110	170	170
8001—13 000	300	90	130	130	20 001—30 000	500	140	210	210

57. Размеры конечных и промежуточных уступов и выступов, выполняемых и невыполняемых при ковке под молотами [7]



Размеры в мм

Уступ	Диаметр (или сторона квадрата) выступа D'_0 или D'_1 , прилегающего к рассматриваемому уступу													
	До 40	41—50	51—60	61—70	71—80	81—100	101—120	121—140	141—160	161—180	181—200	201—220	221—250	251—280

а) Наибольшая длина уступа l'_1, l'_2, l'_3, l'_4 , не выполняемого на поковке, а отковываемого по диаметру соседнего выступа

Концевой	15	15	20	25	30	35	40	45	50	50	65	75	85	90	100
Промежуточный	10	10	15	20	25	30	35	35	40	45	50	60	70	75	80

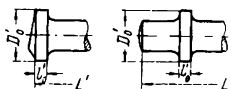
б) Наименьшая длина уступа l_1, l_2, l_3, l_4 , выполняемого на поковке

Концевой	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	115	130	150	180
Промежуточный	20	25	28	30	35	40	50	55	65	70	80	90	105	120	150

Примечания: 1. Уступы, имеющие длину l'_1, l'_2, l'_3, \dots , промежуточных размеров, отковываются, но длиной, не менее указанной в п. «б» этой таблицы.

2. D и l — размеры с припусками.

58. Наименьшая длина концевого выступа (фланца) и ширина бурта, выполняемые при ковке под молотами [7]



Размеры в мм

Общая длина поковки L'	Диаметр (или сторона квадрата) D_0 концевого выступа (фланца) или бурта													
	До 50	51—60	61—70	71—80	81—100	101—120	121—140	141—160	161—180	181—200	201—220	221—250	251—280	281—360
а) Наименьшая длина концевого выступа (фланца) l'_0 , выполняемого на поковках														
До 500	20	20	22	25	30	30	35	38	45	50	60	65	75	90
501—1000	22	25	25	30	35	40	45	50	60	65	75	85	100	120
Более 1000	25	30	30	35	45	50	60	70	75	85	95	110	125	150
б) Наименьшая ширина бурта l'_0 , выполняемого на поковках														
До 500	12	15	15	15	20	20	22	25	30	35	40	45	50	60
501—1000	15	15	18	20	25	25	30	35	40	45	50	60	70	80
Более 1000	15	20	20	25	30	35	40	45	50	55	65	75	85	100

Примечания: 1. Если длина концевого выступа (фланца) или ширина бурта меньше, чем указано в таблице, следует его удлинить, давая напуск в сторону прилегающего уступа, до соответствующего табличного значения.

2. D_0 , L' , l'_0 — размеры с припусками.

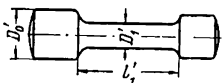
для поковок различной формы, изготовляемых из углеродистой и легированной стали.

Припуски и допуски для поковок из высоколегированной стали (коррозионностойкой, жаростойкой и жаропрочной) и стали с особыми физическими свойствами предусматривают заводские и ведомственные нормалы (см. например, нормалы УЗТМ [15]).

Для пресовых поковок ГОСТ 7062—66 предусматривает две группы

точности изготовления: повышенную и нормальную. При этом на поковки из слитков весом до 6 т из сталей марок Ст.3, Ст.4, Ст.5, Ст.6, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 30Г, 50Г, 15ХМ, 35ХМ, 5ХНМ, 5ХГМ, 5ХНВ припуски, определенные по таблицам, уменьшают на 10%. Номинальные размеры поковок округляют до цифр, оканчивающихся на 5 и 0 в меньшую или большую стороны по обычным правилам округлений.

59. Наименьшие размеры выемки, выполняемые при ковке под молотами [7]



Размеры в мм

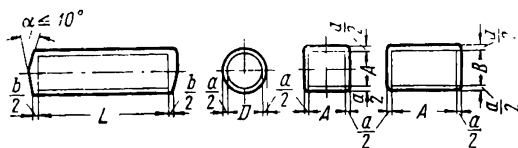
Длина выемки l_1	Наименьший отковываемый D_1' диаметр (сторона квадрата) выемки при диаметре (или стороне квадрата) наибольшего соседнего выступа D_0													
	30—50	51—60	61—70	71—80	81—100	101—120	121—140	141—160	161—180	181—200	201—220	221—250	251—280	281—360
До 70														
71—100	35													
101—120	32	40												
121—160	30	35	45	50	70									
161—180	25	32	40	45	65	80	95							
181—200	25	30	35	45	60	75	90	110						
201—250	25	30	32	40	55	70	85	100	120					
251—280	20	25	30	35	50	65	75	90	110	120				
281—360	20	25	25	30	45	60	70	85	100	110	125	145		
361—400	20	20	25	30	40	55	65	80	90	100	120	130	150	
401—500	15	20	25	30	40	50	60	70	85	95	110	120	140	190
501—600	15	20	20	25	35	45	50	65	75	85	100	110	130	170
601—750	12	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	115	155
751—1000				20	30	35	45	50	60	70	80	90	105	140
Св. 1000							40	45	55	60	70	80	90	120

Выемка не отковывается или делается только прожим по усмотрению изготовителя

Примечания: 1. Если диаметр выемки у заданной поковки меньше указанного в таблице, то в этом случае надлежит давать напуск по диаметру выемки, т. е. увеличивать ее диаметр; если больше — то выемку отковывают с заданными размерами.

2. D_0' , D_1' , l_1' — размеры с припусками.

60. Припуски и допускаемые отклонения на гладкие сплошные поковки круглого и прямоугольного сечений, изготавливаемые под молотами [7]



Размеры в мм

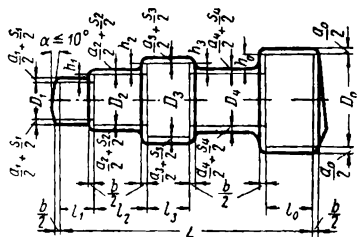
Длина детали L	Размеры детали, на которые начисляются припуски и отклонения	Припуски a и b и отклонения при диаметре D или размере сечения A и B					
		25—50	51—80	81—120	121—180	181—250	251—360
До 250	D, A, B	5^{+1}_{-2}	6 ± 2	8 ± 3	—	—	—
	L	15 ± 6	18 ± 6	24 ± 8	—	—	—
251—500	D, A, B	6 ± 2	8^{+2}_{-3}	9 ± 3	10 ± 3	12^{+3}_{-4}	14^{+4}_{-5}
	L	18 ± 6	24 ± 8	27 ± 10	30 ± 10	36 ± 12	42 ± 12
501—800	D, A, B	7 ± 2	9^{+2}_{-3}	10 ± 3	11^{+3}_{-4}	13 ± 4	15 ± 5
	L	20 ± 6	27 ± 10	30 ± 10	33 ± 12	40 ± 12	45 ± 15
801—1250	D, A, B	8 ± 2	10^{+2}_{-3}	11^{+3}_{-4}	12 ± 4	14^{+4}_{-5}	16 ± 5
	L	24 ± 8	30 ± 10	33 ± 12	36 ± 12	42 ± 15	48 ± 15
1251—2000	D, A, B	10^{+2}_{-3}	11 ± 3	12^{+3}_{-4}	14 ± 4	15^{+4}_{-5}	18 ± 5
	L	30 ± 10	33 ± 10	36 ± 12	42 ± 12	45 ± 15	54 ± 15
2001—2500	D, A, B	12^{+2}_{-3}	13 ± 3	14^{+3}_{-4}	16^{+4}_{-5}	17 ± 5	—
	L	36 ± 10	39 ± 10	42 ± 12	43 ± 15	51 ± 15	—

Примечания: 1. Таблица распространяется на детали с соотношением размеров $L > 1,5D$ или $L > 1,5B$ и $A \leq 1,5B$.

2. У поковок прямоугольного сечения припуски и отклонения назначать по наибольшему размеру сечения.

61. Припуски и допускаемые отклонения на сплошные поковки круглого и квадратного сечений с уступами и выемками, изготавливаемые под молотами [7]

а) Основные припуски и допускаемые отклонения



Размеры в мм

Длина детали L	Размеры детали, на которые начисляются припуск и отклонения	Припуски a_0, a_1, a_2, a_3, a_4 и b и отклонения при диаметрах D_0, D_1, D_2, D_3, D_4					
		25—50	51—80	81—120	121—180	181—250	251—360
До 250	D_0, D_1, D_2, D_3	5^{+1}_{-2}	6 ± 2	8 ± 3	8 ± 3	—	—
	D_4	5 ± 2	7 ± 3	9^{+4}_{-5}	9^{+5}_{-4}	—	—
	L	15 ± 6	18 ± 6	24 ± 8	24 ± 8	—	—
251—500	D_0, D_1, D_2, D_3	6 ± 2	8^{+2}_{-3}	9 ± 3	10 ± 3	12^{+3}_{-4}	14^{+4}_{-5}
	D_4	7^{+4}_{-3}	8^{+4}_{-3}	10^{+5}_{-4}	11^{+5}_{-4}	13 ± 5	15^{+7}_{-6}
	L	18 ± 6	24 ± 8	27 ± 10	30 ± 10	36 ± 12	42 ± 12
501—800	D_0, D_1, D_2, D_3	7 ± 2	9^{+2}_{-3}	10 ± 3	12^{+3}_{-4}	13 ± 4	15 ± 5
	D_4	8 ± 3	9^{+4}_{-3}	11^{+5}_{-4}	13 ± 5	15 ± 6	17^{+8}_{-7}
	L	20 ± 6	27 ± 8	30 ± 10	36 ± 12	40 ± 12	45 ± 15
801—1250	D_0, D_1, D_2, D_3	8 ± 2	10^{+2}_{-3}	12^{+3}_{-4}	13 ± 4	15^{+4}_{-5}	16 ± 5
	D_4	9 ± 3	10^{+4}_{-3}	13 ± 5	15 ± 6	16^{+7}_{-6}	18^{+8}_{-7}
	L	24 ± 8	30 ± 10	36 ± 12	40 ± 12	45 ± 15	48 ± 15
1251—2000	D_0, D_1, D_2, D_3	10^{+2}_{-3}	11 ± 3	13^{+3}_{-4}	14 ± 4	16^{+4}_{-5}	17 ± 5
	D_4	10^{+4}_{-3}	12^{+5}_{-4}	14 ± 5	16 ± 6	17^{+7}_{-6}	19^{+8}_{-7}
	L	30 ± 10	33 ± 10	40 ± 12	42 ± 12	48 ± 15	50 ± 15
2001—2500	D_0, D_1, D_2, D_3	11^{+2}_{-3}	12 ± 3	14^{+3}_{-4}	16^{+4}_{-5}	17 ± 5	19^{+5}_{-6}
	D_4	11^{+4}_{-3}	13^{+5}_{-4}	15 ± 5	17^{+7}_{-6}	19^{+8}_{-7}	21 ± 8
	L	33 ± 10	36 ± 12	42 ± 12	48 ± 15	50 ± 15	57 ± 20

б) Дополнительные припуски

Разность (перепад) D_0, D_1, D_2, D_3, D_4	Припуск S_1, S_2, S_3, S_4	Диаметр рассматриваемой ступени D_1, D_2, D_3, D_4	Дополнительный припуск S_1, S_2, S_3, S_4	Разность (перепад) D_0, D_1, D_2, D_3, D_4	Припуск S_1, S_2, S_3, S_4	Диаметр рассматриваемой ступени D_1, D_2, D_3, D_4	Дополнительный припуск S_1, S_2, S_3, S_4		
10—40	3	До 50	2,00	81—120	6	До 50	3,50		
		51—80	1,40			51—80	2,60		
41—80	4	81—120	1,25	121—180	8	81—120	2,00		
		121—180	1,15			121—180	1,70		
		181—250	1,10			181—250	1,50		
		Св. 250	1,10	Св. 250	1,40				
		181—280	10	До 80	3,40	81—120	10	До 80	4,00
				51—80	1,90			81—120	3,25
		81—120	1,60			121—180	2,00		
		121—180	1,40			Св. 180	1,75		
		181—250	1,30						
		Св. 250	1,20						

1. По пункту «а» табл. 61 начисляют основные припуски и отклонения на диаметры, общую длину и длины уступов и выступов.

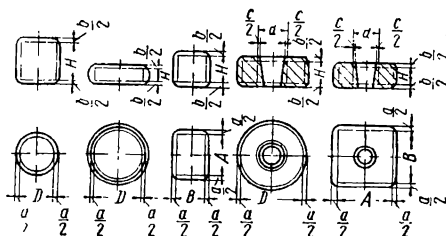
2. На размеры сечений припуски и отклонения назначают в зависимости от размеров каждого сечения и общей длины детали.

3. На длины уступов детали припуски и отклонения принимают одинаковыми от единой исходной базы по размеру наибольшего сечения и общей длины детали.

4. По пункту «б» таблицы определяют дополнительные припуски S_1, S_2, S_3, S_4 на диаметры каждой ступени в зависимости от разности между величинами наибольшего диаметра детали D_0 и диаметром рассматриваемой ступени D_1, D_2, D_3, D_4 . В зависимости от отношения длины рассматриваемой ступени к длине выступа с наибольшим диаметром l_1, l_2, l_3, l_4 найденный дополнительный припуск начисляют на диаметр рассматриваемой ступени D_1, D_2, D_3, D_4 или на наибольший диаметр детали D_0 .

5. Если у детали с несколькими ступенями по пункту «б» таблицы определяется по расчету несколько значений дополнительного припуска на наибольший диаметр, то назначают один наибольший припуск, а не сумму.

62. Припуски и допускаемые отклонения наковки цилиндров, дисков, кубиков, брусков, пластин сплошных и с отверстиями, изготавливаемые под молотами [7]



Размеры в мм

Продолжение табл. 62

Высота детали H	Диаметр детали D или размер A	Припуски a , b , c и отклонения				
		на высоту H	на размеры D , A , B	на диаметр отверстия d при разности $D-d$ и $A-d$		
				50—120	121—300	≥ 301
До 50	До 50	7 ± 2	7 ± 2	—	—	—
	51—80	7 ± 2	8 ± 2	—	—	—
	81—120	7 ± 2	9 ± 2	14 ± 2	—	—
	121—180	7 ± 2	10 ± 2	15 ± 2	—	—
	181—250	8 ± 2 -3	11 ± 2 -3	16 ± 3 -2	17 ± 3 -2	—
	251—360	9 ± 2 -3	13 ± 4	—	19 ± 4	—
	361—500	10 ± 3	15 ± 5	—	21 ± 5	22 ± 5
51—80	До 50	7 ± 2	7 ± 2	—	—	—
	51—80	8 ± 2	8 ± 2	—	—	—
	81—120	8 ± 2	10 ± 2	15 ± 2	—	—
	121—180	8 ± 2	11 ± 2 -3	16 ± 3 -2	—	—
	181—250	9 ± 2 -3	12 ± 2 -3	17 ± 3 -2	18 ± 3 -2	—
	251—360	11 ± 3	14 ± 4	—	20 ± 4	—
	361—500	12 ± 4	16 ± 5	—	22 ± 5	23 ± 5
	501—630	14 ± 5	19 ± 7	—	25 ± 7	26 ± 7
81—120	До 80	9 ± 2	9 ± 2	—	—	—
	81—120	11 ± 3	11 ± 3	16 ± 3	—	—
	121—180	11 ± 3	12 ± 3	17 ± 3	—	—
	181—250	12 ± 3 -4	14 ± 3 -4	19 ± 4 -3	20 ± 4 -3	—
	251—360	13 ± 4	16 ± 4	—	22 ± 4	—
	361—500	13 ± 4	18 ± 5	—	24 ± 5	25 ± 5
	501—630	16 ± 6	20 ± 7	—	26 ± 7	27 ± 7
121—180	До 120	12 ± 3	12 ± 3	17 ± 3	—	—
	121—180	13 ± 4	13 ± 4	18 ± 4	—	—
	181—250	14 ± 5	16 ± 5	21 ± 5	22 ± 5	—
	251—360	15 ± 5	18 ± 5	—	24 ± 5	—
	361—500	15 ± 5	20 ± 6	—	26 ± 6	27 ± 6
	501—630	17 ± 6	22 ± 8	—	28 ± 8	2 ± 8
181—250	До 180	14 ± 5	14 ± 5	19 ± 5	—	—
	181—250	17 ± 6	17 ± 6	22 ± 6	23 ± 6	—
	251—360	18 ± 6	19 ± 6	—	25 ± 6	—
	361—500	18 ± 6	21 ± 7	—	27 ± 7	28 ± 7
	501—630	19 ± 7	24 ± 8	—	30 ± 8	31 ± 8
251—360	До 250	19 ± 6	19 ± 6	24 ± 6	25 ± 6	—
	251—360	21 ± 7	21 ± 7	—	27 ± 7	—
	361—500	21 ± 7	24 ± 8	—	30 ± 8	31 ± 8
	501—630	22 ± 8	27 ± 9	—	33 ± 9	34 ± 9

Примечания: 1. Таблица распространяется на сплошные цилиндры с $H \leq 1,5 D$; бруски; кубики; пластины с $H \leq B$ и $A \leq 1,5 B$; диски с $H \leq 0,5 D$; диски с отверстиями с $H \leq D$ и $d \leq 0,5 D$; пластины с отверстиями с $H \leq B$, $A \leq 1,5 B$ и $d \leq 0,5 B$.

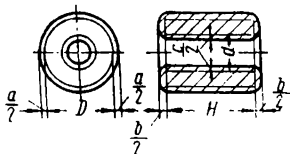
2. У прямоугольных деталей за H принимается наименьший размер, за A — наибольший.

3. На размер B припуски и отклонения принимаются такие же, как на размер A .

4. Разрешается не прошивать отверстия $D \leq 40$ мм и отверстия $D \leq 60$ мм в поковках высотой более 120 мм.

5. Сверх припусков в отверстиях допускается конусность 1 : 20.

63. Припуски и допускаемые отклонения на поковки цилиндров с отверстиями, изготавливаемые на молотах [7]



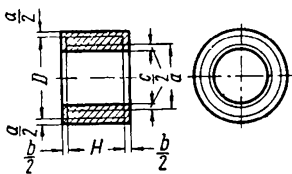
Размеры в мм

Высота детали H	Диаметр детали D	Припуски a , b , c и отклонения				
		на высоту H	на диаметр D	на диаметр d при разности $D-d$		
				до 60	61—130	131—180
60—120	60—120	14 ± 5	14 ± 4	17 ± 4	—	—
121—180	60—180	17 ± 6	16 ± 5	19 ± 5	20 ± 5	—
181—250	120—250	19 ± 6	18 ± 6	22 ± 6	22 ± 6	23 ± 6
251—360	180—250	22 ± 8	23 ± 7	26 ± 7	27 ± 8	28 ± 8
251—360	251—360	24 ± 10	23 ± 7	26 ± 7	27 ± 8	28 ± 8
361—530	251—360	27 ± 10	25 ± 9	28 ± 9	29 ± 9	30 ± 9

Примечания: 1. Таблица распространяется на детали с $1,5 D > H > D$ и $d > 0,5 D$, но не менее 50 мм.

2. Сверх припусков в отверстиях допускается конусность 1 : 20.

64. Припуски и допускаемые отклонения на поковки колец, изготавливаемые на молотах [7]



Размеры в мм

Высота детали H	Диаметр детали D	Припуски a , b , c и отклонения					
		на высоту H	на диаметр D	на диаметр d при разности $D-d$			
				до 50	51—130	131—250	251—400
До 50	60—250	$8 \begin{smallmatrix} +2 \\ -3 \end{smallmatrix}$	11 ± 3	14 ± 3	15 ± 3	—	—
	251—360	$9 \begin{smallmatrix} +2 \\ -3 \end{smallmatrix}$	14 ± 5	17 ± 5	18 ± 5	19 ± 5	—
	361—500	10 ± 3	16 ± 7	19 ± 7	20 ± 7	21 ± 7	—
	501—800	12 ± 5	19 ± 9	22 ± 9	23 ± 9	24 ± 9	27 ± 9

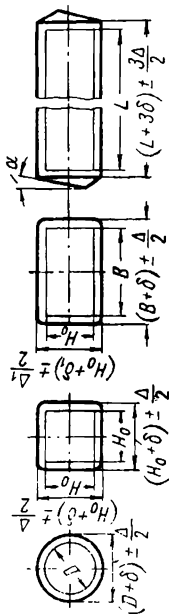
Продолжение табл. 64

Высота детали H	Диаметр детали D	Припуски a, b, c и отклонения					
		на высоту H	на диаметр D	на диаметр d при разности $D-d$			
				до 50	51—130	131—250	251—400
51—80	60—250	9^{+2}_{-3}	12 ± 3	15 ± 3	16 ± 3	—	—
	251—360	11 ± 3	16 ± 5	19 ± 5	20 ± 5	21 ± 5	—
	361—500	12 ± 4	18 ± 7	21 ± 7	22 ± 7	23 ± 7	—
	501—800	14 ± 5	21 ± 9	24 ± 9	26 ± 9	26 ± 9	27 ± 8
81—120	81—250	11^{+3}_{-4}	14 ± 4	17 ± 4	18 ± 4	—	—
	251—360	13 ± 4	17 ± 5	20 ± 5	21 ± 5	22 ± 5	—
	361—500	14 ± 5	19 ± 7	22 ± 7	23 ± 7	24 ± 7	—
	501—800	17 ± 6	22 ± 9	25 ± 9	26 ± 9	27 ± 9	28 ± 9
121—180	121—250	13 ± 5	16 ± 5	19 ± 5	20 ± 5	—	—
	251—360	15 ± 5	18 ± 5	21 ± 5	22 ± 5	23 ± 5	—
	361—500	16 ± 6	20 ± 7	23 ± 7	24 ± 7	25 ± 7	—
	501—800	19 ± 6	23 ± 9	26 ± 9	27 ± 9	28 ± 9	29 ± 9
181—250	181—250	15 ± 6	18 ± 6	21 ± 6	22 ± 6	—	—
	251—360	17 ± 6	20 ± 6	23 ± 6	24 ± 6	25 ± 6	—
	361—500	18 ± 7	22 ± 7	25 ± 7	26 ± 7	27 ± 7	—
	501—800	21 ± 7	25 ± 9	28 ± 9	29 ± 9	30 ± 9	31 ± 9
251—360	251—360	19 ± 7	23 ± 7	26 ± 7	27 ± 7	28 ± 7	—
	361—500	20 ± 8	25 ± 8	28 ± 8	29 ± 8	30 ± 8	—
	501—800	23 ± 9	28 ± 10	31 ± 10	32 ± 10	33 ± 10	34 ± 10

Примечания: 1. Таблица распространяется на детали, у которых $H \leq D$ и $d \leq 0,5 D$.

2. Сверх припусков в отверстиях допускается конусность до 1 : 20

65. Припуски и допускаемые отклонения на поковки сплошные круглого, квадратного и прямоугольного сечений, изготавливаемые на прессах (2-я группа точности) [6]



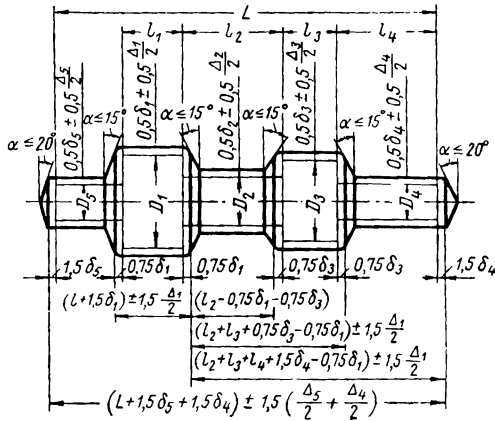
Размеры в мм

Припуски δ , δ_1 и наибольшие отклонения $\pm \frac{\Delta}{2}$ при размерах D , H_0 , B

Длина детали L	Припуски δ , δ_1 и наибольшие отклонения $\pm \frac{\Delta}{2}$ при размерах D , H_0 , B													
	201—224	225—250	251—280	281—315	316—355	356—400	401—450	451—500	501—560	561—630	631—710	711—800	801—900	901—1000
До 1000														
1001—1250	16±6	17±6	18±6	19±7	20±7	21±7	22±8	23±8	24±8	25±9	26±9	27±9	28±10	30±10
1251—1600	18±6	19±7	20±7	21±7	22±8	23±8	24±8	25±9	26±9	27±9	28±10	29±10	31±10	31±10
1601—2000	19±7	20±7	21±7	22±8	23±8	24±8	25±9	26±9	27±9	28±10	29±10	30±10	31±11	32±11
2001—2500	20±7	21±7	22±8	23±8	24±8	25±9	26±9	27±9	28±10	29±10	30±10	31±11	32±11	33±11
2501—3150	21±7	22±8	23±8	24±8	25±9	26±9	27±9	28±10	29±10	30±10	31±11	32±11	33±11	34±12
3151—4000	22±8	23±8	24±8	25±9	26±9	27±9	28±10	29±10	30±10	31±11	32±11	33±11	34±12	35±12
4001—5000	23±8	24±8	25±9	26±9	27±9	28±10	29±10	30±10	31±11	32±11	33±11	34±12	35±12	36±12
5001—6300	24±8	25±9	26±9	27±9	28±10	29±10	30±10	31±11	32±11	33±11	34±12	35±12	36±12	37±13
6301—7100	25±9	26±9	27±9	28±10	29±10	30±10	31±11	32±11	33±11	34±12	35±12	36±12	37±13	38±13
7101—8000	26±9	27±9	28±10	29±10	30±10	31±11	32±11	33±11	34±12	35±12	36±12	37±13	38±13	39±13

- Примечания:
1. Таблица распространяется на детали, у которых $L \geq 1,20 D$ или $L \geq 1,5 H_0$ и $B \leq 1,5 H_0$.
 2. Припуски и допуски на размеры B и H_0 прямоугольного сечения начинают различие, в зависимости от их величины.
 3. Припуски и допуски на длину L начинают в зависимости от припуска и допуска на размер сечения согласно рисунку.
 4. Припуски и допуски на длину повок круглого сечения начинают исходить из припуска и допуска на размер B .
 5. Припуски на детали квадратного и прямоугольного сечения увеличивают на 3 мм по сравнению с указанными в таблице.
 6. Угол скоса α не более 20° .
 7. Припуски и допуски на поковки не указанных в таблице размеров см. в литературе [6].

66. Припуски и допускаемые отклонения на поковки сплошные круглого и квадратного сечений с уступами и выемками [6], изготавливаемые на прессах



Размеры в мм

Разность диаметров	До 56	57—80	81—112	113—140	141—180	181—224	225—250	251—280	281—315	316—355	356—400
Дополнительный припуск на диаметр	2	3	4	5	7	8	9	10	12	13	14
Разность диаметров	401—425	426—450	451—475	476—500	501—530	531—560	561—600	601—630	631—670	671—710	711—750
Дополнительный припуск на диаметр	15	16	17	18	19	20	22	23	24	25	27

1. По табл. 65 назначают основные припуски и отклонения на диаметры, общую длину и размеры от единой базы до выступов и уступов, исходя из полной длины вала и диаметра рассматриваемого сечения. За базу выбирают торец выступа наибольшего диаметра. Затем назначают по табл. 66 дополнительный припуск на диаметры всех сечений, кроме основного, в зависимости от абсолютной величины разности диаметров основного и рассматриваемого сечений детали.

2. Основным считается сечение: для валов с одним уступом — сечение, для которого произведение $D_1 l_1$ имеет максимальное значение; для валов с двумя уступами — сечение с максимальным диаметром D_1 , если $D_1 l_1 > D_2 (l_2 + l_3)$, в противном случае — сечение, имеющее средний диаметр D_2 ; для валов с выемкой — сечение с максимальным диаметром D_1 , если $D_1 (l_1 + l_3) > D_2 l_2$, в противном случае — сечение, имеющее, минимальный диаметр D_2 — диаметр выемки; для валов,

имеющих более двух уступов или уступы и выемки, — сечение с наибольшим диаметром.

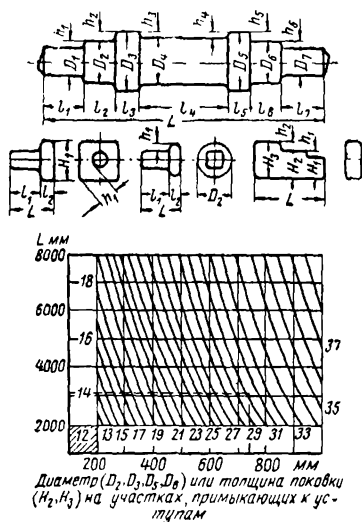


Рис. 26. Минимальные высоты уступов выемок

3. Уступы и выемки выполняют без напусков в соответствии с графиками (рис. 26 и 27), при этом:

а) при определении минимальной высоты уступа h_1, h_2, h_3, h_4 или выемки h_3, h_4 значения, полученные по графику (рис. 26), округляют до ближайшего большего целого числа. При определении

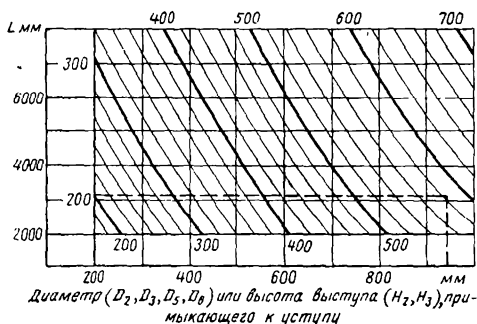


Рис. 27. Минимальные длины уступов и выемок

минимальной длины уступа или выемки полученные по графику (рис. 27) значения округляют до ближайшего большего числа, кратного 20;

б) промежуточные уступы l_2, l_6 и т. п. выполняют при условии, если их длина равна или больше 0,5 значений, полученных по графику (рис. 27);

в) если уступ l_2 , имеющийся на детали, на поковке не выполняются, то для определения величины соседнего уступа l_1 в расчет принимают суммарную высоту уступов детали $h_1 + h_2$. Если уступ l_1 на поковке выполняют, то для определения величины соседнего уступа l_2 в расчет принимают только высоту уступа h_2 и т. д.;

г) при высоте уступа h_1, h_2, h_3, h_4 или выемки h_3, h_4 менее 40 мм минимально допустимую длину, определенную по графику (рис. 27), увеличивают на 25%.

4. Поковочная длина буртов должна быть не меньше значений, определенных по графику (рис. 28). Если длина бурта, найденная с учетом припусков, будет меньше значений, полученных по графику (рис. 28), то ее увеличивают до размеров, полученных по графику (рис. 28).

Минимальная поковочная длина фланцев должна быть на 50% больше, чем минимальная длина буртов, определенная по графику (рис. 28).

Полученные по графику (рис. 28) значения округляют до ближайшего большего числа, кратного 20. При таком увеличении длины фланца или бурта значение отрицательного отклонения на этой длине можно соответственно повысить.

Напуск прибавляют у фланцев со стороны уступа, а у буртов со стороны уступа большего диаметра.

1. Таблица 67 распространяется на детали, у которых $H_0 \leq 1,2 D$ или $H_0 \approx 1,2 B$, $L \leq 1,5 B$ и $L \leq 2,5 H_0$.

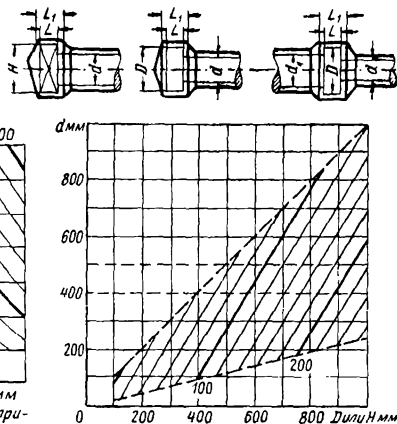
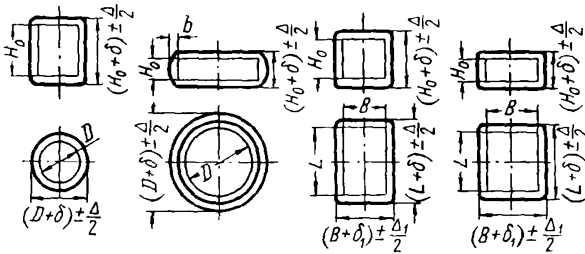


Рис. 28. Минимальная поковочная длина буртов

2. У прямоугольных деталей за размер H_0 принимать наименьший размер, а размером L считать наибольший размер детали.

67. Припуски и допуски на поковки сплошных цилиндров, дисков, брусков и пластин, изготавливаемые под прессами (2-я группа точности) [6]



Размеры в мм

Высота H_0	Припуски δ , δ_1 и наибольшие отклонения $\pm \frac{\Delta}{2}$ при размерах детали D, B, L					
	251—280	281—315	316—355	356—400	401—450	451—500
161—200	18±7	19±7	20±8	21±8	22±9	23±9
201—250	19±7	20±8	21±8	22±9	23±9	24±10
251—315	20±8	21±8	22±9	23±9	24±10	25±10
316—400	21±8	22±9	23±9	24±10	25±10	26±11
401—500	—	—	24±10	25±10	26±11	27±11
501—630	—	—	—	—	27±11	28±11
631—800	—	—	—	—	—	—
801—1000	—	—	—	—	—	—

Высота H_0	Припуски δ , δ_1 и наибольшие отклонения $\pm \frac{\Delta}{2}$ при размерах детали D, B, L						
	501—560	561—630	631—710	711—800	801—900	901—1000	1001—1120
161—200	24±10	25±10	26±11	—	—	—	—
201—250	25±10	26±11	27±11	28±11	—	—	—
251—315	26±11	27±11	28±11	29±12	30±12	31±13	32±13
316—400	27±11	28±11	29±12	30±12	31±13	32±13	33±14
401—500	28±11	29±12	30±12	31±13	32±13	33±14	34±14
501—630	29±12	30±12	31±13	32±13	33±14	34±14	—
631—800	30±12	31±13	32±13	33±14	34±14	—	—
801—1000	—	—	33±14	34±14	—	—	—

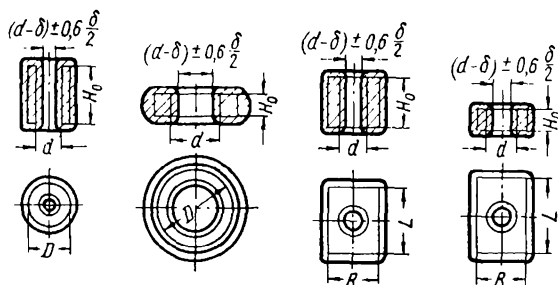
3. Припуск δ и отклонения $(\pm \frac{\delta}{2})$ на диаметр D и размеры сечений B и L назначают по таблице в зависимости от высоты H_0 и диаметра или размеров B и L каждой из сторон сечения.

4. Припуск и отклонение на размер H_0 принимают равным припуску и отклонению на диаметр или на размер большей стороны сечения.

5. На цилиндрических поковках, имеющих отношение $\frac{D}{H_0} \geq 4$, допускается сферичность b . Величина b не контролируется; при отношении $\frac{D}{H_0} < 4$ сферичность не допускается.

6. Припуски и допуски на поковки, не указанных в таблице размеров см. в литературе [6].

68. Припуски и допуски на поковки муфт дисков, брусков и пластин с отверстиями, изготавливаемые под прессами [6]



Размеры в мм

Диаметр отверстия d	110—120	121—131	132—142	143—158	159—184	185—210	211—236	237—262	263—288
Диаметр прошивня	80	90	100	110	125	150	175	200	225
Диаметр отверстия d	289—314	315—340	341—366	367—392	393—418	419—444	445—470	471—522	
Диаметр прошивня	250	275	300	325	350	375	400	425	

1. Припуск δ на отверстия в поковках определяют как разность между диаметром отверстия и диаметром прошивня.

2. Допуск на прошиваемое отверстие принимают равным 0,6 припуска.

3. Припуски и отклонения на наружные размеры деталей назначают по табл. 67.

4. Максимальный диаметр прошиваемого отверстия $d_{\max} \leq 0,4 D$ (или B).

5. Минимальный диаметр отверстия, подлежащего прошивке, определяют по графику (рис. 29).

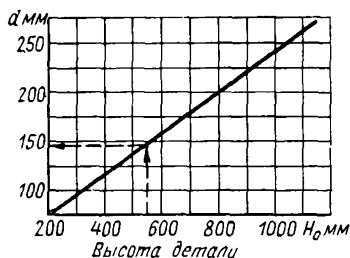
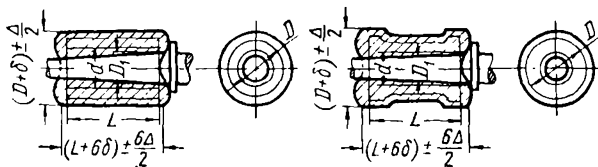


Рис. 29. Минимальный диаметр отверстия, подлежащего прошивке

69. Припуски и допуски на поковки цилиндров с отверстиями, изготавливаемые на прессах (2-я группа точности) [6]



Размеры в мм

Длина цилиндра L	Припуск δ и наибольшие отклонения $\pm \frac{\Delta}{2}$ при наружном диаметре цилиндра							
	401—450	451—500	501—560	561—630	631—710	711—800	801—900	901—1000
До 1000	31±11	32±13	33±13	34±13	35±14	36±14	37±15	—
1001—1250	32±13	33±13	34±13	35±14	36±14	37±15	38±15	39±16
1251—1600	33±13	34±13	35±14	36±14	37±15	38±15	39±16	40±16
1601—2000	34±13	35±14	36±14	37±15	38±15	39±16	40±16	41±17
2001—2500	35±14	36±14	37±15	38±15	39±16	40±16	41±17	42±17
2501—3150	36±14	37±15	38±15	39±16	40±16	41±17	42±17	43±17
3151—4000	37±15	38±15	39±16	40±16	41±17	42±17	43±17	44±18
4001—5000	38±15	39±16	40±16	41±17	42±17	43±17	44±18	45±18
5001—6300	39±16	40±16	41±17	42±17	43±17	44±18	45±18	47±19
6301—8000	—	41±17	42±17	43±17	44±18	45±18	47±19	48±20

Нормальные диаметры D_1 оправок в зависимости от диаметров d чистовых отверстий										
Диаметр отверстия d . . .	180—230	231—280	281—330	331—380	381—430	431—490	491—550	551—610	611—670	
Диаметр оправки D_1 . .	160	200	250	300	350	400	450	500	550	

1. Таблица распространяется на детали, у которых $L > 1,2D$ и $d \geq 0,5D$.

2. Припуски δ на внутренний диаметр d определяют как разность между диаметром отверстия детали и диаметром оправки. Допускается дополнительное увеличение припуска по внутреннему диаметру на конусность оправки 1 : 100.

3. Припуски и отклонения на наружные размеры назначают в зависимости от длины деталей и максимального диаметра.

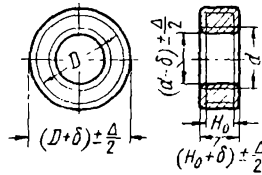
4. Отрицательное отклонение по внутреннему диаметру принимают то же, что и по наружному, а положительное — 0,7 отклонения по наружному диаметру.

5. Припуск на длину детали принимают равным 4δ (δ — величина припуска на максимальный диаметр детали), если отношение $\frac{L}{D} \leq 1,4$, а $D \leq 1000$ мм и вытяжка после осадки заготовки не более двухкратной. В остальных случаях припуск на длину деталей принимается 6δ .

6. Отклонения на длину принимают равными шести отклонениям $\left(\pm \frac{\Delta}{2}\right)$ на максимальный диаметр детали.

7. Припуски и допуски на поковки не указанных в таблице размеров см. литературу [6].

70. Припуски и допуски на поковки колец, изготавливаемые раскаткой под прессами (2-я группа точности) [6]



Размеры в мм

Высота H_0	Припуски δ и наибольшие отклонения $\pm \frac{\Delta}{2}$ при наружном диаметре детали D							
	До 500	501—560	561—630	631—710	711—800	801—900	901—1000	1001—1060
До 200	24±9	25±9	26±9	27±10	28±10	29±11	30±11	31±11
201—236	25±9	26±9	27±10	28±10	29±11	30±11	31±11	32±12
237—280	26±9	27±10	28±10	29±11	30±11	31±11	32±12	33±12
281—335	27±10	28±10	29±11	30±11	31±11	32±12	33±12	34±13
336—400	28±10	29±11	30±11	31±11	32±12	33±12	34±13	35±13
401—475	29±11	30±11	31±11	32±12	33±12	34±13	35±13	36±13
476—560	30±11	31±11	32±12	33±12	34±13	35±13	36±13	37±14
561—670	31±11	32±12	33±12	34±13	35±13	36±13	37±14	38±14
671—750	—	33±12	34±13	35±13	36±13	37±14	38±14	39±14
751—900	—	—	—	37±14	38±14	40±15	42±16	43±16
901—1060	—	—	—	—	40±15	42±16	44±16	45±17

Высота H_0	Припуск δ и наибольшие отклонения $\pm \frac{\Delta}{2}$ при наружном диаметре детали D							
	1061—1120	1121—1180	1181—1250	1251—1320	1321—1401	1401—1500	1501—1600	1601—1700
До 200	32±12	33±12	34±13	35±13	36±13	37±14	—	—
201—236	33±12	34±13	35±13	36±13	37±14	38±14	39±14	40±15
237—280	34±13	35±13	36±13	37±14	38±14	39±14	40±15	42±16
281—335	35±13	36±13	37±14	38±14	39±14	41±15	42±16	44±16
336—400	37±14	38±14	39±14	40±15	41±15	42±16	44±16	46±17
401—475	38±14	39±14	40±15	41±15	42±16	44±16	46±17	48±18
476—560	39±14	40±15	41±15	43±16	44±16	46±17	48±18	50±19
561—670	41±15	42±16	43±16	44±16	46±17	48±18	50±19	52±20
671—750	42±16	43±16	44±16	46±17	48±18	50±19	52±20	54±20
751—900	44±16	45±17	47±18	48±18	50±19	52±20	54±20	56±21
901—1060	46±17	47±18	48±18	50±19	52±20	54±20	56±21	58±22

1. Таблица распространяется на детали, у которых $d \geq 0,5D$ и $H_0 \leq 1,2D$.

2. Припуски и отклонения ($\pm \frac{\Delta}{2}$) на высоту, наружный и внутренний диаметры принимают одинаковыми и определяют в зависимости от наружного диаметра и высоты детали.

3. Припуски по торцам в случае неравноностей (бахромы) контролируют по минимальному размеру.

Форма торца не контролируется.

4. Размер $B = \frac{D-d}{2} + \delta$ должен быть больше $0,054D$. В противном случае значают напуск.

5. Припуски и допуски на поковки не указанных в таблице размеров см. литературу [6].

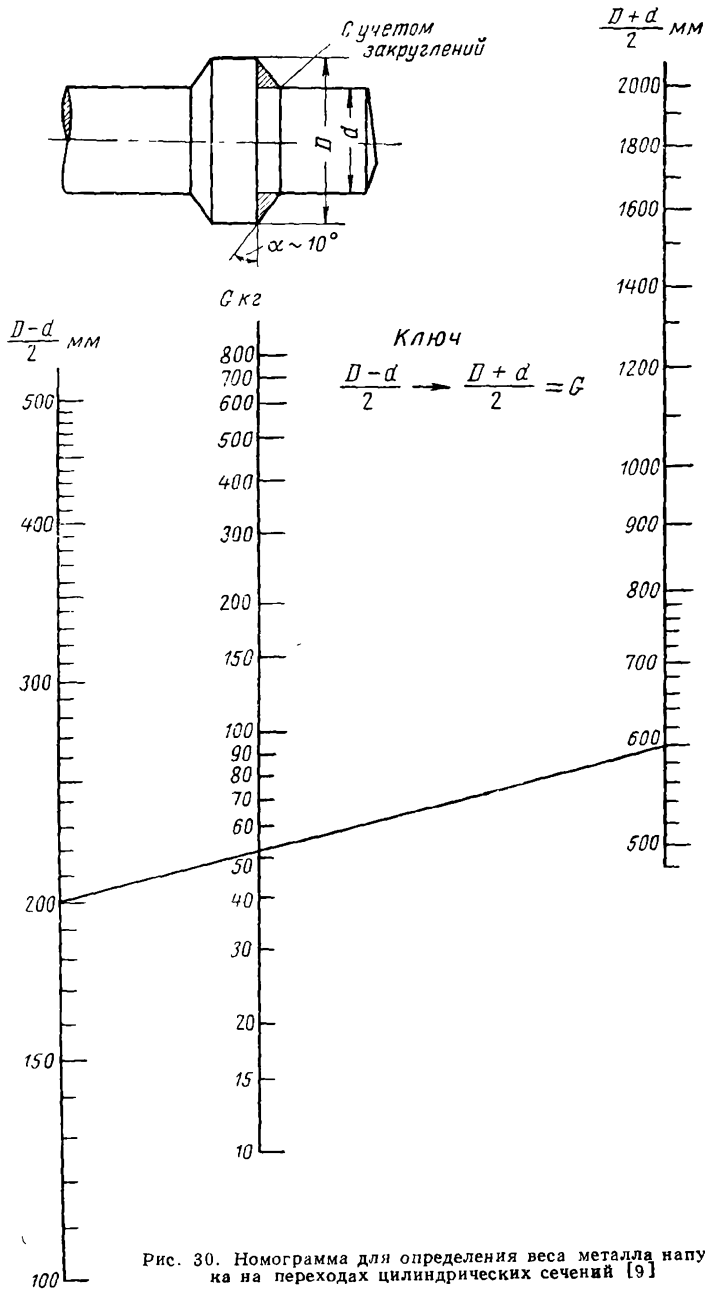


Рис. 30. Номограмма для определения веса металла напуска на переходах цилиндрических сечений [9]

Объем и вес поковки

Объем поковки определяют как сумму объемов отдельных ее частей (представляющих простые геометрические фигуры) по номинальным поковочным размерам. Умножение объема поковки на удельный вес металла дает вес поковки. При расчете веса поковки необходимо учитывать объем металла в галтелях при переходе одного сечения в другое (рис. 30).

Объемы поковок, изготавливаемых под молотами, удобно определять в см^3 и вес получать в г, а объемы поковок, изготавливаемых под прессами, в дм^3 , и вес в кг.

Отходы при ковке

Отходы при ковке бывают следующие: угар, обрубки, выдра (при ковке полых поковок), прибыльная и поддонная части (при ковке из слитков),

500—800° С до ковочной — около 1,5% и при нагреве от 500—700° С до 900—950° С — около 0,5% (подробнее см. гл. III).

Угар при нагреве высоколегированной стали (коррозионностойкой, жаростойкой, жаропрочной и т. п. в 2—3 раза меньше указанного выше.

Общий угар можно уменьшить, если сократить число нагревов. Чтобы предохранить металл от остывания в процессековки, его целесообразно покрывать асбестом в виде полотна или листов, которые для увеличения срока службы прикрепляют проволокой к тонкому листовому железу. Теплоизоляция особенно полезна при ковке длинных поковок.

Эффективность ее можно определить по графикам (рис. 31) [9].

Для пользования графиком необходимо установить:

- фактическое времяковки τ ;
- температурный интервалковки

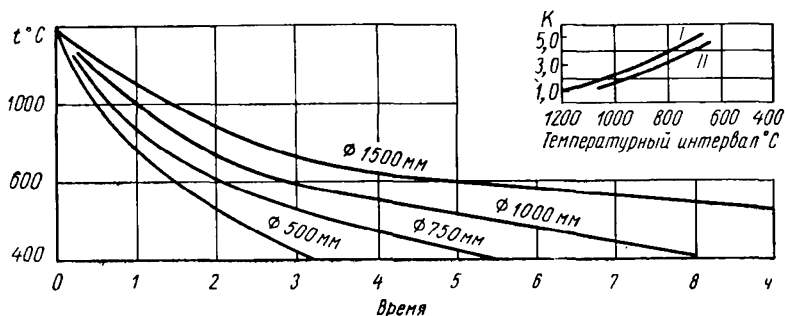


Рис. 31. Графики для определения времени охлаждения металла на воздухе и под асбестовыми кожухами [9]: I — кожухи с зазором до 50 мм; II — кожухи с зазором 50—120 мм

остатки (при ковке из большего, чем по расчету, слитка или некратного проката), с захватом для держания поковки (когда для захвата недостаточно металла поддонной или прибыльной частей слитка).

Угар. При нагреве холодных заготовок углеродистой или среднелегированной стали в пламенных печах от комнатной до ковочной температуры отходы на угар в среднем составляют 2—2,5% от объема или веса нагреваемого металла; при нагреве от температур

$t - t_1$; в) наименьшую температуру началаковки t_3 ; г) наименьшую температуру поковки при посадке на охлаждение t_2 .

Пользуются графиком следующим образом.

1. По кривым, обозначающим диаметры, находят время охлаждения τ_1 от температуры t до температуры t_3 .

2. По кривым в верхней части определяют средний коэффициент замедления охлаждения $K_{ср}$ при использова-

нии изоляции в интервале температур $t - t_3$

$$K_{CP} = \frac{K_1 + K_2}{2},$$

где K_1 — коэффициент замедления охлаждения при температуре t_1 ; K_2 — коэффициент замедления охлаждения при температуре t_3 .

3. Вычисляют время охлаждения τ_2 металла под изоляцией

$$\tau_2 = \tau_1 K_{CP}.$$

4. Устанавливают объемковки, который можно выполнить за время τ_2 .

5. По кривым, обозначающим диаметры, определяют время охлаждения τ_3 исходного сечения в интервале температур $t_3 - t_1$ и время τ_4 , с учетом того, что при ковке металл остывает медленнее, чем на воздухе, примерно в 1,5 раза.

6. По времени τ_4 находят объем работ, который можно выполнить после снятия изоляции. Если $\tau_2 + \tau_4 \geq \tau$, ковку можно провести за один нагрев, если $\tau_2 + \tau_4 < \tau$, — необходим подогрев.

7. По кривым, обозначающим диаметры, определяют время охлаждения τ_6 ранее откованных частей до температуры t_2 , в зависимости от которого производится их изоляция.

Пример. Определить необходимость изоляции слитка и поковки при протяжке слитка диаметром 1500 мм на поковку диаметром 750 мм и длиной 20 000 мм, если фактическое времяковки 8,2 ч, температурный интервалковки 1200—700°С, наименьшая устанавливаемая температура началаковки 850°С, наименьшая температура посадки поковки на охлаждение 400°С, зазор между металлом и изоляцией 50 мм.

1. Средняя производительностьковки за 1 ч

$$\frac{20}{8,2} = 2,45 \text{ м.}$$

2. Время охлаждения сечения 1500 мм на воздухе от 1200 до 850°С $\tau_1 = 2,17 - 0,17 = 2$ ч.

3. Средний коэффициент замедления охлаждения металла под изоляцией $K_{CP} = \frac{1,5 + 3,5}{2} = 2,5$.

4. Время охлаждения металла под изоляцией в интервале температур 1200—850°С $\tau_2 = 2 \cdot 2,5 = 5$ ч.

5. За 5 ч, пока металл будет находиться под асбестом, можно отковать $5 \cdot 2,45 = 12,3$ м.

6. Время охлаждения сечения 1500 мм на воздухе от 850 до 700°С $\tau_3 = 4,34 - 2,17 = 2,17$ ч и времяковки $\tau_4 = 2,17 \cdot 1,5 = 3,25$ ч.

7. За 3,25 ч можно отковать 3,25 · 2,45 ≈ 8 м.

В интервале температур 1200—850°С, с учетом частичной изоляции сечения 1500 мм, можно отковать $12,3 + 8 = 20,3$ м.

8. По кривым, обозначающим диаметры, температура поковки диаметром 750 мм на воздухе достигает 400°С примерно за 5 ч. При общей длительностиковки 8,2 ч часть поковки, обработанная в первую очередь, охладится ниже 400°С и, следовательно, ее необходимо также покрыть изоляцией.

В табл. 71 и 72 приведены сведения о поковках из углеродистой и среднелегированной стали, которые можно отковать под прессом за один нагрев.

Обрубки. Минимальный вес концов обрубов при ковке под молотами (с уковкой более двух) и прессами (с уковкой более трех) можно определить по номограммам, представленным на рис. 32 [11, 12]. Для поковки прямоугольного сечения соединяют прямой точки, соответствующие значениям H и B , и на ее пересечении со шкалой g находят вес обрубка. Вес обрубка поковки круглого сечения находят по соответственным шкалам D и g .

Объем обрубов круглого и прямоугольного сечения можно также определить по следующим рекомендациям [11, 12]:

для круглых сечений с диаметром D
 $V_{об} = 0,23D^3$ — при ковке под молотом;

$V_{об} = 0,21D^3$ — при ковке под прессом;

для прямоугольных сечений с размерами B и H

$V_{об} = 0,3B^2H$ — при ковке под молотом;

$V_{об} = 0,28B^2H$ — при ковке под прессом.

В случаековки с уковкой $U < 2$ на молотах и $U < 3$ на прессах (с нормальной подачей) коэффициенты в формулах или полученный вес обрубов по номограммам можно уменьшить на 20—30%.

Выдра. Величину отходов на выдру ориентировочно определяют по табл. 73

Отходы с прибыльной и донной частями слитка. Отходы с прибыльной частью составляют 14—30%, а с донной 4—7%. При ковке полых поковок


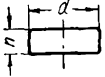

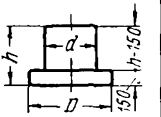

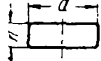
71. Длина поковок круглого сечения из углеродистой и среднелегированной стали, получаемых ковкой под прессом за один нагрев [9]

Поковки	Диаметр в мм	Количество уступов более 30 мм на сторону	Отношение большего уступа к смежному меньшему (при уступе более 30 мм) до	Осадка слитка в данном выносе	Бойки	Длина поковки, получаемой за один нагрев до 1220 — 1250° С, в мм до
Сплошные цилиндрические гладкие и с симметричными уступами не более 30 мм на сторону, образуемыми бойками	170—200 230—300	Нет	—	—	Вырезные	7500 9500
	170—200 230—300 320—400 420—600 650—1000	Нет	—	Нет	Верхний плоский, нижний плоский и вырезной	6 000 7 500 10 000 12 000 20 000
	170—200 230—300 320—400 420—600	Нет	—	Есть		4000 4800 6000 7500
Сплошные цилиндрические с симметричными уступами более 30 мм на сторону, образуемыми разделительным инструментом (перемолотки и т. п.)	400—600	1 или 2 3 » 4 5—8	1,6 1,8 1,8	Нет	Верхний плоский и нижний вырезной	7500 6500 4000
	650—1000	1 или 2 3 » 4 5—8	1,6 1,8 1,8			14 000 12 000 8 200
	>1000	1 или 2 3 » 4 5—8	1,6 1,8 1,8			15 000 13 000 9 000
	400 600	1 или 2 3 » 4 5—8	1,6 1,8 1,8	Есть	Верхний плоский, нижний плоский и вырезной	6000 5500 2500
	650—1000	1 или 2 3 » 4 5—8	1,6 1,8 1,8			6500 6000 3000
	>1000	1 или 2 3 » 4 5—8	1,6 1,8 1,8			7500 7000 3500
Сплошные цилиндрические с несимметричными уступами более 30 мм на сторону, образуемыми разделительным инструментом (перемолотки и т. п.)	400—600	1 или 2 3 » 4	1,6 1,8	Нет	Верхний плоский, нижний вырезной	3500 2500
	650—1000	1 или 2 3 » 4	1,6 1,8			4500 3500
	400—600	1 или 2 3 » 4	1,6 1,6	Есть	Верхний плоский, нижний плоский и вырезной	1700 1400
	650—1000	1 или 2 3 » 4	1,8 1,8			3000 2500

72. Длина поковок прямоугольного сечения из углеродистой и среднелегированной стали, получаемых ковкой под прессом за один нагрев до 1220—1250° С [9]

Поковки	Стороны сечения в мм	Количество углов высотой более 30 мм на сторону	Отношение большего угла к смежному меньшему (при угле более 30 мм) до	Осадка слитка в данном выносе	Длина поковки, отковываемой за один нагрев, в мм до
Сплошные прямоугольные гладкие и с уступами не более 30 мм на сторону, образующимися бойками	170—200 230—300 320—400 420—600 650—1000	Нет	—	Нет	5 000 6 000 7 000 9 000 12 000
	170—200 230—300 320—400 420—600 650—1000	Нет	—	Нет	3500 4500 5500 7000 9000
Сплошные прямоугольные с уступами более 30 мм на сторону, образующимися разделительным инструментом (перезимки и т. п.)	300—600 650—1000	1 или 2 3 » 4 1 » 2 3 » 4	1,8 2,0 1,8 2,0	Нет	6 500 5 500 12 000 10 500
	300—600 650—1000 >1000	1 или 2 3 » 4 1 » 2 3 » 4 1 » 2 3 » 4	1,8 2,0 1,8 2,0 2,0 2,0	Есть	5000 4000 6000 5000 7000 6000

73. Объем отхода на выдру

Прошивка	Эскиз		h	V
	прошивка	выдры		
С подкладным кольцом прошивнем:				
сплошным			$(0,70 - 0,75) H$	$(0,55 - 0,60) d^2 H$
полым			$1,1 H$	$1,1775 D^2 + (0,8635 \times H - 1,1775) d^2$
Без подкладного кольца сплошным прошивнем			$(0,20 - 0,25) H$, но не более 170 мм	$(0,15 - 0,20) d^2 H$

H — высота заготовки перед прошивкой

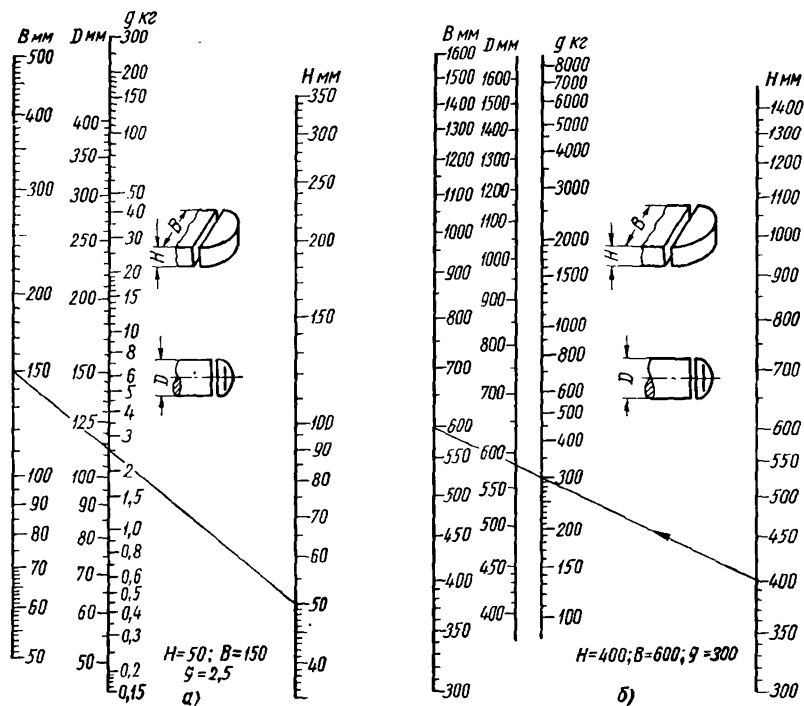


Рис. 32. Номограмма для определения концевых обрубков при ковке: а — под молотами [12]; б — под прессами [11]

они меньше, чем при ковке сплошных. Если полые поковки изготавливают из слитков, отлитых без прибыльной части, то отход с верхней частью слитка составляет 8—12%. Для уменьшения отхода с донной частью ее удаляют от сечения поковки, так как при удалении от сечения слитка вместе с донной частью захватывается качественный металл. Увеличенный отход с донной частью назначается для поковки ответственных деталей.

Остатки. Остатки получаются при большем весе слитка или катаной заготовки, чем необходимо по расчету. Величина остатков определяется конкретными условиями.

Хвостовики. Обычно для хвостовиков используют металл прибыльной или донной части. Однако его часто бывает недостаточно; в этом случае

захватывается металл годной части слитка, поступающий затем в отход.

Уковка

Общая уковка при протяжке определяется выражением

$$y = \frac{F_0}{F_k},$$

где F_0 и F_k — соответственно площади поперечного сечения исходной заготовки и поковки.

Общая уковка при протяжке за несколько нагревов равна произведению уковок за каждый нагрев:

$$y_{\text{общ}} = \frac{F_0}{F_k} = y_1 y_2 \dots y_n,$$

где F_0 и F_k — сечение заготовки до и после протяжки.

Уковка при раскатке кольцевых заготовок выражается через площади или размеры продольного сечения [27]:

$$y = \frac{F_0}{F_1} = \frac{h_0 L_0}{h_1 L_1},$$

где h_0 и h_1 — соответственно толщины стенок до и после раскатки; L_0 и L_1 — соответственно ширина (высота) кольцевой заготовки до и после раскатки.

Уковка за последний нагрев, в основном формирующая микроструктуру, и связанные с ней свойства, приобретает особо важное значение, когда поковки изготовляют из сталей аустенитного и ферритного классов, не имеющих фазовых превращений, из заэвтектоидной и ледебуритной инструментальной стали, а также если поковки не подвергаются термической обработке с перекристаллизацией.

Достаточной уковкой для слитков обычной конструкции из углеродистой и среднелегированной стали считается 2,5—3. Для удлиненных слитков достаточна уковка 2. Если дляковки под молотами используют сортовой прокат, то можно принимать уковку 1,3—1,5; уковка необходима тем больше, чем выше температура нагрева металла перед ковкой. При этом проверяют возможность обеспечения необходимых сечений поковки (стр. 260).

Для поволоков из стали карбидного класса, у которой требуется размельчение карбидов и их равномерное распределение по сечению, необходима большая уковка и чередование операций протяжки и осадки. В частности, для быстрорежущей стали типа P18 требуется уковка порядка 8—12.

Выбор проката

В объем заготовки V_z входят: объем поковки V_n , объем технологических отходов V_o и объем металла на угар V_y :

$$V_z = V_n + V_o + V_y.$$

Профиль и сечение (круг, квадрат и т. п.) заготовки выбирают исходя из технологических соображений (обеспечение уковки, выбранные бойки, удобство и производительностьковки и т. п.). Для поволоков прямоугольного сечения наиболее удобны квадратные профили, а для поволоков круглого сече-

ния — круглые и при недостаточной уковке — квадратные.

Для определения веса заготовок иногда пользуются укрупненными ориентировочными данными об отходах в зависимости от типа поволоков (табл. 74).

74. Расход металла на поковки, изготавливаемые из проката (В. В. Керекеш)

Категория поволоков	Способ изготовления	Коэффициент отходов и потерь при ковке K_0
1	Без обесчки (фланцы, глухие, круглые, овальные, пластинны, кубики)	1,02—1,03
2	Протяжкой с последующей гибкой в приспособлении (вилки, скобы)	1,03
3	Осадкой с последующей растяжкой и оправкой кольцом (шестерни, фланцы, муфты, крышки)	1,03
4	Свободной ковкой с помощью клиновых прокладок (клинья, шпонки тангенциальные)	1,05—1,09
5	Протяжкой (валы и валики, квадратные бруски, шестигранные бруски, планки)	1,06—1,08
6	Протяжкой с односторонними уступами (валы с уступами или фланцами, болты с круглой или квадратной головкой, шпонки)	1,07—1,09
7	Протяжкой с двусторонними уступами (валы и валики с двусторонними уступами или с буртами, шпиндели, тяги, прямоугольные бруски с уступами)	1,08—1,1
8	Осадкой с последующей прошивкой и раскаткой (раскатанные кольца, втулки, обечайки)	1,1—1,12
9	Свободной ковкой с обесчкой краев (кулисы, собачки, секторы, державки)	1,09—1,12

Однако более правильно учитывать не только тип, но и размеры поволоков. На рис. 33—38 представлены номограммы для определения отходов в процентах от веса поволоков при ковке некоторых поволоков из углеродистой

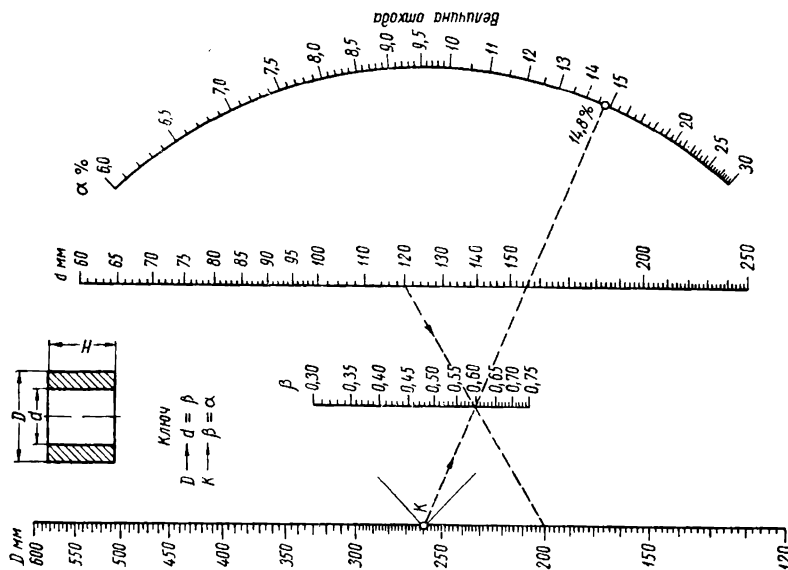


Рис. 34. Номограмма для определения величины отхода при ковке поковок колец высотой более 0.7 внутреннего диаметра кольца [2]

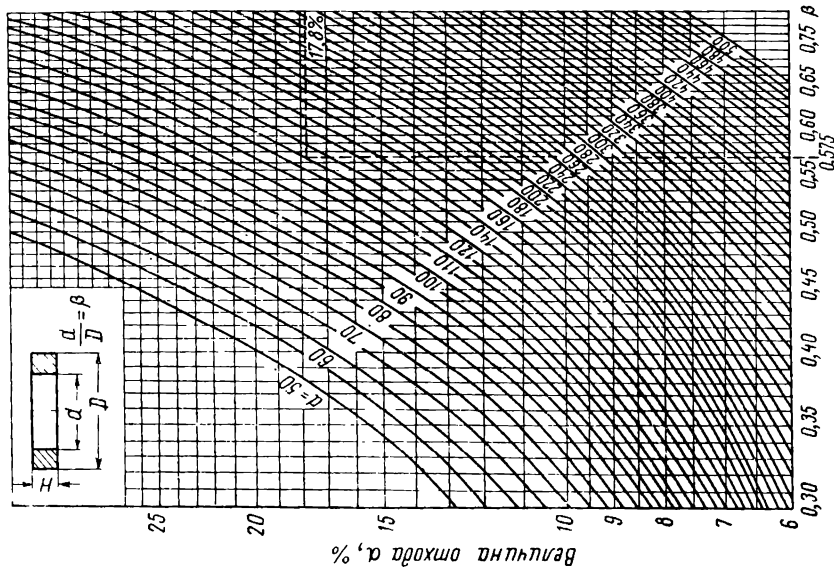


Рис. 33. Номограмма для определения величины отхода при ковке поковок колец высотой менее 0.7, внутреннего диаметра [2]

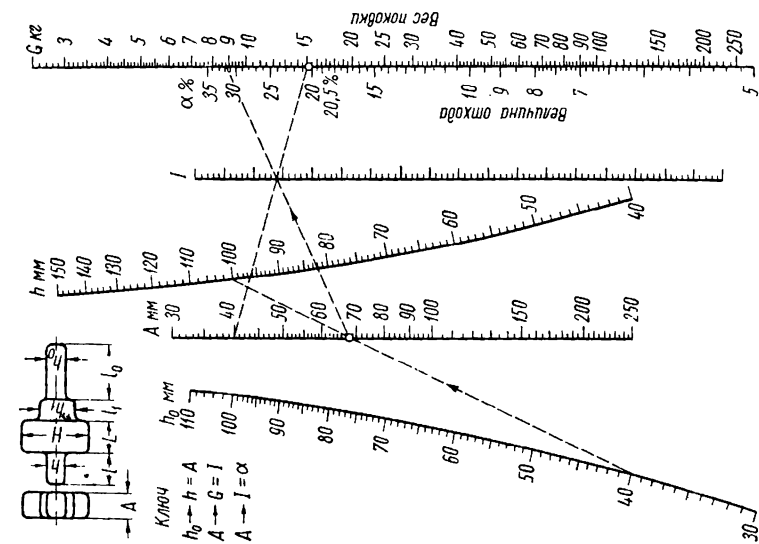


Рис. 36. Номограмма для определения величины отходов при ковке прямоугольных ступенчатых поковок [2]

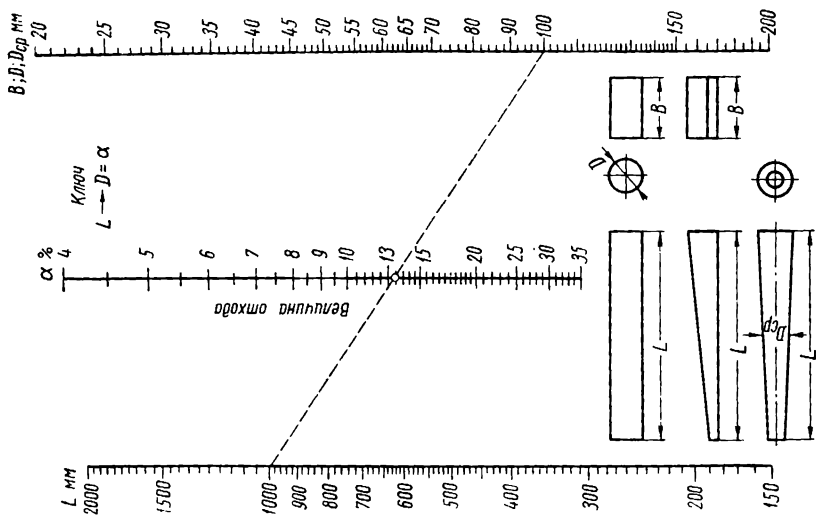


Рис. 35. Номограмма для определения величины отходов при ковке гладких сплошных поковок [2]

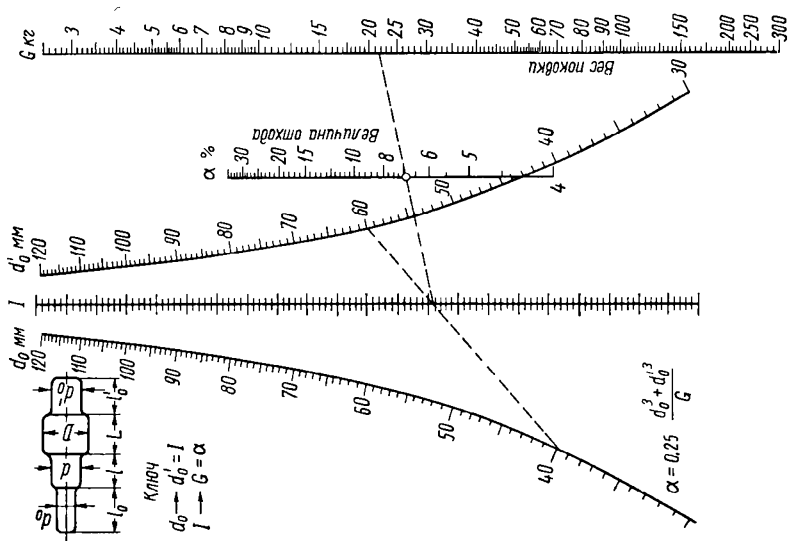


Рис. 38. Номограмма для определения величин отходов при ковке цилиндрических ступенчатых поковок при односторонней оттяжке конца [2]

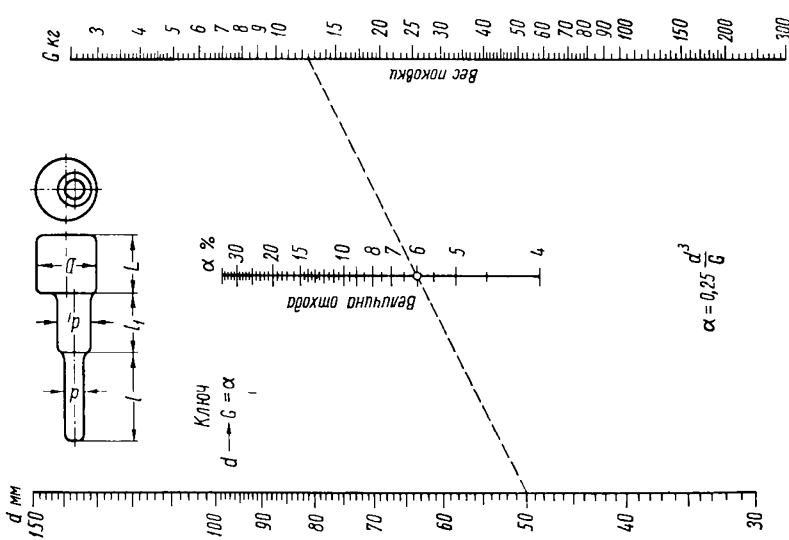


Рис. 37. Номограмма для определения величин отходов при ковке цилиндрических ступенчатых валков при двусторонней оттяжке концов [2]

и легированной конструкционной стали за один нагрев. Угар в зависимости от размеров и сложности поковок принят 2,5—4,5% от веса поковки. Если необходимы подогревы,

котором производится пережим под оттяжку, по длине обеспечивает возможность проведения этих операций без зажимов с торцов. (Обрубка с каждого конца предусмотрена длиной 0,3—

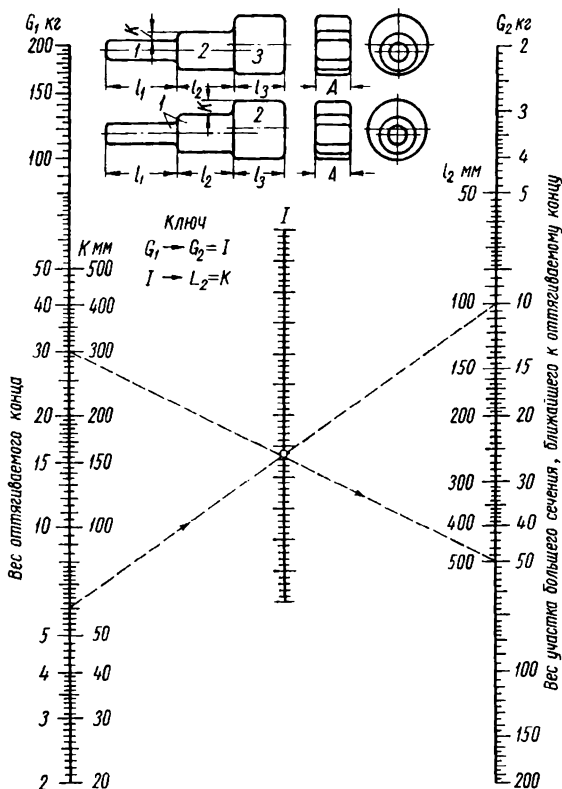


Рис. 39. Номограмма дополнительная к номограммам рис. 36, 37, 38 [2]

следует вес заготовки, полученный по номограммам, увеличивать на 1,0—1,5% на каждый подогрев.

Номограммами рис. 33—38 пользуются в соответствии с обозначенными на них ключами и выполненными примерами.

Номограммы рис. 36—38 дают окончательный результат в том случае, когда объем металла, необходимый для получения оттянутых концов, включая требуемые обрубки, при приведении к размерам смежного сечения, на

0,45 от диаметра или наибольшего размера поперечного сечения).

Для выяснения вопроса о возможности непосредственного использования номограмм рис. 36—38 определяют максимально возможную величину уступа K (рис. 39) по весу G_1 оттянутого участка, весу G_2 прилегающего к нему участка большего сечения и длине l_2 последнего.

Если фактическая величина уступа на поковке окажется меньше полученного значения K по номограмме, то

результаты, определенные по номограммам 36—38, можно принимать.

В противном случае объем металла, необходимый для выполнения пережима, определяют без номограмм.

Выбор слитка

Тип слитка (обычный, укороченный, удлиненный, малоприбыльный, бесприбыльный и т. д.) выбирают в зависимости от назначения поковки. Если поковки идут на изготовление ответственных деталей, то каждую из них предпочтительно ковать из отдельного слитка. В ряде случаев из слитка изготавливают несколько поковок, но при этом применять слитки весом более 15 т не следует. Для поковок на неответственные детали вес слитка и количество получаемых из него поковок выбирают, исходя из условий удобстваковки, наименьших затрат времени и наименьшей себестоимости.

Технологические отходы (обрубки, высечки, выдры и др.) обычно удаляют от годной части слитка. В отдельных случаях для повышения выхода годного возможно совместить, например, отход с донной или прибыльной частью с концевыми обрубками. Для поковок, контроль которых производят по поперечным пробам, слиток большого сечения выбирать не следует.

Поковки больших поперечных размеров бывает невозможно изготовить из слитка расчетного веса (не обеспечивается необходимая уковка, получение заданных размеров). В таких случаях слитки выбирают большего веса, а годный лишний металл используют на другие поковки.

Вес слитка определяют по формуле

$$G_{сл} = G_n + G_{пр} + G_{под} + G_y + G_0,$$

где G_n , $G_{пр}$, $G_{под}$, G_y , G_0 — вес соответственно поковки, прибыльной части, поддонной части, угара, технологических отходов (обрубки, высечки, выдры и т. п.).

Вес слитка можно найти следующим образом [9].

Принимая вес слитка за 100%, вычитают вес, выраженный в процентах отходов с прибыльной и донной частями и угара. Получают допустимый процент использования металла слитка на по-

ковку η . Угар учитывают до момента разметки в слитке металла на поковку. Затем, взяв сумму веса поковки G_n и отходов G_0 , которые получаются после разметки слитка на поковку, определяют теоретический вес необходимого слитка по формуле

$$G_{сл} = \frac{(G_n + G_0) \cdot 100}{\eta}.$$

Пример. Определить вес слитка для поковки сечением 400 × 500 мм, длиной 7300 мм и весом 11 450 кг, отковываемой с двух нагревов; металл на поковку в слитке размечают после второго нагрева.

При ковке такой поковки отходами (кроме прибыльной части, донной и на угар) будут два концевых обрубка, которые удаляют после распределения металла слитка на поковку. Принят отход с прибыльной частью 20%, с донной 5%, угар от двух нагревов 2 + 1,5 = 3,5%, в сумме получим 20 + 5 + 3,5 = 28,5%.

Следовательно, допустимый процент использования металла слитка на поковку с обрубками составит $\eta = 100 - 28,5 = 71,5\%$.

Вес обрубка по номограмме (рис. 32) составит 205 кг. Два обрубка весят 410 кг.

Теоретический вес слитка равен

$$G_{сл} = \frac{(G_n + G_0) 100}{\eta} = \frac{(11450 + 410) 100}{71,5} = 16600 \text{ кг.}$$

Если слитка такого веса не имеется, то берется ближайший больший слиток, например, весом 17 000 кг.

Фактический выход годного в процентах

$$h = \frac{G_n \cdot 100}{G_{сл}} = \frac{11450 \times 100}{17000} \approx 67,3\%.$$

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОВКИ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ¹

При ковке высоколегированной стали² для получения качественных поковок, кроме дифференцированного выбора для каждого класса стали общей степени уковки, необходимо учитывать и другие технологические факторы. К числу их относятся подготовка слитков и заготовок к ковке; режим нагрева перед ковкой; оптимальные температуры начала и концаковки; выбор схемы процессаковки и формы бойков, охлаждение поковок и др.

¹ Написано И. Г. Соколовым.

² См. также гл. XVII.

Подготовка слитков и заготовок к ковке. Если на поверхности слитков или заготовок есть дефекты (литейные плены, подкорковые пузыри и др.), то они остаются и в поковках в виде ковочных плен, волосовин, песочин, трещин и др. Поэтому для обеспечения чистой поверхности поковок требования к состоянию поверхности слитков и заготовок должны быть максимально повышены.

Предварительный и промежуточный отжиг. Для слитков высоколегированной стали многих марок производят предварительный и промежуточный отжиг, который применяют с целью:

1) снятия полученных при охлаждении слитка остаточных напряжений;

2) снижения твердости в тех случаях, когда производится обработка поверхности слитка резанием (обдирка, вырубка);

3) ослабления неравномерности химического состава слитка;

4) разрушения по границам первичного (литого) зерна хрупкой ледебуритной оболочки (смесь цементита с аустенитом), имеющейся в стали карбидного и аустенитного классов (быстрорежущая, хромоникелевая и хромоникелевольфрамовая с высоким содержанием углерода и др.). Хотя полное разрушение таких оболочек первичного зерна путем термообработки и не достигается, слитки, подвергнутые отжигу, поддаются ковке или прокатке значительно лучше, дают меньше трещин и обеспечивают больший выход годного металла.

Нагрев металла перед ковкой. Основными дефектами в слитках высоколегированной и легированной стали являются флокены, усадочные и интеркристаллические (по стыкам зерен) трещины, образующиеся в процессе остывания слитка. Чтобы предотвратить возникновение дефектов, в тех условиях, где это возможно, следует подавать слитки для нагрева под ковку в горячем состоянии непосредственно после отливки с наружной температурой не ниже 600°C . Закладку холодных слитков в печь надо производить, как правило, при низких температурах печи ($600\text{--}700^{\circ}\text{C}$), так как теплопроводность высоколегированной

стали ряда марок ниже в 3—4 раза теплопроводности углеродистой стали.

Температура начала и концаковки. Интервалы ковочных температур высоколегированной стали многих марок более узкие, чем для среднеуглеродистой и низколегированной конструкционной стали. Это обстоятельство обязывает обращать особое внимание на соблюдение температурных режимов начала и концаковки.

Выбор схемы процессаковки. При деформации литого металла в одном направлении (без кантовки) кристаллы литой структуры принимают вытянутую форму. Происходит недостаточное разрушение первичного (литого) зерна и структурных составляющих, расположенных по его границам. Поэтому для получения в поковке более однородной структуры и оптимальных механических свойств металла ее попеременно вращают вокруг продольной оси.

Наиболее рациональна ковка по схеме квадрат—прямоугольник—квадрат.

Форма бойков. Пластичность стали при ее деформировании ковкой можно значительно повысить путем правильного выбора формы и размера бойков, т. е. путем выбора наиболее благоприятной схемы объемно-напряженного состояния металла при деформировании.

Нецелесообразно производить вытяжку высоколегированной стали в комбинированных бойках (верхний плоский, нижний вырезной). Наиболее благоприятные условия обеспечиваются при ковке в бойках, имеющих радиус выреза, равный радиусу сечения. В этом случае вытяжка происходит при боковом давлении на металл инструмента, исключающем образование растягивающих напряжений. После предварительного обжима в вырезных (по радиусу) бойках последующая вытяжка допускается и в ромбических бойках. Вырезные бойки обеспечивают и наибольшую производительность.

Влияние исходного состояния металла на пластичность. Пластичность высоколегированной стали зависит и от ее исходного состояния. Литая сталь менее пластична, чем ранее

Группа поковок	I					
Характеристика поковок, входящих в группу	Цилиндрические сплошные гладкие и с уступами					
Подгруппа поковок	1	2	3	4	5	6
Способы изготовления поковок, входящих в подгруппу	Вытяжка	Вытяжка и осадка	Вытяжка и пережим уступов	Вытяжка, осадка и пережим уступов	Вытяжка, осадка, пережим уступов и передача	Вытяжка и осадка с образованием выступа
Условия применения вырезных бойков	Когда обеспечивается необходимая уковка без осадки, вырез бойков вмещает сечение слитка (заготовки) и не требуется применения разделительного инструмента					
Условия применения плоских бойков или верхнего плоского бойка, а нижнего вырезного	Когда требуется осадка слитка и применение разделительного инструмента					
Группа поковок	IV		V			
Характеристика поковок, входящих в группу	Цилиндрические полые гладкие и с малыми уступами		Цилиндрические с малым отношением к размеру			
Подгруппа поковок	1	2	1			
Способы изготовления поковок, входящих в подгруппу	Вытяжка, осадка и прошивка	Вытяжка, осадка с уступом и прошивка	Вытяжка, осадка, прошивка и раскатка			
Условия применения вырезных бойков	Когда перед рубкой заготовки дается					
Условия применения плоских бойков или верхнего плоского бойка, а нижнего вырезного	Когда перед рубкой заготовки					

ция поковок

II				III					
Прямоугольного сечения гладкие и с уступами				Смешанные сечения сплошные с уступами и с расположением отдельных частей в одной, двух, трех и более плоскостях					
1	2	3	4	1	2	3	4	5	6
Вытяжка	Вытяжка и осадка	Вытяжка и пережим уступов	Вытяжка, осад- ка и пережим уступов	Вытяжка и пе- режим уступов	Вытяжка, осад- ка, пережим уступов	Вытяжка, пере- жим уступов и передача	Вытяжка, осад- ка, пережим уступов и пере- дача	Вытяжка, пере- жим уступов, передача и за- кручивание	Вытяжка, тор- цовая осадка, пережим усту- пов, передача и закручивание
—				—					
Когда обеспечивается необходимая уковка без осадки				—					
				VI				VII	
полые гладкие, шением длины сечения		Цилиндрические полые гладкие и с большими уступами при большом отношении длины к размеру сечения				С криволинной осью			
2		1		2		3		—	
Вытяжка, осадка, прошивка, вытяжка с оправкой, раскатка		Вытяжка, осадка, прошивка, раскатка и вытяжка с оправкой		Вытяжка, осадка, прошивка, рас- катка, вытяжка с оправкой и пе- режим уступов		Вытяжка, осадка, пережим уступов, прошивка и вытяжка с оправкой		Различные способы и гибка	
значительная вытяжка и вырез бойков вмещает сечение								В зависимости от операций и условий, указанных для других групп	
производится только обжим ребер и граней								То же	

деформированная. Это объясняется тем, что в литой стали хрупкие и менее прочные составляющие более концентрированно расположены по границам зерен, чем в деформированном металле. При определенных условиях, например при большой степени деформации, разрушение литой структуры может происходить в первую очередь по границам кристаллов с образованием трещин. По этой причине при первом переходе обычно производят обжатие граней слитков с небольшой степенью деформации.

Степень деформации и размер зерна. Деформация металла ковкой для получения детали заданной формы и размеров может производиться по-разному. Например, обжатие поперечного сечения или осадка заготовки могут быть выполнены за один переход, за несколько проходов с примерно одинаковыми частными обжатиями, причем обжатие за каждый переход увеличивается от первого к последнему на разную величину (20, 40, 60% и т. д.).

Возможность применения того или иного варианта определяется пластичностью металла, условиями рекристаллизации и требуемой величиной зерна в поковке. Высоколегированная сталь большинства марок перлитного и ферритного классов обладает высокой пластичностью. Наоборот, высоколегированная сталь аустенитного класса, ледебуритной группы с карбидами и др. обладает пониженной пластичностью. Поэтому ковку слитков из быстрорежущей и жаропрочной стали производят с весьма ограниченной степенью деформации за первый переход.

Для определения величины зерна в поковках в зависимости от степени деформации руководящим материалом служат диаграммы рекристаллизации в координатах температура — величина зерна — степень деформации, которые разрабатывают отдельно для литого и деформированного металла.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОКОВОК

Классификация поковок приведена в табл. 75.

Примером поковок различных групп могут служить следующие:

первой — поковки штоков, осей, валов, колошн, цапф, роторов и т. п.
второй — поковки плит, пластин, штамповых кубиков, вкладышей, шпинделей, дышел, баб и т. п.

третьей — поковки коленчатых валов и т. п.

четвертой — поковки дисков, фланцев, колес, покрышек, муфт, шестерен и т. п.

пятой — поковки бандажей, дисков, колец и т. п.

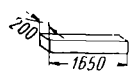

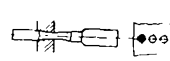
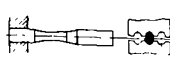
шестой — поковки барабанов, шпинделей, полых валов, цилиндров и т. п.

седьмой — поковки крюков, бугелей, скоб, труб, днищ и т. п.

ПРИМЕРЫ КОВКИ НА МОЛОТАХ И ПРЕССАХ

(См. табл. 76—87)

78. Схема технологического процессаковки под прессом с манипулятором поковки вагонной оси (I группа)

Операции	Эскизы переходов
Исходная заготовка из стали 45	
Обжать первый конец в 1-м ручье	
Подкатать конусную и среднюю часть во 2-м ручье	
Подкатать подступичную часть до окончательного размера в 1-м ручье	

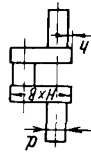
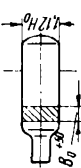
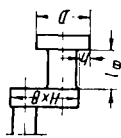

Продолжение табл. 67

Операции	Эскизы переходов
Отковать шейку первого конца в 3-м ручье	
Обжать второй конец в 1-м ручье	
Протянуть в 1-м ручье второй конец на круг	
Подкатать на конус вторую половину во 2-м ручье	
Окончательно подкатать середину в 1-м ручье	
Подкатать подступичную часть второго конца в 1-м ручье	-
Отковать 2-ю шейку в 3-м ручье	

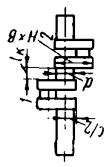
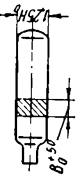
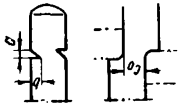
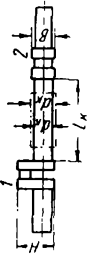
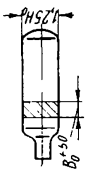
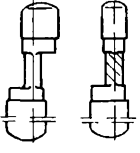
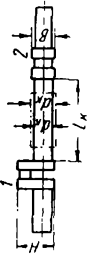
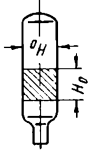
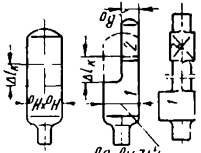
77. Технологический процессковки на молоте поковки ключа (II группа)

Операции	Эскизы переходов
Исходная заготовка из стали 25	
Обжать грани на диаметр 100 мм	
Подкатать конец на шар 95 мм	
Расплющить шар до высоты 30 мм	
Отштамповать головку и прорезать зев	
Отковать хвостовую часть Зачистить заусенец	

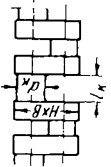

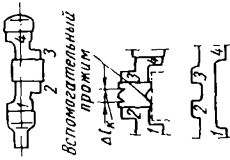
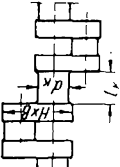
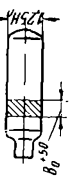
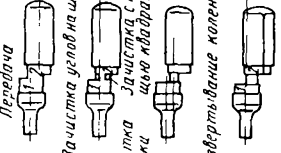
78. Схемы технологических процессов ковки поковок коленчатых валов разного типа [9] (III группа)

Схема	Валы		Размеры заготовки Индекс «О» у размера обозначает поковочный размер, соответствующий размеру детали	Характеристика		Схемаковки или выполнения основных операций	Ориентировочная последовательность ковки (после изготовления заготовки)
	детали	поковки		детали	поковки		
I		—		—	—	<p>Схемаковки концевых шеек</p> <p>При $h > 50$ мм шейка куется с пережимом со стороны затылка</p> <p>$\frac{1}{2}H_0 - d_p - 5h$</p> <p>$(d_p + 5h) \times B_0$</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Пережим. 2. Ковка конца на сечение. 3. Ковка конца на круглое сечение. 4. Ковка другого конца. 5. Ковка колена и правка
II		—		—	<ol style="list-style-type: none"> 1. При $l_\phi < 0,6 D$ шейка не прожигается 2. При $0,6 D < l_\phi < D$ шейка прожигается с увеличенными припусками против нормальных 	<p>Способковки фланца</p> <p>x — припуск на утажку</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Пережим колена. 2. Передача металла на фланец и шейку. 3. Ковка на $D_0 + x$. 4. Пережим фланца. 5. Ковка, отделка и правка фланца и шейки. 6. Ковка другого конца. 7. Ковка колена и правка

Продолжение табл. 78

Схема	Характеристика		Размеры заготовки	Схемаковки или выполнения основных операций	Ориентировочная последовательностьковки (после изготовления заготовки)
	детали	поковки			
III	 <p>При $l_k < B < H$</p>	<p>1. Колено отковывается в виде призмы</p> <p>2. Шейка между коленами 1—2 проковывается на сечение $s_0 \times B_0$</p>		 <p>Размер a определяется в соответствии с объемом шейки. Глубина приречки</p> $b = \frac{H_0 - 1,5d_0}{2}$	<p>1. Пережим шейки и передача металла.</p> <p>2. Ковка шейки 1—2.</p> <p>3. Ковка колена 2 и конца лена 1 и конца</p>
IV	 <p>При $l_k > H$ и $d_k \leq B$</p>	<p>1. Колено отковывается в виде призмы</p> <p>2. Шейка между коленами отковывается на круглое сечение</p>		 <p>Пережим и передача производится в соответствии со схемой III</p> <p>Развертывание и правка средней шейки производится в процессе отковки</p>	<p>1. Пережим шейки и передача металла.</p> <p>2. Ковка шейки 1—2, разводка колена, правка колена.</p> <p>3. Ковка колена 2 и конца лена 1 и конца</p>
V	 <p>При $B < l_k < H$</p>	<p>1. Колено отковывается в виде призмы</p> <p>2. При l_k меньше 300 мм закатка на круглое сечение не производится</p>		 <p>Размер l_k определяется в соответствии с объемом шейки и напуском на галтели, скосы</p>	<p>1. Ковка в двух плоскостях.</p> <p>2. Ковка шейки между коленами.</p> <p>3. Ковка колена 2 и конца лена 1 и конца</p> <p>4. Ковка колена 1 и конца лена 1 и конца</p> <p>5. Правка</p>

Продолжение табл. 78

Схема	Характеристика		Размеры заготовки	Схемаковки или выполнения основных операций	Ориентированная последовательностьковки (после изготовления заготовки)
	детали	поковки			
VI		<p>1. Колено отковыается в виде призма $\frac{H}{3} < l_k < \frac{H}{2}$</p> <p>2. При $\frac{H}{3} < l_k < \frac{H}{2}$ закатка шеек на круг не производится</p>		 <p>Размер Δl_k определяется в соответствии с объемом шейки</p>	<p>Для четырехколенного наала</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ковка шейки 1—2 и части колен 1—2. 2. Ковка шейки 3—4 и части колен 3—4. 3. Ковка шейки 2—3 и части колен 2—3. 4. Ковка части колена 4 и конца. 5. Ковка части колена 1 и конца. 6. Правка
Многоколенчатые	<p>Шеки без скосов</p>  <p>При весе больше 3 т и $l_k = (0,8 \div 1,0) d_k$</p>	<p>Колено отковыается в виде призма</p>		 <p>Присечка — в соответствии со схемой III</p>	<p>Для пятиколенного вала</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ковка шейки, части колен 1—2 и разворот 1—2. 2. Ковка шейки, части колен 2—3 и разворот 2—3. 3. Ковка шейки, части колен 3—4 и разворот 3—4. 4. Ковка шейки, части колен 4—5 и разворот 4—5. 5. Ковка колена 5 и конца. 6. Ковка колена 1 и конца

Продолжение табл. 78

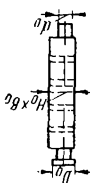
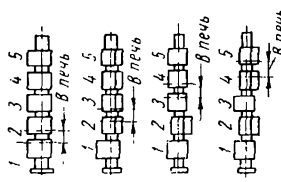
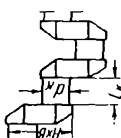
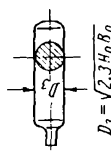
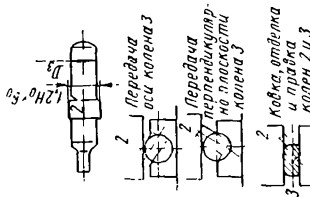
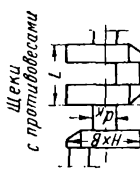
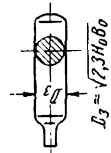
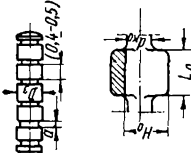
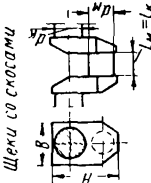
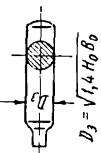
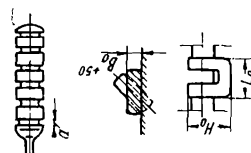
Схема	Характеристика		Размеры заготовки	Схемаковки или выполнения основных операций	Ориентировочная последовательностьковки (после изготовления заготовки)
	детали	поковки			
VIII	Валы	Мнококоленчатые			<p>Для пятиколенчатого вала</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Разворот колен 1—2 и правка. 2. Разворот колен 2—3 и правка. 3. Разворот колен 3—4 и правка. 4. Разворот колен 4—5 и правка.
	<p>См. схему VII</p> <p>При весе меньше 3 т и $l_K \approx (0,8 \div 1,0) d_K$</p>	<p>1. Колено отковывается в виде призмы</p> <p>2. Шейки протачиваются на станке</p>			
IX	Шейки со ступицами	 <p>При $l_K = (0,5 \div 0,8) d_K$</p>	 <p>$D_2 = \sqrt{2,34} d_0$</p>		<p>Для пятиколенчатого вала</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ковка колена 1. 2. Ковка колена 2. 3. Ковка колена 3. 4. Ковка колена 4. 5. Ковка колена 5 и конца лена 1 и конца лена 2 и 3.
	<p>Шейки со ступицами</p>	<p>Колено отковывается в виде призмы с увеличением припусков на 30—40% против нормальных</p>			

Схема	Характеристика		Размеры заготовки	Схемаковки или выполнения основных операций	Ориентировочная последовательность ковки (после изготовления заготовки)
	Валы	поковки			
X	<p>Щеки с противовесами</p>  <p>При $l_k = (1 \div 1,4) d_k$</p>	<p>Колоно отковывается в виде призм</p>  <p>$D_3 = \sqrt{1,4 H_0 B_0}$</p>	 <p>Размер a определяется из соотношения $\frac{\pi d^2}{4} \cdot KO = \frac{\pi a^2}{4}$ $a = 0,6V$; V — объем металла шейки. Излишек металла на заготовках удаляется газовой резкой или пилой холодной резки</p>	<p>Для пятиколенного вала</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Прожим 2. Ковка колен в разных плоскостях. 3. Правка. 4. Ковка конца. 5. Ковка другого конца 	<p>Для пятиколенного вала</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Прожим 2. Заготовка колен по штампу в разных плоскостях 3. 4. Штамповка колен по дватри колена за вынос. Доводка по длине 5. Ковка конца 6. Ковка другого конца
XI	<p>Щеки со скосами</p>  <p>При $l_M = l_k (1 \div 1,2) d_k$</p>	<p>Колоно отштамповывается с прожимом мотылевой шейки. При чистом весе вала до 2,5 т вал куеться по схеме X</p>  <p>$D_3 = \sqrt{1,4 H_0 B_0}$</p>	 <p>Размер a для всех поковок не превышает 0,3d_k. Прожим колен по штампу, штамповка и отделка трех колен может производиться с одного нагрева</p>	<p>Для пятиколенного вала</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Прожим 2. Заготовка колен по штампу в разных плоскостях 3. 4. Штамповка колен по дватри колена за вынос. Доводка по длине 5. Ковка конца 6. Ковка другого конца 	<p>Для пятиколенного вала</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Прожим 2. Заготовка колен по штампу в разных плоскостях 3. 4. Штамповка колен по дватри колена за вынос. Доводка по длине 5. Ковка конца 6. Ковка другого конца

Примечание. Поковки тяжелых многоколенных валов с короткими коренными шейками успешно изготавливают секционной штамповкой в штампе, состоящем из секций, которые включаются последовательно. (Авт. свид. № 128270, класс 49f; 49f 16 Н. Н. Дорохова и М. Г. Златкина).

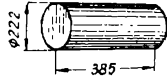
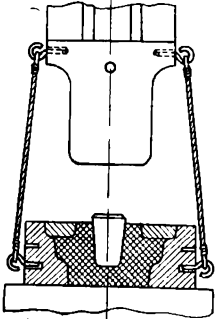
79. Технологический процессковки на молоте поковки фланца [15] (IV группа)

Операции	Эскизы переходов
Исходная заготовка из стали 40	
Осадить заготовку до высоты 160 мм и обкатать по диаметру	
Прошить отверстие диаметром 80 мм и обкатать с прошивнем по диаметру	
Раздуть отверстие прошивными диаметром 120 и 160 мм до диаметра 160 мм с обкаткой по диаметру до высоты 175 мм	
В кольцо забить оправку диаметром 160 мм и высотой 117 мм	
Осадить заготовку в кольцо до высоты 120 мм. Обкатать по диаметру вместе с кольцом	
На подкладном кольце выбить оправку при помощи наставки	
Вырубить заусенец конусным прошивнем с острыми кройками диаметром 160 мм. Снять кольцо	

80. Технологический процессковки на молоте поковки шестерни [15] (IV группа)

Операции	Эскизы переходов
Исходная заготовка из стали 35ХН	
Установить заготовку и разъемные вкладыши в корпус подкладного рабочего кольца	
Осадить заготовку с образованием фланца диаметром 156 мм	
Перевернуть рабочее кольцо на 180° и убрать вспомогательное кольцо. Осадить заготовку до плоскости кольца. Забить прошивень диаметром 76 мм	
Перевернуть рабочее кольцо на 180°. Прошить отверстие диаметром 40 мм на вспомогательном кольце	
Освободить поковку вместе с вкладышами с корпуса кольца. Раскрыть вкладыши с помощью накладок нажатием верхнего бойка	

81. Технологический процесс ковки на молоте поковки втулки [15] (IV группа)

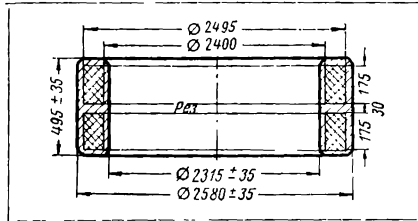
Операции	Эскизы переходов
Исходная заготовка из стали 40Х	
Слегка осадить заготовку (до выравнивания торцов) в нижнем осадочном кольце. Наложить на заготовку верхнее кольцо	
Осадить заготовку до смыкания верхнего кольца с нижним	
Забить прошивень с одной стороны и перевернуть кольца с поковкой на 180°. Пробить отверстие с обратной стороны. Освободить поковку из колец	

82. Типовой технологический процесс ковки на молоте поковки бандажа [15]

Операции	Эскизы переходов
Исходная заготовка	
Осадить заготовку	
Прошить отверстие с двух сторон	
Раскатать на универсальном раскатном приспособлении	
Откинуть стойки приспособления для раскатки. Повернуть боек в рабочее положение. Оправить поковку по высоте	

83. Технологический процессковки на прессе 3000 т поковки бандажа (V группа)

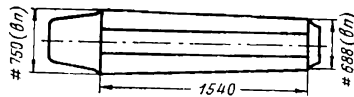
Продолжение табл. 83



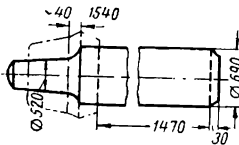
Переходы

Эскизы переходов

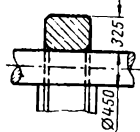
Исходный слиток из стали X12H10T



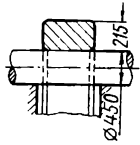
Подкатать цапфу диаметром 520 мм под патрон с обжимом до 40 мм за ход пресса. Обжать ребра и грани на диаметр 690 мм. Отрубить заготовку $l = 1470$ мм по эскизу



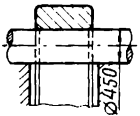
Раскатать за три оборота (после обжима сферической части) с обжимом: 60 мм в первом, по 50 мм во втором и третьем оборотах за ход пресса



Раскатать за три оборота с обжимом: 40 мм в первом, по 35 мм во втором и третьем оборотах за ход пресса

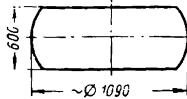


Раскатать до поковочных размеров с обжимом: 30 мм в первом и по 25 мм во втором и третьем оборотах за ход пресса. Уточнить размеры

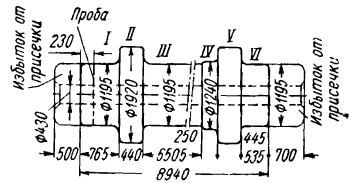
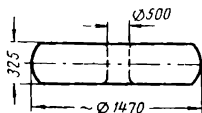


84. Технологический процессковки под прессом поковки полого вала [9] (VI группа)

Осадить заготовку до $h = 600$ мм с обжимом до 110 мм в начале и до 45 мм в конце операции за ход пресса



Осадить заготовку до $h = 325$ мм с обжимом до 45 мм в начале и до 25 мм в конце операции за ход пресса. Прошить отверстие до 500 мм



Операции

Эскизы переходов

Исходный слиток стали 35Н



Продолжение табл. 84

Операции	Эскизы переходов
Отковать цапфу со стороны прибыльной части диаметром 1300 мм, со стороны поддона — диаметром 900 мм Обжать грани на диаметр 2000 мм Протянуть на диаметр 1950 мм Отрубить заготовку длиной 4500 мм	
Осадить до высоты 2200 мм Прошить отверстие диаметром 520 мм пустотелым прошивнем	
Вывернуть стенки путем раскатки на оправке до внутреннего диаметра 600 мм	
Протянуть с оправкой диаметром 500 мм до наружного диаметра 2200 мм Наметить участки II и V	
Протянуть с оправкой диаметром 430 мм участок III на длине 3500—4000 мм до поковочных размеров	
<i>Промежуточное охлаждение в печи</i>	
Пережать участок V; протянуть с оправкой диаметром 430 мм часть VI (у бурта), III (смежную с откованной ранее), IV, V и VI до поковочных размеров	

Продолжение табл. 84

Операции	Эскизы переходов
<i>Промежуточное охлаждение в печи</i>	
Пережать участок II. Отковать на оправке диаметром 430 мм участки I, III и IV до поковочных размеров	
85. Технологический процессковки на молоте строительных скоб [15] (VII группа)	
Операции	Эскизы переходов
Оттянуть первые концы двух скоб одновременно бригадиром и подручным	
Передать скобы (бригадир передает подручному, подручный — бригадиру). Оттянуть вторые концы	
Согнуть скобы в подкладном штампе (5—6 шт. одновременно)	
Насечь зарубки на концах скоб в холодном состоянии с помощью зубила	—

ЛИТЕРАТУРА

1. Березкин В. Г. К расчету вытяжки под плоскими бойками. «Вестник машиностроения», 1954, № 5.
2. Бобков А. А. Новый метод определения веса заготовки при свободной ковке. Сб. «Оборудование и технология штамповки иковки. «Московский станкоинструментальный институт. М., Машгиз, 1955.
3. Броун М. П., Винокур Б. Б., Мировский Э. И. и др. Пластическая деформация и тепловая обработка крупных изделий из легированных сталей. М., Машгиз, 1961.
4. Генерсон И. Г. Производство поковок турбинных и компрессорных дисков. М., Машгиз, 1962.
5. Гончаров М. А. Ковки крупных поковок. М., Машгиз, 1945.
6. ГОСТ 7062—67. Поковки из углеродистой и легированной стали, изготовляемые свободной ковкой на прессах. Припуски и допуски. М., Стандартгиз.
7. ГОСТ 7829—55. Поковки из углеродистой и легированной стали, изготовляемые свободной ковкой на молотах. Припуски и допуски. М., Стандартгиз.
8. Дзугутов М. Я. Внутренние разрывы при обработке металлов давлением, М., Металлургияиздат, 1958.
9. Дорохов Н. Н., Златкин М. Г. Технологические процессыковки крупных поковок. М., Машгиз, 1950.
10. Екимов К. К., Макринов В. Д., Суханов Г. И. Изготовление поковок под ковочными молотами и прессами. Библиотечка кузнеца-новатора. М., Машгиз, 1958.
11. Златкин М. Г., Дорохов Н. Н., Ковка под гидравлическими прессами. М., Машгиз, 1947.
12. Златкин М. Г. Кузнец свободной машиннойковки. М., Машгиз, 1951.
13. Златкин М. Г. Ковка специальных сталей. Кузнечно-штамповочное производство, 1959, № 7.
14. Златкин М. Г. Определение размеров заготовок для поковок типа дисков. Кузнечно-штамповочное производство, 1959, № 11.
15. Златкин М. Г., Дорохов Н. Н., Лебедев П. И. и др. Справочник рабочего кузнечно-штамповочного производства. М., Машгиз, 1961.
16. Инструмент кузнечный. Конструкция и исполнительные размеры МН192—59—МН247—59 Стандартгиз, 1960.
17. Инструмент и приспособления кузнечно-прессовые, конструкция и исполнительные размеры МН3286—62, МН3325—62, М., Стандартгиз, 1963.
18. Ковка крупных поковок. Результаты исследования технологических режимов под ред. Трубина В. П., М., т. I Машгиз, 1962 и т. 2, Машгиз, 1965.
19. Колтун С. И., Боринский М. Л., Катков Л. И. и др. Малая механизация кузнечно-прессовых цехов, М., Машгиз, 1960.
20. Лошкарев В. Ф., Производство стальных поковок. М., Металлургияиздат, 1953.
21. Оболдуев Г. Т., Петров Л. Н., Суханов Г. И. Ковка под молотами и прессами. Библиотечка кузнеца-новатора, М., Машиностроение, 1964.
22. Охрименко Я. М., Цибанова М. С. Технология свободнойковки. НТО Машпром, Общественный университет. М., 1963.
23. Передовой опытковки под ред. П. В. Камнева, Лениздат, 1959.
24. Скляев П. В. Водород и флокены в крупных поковках. М., Машгиз, 1963.
25. Соколов И. Г. Справочник молодого кузнеца. М., Трудрезервиздат, 1957.
26. Сторожев М. В. Номограммы для определения сечения квадратной заготовки для прямоугольнойковки. Организация № 9, 1933.
27. Сторожев М. В. Основные кузнечные операции, энциклопедический справочник «Машиностроение», т. 6. М., Машгиз, 1947.
28. Сторожев М. В., Попов Е. А. Теория обработки металлов давлением. М., «Высшая школа», 1963.
29. Гарновский И. Я., Балаян И. М. Исследование параметров процесса обжатия заготовки при раскатке. Труды НИПИГОРМАШ, «Ковка и штамповка», вып. 1. Сб. 2, М., Машгиз, 1960.
30. Унксов Е. П. Инженерная теория пластичности. М., Машгиз, 1959.
31. Уральские кузнецы в борьбе за технический прогресс. М., Машгиз, 1955.

ДОПУСКИ И ПРИПУСКИ НА ПОКОВКИ, ШТАМПУЕМЫЕ НА МОЛОТАХ, ПРЕССАХ И ГОРИЗОНТАЛЬНО-КОВОЧНЫХ МАШИНАХ (по ГОСТу 7505—55)

ГРУППЫ ТОЧНОСТИ ПОКОВОК

ГОСТ 7505—55 предусматривает четыре группы точности штампованных поковков:

1-я — поковки большой точности массового производства, обрабатываемые резанием на специальном оборудовании и в специальных приспособлениях;

2-я — поковки средней точности крупносерийного производства, обрабатываемые резанием на универсальных станках в специальных (иногда в универсальных) приспособлениях;

3-я — поковки малой точности мелкосерийного производства, обрабатываемые резанием на универсальных станках;

4-я — поковки, подвергаемые на отдельных участках плоскостной холодной калибровке для получения размеров более точных, чем предусмотренные первыми тремя группами точности.

ПОРЯДОК НАЗНАЧЕНИЯ ПРИПУСКОВ

Припуски на подлежащие обработке поверхности поковков 1, 2 и 3-й группы устанавливают по табл. 1, а допуски — по табл. 2.

Припуски и допуски на размеры участков поковков 4-й группы, не подвергаемых калибровке, устанавливают в зависимости от требуемой точности по тем же таблицам. Припуски на калибровку и допуски на размеры участков, подвергаемых калибровке, назначают по табл. 3.

Припуски (на сторону) Π на обработку изогнутых поковков (рис. 1, а) и поковков с расположением элементов под углами (рис. 1, б) определяют по формуле

$$\Pi = \frac{2B + O + C + Y}{2} + K,$$

где B — «верхний слой металла», определяемый по табл. 4; O — отрицательное отклонение, получаемое по

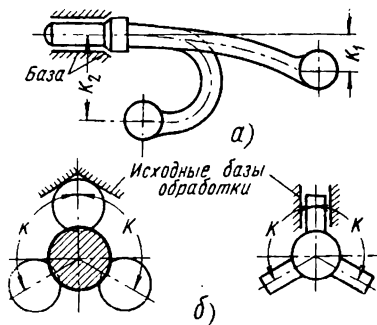


Рис. 1

графе 3 табл. 2; C — смещение в плоскости разреза, определяемое из графы 4 или 5 табл. 2; Y — суммарный допуск (плюс и минус) по температурному интервалу штамповки, который устанавливают по графе 10 табл. 2; K — большее одностороннее отклонение на больший размер между осью базового элемента и второй осью или стороной гнутой части поковки (рис. 1, а и б), определяемое по сумме значений отклонений по графам 2 и 10 табл. 2.

чистоты обрабатываемых поверхностей от $\nabla 1$ до $\nabla 3$

или ширине в мм при штамповке

тах										на горизонтально-ковочных машинах									
Св. 360 до 500	Св. 500 до 630	Св. 630 до 800	Св. 800 до 1000	Св. 1000 до 1250	Св. 1250 до 1600	Св. 1600 до 2000	Св. 2000 до 2500	До 50	Св. 50 до 120	Св. 120 до 180	Св. 180 до 260	Св. 260 до 360	Св. 360 до 500	Св. 500 до 630	Св. 630 до 800				
<i>1-й группы</i>																			
1,1	1,2	1,4	1,6	—	—	—	—	0,9	0,9	1,1	1,2	1,4	1,5	1,5	1,7	2,0			
1,2	1,3	1,5	1,7	—	—	—	—	1,1	1,2	1,2	1,4	1,5	1,8	2,0	2,0	2,3			
1,4	1,5	1,7	1,9	—	—	—	—	1,4	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,1	2,4	2,4			
1,5	1,7	1,8	2,0	—	—	—	—	1,5	1,7	1,7	1,8	2,0	2,3	2,4	2,7	2,7			
1,7	1,8	2,0	2,2	—	—	—	—	1,8	1,8	2,0	2,1	2,3	2,4	2,7	2,9	3,3			
2,0	2,1	2,3	2,5	2,7	3,1	3,5	4,0	2,3	2,3	2,4	2,6	2,7	2,9	3,0	3,3	3,6			
2,1	2,3	2,4	2,6	2,9	3,2	3,6	4,1	2,4	2,6	2,7	2,7	2,9	3,2	3,3	3,6	3,6			
2,3	2,4	2,6	2,8	3,1	3,4	3,8	4,3	2,7	2,7	2,9	3,0	3,2	3,3	3,5	3,8	3,8			
2,5	2,6	2,8	3,0	3,3	3,6	4,0	4,5	3,0	3,0	3,2	3,3	3,5	3,6	3,8	4,1	4,1			
2,7	2,8	3,0	3,2	3,5	3,8	4,2	4,7	3,2	3,3	3,3	3,5	3,6	3,9	4,1	4,4	4,4			
3,0	3,1	3,3	3,5	3,8	4,1	4,5	5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
3,4	3,5	3,7	3,9	4,1	4,5	4,9	5,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
3,7	3,8	4,0	4,2	4,4	4,8	5,2	5,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
4,0	4,1	4,3	4,5	4,8	5,1	5,5	6,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
4,4	4,5	4,7	4,9	5,2	5,5	5,9	6,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
<i>2-й группы</i>																			
—	—	—	—	—	—	—	—	1,4	1,6	1,7	2,0	2,3	—	—	—	—			
2,1	—	—	—	—	—	—	—	1,7	1,9	2,0	2,3	2,6	3,0	—	—	—			
2,3	2,5	—	—	—	—	—	—	2,0	2,2	2,3	2,6	2,9	3,3	3,7	—	—			
2,5	2,7	3,1	—	—	—	—	—	2,3	2,5	2,6	2,9	3,2	3,6	4,0	4,5	4,5			
2,8	3,0	3,4	3,8	—	—	—	—	2,6	2,8	2,9	3,2	3,5	3,9	4,3	4,8	4,8			
3,0	3,2	3,6	4,0	4,5	—	—	—	2,9	3,1	3,2	3,5	3,8	4,2	4,6	5,1	5,1			
3,2	3,4	3,8	4,2	4,7	5,4	—	—	3,2	3,4	3,5	3,8	4,1	4,5	4,9	5,4	5,4			
3,4	3,6	4,0	4,4	4,9	5,6	6,4	—	3,5	3,7	3,8	4,1	4,4	4,8	5,2	5,7	5,7			
3,6	3,8	4,2	4,6	5,1	5,8	6,5	7,6	3,8	4,0	4,1	4,4	4,7	5,1	5,5	6,0	6,0			
3,8	4,0	4,4	4,8	5,3	6,0	6,8	7,8	4,1	4,3	4,4	4,7	5,0	5,4	5,8	6,3	6,3			
4,1	4,3	4,7	5,1	5,6	6,3	7,1	8,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
4,6	4,8	5,2	5,6	6,1	6,8	7,6	8,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
4,9	5,1	5,5	5,9	6,4	7,1	7,9	8,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
5,3	5,5	5,9	6,3	6,8	7,5	8,3	9,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
6,0	6,2	6,6	7,0	7,5	8,2	9,0	10,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
<i>3-й группы</i>																			
—	—	—	—	—	—	—	—	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,2	—	—	—			
2,9	—	—	—	—	—	—	—	2,1	2,4	2,7	3,0	3,5	4,1	—	—	—			
3,4	3,7	—	—	—	—	—	—	2,6	2,9	3,2	3,5	4,0	4,6	5,1	—	—			
3,7	4,0	4,6	—	—	—	—	—	3,0	3,3	3,6	3,9	4,4	5,0	5,5	6,3	6,3			
3,9	4,2	4,8	5,4	—	—	—	—	3,3	3,6	3,9	4,2	4,7	5,3	5,8	6,6	6,6			
4,2	4,5	5,1	5,7	6,4	—	—	—	3,8	4,1	4,4	4,7	5,2	5,8	6,3	7,1	7,1			
4,6	4,9	5,5	6,1	6,8	7,9	—	—	4,2	4,5	4,8	5,1	5,6	6,2	6,7	7,5	7,5			
4,8	5,1	5,7	6,3	7,0	8,1	9,3	—	4,5	4,8	5,2	5,5	6,0	6,4	7,1	7,9	7,9			
5,1	5,4	6,0	6,6	7,3	8,4	9,6	11,1	5,0	5,3	5,7	6,0	6,5	6,9	7,6	8,4	8,4			
5,5	5,8	6,4	7,0	7,7	8,8	10,0	11,5	5,4	5,7	6,1	6,4	6,9	7,3	8,0	8,8	8,8			
5,9	6,2	6,8	7,4	8,1	9,2	10,4	11,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
6,8	7,1	7,7	8,3	9,0	10,1	11,3	12,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
7,2	7,5	8,1	8,7	9,4	10,5	11,7	13,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
8,0	8,3	8,9	9,5	10,2	11,3	12,5	14,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
9,0	9,3	9,9	10,5	11,2	12,3	13,5	15,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—			

пускам:

Полученные размеры поковок округляют в сторону увеличения припусков с точности группы точности.

2. Допуски на поковки

Вес поковок в кг	Элементы допусков, определяемых по весу поковок, в мм						Размер поковок по толщине (высоте), длине и ширине в мм	Элементы допусков, определяемые по размерам поковок, в мм				
	по непо- штамповке или износу штампов	по сме- щению		по заусен- цам		внешних углов (рекомендуемые)		по температу- рному интервалу штам- повки	по акцентри- чности отверстий, про- шиваемых на прессах и горнозон- тально-ковочных машинах	на размер, не зависящие от износа штампов	по кривизне (стреле прогиба) кордо- лению и спиральности	
		при штамповке на молотах	при штамповке на прессах и горнозон- тально-ковочных машинах	по периметру среза за- усенцев и просечек	при «безоблойной» штам- повке на молотах, прессах и горнозонтально-ковочных машинах							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	+	-										

Поковки 1-й группы

До 0,25	0,40	0,20	0,30	0,20	0,2	0,5	0,8	До 50	±0,05	0,50	±0,10	0,25
Св. 0,25 до 0,63	0,50	0,25	0,35	0,25	0,5	1,0	1,0	Св. 120 до 180	±0,12	0,63	±0,16	0,25
> 0,63 > 1,60	0,63	0,32	0,40	0,30	0,8	1,6	1,5	> 120 > 180	±0,18	0,80	±0,20	0,32
> 1,60 > 2,50	0,80	0,40	0,45	0,35	1,0	2,0	2,0	> 180 > 260	±0,26	1,00	±0,32	0,32
> 2,50 > 4,00	1,00	0,45	0,50	0,40	1,2	2,5	2,5	> 260 > 360	±0,36	1,5	±0,40	0,40
> 4,00 > 6,30	1,00	0,50	0,63	0,50	1,5	3,2	2,5	> 360 > 500	±0,50	2,5	±0,63	0,50
> 6,30 > 10,00	1,10	0,55	0,70	0,60	1,6	3,5	2,5	> 500 > 630	±0,63	—	±0,80	—
> 10,00 > 16,00	1,20	0,60	0,80	0,60	1,7	4,0	2,5	> 630 > 800	±0,80	—	±1,00	—
> 16,00 > 25,00	1,40	0,70	0,90	0,70	1,8	4,5	3,0	> 800 > 1000	±1,00	—	±1,15	—
> 25,00 > 40,00	1,60	0,80	1,00	0,70	1,9	5,0	3,0	> 1000 > 1250	±1,25	—	±1,25	—
> 40,00 > 63,00	2,00	1,00	1,20	—	2,0	5,5	3,0	> 1250 > 1600	±1,60	—	±1,40	—
> 63,00 > 100,00	2,60	1,30	1,40	—	2,2	6,5	3,5	> 1600 > 2000	±2,00	—	±1,60	—
> 100,00 > 125,00	3,00	1,50	1,60	—	2,4	8,0	3,5	> 2000 > 2500	±2,50	—	±1,80	—
> 125,00 > 160,00	3,60	1,80	1,80	—	2,6	10,0	4,0					
> 160,00 > 200,00	4,10	2,00	2,20	—	3,0	12	5,5					

Поковки 2-й группы

До 0,25	0,6	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	2,0	1,0	До 50	±0,10	0,8	±0,2	0,5
Св. 0,25	0,8	0,4	0,5	0,6	0,5	0,8	2,5	1,5	Св. 120	±0,10	1,4	±0,4	0,5
» 0,63	1,2	0,5	0,6	0,8	0,6	1,0	3,0	2,0	» 180	±0,10	2,0	±0,5	0,5
» 1,60	1,4	0,6	0,8	1,0	0,7	1,2	3,5	2,5	» 260	±0,10	2,8	±0,6	0,9
» 2,50	1,6	0,7	1,0	1,2	0,8	1,4	4,0	3,0	» 360	±0,10	3,2	±0,7	0,7
» 4,00	1,7	0,8	1,1	1,3	0,9	1,5	4,5	3,5	» 500	±0,10	3,6	±0,8	0,8
» 6,30	1,8	0,9	1,2	1,5	1,0	1,7	5,0	4,0	» 800	±0,10	—	±0,9	—
» 10,00	2,0	1,0	1,3	1,6	1,1	1,9	5,5	4,5	» 1000	±0,10	—	±1,0	—
» 16,00	2,2	1,1	1,4	1,8	1,2	2,1	6,0	5,0	» 1250	±0,10	—	±1,1	—
» 25,00	2,5	1,2	1,6	2,0	1,4	2,4	7,0	6,0	» 1600	±0,10	—	±1,2	—
» 40,00	3,0	1,3	1,8	2,2	1,5	2,6	8,0	7,0	» 2000	±0,10	—	±1,5	—
» 63,00	3,4	1,4	2,0	2,4	1,6	2,8	10,0	8,0	» 2500	±0,10	—	±1,8	—
» 100,00	4,6	1,5	2,4	2,7	1,7	3,0	12,0	10,0	» 2500	±0,10	—	±2,2	—
» 125,00	5,4	1,6	2,7	3,0	1,8	3,4	15,0	12,0	» 2500	±0,10	—	±2,7	—
» 160,00	6,4	1,8	3,2	3,4	2,0	4,4	19,0	15,0	» 2500	±0,10	—	±3,2	—

Поковки 3-й группы

До 0,25	1,0	0,5	0,6	0,5	0,5	1,0	2,5	1,0	До 50	±0,15	1,0	±0,3	0,5
Св. 0,25	1,5	0,7	0,8	0,6	0,6	1,5	3,0	1,5	Св. 120	±0,15	1,5	±0,6	0,5
» 0,63	2,0	1,0	1,2	0,7	0,7	2,0	3,5	2,0	» 180	±0,15	2,0	±0,7	0,7
» 1,60	2,5	1,3	1,4	0,8	0,8	2,5	4,0	2,5	» 260	±0,15	2,5	±0,9	0,9
» 2,50	2,7	1,4	1,5	0,9	0,9	2,7	4,5	3,0	» 360	±0,15	3,5	±1,1	1,0
» 4,00	3,0	1,6	1,7	1,0	1,0	3,0	5,0	3,0	» 500	±0,15	4,5	±1,2	1,1
» 6,30	3,5	1,9	2,0	1,2	1,2	3,5	6,0	4,0	» 630	±0,15	5,5	±1,3	1,1
» 10,00	3,7	2,0	2,1	1,3	1,3	3,7	6,5	5,0	» 800	±0,15	—	±1,5	—
» 16,00	4,0	2,2	2,3	1,4	1,4	4,0	7,0	6,0	» 1000	±0,15	—	±1,8	—
» 25,00	4,0	2,2	2,3	1,4	1,4	4,0	7,0	6,0	» 1250	±0,15	—	±2,0	—
» 40,00	5,0	2,5	2,6	1,6	1,6	4,5	8,0	7,0	» 1600	±0,15	—	±2,5	—
» 63,00	6,0	2,8	2,9	1,6	1,6	5,0	11,0	8,0	» 2000	±0,15	—	±3,0	—
» 100,00	8,0	3,4	3,5	1,6	1,6	6,0	15,0	10,0	» 2500	±0,15	—	±3,5	—
» 125,00	9,0	3,7	3,8	1,6	1,6	6,5	17,0	12,0	» 2500	±0,15	—	±4,0	—
» 160,00	11,0	4,3	4,4	1,6	1,6	7,5	21,0	15,0	» 2500	±0,15	—	±4,5	—
» 200,00	13,0	4,9	5,0	1,6	1,6	8,5	25,0	18,0	» 2500	±0,15	—	±5,0	—

Примечание. Суммарные расчетные допуски на размеры поковок округлять с точностью до 0,1 мм для поковок 1 и 2-й группы точности, до 1,0 мм для 3-й группы точности, причем, если последний цифровой знак равен или более 5, то число округлять в большую сторону, если же последний цифровой знак менее 5, то он в расчет не принимается.

3. Допуски и припуски на поковки 4-й группы

Площадь калибровки в мм ²	Припуски на калибровку на сторону в мм	Поле допуска на размер после калибровки в мм		Примечания:
		в направле- нии движе- ния полуза пресса	в направле- нии пер- пендикуляр- ном к дви- жению полу- за пресса	
До 260	0,20	0,16	Во всех случаях не должно превышать удвоенного положительного и одианого отрицательного отклонения на размер до калибровки	1. Допуски следует применять при холодной плоскостной калибровке. Непараллельность и коробление калиброванных плоскостей допускаются в пределах допуска на размер после калибровки.
Св. 260 до 630	0,25	0,20		
» 630 » 1000	0,32	0,25		
» 1000 » 1600	0,40	0,32		
» 1600 » 2500	0,50	0,40		
» 2500 » 4000	0,63	0,50		
» 4000 » 6300	0,80	0,63		

4. Величина верхнего слоя металла при расчетах припусков на обработку в гнутых поковках или поковках с угловым расположением отдельных элементов (см. рис. 1) для чистоты обрабатываемых поверхностей от $\nabla 1$ до $\nabla 3$

Вес штампованных поковок в кг	Верхний слой металла в мм для поковок группы	
	1-й	2 и 3-й
До 0,25	0,3	0,5
Св. 0,25 до 0,63	0,4	0,6
» 0,63 » 1,60	0,5	0,7
» 1,60 » 2,50	0,6	0,8
» 2,50 » 4,00	0,7	0,9
» 4,00 » 6,30	0,9	1,0
» 6,30 » 10,00	1,0	1,1
» 10,00 » 16,00	1,1	1,2
» 16,00 » 25,00	1,2	1,3
» 25,00 » 40,00	1,3	1,4
» 40,00 » 63,00	1,4	1,5
» 63,00 » 100,00	1,5	1,8
» 100,00 » 125,00	1,6	1,9
» 125,00 » 160,00	1,7	2,1
» 160,00 » 200,00	1,8	2,5

ПОРЯДОК НАЗНАЧЕНИЯ ДОПУСКОВ

Допуски на размеры и припуски на размеры назначают по табл. 2 следующим образом:

1) допуски на размеры, зависящие от недоштамповки или двустороннего износа ручьев штампов (размеры A , рис. 2), назначают по графам 2 и 3 в зависимости от веса поковки с прибавле-

нием к ним отклонений по графе 10, исходя из величины размера, для которого определяется допуск;

2) допуски на размеры, зависящие от одностороннего износа ручья и не зависящие от недоштамповки (размеры B , рис. 2), берут равными половине

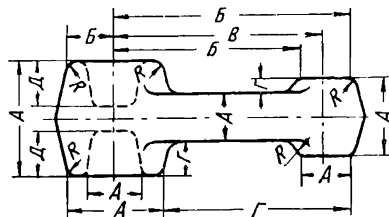


Рис. 2

значений, получаемых по графам 2 и 3 с прибавлением к этим величинам отклонений по графе 10;

3) допуски на размеры, обуславливающие расстояния между осями бо-
бышек или другими элементами и не выходящие к периферии поковок (не зависящие от износа ручьев штампов) (размеры B , рис. 2), и на размеры, зависящие от одностороннего равномерного износа ручьев (размеры G , рис. 2), назначают, исходя из величины размера, как сумму значений, даваемых графами 12 и 10;

4) знаки отклонений в табл. 2 действительны для всех внешних размеров

поковок по толщине (высоте), длине и ширине. Для внутренних размеров допуски определяют так же, как указано выше, но знаки отклонений устанавливаются обратные указанным в таблицах;

5) допуски на размеры в глубину (размер Д, рис. 2) назначают по графам 2 и 3 с прибавлением отклонений по графе 10, а знаки берут обратные.

Кроме указанных допусков, устанавливаются независимые от них допуски:

- 1) на смещение в плоскости разреза — по графе 4 или 5;
- 2) на заусенцы — по графе 6 или 7;
- 3) на эксцентricность отверстий — по графе 11 в зависимости от длины прошиваемых или пробиваемых отверстий;
- 4) на кривизну (стрелу прогиба), коробление и спиральность — по графе 13, для стержневых и пластинчатых поковок;
- 5) на расстояния между согнутыми элементами поковок (см. рис. 1, а, размеры K_1, K_2) — по графам 2 и 3 с добавлением отклонений по графе 10;
- 6) на угловые отклонения при расположении элементов поковок под углами — по табл. 5.

5. Допуски на угловое отклонение элементов в зависимости от точности штампованных поковок (±) в град

Длина угловых элементов	Группа штампованных поковок		
	1-я	2-я	3-я
До 30	1°30'	3°0'	5°0'
Св. 30 до 50	0 45	1 30	2 30
> 50 до 80	0 30	0 45	1 45
> 80 > 120	—	0 30	1 0

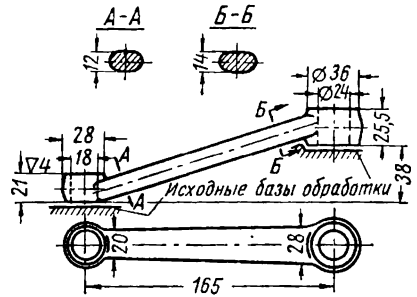
Примечания: 1. Если в гнутых обработанных деталях или обработанных деталях с угловым расположением элементов эти допуски имеют более жесткие пределы, чем это предусмотрено для штампованных поковок, то последние подвергаются правке потребителями штампованных поковок.

2. Допуски по кривизне (стреле прогиба), короблению и спиральности приведены в стандарте как рекомендуемые и в каждом отдельном случае должны согласовываться между поставщиками и потребителями штампованных поковок.

ПРИМЕРЫ НАЗНАЧЕНИЯ ПРИПУСКОВ И ДОПУСКОВ

Пример 1. Поковка рычага.

Чертеж обработанной детали



Группа точности — вторая. Штамповка на молоте.

Вес поковки — до 1,6 кг.

Припуски на обработку (согласно табл. 1):

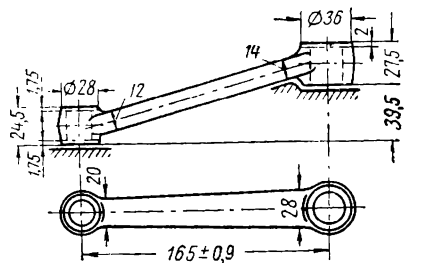
по высотам 25,5 $\nabla 4$ и 21 $\nabla 4$ 1,4 + 0,3 = 1,7 (на сторону).

Отверстия в поковке (меньше 30 мм) не делают.

Штамповочные уклоны — 5+2°.

Окончательные размеры поковки округляют в большую сторону до 0,5 мм.

Форма и размеры штампованной поковки с начисленными припусками и допусками.



Неоговоренные допуски +1,3 -0,6

Штамповочные уклоны 5+2°

Допуски на размеры — по табл. 2 в мм:

по диаметрам 28 и 36 — +1,3 -0,6 (графы 2 и 3 плюс 10);

по толщинам 12; 14; 24,5; 27,5 — $\begin{matrix} +1,3 \\ -0,6 \end{matrix}$
(графы 2 и 3 плюс 10);

по размеру 165 — $\pm 0,9$ (графы 10
плюс 12);

по размеру 39,5 — $\begin{matrix} +0,6 \\ -1,3 \end{matrix}$ (графы 2 и 3
плюс 10), (как для размера D стр. 325).

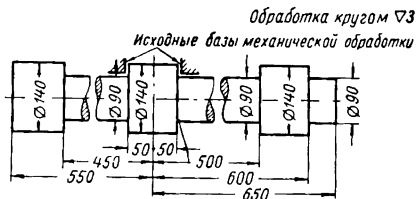
Смещение по разьему штампа —
0,6 мм (графа 4).

Заусенцы по периметру среза —
0,8 мм (графа 6).

Радиусы скругления внешних
углов — 2,0 мм (графа 8).

Пример 2. Поковка валика.

Чертеж обработанной детали



Группа точности — вторая. Штам-
повка на молоте.

Вес поковки — до 100 кг.

Припуски на обработку (по табл. 1
в мм):

по диаметру 90 — 3,8;

» 140 — 3,9;

по длине 50 — 3,7;

» 450 — 4,6;

» 500 — 4,6;

» 550 — 4,8;

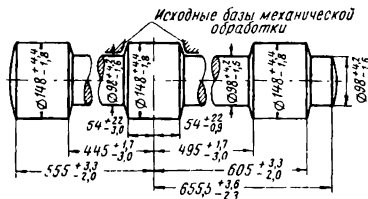
» 600 — 4,8;

» 650 — 5,2

Штамповочные уклоны — 5^{+2° .

Окончательные размеры поковки
округляют в большую сторону до
0,5 мм.

**Форма и размеры поковки с начис-
ленными припусками и допусками.**



Допуски на размеры (по табл. 2):

по диаметрам 148 — $\begin{matrix} +4,4 \\ -1,8 \end{matrix}$ } (графы 2, 3
» 98 — $\begin{matrix} +4,2 \\ -1,6 \end{matrix}$ } (графы 2, 3
плюс 10)

по длине 54 — $\begin{matrix} +2,2 \\ -0,9 \end{matrix}$ }

» 445 — $\begin{matrix} +1,7 \\ -3,0 \end{matrix}$ } (графы 2 и 3
» 495 — $\begin{matrix} +1,7 \\ -3,0 \end{matrix}$ } (графы 2 и 3
плюс 10.

» 555 — $\begin{matrix} +3,3 \\ -2,0 \end{matrix}$ } Размеры
» 605 — $\begin{matrix} +3,3 \\ -2,0 \end{matrix}$ } типа Б рис. 2
внешние и
внутренние)

» 655,5 — $\begin{matrix} +3,6 \\ -2,3 \end{matrix}$ }

Смещение по разьему штампа —
2,2 мм (графа 4).

Заусенец по периметру среза —
3,0 мм (графа 6).

Радиусы скругления внешних уг-
лов — 4,5 мм (графа 8).

Стрела прогиба вала — до 7,5 мм.

ГЛАВА XI

ШТАМПОВКА НА МОЛОТАХ

РАЗРАБОТКА ЧЕРТЕЖА ПОКОВКИ

Общие положения. При конструировании поковки следует проверить возможность и рациональность:

1) изменения конструкции детали или ее элементов (без ущерба ее качества) для упрощения конструкции поковки с целью облегчения заполнения формы окончательного ручья;

2) унификации поковок для различных деталей;

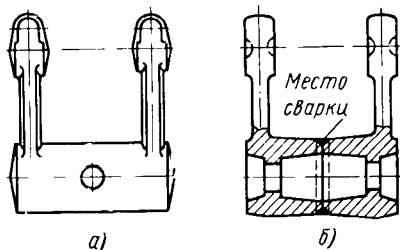


Рис. 1. Два варианта поковки: *a* — цельная; *b* — сваренная из двух поковок

3) разбивки поковки на две (рис. 1) и более частей для штамповки их порознь с последующим соединением сваркой или иным способом;

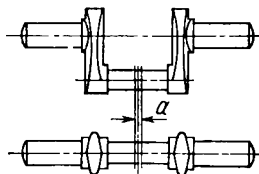


Рис. 2. Поковка двух кривошипов: *a* — толщина вырезаемого слоя

4) штамповки по две (рис. 2) и более деталей в одной поковке с последующей разрезкой;

5) штамповки деталей, подлежащих креплению одна с другой, в одной поковке (рис. 3) с последующей разрезкой;

6) объединения двух подлежащих креплению одна с другой деталей

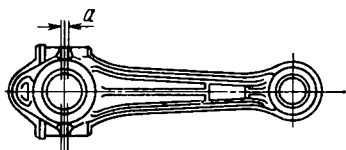


Рис. 3. Поковка шатуна вместе с крышкой: *a* — толщина вырезаемого слоя

в одной поковке в целях упразднения сварки (рис. 4) или иного соединения;

7) последовательной штамповки с применением двух плоскостей разреза,

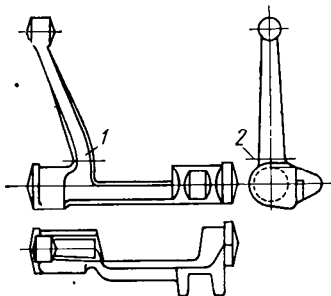


Рис. 4. Поковка, состоящая из поковок для двух деталей: 1 и 2 — линии, по которым при ином варианте штамповки производилась сварка

когда вторичная штамповка с разрезом в другой плоскости производится после первой обрезки заусенца;

8) получения поковки в закрытом окончательном ручье вместо открытого;

9) получения поковки путем комбинирования штамповки на молоте с обработкой на других кузнечных машинах (рис. 5);

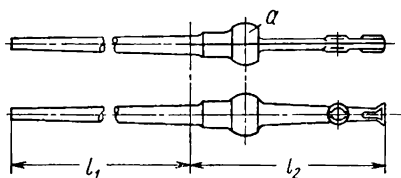


Рис. 5. Поковка рычага переключения передач: a — сфера, высаживаемая на горизонтально-ковочной машине; l_1 — участок вальцовки; l_2 — часть, штампуемая на молоте

10) перевода штамповки с молота на другие, более подходящие для данной поковки кузнечные машины или замены штамповки литьем;

11) замены отдельных операций после-

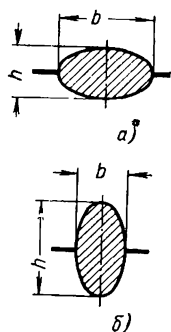


Рис. 6. Типовые сечения поковки, в местах которых происходит заполнение: a — осаживанием; $б$ — вдавливанием

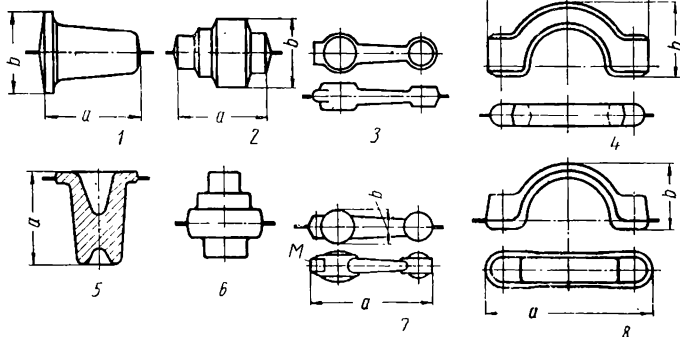


Рис. 7. Примеры разъема молотовых поковок

дующей обработкой резанием калибровой (чеканкой);

12) получения готовой детали или заготовки, не требующей трудоемкой последующей обработки, непосредственно из проката стандартного или специального профиля или из периодического проката, разрезкой этого проката на мерные заготовки с последующей гибкой, пробивкой отверстий и другими несложными операциями;

13) замены поковки листоштампованной деталью.

Разъем. Положение линии разъема определяется при установлении штамповочных уклонов после назначения припусков. При установлении разъема необходимо учитывать следующее:

1) необходимо обеспечить соударение и свободный разъем верхней и нижней частей молотового штампа в вертикальном направлении, а также возможность свободного извлечения поковки как из верхней, так и из нижней частей окончательного ручья [возможность получения каких-либо поднутрений (углублений) в теле поковки на боковых ее поверхностях исключается];

2) заполнение окончательного ручья путем осаживания в нем металла осуществляется легче, чем заполнение его вдавливанием (рис. 6);

3) труднозаполняемые части формы окончательного ручья (полости под тонкие и высокие ребра, бобышки и т. п.) следует располагать в верхнем штампе.

В большинстве случаев разъем устанавливают в плоскости двух наибольших взаимно перпендикулярных габаритных размеров поковки a и b (рис. 7, 1—4).

Однако от этого правила следует отступать, если при ином разъеме достигается значительное снижение веса поковки (см. рис. 7, 5, по сравнению с рис. 7, 1), экономия на отходах (например, в результате уменьшения периметра среза заусенца), упрощение

обрезного инструмента (рис. 7, 6) и заготовительных переходов штамповки (например, упразднение гибки, рис. 7, 8) и т. д. а также если на той или иной поверхности M поковки не должно быть напуска, образуемого штамповочным уклоном, т. е. данную поверхность следует расположить с верхней или нижней стороны поковки (рис. 7, 7).

Для поковок с негоризонтальным разъемом наклон фигуры к горизонтальной плоскости следует увязать с конструкцией замка молотового штампа.

Припуски и допуски. Припуски и допуски на штампованные поковки из черных металлов регламентированы ГОСТом 7505—55 (см. гл. X). Стандарт устанавливает максимально допустимые припуски на механическую обработку и максимальные допуски на размеры поковок, штампуемых в открытых ручьях.

Для повышения точности размеров и правильности формы поковок следует уменьшать:

1) недоштамповку более тщательной подготовкой формы и размеров заготовки, а также применением молота с большим весом падающих частей;

2) сдвиг путем тщательной подгонки бабы по направляющим, регулировки последних, более правильного расположения штамповочных ручьев и применением штампа с направляющими;

3) износ окончательного ручья за счет повышения стойкости штампа или за счет снижения нормы съема с него поковок;

4) колебания в усадке применением контроля температуры окончания штамповки;

5) количество окалины улучшением качества нагрева и способа очистки при штамповке.

Кроме того, нужно применять точную обработку при изготовлении окончательного ручья, а также специальные операции горячей объемной калибровки и т. д.

Рентабельность указанных мероприятий зависит от характера производства.

В отдельных случаях, когда кривизну или эксцентricность отдельных

элементов поковки нельзя учесть размерными допусками, их оговаривают дополнительно.

Допускаемый по разьему штампа сдвиг верхней и нижней частей поковки относительно друг друга во всех случаях оговаривается особо

Стандарт на припуски и допуски не может учесть все особенности формы поковок и варианты их обработки. Поэтому в отдельных случаях возможно допускать отклонения от рекомендуемых значений, например:

1) у относительно длинных, но тонких поковок, неравномерная усадка которых дает ощутимые колебания, следует на размеры длины назначать симметричный допуск, равный примерно 30% величины нормальной усадки на длину поковки, и увеличивать при этом припуск по длине, с тем чтобы размер его был не менее двойной величины нижнего отклонения от длины поковки;

2) увеличенный припуск бывает необходим в соответствующих местах у поковок, претерпевающих значительное коробление при термической обработке, а также со стороны мест неизбежного скопления окалины в окончательном ручье и т. п.;

3) уменьшенный припуск нормально го припуск следует назначать на базовых поверхностях для I-й операции обработки резанием, поскольку при этом они оказываются строго центрированными относительно поверхности, полученной в результате I-й операции, и поэтому их можно обрабатывать в дальнейшем с меньшим отходом металла в стружку.

При штамповке в закрытых ручьях из заготовок, осаживаемых в торец, основным фактором, влияющим на колебание размеров поковок по высоте, является колебание объема заготовок. Поэтому допуски, назначенные по ГОСТу 7505—55, требуют уточнения. Для этого:

1) назначают припуски и допуски по ГОСТу 7505—55;

2) определяют объем поковки по максимальным горизонтальным и минимальным вертикальным ее размерам;

3) исходя из этого объема, учитывая угар, определяют минимальную длину

заготовки по минимальной площади ее поперечного сечения, т. е. с учетом нижнего отклонения поперечного размера;

4) установив допуск на длину заготовки, определяют максимальный ее объем с учетом положительных отклонений на длину и размеры поперечного сечения;

5) исходя из минимального (п. 2) и максимального (п. 4) объемов находят возможную величину колебания объема заготовки;

6) делением этой величины на площадь проекции на плоскость разреза получают колебания размеров поковки по высоте вследствие изменения объема заготовки. Эта величина будет верхним отклонением размеров поковки по высоте, а нижнее отклонение при этом остается таким, каким оно определено по стандарту.

Для получения при штамповке в закрытых штампах более точных поковок по высоте необходима сортировка исходных прутков в пределах допуска с интервалами 0,1—0,3 мм в зависимости от размера поперечного сечения.

Штамповочные уклоны. Максимально допустимые штамповочные уклоны по ГОСТу 7505—55 составляют 7° для наружных и 10° для внутренних стенок поковки. Однако, если возможно, эти уклоны необходимо уменьшать в целях снижения веса детали и расхода металла, уменьшения механической обработки, облегчения заполнения окончательного ручья и увеличения его стойкости.

Для упрощения изготовления ручьев и унификации режущего и измерительного инструмента рекомендуется применять следующий ряд штамповочных уклонов: 3; 5; 7 и 10°. Размеры горизонтальных отрезков, образуемых этими уклонами, даны в табл. 1.

Следует стремиться к унификации уклонов в каждой данной поковке, округляя их в большую сторону, и разные наружные уклоны назначать только в тех случаях, когда это не усложняет изготовления штампа.

Линия разреза. Линия разреза проходит по наружному контуру поковки (по контуру среза заусенца), а при наличии прошиваемых отверстий — также по внутренним контурам поковки

1. Размеры горизонтальных отрезков, образуемых нормальными штамповочными уклонами
Размеры в мм

Высота фигуры	Размеры горизонтальных отрезков при штамповочных уклонах в град			
	3	5	7	10
1	0,05	0,09	0,12	0,18
2	0,10	0,17	0,25	0,35
3	0,16	0,26	0,37	0,53
4	0,21	0,35	0,49	0,71
5	0,26	0,44	0,61	0,88
6	0,31	0,52	0,74	1,06
7	0,37	0,61	0,86	1,23
8	0,42	0,70	0,98	1,41
9	0,47	0,79	1,11	1,59
10	0,52	0,87	1,23	1,76
20	1,05	1,75	2,46	3,53
30	1,57	2,62	3,68	5,29
40	2,10	3,50	4,91	7,05
50	2,62	4,37	6,14	8,82
60	3,14	5,25	7,37	10,58
70	3,67	6,12	8,60	12,34
80	4,19	7,00	9,82	14,11
90	4,72	7,87	11,05	15,87
100	5,24	8,75	12,28	17,63

(по контурам прошивки). По высоте наружная линия разреза считается расположенной посередине толщины заусенца, а внутренняя — посередине толщины прошиваемых перемычек.

При штамповке в о т к р ы т о м ручье для обеспечения хорошего среза заусенца линию разреза следует устанавливать так, чтобы на боковой поверхности поковки получились штамповочные уклоны, идущие в обе стороны, т. е. вверх и вниз от линии разреза. По сходимости этих уклонов на поковках проверяют правильность установки молотового штампа.

Для поковок, штампуемых в открытых ручьях, линию разреза рекомендуется строить по точкам пересечения линий, образующих минимально допустимые штамповочные уклоны как на верхней, так и на нижней частях поковки. Это относится как к наружной, так и к внутренним линиям разреза. Смещение линии разреза от такого ее положения вызывает необходимость увеличения уклонов с одной стороны или одновременно сверху и снизу, что приводит к увеличению напусков и веса готовой детали.

Некоторое утяжеление поковки в результате смещения линии разреза по высоте часто оказывается рациональным, если это смещение позволяет, например, применить плоский разъем вместо неплоского, строганый — вместо фрезерованного или разъем, профиль которого состоит из отрезков прямых, сопряженных по радиусам, вместо разреза, сечения которого представляют собой сложные кривые.

При установлении линии разреза следует учесть, что обработка сложного разреза штампа во многих случаях значительно упрощается, если применять вставки в окончательных ручьях, например, вставные бобышки для наметки отверстий.

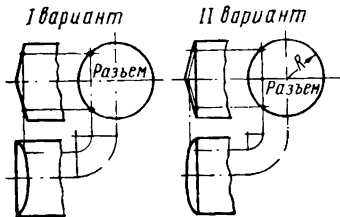


Рис. 8. Графическое оформление цилиндрического торца поковки

К смещению линии разреза приходится прибегать также в целях изменения расположения волокон металла в теле поковки.

У цилиндрического торца поковки, ось которого лежит в плоскости разреза, линию разреза следует строить по варианту I (рис. 8) только при изготовлении ручья штамповкой (например, казенником). В остальных случаях рациональнее вариант II.

При штамповке в закрытом ручье линию разреза устанавливают на наружной боковой поверхности поковки у верхней или у нижней ее кромки так, чтобы наружные штамповочные уклоны шли от нее только в одну сторону: вниз или вверх. У поковки с прошиваемыми отверстиями внутреннюю линию разреза *A* следует располагать соответственно в 1,5—4 раза ближе ко дну полости ручья, чем к разряду штампа (рис. 9).

Радиусы закруглений. Значения радиусов закругления внешних углов

(наружных радиусов закруглений) рекомендованы ГОСТом 7505—55 в пределах 0,8—8 мм в зависимости от веса поковок (см. гл. X). Практически достаточно, чтобы эти радиусы были на 0,5—1 мм больше величины нормального припуска на механическую обработку данной поковки, независимо от того, к каким сопрягаемым по-

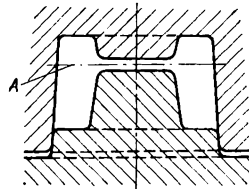


Рис. 9. Закрытый ручей для штамповки втулки

верхностям они относятся: подвергаемым или неподвергаемым механической обработке. Если для механически обрабатываемых кромок рекомендуемая величина радиуса окажется меньше суммы значений наружного радиуса закругления (или фаски)

на обработанной детали и назначенного припуска, то можно рекомендовать радиус увеличить до указанной суммы. Увеличение наружных радиусов закруглений полезно также для облегчения заполнения ребер и бобышек. При этом желательно, чтобы на вершине ребра или бобышки остался лишь небольшой плоский участок (рис. 10, а), или получилось полное скругление вершины одним радиусом (рис. 10, б), который можно определить графически или по выражению

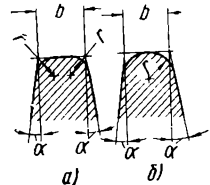


Рис. 10. Скругление вершины ребра: а — неполное; б — полное

$$r = \frac{b}{2 \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\alpha}{2} \right)}$$

Внутренние радиусы закруглений, соответствующие выступающим углам ручьев, следует назначать примерно

в 3—4 раза больше принятых для данной поковки наружных радиусов. Если при этом радиус получается меньше разности внутреннего радиуса закругления у обработанной детали и назначенного припуска, то его следует увеличить до значения указанной разности. В отдельных случаях, например в местах, где интенсивное течение штампуемого металла может привести к образованию зажимов металла в теле поковки, необходимо дополнительно увеличивать внутренний радиус. Кроме того, приходится прибегать к

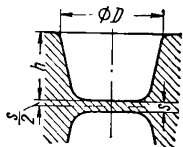


Рис. 11. Плоская наметка под прошивку

к увеличению внутренних радиусов закруглений по краям отдельных частей поковки, образуемых вдавливанием металла в глубокие полости.

Значения радиусов закруглений рекомендуется принимать из ряда 0,8; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12,5; 15; 20; 25 и 30 мм и стремиться к их унификации в каждой поковке, назначая разные радиусы только в тех случаях, когда это не усложняет изготовление штампа.

Наметка отверстий и перемычки под прошивку. Толщина обыкновенной (плоской) перемычки (рис. 11)

$$s = 0,45 \sqrt{D} - 0,25h - 5 + 0,6\sqrt{h}.$$

При $\frac{h}{d} < 0,4$ вместо плоских рекомендуются наметки с раскосом (рис. 12) при этом толщина перемычки $s_{\min} = 0,65s$, а $s_{\max} = 1,35s$, где s следует

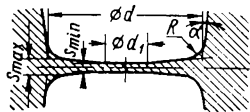


Рис. 12. Наметка под прошивку с раскосом

подсчитывать как для плоской перемычки, а $d_1 \approx 0,12d - 3$ мм.

Радиусы закруглений вершин наметок в предварительном ручье, а также в окончательном ручье, если штамповка производится без предва-

рительного ручья, рекомендуется определять по формуле $R_1 = R + 0,1h + 2$ мм, где R — внутренний радиус закругления, принятый для данной поковки, а h — глубина наметки.

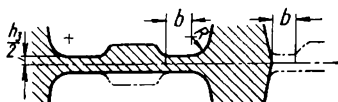


Рис. 13. Наметка под прошивку с магазином

При штамповке с применением предварительного ручья, в котором имеется наметка, выполненная с раскосом (рис. 12), в окончательном ручье можно сделать наметку плоскую (рис. 11)

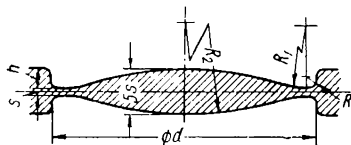


Рис. 14. Наметка под прошивку с карманом

или с магазином (рис. 13), причем радиус закругления R назначают вдвое меньше соответствующего радиуса в предварительном ручье, а размеры $\frac{h_3}{2}$ и b канавки под перемычку следует определять, как для нормального заусенца для данной поковки.

Для низких поковок, при $\frac{h}{d} < 0,07$, после раздачи металла на плоских бойках или в предварительном ручье с плоской наметкой рекомендуются наметки с карманом (рис. 14). После штамповки в окончательном ручье карман должен оставаться немного незаполненным. При этом толщина перемычки $s = 0,4 \sqrt{D}$, а глубина кармана равна $5s$, а радиус скругления $R_1 = 5h$. Радиус R_2 подбирается графически.

Если при конструировании обычной плоской наметки (рис. 15) обнаружится, что при радиусе, определенном

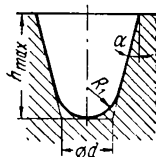


Рис. 15. Глубокая наметка

по формуле $R_1 = R + 0,1h + 2$ мм не остается плоского участка, то от прошивки следует отказаться и ограничиться применением глухих наметок. Практически это бывает, когда общая высота $2h$ прошиваемой поковки в 1,7 и более раз превышает диаметр D основания отверстия.

Если глубина глухой наметки не ограничена глубиной выемки у готовой детали, то рекомендуется дать полное скругление вершины наметки (рис. 15) одним радиусом.

Правила оформления чертежа поковки. Чертеж поковки рекомендуется составлять в масштабе 1 : 1. Исключения допустимы при вычерчивании повокков простой формы или повокков размером более 750 мм. Для крупных повокков при вычерчивании в масштабе 1 : 2 или 2 : 5 сложные сечения следует вычерчивать в натуральную величину. Покковки сложных форм размером менее 50 мм нужно изображать в масштабе 2 : 1, при этом для наглядности рекомендуется в свободном углу чертежа повторить без простановки размеров одну из наиболее характерных проекций в масштабе 1 : 1.

Готовую деталь на чертеже поковки следует показать штрих-пунктирной линией условного контура или сплошной тонкой линией, давая лишь необходимые контуры детали, наглядно показывающие наличие припуска на обработку резанием. Изображение готовой детали следует давать преимущественно в сечениях или разрезах поковки и, указав ее для данного места поковки в одной из ее проекций, не повторять в других проекциях. Размеры готовой детали частично можно проставить в скобках под размерами поковки.

При простановке размеров поковки следует учитывать:

1) удобство проверки величины припуска путем сравнения размеров поковки с соответствующими размерами готовой детали;

2) удобство проверки размеров на поковке;

3) простоту разметки поковки при контроле.

На чертеже поковки не следует указывать размеры для построения линии

разъема, припуски и напуски, а также надо избегать простановки размеров от линии разъема, если последняя не совпадает с осевой, и размеров уступов на теле поковки.

В примечании к чертежу следует дать надписи с указанием о неоговоренных штамповочном уклоне, радиусах закруглений и другие необходимые надписи.

На чертеже поковки взамен простановки допусков при всех размерах целесообразно делать надпись о неоговоренных допусках на вертикальные и горизонтальные размеры поковки, а на самом чертеже проставлять только допуски, отличающиеся от указанных в надписи (см. гл. X, пример 1).

На чертеже поковки необходимо указать основные технические требования на приемку повокков, а именно: термообработку и твердость повокков, допускаемую величину остатков заусенца, способ очистки поверхности, глубину внешних дефектов, дефекты формы (сдвиг, эксцентричность сечений и отверстий, кривизну или стрелу прогиба, относящиеся к оговоренному участку поковки или ко всей ее длине, если не оговорен участок). По требованию заказчика в технические требования может быть включено указание места отпечатка при испытании твердости, места образца, вырезаемого для механических испытаний, места клеймения, указания базы первой операции обработки резанием и других особых условий. При этом рекомендуется:

1) место отпечатка твердости указать на плоской поверхности, лучше не обрабатываемой, учитывая при этом также удобства укладки поковки на стол прессы для определения твердости;

2) место клеймения предпочтительнее назначать на необрабатываемой поверхности, в противном случае надо учесть технологию дальнейшей обработки резанием, с тем чтобы снятие клейменной поверхности производилось после переноса клейма на ранее обработанную поверхность; в случае клеймения повокков при обрезке заусенца место клеймения следует увязать также с конструкцией пуансона и вставного клейма;

3) место и расположение образцов для механических испытаний следует согласовывать с организацией, производящей испытания, и после выяснения расположения волокон металла в поковке; контуры образцов вычерчивают тонкими линиями в том же масштабе, что и чертеж поковки, по размерам, заданным организацией, производящей испытания, но без указания этих размеров на чертеже; 4) знаки базовых поверхностей первой операции обработки резанием проставляют на основании технологической карты механической обработки или по указанию соответствующего технологического отдела.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ШТАМПОВКИ

Классификация молотовых поковок

Молотовые поковки сведены к двум основным группам (табл. 2):

I. Поковки, штампуемые перпендикулярно оси заготовки (штамповка плашмя). Поковки удлиненной формы и приводимые к этой форме, характеризуются значительной величиной отношения длины к средней ширине в плане. При таком соотношении размеров деформация заготовки в штамповочных ручьях протекает главным образом за счет формоизменения в направлении высоты и ширины поковки, т. е. в направлении двух осей; в направлении же главной оси деформация весьма незначительна.

II. Поковки, штампуемые вдоль оси заготовки (штамповка осадкой в торец). Поковки круглые и квадратные в плане или близкие к этой форме с двумя примерно равными размерами в плане во взаимно перпендикулярных направлениях или с основными элементами круглой (квадратной) формы, имеющими отростки. При штамповке поковок этой группы чаще всего совместно протекают различные виды формоизменения: осаживание (высадка), выдавливание и прошивка.

Специфические особенности формы определяются типами поковок в пределах каждой подгруппы.

Например, индекс П-3-А обозначает: поковка II группы, 3 подгруппы, типа А, т. е. поковка типа стержня (цилиндрического или конического) с фланцем без впадин (см. табл. 2).

Виды молотовых штампов и штамповочных ручьев

Классификация и область применения штампов приведена в табл. 3.

При штамповке в открытом штампе на поковке по линии разъема образуется поперечный (кольцевой) заусенец («облой»).

В открытых молотовых штампах можно изготовлять поковки всех форм в соответствии с классификацией поковок по табл. 2.

В закрытых штампах штамповку можно осуществить без образования заусенца («безоблойная штамповка») или с образованием лишь незначительного долевого (торцового) заусенца вследствие затекания металла в зазор между верхней и нижней частями штампа.

В закрытых штампах штампуют поковки преимущественно II группы (см. табл. 2) с вертикальными или почти вертикальными стенками вдоль периметра наружной поверхности.

Область применения штамповки в закрытых штампах можно в ряде случаев расширить внесением конструктивных изменений в поковки, а иногда в готовые детали.

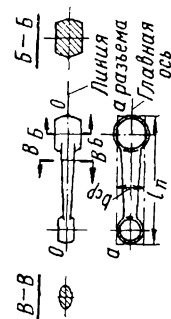
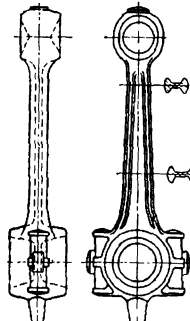
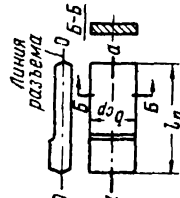
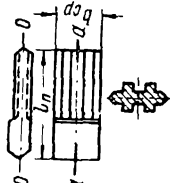
В закрепленных открытых штампах применяют 1—6 ручьев; в закрепленных закрытых — 1—3; в подкладных открытых и закрытых — 1 или 2 ручья.

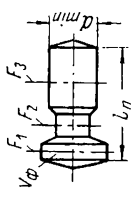
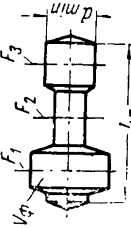
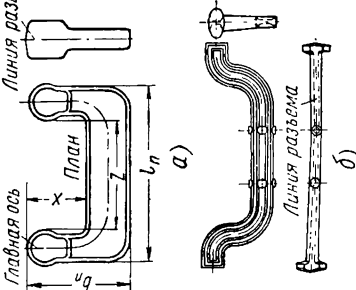
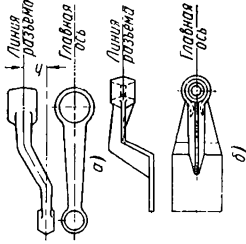
Применение того или иного способа штамповки и количества ручьев зависит главным образом от серийности производства, формы и размеров поковок, рода материала и заданных технических условий на поковки.

Классификация ручьев молотового штампа и переходов штамповки

Классификация ручьев, применяемых в молотовых штампах и соответствующих им переходов штамповки, а также указания о назначении ручьев и способе обработки в них заготовки приведены в табл. 4.

2. Классификация молотовых поковок

Подгруппы		Типы поковок с эскизами примерных форм	
Номер и основная характеристика	Технологические особенности поковок	А	Б
<i>1 группа. Поковки, штампуемые перпендикулярно оси заготовки (штамповка плашмя)</i>			
<p>1. Поковки с прямой линией разреза $O-O$ и прямой удлиненной главной осью $a-a$; примерное отношение длины к средней ширине в плане</p> $\frac{l_n}{b_{ср}} > 2,5$	<p>В качестве заготовительных необходимы операции для распределения металла исходной заготовки в соответствии с величиной площадей поперечных сечений поковки</p>	<p>Поковки с простыми поперечными сечениями (круглые, трапециевидные и т. д.), получаемые при значительном выдавливании металла</p> 	<p>Поковки со сложными поперечными сечениями (ребристые, двугранные и т. д.), получаемые при значительном выдавливании металла</p> 
<p>2. Поковки с прямой линией разреза и прямой главной осью при отношении при мерно</p> $\frac{l_n}{b_{ср}} < 2,5$	<p>В качестве заготовительных необходимы операции для некоторого перераспределения металла исходной заготовки по длине в соответствии с величинами площадей поперечных сечений поковки и уширения заготовки</p>	<p>То же что для подгруппы 1</p> 	<p>То же что для подгруппы 1</p> 

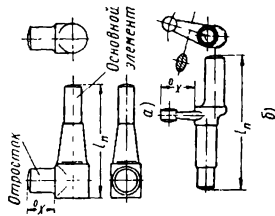
Подгруппы	Технологические особенности поковки	Типы поковок с эскизами примерных форм	
<p>Номер и основная характеристика</p> <p>3. Поковки удлиненные в плане, с прямой осью и имеющей фланец или бурт с небольшой разницей в площадях поперечных сечений на других участках ($F_1 \geq F_2; F_2 \approx F_3$)</p>	<p>В качестве заготовительных операций требуется высадка фланца или бурта (тип А), а при большом объеме поковки фланца (тип Б) необходима также протяжка</p>	<p>А</p> <p>Поковки с относительно небольшим объемом фланца</p> $V_{\phi} < 3 \frac{\pi d^3 \min}{4}$ 	<p>Б</p> <p>Поковки с большим объемом фланца</p> $V_{\phi} > 3 \frac{\pi d^3 \min}{4}$ 
<p>4. Поковки с изогнутой осью. Поковки, у которых или главная ось (тип А) или линия разреза (тип Б) представляют собой кривые (ломаные) линии</p> <p>При сравнительно небольшом размере x (тип А) поковку можно огнести к 5-й подгруппе (тип А) с отработками, а при сравнительно небольшом перепаде h (тип Б) — к 1-й подгруппе и при относительно малом z — к 5-й подгруппе (тип Б, с развилками)</p>	<p>Кроме перераспределения объема исходной заготовки (если они необходимы), для поковки типа А применяют гибку и, как правило, гибочный ручей в штампе</p> <p>Для поковки типа Б гибку в специальном ручье не применяют, так как изгибание заготовки происходит в штамповочных ручьях (предварительном и окончательном). При этом необходимо уравновешивание сдвигающих усилий при штамповке, предусматриваемое конструкцией штампа</p>	<p>Поковки с кривой главной осью и формой поперечного сечения:</p> <p>а — простой; б — сложной формы</p> 	<p>Поковки с кривой линией разреза и формой поперечного сечения:</p> <p>а — простой; б — сложной</p> 

5. Поковки удлиненные с отостками и развилками \approx .

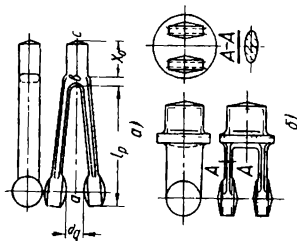
Поковки с односторонне смещенными элементами формы, приводящими к плавному или резкому искривлению главной оси (тип А)

Поковки, у которых главная ось на некотором участке ab проходит не по телу поковки, а между отдельными ее элементами, составляющими развилку (тип Б)

Поковки с вытянутой осью и от-
ростком

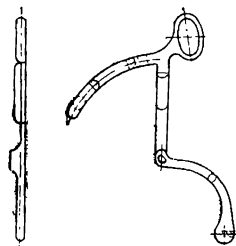


Поковки с развилкой, приводимые к 1-й подгруппе за счет значительной длины развилки $\left(\frac{l_p}{b_p}\right)$ или длины стержня

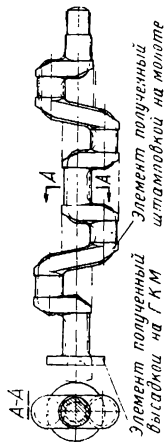


Поковки, изготавливаемые комбинированием штамповочного молота:

а) с прессом или со специальными машинами



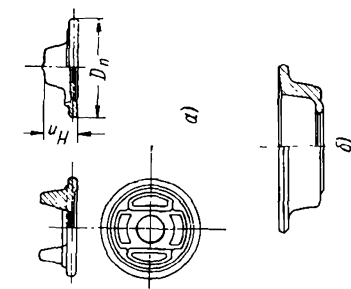
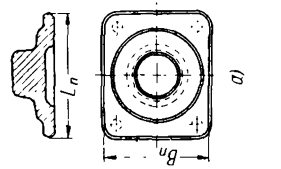
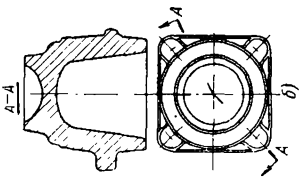
б) с горизонтально-ковочной машиной



Сообразно форме и размерам отдельных участков поковки применяют различные штамповочные агрегаты, наиболее соответствующие требованиям рациональной штамповки этих участков

6. Поковки удлиненные комбинированной формы, изготавливаемые с раслинением процесса и комбинированием агрегатов сообразно специфике отдельных участков поковки

Поковки приводят к 1—3-й подгруппам с изменением формы и после штамповки на молоте штампуют на других агрегатах

Номер и основная характеристика	Подгруппы	Типы поковок с эскизами примерных форм	Б
Технологические особенности поковок	А	Б	
<p>1. Поковки круглые и квадратные в плане. Поковки типа колец, втулок, шестерен, фланцев и подобных им диаметром в плане D_n (тип А)</p> <p>Поковки типа фланцев, кожухов, крышек и пр. квадратной в плане формы ($B_n \times B_n$) или близкой к ней форме ($L_n \approx B_n$) (тип Б)</p>	<p>Технологические приемы, применяемые для штамповки поковок II группы, сводятся к комбинации главных образом таких видов формования, как осаживание, выдавливание и прошивка</p>	<p>Поковки круглые, штампуемые с преобладанием: а—осаживания и выдавливания металла; б—осаживания и прошивки с раздачей металла</p>	<p>Поковки квадратные, штампуемые с преобладанием: а—осаживания и выдавливания металла; б—осаживания и прошивки с раздачей металла</p>
			

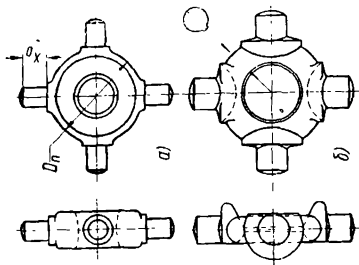
II группа. Поковки, штампуемые вдоль оси заготовки (штамповка осадкой в торцы)

2. Поковки типа крестовин и с отрезками

Поковки типа крестовин (тип А) и поковки круглые и квадратные в плане с различными расположенными отрезками x_0 (тип Б)

См. подгруппу II-1

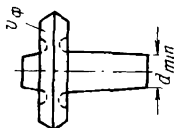
Поковки типа крестовин — с четырьмя симметрично расположенными отрезками одинаковой длины



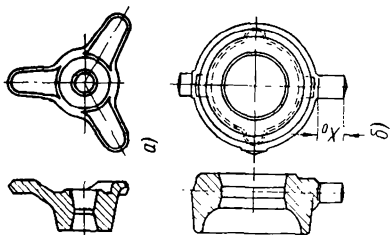
3. Поковки типа стержня с фланцем, с цилиндрическим или коническим стержнем, без впадин

Поковки с относительно небольшим объемом фланца

$$V_{\phi} < 3 \frac{\pi d^3 \min}{4}$$

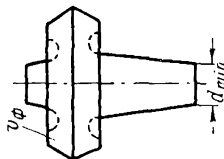


Поковки с несимметрично расположенными отрезками а и б — с отрезками различной длины

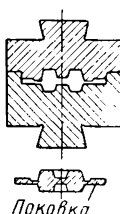
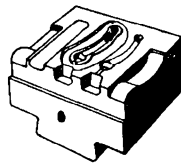
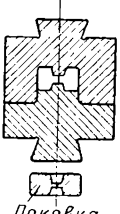
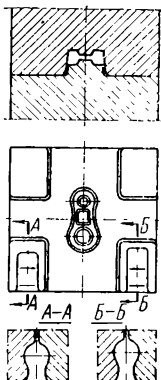


Поковки с большим объемом фланца

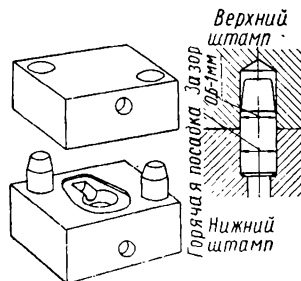
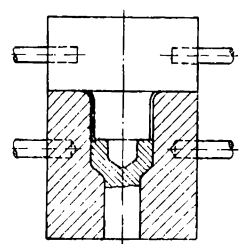
$$V_{\phi} > 3 \frac{\pi d^3 \min}{4}$$



3. Классификация видов штампов и соответствующих им способов штамповки на молотах

Характеристика штампов		Область применения	Схема штампа	
Вид	Тип		одноручьевого	мнгоручьевого
Закрепленные	открытые	<p>Штамповка на штамповочных молотах поковок всех форм согласно классификации (табл. 2) в условиях массового и крупносерийного производства</p>		
	закрытые	<p>Штамповка на штамповочных молотах поковок типа тел вращения (II группа) или поковок I группы с вертикальными или почти вертикальными стенками вдоль периметра в условиях крупносерийного и массового производства. Применение этого способа штамповки целесообразно при производстве поковок из стали с пониженной пластичностью</p>		

Продолжение табл. 3

Характеристика штампов		Область применения	Схема штампа	
Вид	Тип		одноручьевого	мноручьевого
Незакрепленные (подкладные)	открытые	<p>Штамповка на ковочных молотах в условиях серийного или мелкосерийного производства поковок:</p> <p>а) относительно простых форм в одном окончательном ручье;</p> <p>б) более сложных форм с применением кововой заготовки или заготовки, изготовленной в заготовительном подкладном штампе</p>		
	закрытые	<p>При тех же условиях, но в случаях, когда это обусловлено формой поковки или необходимостью производства поковок из стали с пониженной пластичностью</p>		

Многоштуčná штамповка. При изготовлении относительно небольших поковок рекомендуется производить штамповку одновременно двух поковок и более (рис. 16). При этом следует выбрать такое взаимное расположение фигур, продольное *a* или поперечное *б*, которое требует наименьшего количества заготовительных ручьев, обеспечивает наибольшую экономию металла или рациональное использование штампов за счет устройства самоуравновешивающегося замка *в*. Общая длина *L* не должна превышать 350—400 мм, а

количество одновременно штампуемых поковок — шести-восьми.

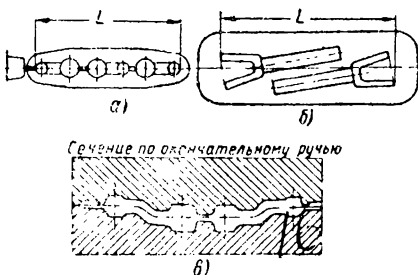
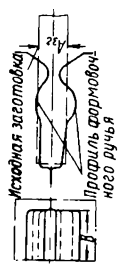
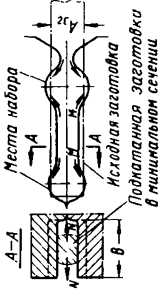
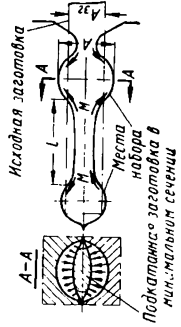


Рис. 16. Многоштуčná штамповка

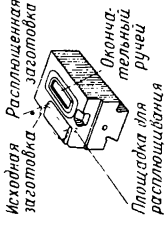
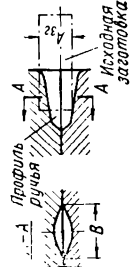
4. Классификация ручьев молотовых штампов

Класс	Группа	Назначение	Вид ручьев		Индекс	Название	Тип ручьев данного вида	
			Назначение	Область применения и принцип конструкции			Назначение ручья и способ обработки заготовки	Эскиз
Заготовительные — 3	Заготовительные для поковок I группы 3-1	Заготовительные для поковок I подгруппы 3-1-1	<p>Применяют для рас- пределения объема металла исходной за- готовки в соответствии с площадями попереч- ных сечений поковок с заусенцем</p> <p>Построение ручьев про- изводят исходя из размеров расчетной и исходной заготовок</p>	а	Формовочный	<p>Служит в основном для придания заготовке формы, приближающейся к форме плана поковки. В ручье происходит лишь незначительное осевое перемещение металла. При обработке в формовочном ручье по заготовке наносят обычно один удар, после чего ее кантуют на 90° и в таком положении укладывают в штамповочный ручей</p> 		
				б	Подкатной открытой	<p>Служит для увеличения площади поперечных сечений заготовки (для набора металла) в одном, местах за счет уменьшения площади поперечного сечения исходной заготовки в других местах при незначительном удлинении заготовки</p> <p>При обработке в этом ручье по заготовке наносят два-четыре удара, сопровождаемых каждый раз ее кантовкой на 90°. Дает больший набор, чем формовочный ручей</p>	<p>Благодаря закрытому профилю ручья в поперечных сечениях (сечение АА) обеспечивает более значительный набор металла, т. е. более интенсивное перемещение металла из участков ручья с поперечными сечениями меньшими, чем у исходной заготовки, в участки по сечению больше, чем у сечение исходной заготовки. Удлинение заготовки при этом незначительно</p> <p>Способ обработки такой же, как и в открытом подкатном ручье</p>	
				в	Подкатной закрытой			

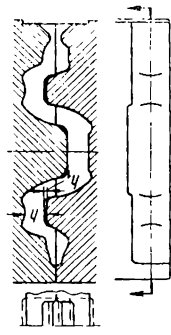
Продолжение табл. 4

Класс	Группа	Назначение	Вид ручьев		Индекс	Название	Тип ручьев данного вида	
			Назначение и принцип конструкции	Область применения и принцип конструкции			Назначение ручья и способ обработки заготовки	Эскиз
Заготовительные — 3	Заготовительные для поковок I группы 3-1-1	Заготовительные для поковок I подгруппы 3-1	Применяют для распределения объема металла исходной заготовки в соответствии с площадями поперечных сечений поковок с заусенцем	Область применения и принцип конструкции	г	Протяжной	Служит для увеличения длины исходной заготовки за счет уменьшения площади ее поперечных сечений в тех местах, где это необходимо в соответствии с формой поковок По заготовке наносят ряд последовательных ударов, сопровождаемых ее кантовкой и перемещением в осевом направлении. В простейшем случае выполняется в виде площадки для протяжки	<p>Сечение протянутой заготовки Исходная заготовка</p>
	Заготовительные для поковок 2 подгруппы 3-1-2	Заготовительные для поковок I группы 3-1-1	Применяют для придания заготовке формы, соответствующей форме поковки в плане, и для некоторого распределения металла в соответствии с площадями поперечных сечений поковки с заусенцем	Область применения и принцип конструкции	а	Пережимной	Служит для пережима, сопровождаемого уменьшением площади поперечных сечений исходной заготовки в одних местах при значительном наборе в других местах. Осевое перемещение металла также незначительно. По исходной заготовке наносят один-два удара, и в таком положении (без кантовки) заготовку укладывают в штамповочный ручей	<p>Сечение большего исходной заготовки h-A3z Исходная заготовка Сечение меньшее исходной заготовки h-A3z Фасонное сечение пережимного ручья Пережатая заготовка в минимальном сечении</p>

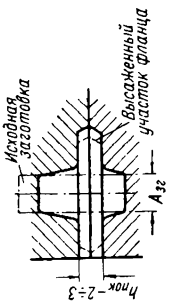
Продолжение табл. 4

Класс	Группа	Назначение	Вид ручьев	Индекс	Название	Тип ручьев данного вида	
						Назначение ручья и способ обработки заготовки	Эскиз
Заготовительные — 3	Заготовительные для поковок I группы 3-1	Заготовительные для поковок 2 подгруппы 3-1-2	<p>Применяют для придания заготовке формы, соответствующей форме поковки в плане, и для некоторого распределения металла в соответствии с требованиями поперечных сечениями поковки с заусенцем</p> <p>Построение ведут в соответствии с формой поковки в плане и с размерами расчетной и исходной заготовок</p>	6	Площадка для расплющивания	<p>Служит для расплющивания исходной заготовки, иногда сопровождаемого также местным пережимом металла. Применяется главным образом для штамповки поковок со сравнительно небольшим отношением длины к средней ширине. По заготовке наносят несколько ударов до достижения требуемой ширины. Иногда расплющивание сопровождается местным пережимом заготовки</p>	
			<p>Применяют для интенсивного перераспределения металла в исходной заготовке на участке фланца в соответствии с объемом участка и его размерами (высадочный ручей) или для выгнания на конус стержневых участков в соответствии с их размерами</p> <p>Построение производят исходя из объемов различных участков заготовки и в соответствии с формой и размерами поковки</p>				
Заготовительные для поковок 3 подгруппы 3-1-3	Заготовительные для поковок II группы 3-1	<p>Служит для протяжки на конус стержневых участков</p> <p>При обработке в этом ручье по заготовке наносят 2—4 и более ударов, сопровождаемых кантовкой и подачей в осевом направлении</p>	6	Специальный притяжной	<p>Служит для протяжки на конус стержневых участков</p> <p>При обработке в этом ручье по заготовке наносят 2—4 и более ударов, сопровождаемых кантовкой и подачей в осевом направлении</p>		

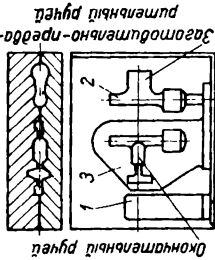
Продолжение табл. 4

Класс	Группа	Назначение	Вид ручьев		Индекс	Название	Тип ручьев данного вида	
			Название	Область применения и принцип конструкции			Назначение ручья и способ обработки заготовки	Эскиз
Заготовительные — 3	Заготовительные для поковок I группы 3-1	Заготовительные ручки для поковок 4 подгруппы 3-1-1	<p>Применяют для придания заготовке формы, близкой к форме поковки в плане при одновременном значительном осевом перегибе металла. Построение ведут по принципу вписывания контура ручки в контур плана поковки за исключением мест резкого перегиба</p>	<p>а</p>	<p>Гибочный</p>	<p>Служит для изгиба заготовки в соответствии с формой поковки в плане, весьма незначительного осевого перегиба металла и перегиба заготовки в отдельных сечениях. При обработке в гибочном ручье по заготовке (исходной или предварительно обработанной в ручьях 3-1-1) наносят один-два удара, затем заготовку кантуют на 90° и в таком положении укладывают в штамповочный ручей</p>		<p>Эскиз</p>
	Заготовительные для поковок, II группы 3-11	Заготовительные для поковок I и 2-й подгруппы 3-11-1-2						

Продолжение табл. 4

Класс	Группа	Вид ручьев		Индекс	Название	Тип ручьев данного вида	
		Назначение	Эскиз				
Заготовительные — 3	Заготовительные для поковок II группы 3-11	Заготовительные для поковок 3-й подгруппы 3-11-3	Область применения и принцип конструкции	а	Высодничья для круглых и квадратных в плане поковок	<p>Служит для высадки фланца прочной формы, что увеличивает стойкость окончателного ручья и исключает возможность получения зажимов при сложном фланце. При работе в данном ручье заготовку устанавливают вертикально и по ней наносят 1—3 удара</p>	
				б	Специальный		

Продолжение табл. 4

Класс	Группа	Вид ручьев		Индекс	Название	Тип ручьев данного вида	
		Назначение	Эскиз				
Штамповочные — III		<p>Область применения и принцип конструкции</p> <p>Применяют для получения поковки требуемой формы и размеров</p> <p>Изготавливают:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) окончательный — по чертежу горячей поковки; 2) предварительный — по чертежу горячей поковки, но с соблюдением больших радиусов закруглений, изготовляемых на чертеже штампа; 3) заготовительного — предварительный — то же, но с внесением в чертеж штампа специальных разрезов и сечений для участков, отличающихся от окончательного ручья 	а	Заготовительного-предварительный	<p>Назначение ручья и способ обработки заготовки</p>		
					<p>Служит для получения формы, близкой к окончательной, и одновременно на некоторых участках выполняет роль заготовительного, обеспечивая значительное долево и поперечное смещение металла</p> <p>Повышает стойкость окончательного ручья. По заготовке наносят 2—5 ударов, после чего ее в том же положении или после кантовки относительно плоскости разреза на 180° укладывают в окончательный ручей</p>		

Группа	Класс	Вид ручьев		Индекс	Название	Тип ручьев данного вида	
		Назначение	Область применения и принцип конструкции			Назначение ручья и способ обработки заготовки	Эскиз
Штамповочные — III			<p>Применяют для получения поковки требуемой формы и размеров.</p> <p>Изготавливают:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) окончательный — по чертежу горячей поковки; 2) предварительный — по чертежу горячей поковки, но с соблюдением больших радиусов закруглений, отовариваемых на чертёе штампа; 3) заготовительно-предварительный — то же, но с внесением в чертёж штампа специальных разрезов и сечений для участков, отличающихся от окончательного ручья 	б	Предварительный	<p>Служит для получения формы, близкой к окончательной, в целях повышения стойкости окончательного ручья, уменьшения прилипания и улучшения условий течения металла. Способ обработки такой же, как в заготовительно-предварительном ручье</p>	
			<p>Служит для получения окончательной, отчетливо оформленной поковки в соответствии с требованиями приемоного чертежа и технических условий. По поковке наносит один или с возрастающей силой ряд ударов, количество которых зависит от сложности поковки, совершенства обработки исходной заготовки в заготовительно-предварительных ручьях и энергии применяемого молота</p>				
Отрубной (нож) — O			<p>Применяют для отделения штампованной поковки от прутка, когда из исходной заготовки получают несколько поковок</p>	а	Отрубной	<p>Располагается в одном из углов штампа. Размеры ручья определяют в зависимости от размеров поковки с заусенцем при переднем расположении или от размеров исходной заготовки при расположении на одном из задних углов штампа. Поковку укладывают перемычкой на нож и одним ударом отсекают от заготовки</p>	

Канавка для заусенца и заусенец

В открытых штампах применяют типы канавок, согласно рис. 17.

Канавку типа I используют во всех случаях кроме оговоренных ниже. Она обеспечивает большую стойкость выступа (мостика), так как верхний штамп прогревается меньше, чем нижний.

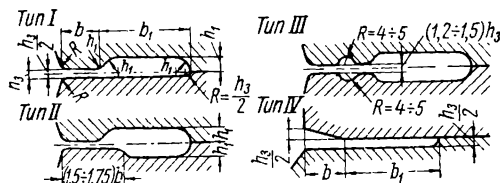


Рис. 17. Типы канавок для заусенца

Магазин с высотой h_1 можно выполнить в нижнем штампе. Такой вариант целесообразен, когда обрезку производят с поворотом поковки, т. е. в положении, обратном положению поковки в окончательном ручье штампа, так как предпочтительна укладка поковки на матрице плоской стороны заусенца, а также в том случае, если поковка целиком размещается в нижнем штампе.

Канавка типа II рекомендуется в тех случаях, когда поковку нельзя отштамповать с нормальным заусенцем. Например, для поковок круглых в плане (II группа табл. 2) канавку типа II применяют, если по условиям производства нельзя осуществить точную резку заготовки и объем последней имеет большие колебания. Канавка этого типа рекомендуется также при штамповке сложных поковок с целью увеличения объема магазина.

Для поковок с удлиненной формой (I группа, см. табл. 2), канавку для заусенца типа II следует применять, когда заготовительные ручьи не обеспечивают распределение металла в соответствии с площадями поперечных сечений поковки. Поэтому канавка типа II допускается на отдельных участках контура, где заготовительные операции не обеспечивают удаления избытка металла в исходной заготовке, основную же часть контура окончательного ручья выполняют с канавкой типа I. Ширину мостика в нижнем

штампе делают больше с целью повышения стойкости мостика нижнего штампа и для удобства укладки поковки на поясок обрезной матрицы.

Канавку типа III следует применять, если необходимо резко повысить сопротивление течению металла в некоторой части окончательного ручья, с тем чтобы обеспечить заполнение глубоких и сложных полостей штампа. При этом на некоторой части заготовки предусматривают увеличенный избыток металла. Канавку типа III делают обычно только на отдельных участках контура фигуры ручья.

В канавке типа IV отсутствует магазин для заусенца, а остается только тормозящий мостик с наклоном. Канавку этого типа применяют для поковок круглой формы в плане, которые обычно штампуют с применением только окончательного ручья (малоотходная штамповка).

В табл. 5 приведены рекомендуемые размеры канавки для заусенца типа I, а также площади поперечного сечения канавки $S_{з.к.}$.

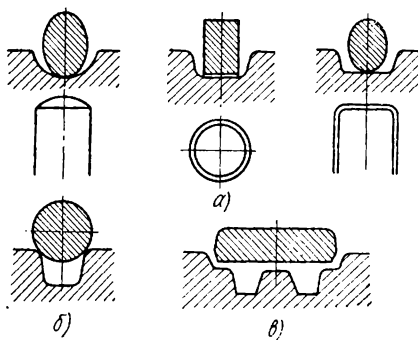


Рис. 18. Штамповка осаживанием а и выдавливанием б и в

Толщину заусенца в мостике рекомендуется определять по следующим формулам в зависимости от формы поковки в плане:

для поковок произвольной формы с площадью F_n

$$h_3 = 0,015 \sqrt{F_n}; \quad (1)$$

5. Размеры канавки для заусенца типа I (рис. 17) [9]

Канавка (№ по порядку)	R при глубине ручья в мм		№ 1. При штамповке осаживанием или наличии элементов выдавливания (см. рис. 18, а)			№ 2. При штамповке выдавливанием в случае несложной формы поковки (см. рис. 18, б)			№ 3. При штамповке сложных форм с труднозаполняемыми глубокими боковыми полостями (см. рис. 18, в)					
	h_3	h_1	до 20	20—40	св. 40	b	b_1	$S_{3,к}$ в см ²	b	b_1	$S_{3,к}$ в см ²	b	b_1	$S_{3,к}$ в см ²
	в мм					в мм			в мм			в мм		
1	0,6	3	1	1	1,5	6	18	0,52	6	20	0,61	8	22	0,74
2	0,8	3	1	1,5	1,5	6	20	0,69	7	22	0,77	9	25	0,88
3	1,0	3	1	1,5	2,0	7	22	0,80	8	25	0,91	10	28	1,04
4	1,6	3,5	1	1,5	2,0	8	22	1,02	9	25	1,13	11	30	1,55
5	2	4	1,5	2,0	2,5	9	25	1,36	10	28	1,53	12	32	1,77
6	3	5	1,5	2,0	2,5	10	28	2,01	12	32	2,33	14	38	2,78
7	4	6	2	2,5	3,0	11	30	2,68	14	38	3,44	16	42	3,85
8	5	7	2	2,5	3,0	12	32	3,43	15	40	4,34	18	46	5,06
9	6	8	2,5	3,0	3,5	13	35	4,35	16	42	5,3	20	50	6,42
10	8	10	3	3,5	4,0	14	38	6,01	18	46	7,45	22	55	9,03
11	10	12	3	3,5	4,0	15	40	7,68	20	50	9,88	25	60	12,08

для квадратных со стороной A_n

$$h_3 = 0,015A_n; \quad (2)$$

для круглых диаметром D_n

$$h_3 = 0,015D_n. \quad (3)$$

Округлив результат, следует подобрать по табл. 5 ближайшее значение h_3 и определить номер заусенца, которому соответствуют другие размеры канавки по высоте h_1 и R .

При расчете величины h_3 для поковки с развилками или для поковки, содержащих развилку как элемент общей формы, внутреннюю пленку нужно относить к телу поковки и соответственно определять площадь проекции F_n . Например, для поковки, изображенной на рис. 16, б, F_n определяют как площадь проекции, ограниченную контуром условной пунктирной линии.

В табл. 5 каждому номеру канавки соответствует три значения ширины мостика b и магазина b_1 .

При определении размеров канавки для заусенца по ширине рекомендуется руководствоваться данными, приведенными в табл. 5 для отдельных форм поковки (№ 1, 2 и 3) и нижеследующими указаниями.

Если более сложный элемент преобладает в общей форме поковки, то рекомендуется вдоль всего периметра окончательного ручья применять канавку для заусенца одинаковой ширины в соответствии с формой поперечного сечения более сложного элемента. Если же более сложный элемент поковки составляет сравнительно небольшую часть (по величине площади в плане) общей ее формы, то для него можно установить ширину канавки для заусенца в соответствии с формой его поперечного сечения больший, чем на остальном периметре поковки (см. b и b_1 , а также b' и b'_1 на рис. 19).

Если контур канавки для заусенца, построенный на поверхности развеса штампа вдоль контура поковки в плане получается многоступенчатым и весьма сложной формы, то в целях его упрощения рекомендуется принятую по табл. 5 общую ширину $b + b_1$ выдерживать лишь на некоторых участках контура, а на остальных участках делать общую ширину канавки большей, чем $b + b_1$ (см. рис. 16, а и 19).

Упрощать контур канавки для заусенца следует только путем корректирования ширины магазина b_1 при

сохранении требуемой ширины мостика b на всех участках контура окончателного ручья.

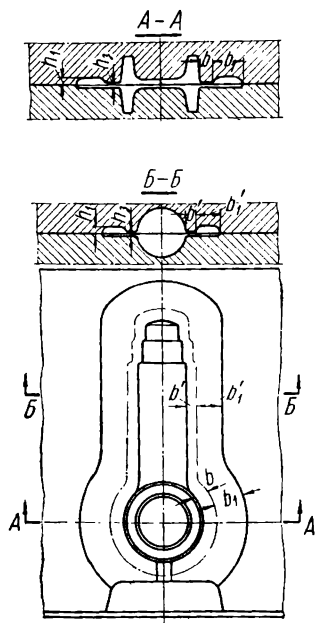


Рис. 19. Канавка для заусенца различной ширины соответственно для различных элементов ручья: $b > b'$; $b_1 < b_1$

Размеры канавок типа II и III определяют по табл. 5 для № 3 и в соответствии с соотношениями, приведенными на рис. 17, а канавок типа IV — для № 2.

Для упрощения расчетов можно выбирать размеры канавки для заусенца типа I по табл. 6 в зависимости от веса падающих частей штамповочного молота.

Объем V_3 заусенца (без учета внутренней пленки) можно определить как произведение средней площади его поперечного сечения на длину линии, проходящей через центры тяжести поперечных сечений заусенца или приближенно по формуле

$$V_3 = S_3 p_n. \quad (4)$$

Здесь p_n — периметр поковки по линии разреза. Для поковок весом менее 3 кг вместо периметра p_n следует брать периметр по центру тяжести заусенца, находящийся на расстоянии $\frac{b + b_1}{2}$ от p_n .

Средняя площадь поперечного сечения заусенца

$$S_3 = \zeta S_3. к. \quad (5)$$

где ζ — коэффициент, учитывающий степень заполнения канавки для заусенца; определяется в зависимости от формы поковки (или элемента поковки) и ее сложности в сечениях по

6. Размеры в мм канавки для заусенца типа I по рис. 17 [9]

Вес падающих частей штамповочного молота в т	h_3	h_1	b		b_1	R при глубине ручья		
			при осад- ке	при выда- вли- вании		до 10	св. 10 до 20	св. 20
До 1	1—1,6	4	6	8	25—30	1—1,5	1,5—2	1,5—3
Св. 1 до 2	2—3	5—6	9—10	10—12	30—40	1,5—2	1,5—3	1,5—4
Св. 2 до 4	3—4	6—8	12—13	13—16	40—50		2—3	2—4
Св. 4 до 6,3	4—6	8—10	14—15	15—22	50—60	2—3	3—4	3—6
【Св. 6,3 до 10	6—8	10—12	16—18	18—30	60—70			

7. Значения коэффициента ζ заполнения канавки для заусенца (при использовании размеров табл. 5)

Группа по классификации согласно табл. 2	Вес в кг	ζ для канавки		
		№ 1	№ 2	№ 3
I	До 1	0,4	0,5	0,6
	1—5	0,5	0,6	0,7
	Св. 5	0,6	0,7	0,8
II	До 1	0,3	0,4	0,5
	Св. 1 до 5	0,4	0,5	0,6
	Св. 5	0,5	0,6	0,7

табл. 7 или 8. $S_{з.к}$ — площадь поперечного сечения канавки для заусенца; определяется по табл. 5 для канавки типа I или соответствующим подсчетом для канавок других типов.

Полученный по формуле (4) объем заусенца $V_з$ можно несколько увеличить (на $\approx 20\%$) для относительно тяжелых поковок.

Если на отдельных участках окончателного ручья применена канавка для заусенца переменной ширины (см. рис. 19) или различной высоты, следует объем заусенца подсчитывать как сумму объемов его частей, прилегающих к отдельным элементам поковок; при определении $V_з$ для каждого элемента необходимо подставлять соответствующие этому элементу значения $S_{з.к}$, ρ_n , ζ .

Выбор переходов штамповки в открытых штампах и определение размеров заготовки

При выборе ручьев молотовых штампов рекомендуется вначале рассмотреть, как штампуют поковки с аналогичным распределением металла и весом и затем приступить к выбору ручьев.

Далее планируют расположение всех ручьев в одном штампе. Если все заготовительные и штамповочные ручьи не размещаются в одном штампе, то рекомендуется штамповать в двух штампах, установленных на рядом стоящих молотах. Такой процесс же-

8. Значения коэффициента ζ заполнения канавки для заусенца (при использовании размеров таблицы 6) [9]

Условия применения	ζ
При осадке в торец круглых в плане штампованных заготовок: шестерни, фланцы без ребер, втулки и т. п.	0,1—0,15
При малой разнице в площадях сечений штампованных заготовок с применением осадки перпендикулярно направлению волокна: фланцы с ребрами, колодки, корпуса и т. д.	0,2—0,25
При незначительной разнице в площадях сечений штампованных заготовок с применением подкатки или протяжки: рычаги гладкие, фланцы с высокими ребрами и т. д.	0,25—0,3
При значительной разнице в площадях сечений штампованных заготовок с применением подкатки или подкатки в сочетании с протяжкой: плоские гаечные ключи, сошки рулевого управления и т. п.	0,3—0,4
При значительной разнице в площадях сечений штампованных заготовок с применением подкатки или подкатки в сочетании с протяжкой: вилки с бобышками и невысокими ребрами и т. п.	0,4—0,5
При значительной разнице в площадях сечений штампованных заготовок более сложной формы с высокими ребрами: шатуны, качалки, вилки и т. п.	0,6—0,7

лательно осуществлять с одного нагрева и с применением средств механизации для быстрой передачи заготовки с молота на молот.

Необходимость штамповки на двух молотах может быть вызвана также сложностью формы поковки (высокие ребра и бобышки, тонкие стенки и т. д.), чувствительной к сдвигу и требующей поэтому центрального расположения штамповочных ручьев в двух отдельных штампах.

Выбор видов заготовительных и штамповочных ручьев производят по табл. 2 в соответствии с размерами поковки и формой ее поперечных сечений.

Поковки I группы

1 подгруппа

Выбор того или иного ручья или комбинации ручьев определяется формой поковки и его можно производить с помощью так называемой *расчетной заготовки*, *эпюры сечений* расчетной заготовки и *коэффициентов подкатки*.

Построение расчетной заготовки и эпюры сечений. Расчетной называется условная заготовка с круглыми поперечными сечениями, площади которых равняются суммарной площади соответствующих сечений поковки и заусенца (рис. 20):

$$S_3 = S_n + 2S_3 = S_n + 2\xi S_{3.к} \quad (6)$$

где S_3 — площадь поперечного сечения расчетной заготовки в произвольном месте; S_n — площадь поперечного сечения поковки в произвольном месте, рассчитанная по номинальным размерам с добавлением к вертикальным размерам половины положительного отклонения; S_3 — площадь сечения заусенца; $S_{3.к}$ — площадь сечения канавки для заусенца, определяемая по табл. 5 для канавки типа I или соответствующим подсчетом, для канавок других типов (см. рис. 17); ξ — коэффициент заполнения канавки по табл. 7 или 8.

Внутренний заусенец (перемычку под прошивку) следует полностью относить к поковке, т. е. включать в S_n .

Диаметр расчетной заготовки в каком-либо сечении находят из равенства

$$\frac{\pi d_3^2}{4} = S_3; \quad d_3 = 1,13 \sqrt{S_3} \quad (7)$$

Расчет ряд значений d_3 для характерных поперечных сечений поковки, откладывают отрезки получен-

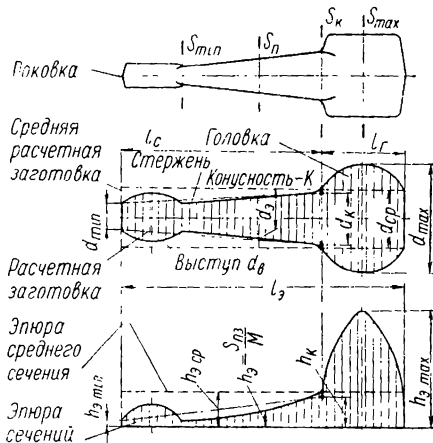


Рис. 20. Элементарная расчетная заготовка и ее эпюра сечений (по А. В. Ребельскому)

ных диаметров по линиям плоскостей этих сечений, распределив их симметрично по отношению к оси, и соединив последовательно по участкам прямыми и плавными кривыми линиями характерные точки получают чертеж расчетной заготовки или эпюру приведенных диаметров (см. рис. 20). Построение расчетной заготовки рекомендуется производить в масштабе 1 : 1.

Если в масштабе M отложить по ординатам величины площадей характерных сечений S_3 в виде отрезков, равных

$$h_3 = \frac{S_3}{M}, \quad (8)$$

то, соединив концы этих отрезков, получим *эпюру поперечных сечений расчетной заготовки* (см. рис. 20).

Площади отдельных ее элементов, будучи помножены на принятый масштаб M , представляют собой величины

объемов соответствующих элементов расчетной заготовки:

$$V_x = F_{эx} M, \quad (9)$$

где V_x — объем любого x -го элемента расчетной заготовки; $F_{эx}$ — площадь соответствующего элемента эпюры сечений.

Объем всей расчетной заготовки равен

$$V_э = F_э M. \quad (10)$$

Средней расчетной заготовкой называют цилиндр диаметром $d_{ср}$, длиной, равной длине поковки ($l_э = l_n$), и объемом $V_{н.э}$, равным сумме объемов поковки V_n и заусенца $V_э$ (рис. 20):

$$V_{н.э} = V_n + V_э = V_э = F_э M. \quad (11)$$

Площадь сечения средней расчетной заготовки

$$S_{ср} = \frac{V_{н.э}}{l_n} = \frac{V_э}{l_э}. \quad (12)$$

Диаметр средней расчетной заготовки

$$d_{ср} = 1,13 \sqrt{S_{ср}}. \quad (13)$$

Объем средней расчетной заготовки и ее диаметр можно также определить, пользуясь эпюрой поперечных сечений, предварительно найдя ее площадь $F_э$. Тогда объем расчетной заготовки

$$V_э = F_э M.$$

Высота эпюры среднего сечения

$$h_{э.ср} = \frac{F_э}{l_э}. \quad (14)$$

Площадь сечения средней расчетной заготовки по эпюре поперечных сечений

$$S_{ср} = h_{э.ср} M. \quad (15)$$

При этом в направлении оси эпюр (по линии абсцисс) принято брать масштаб 1 : 1.

Часть расчетной заготовки, в пределах которой $d_э > d_{ср}$ (и соответствующая часть эпюры сечений), называют *головкой*.

Часть расчетной заготовки, в пределах которой $d_э < d_{ср}$ (и соответствующая часть эпюры сечений), называют *стержнем*.

Разница между объемом головки $V_э$ и объемом средней заготовки в пределах головки называют *недостающим объемом*:

$$v_э = V_э - \frac{\pi d_{ср}^2}{4} l_э. \quad (16)$$

При этом $V_э$ находят как объем тела вращения.

Значение $v_э$ иногда удобнее определять через недостающую площадь $f_э$ головки эпюры сечений:

$$v_э = f_э M. \quad (17)$$

Разница между объемом средней заготовки в пределах стержня и объ-

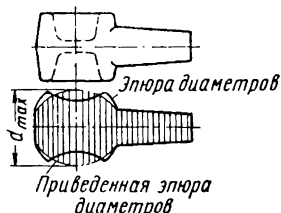


Рис. 21. Способ приведения расчетной заготовки с резким очертанием к плавной форме

емом стержня называют *избыточным объемом*:

$$v_с = \frac{\pi d_{ср}^2}{4} l_с - V_с, \quad (18)$$

где $V_с$ определяют как объем тела вращения.

Значение $v_с$ иногда удобнее определять через избыточную площадь стержня эпюры

$$v_с = f_с M. \quad (19)$$

Если для поковки с отверстием или выемкой форма головки дает на эпюре расчетной заготовки резкие очертания (рис. 21), то такую эпюру надо привести к плавной форме (см. пункт на рис. 21) из расчета сохранения объема. Эту линию легче определить сначала на эпюре сечений, так как удобнее приравнять между собой отнимаемую и прибавляемую площади.

Определив наибольшую высоту эпюры $h_{э \max}$ (см. рис. 20), можно легко

найти соответствующий наибольший диаметр расчетной заготовки

$$d_{\max} = 1,13 \sqrt{S_{\max}} = 1,13 \sqrt{h_{\Sigma \max} M}. \quad (20)$$

Конусность стержня определится из выражения

$$K = \frac{d_{\kappa} - d_{\min}}{l_c}, \quad (21)$$

причем, если контур стержня очерчен ломаной либо кривой линией, или стержень имеет выступы, то для нахождения размера перехода стержня в головку d_{κ} надо привести стержень расчетной заготовки к виду усеченного конуса, пользуясь формулой

$$d_{\kappa} = \sqrt{3,82 \frac{V_c}{l_c} - 0,75 d_{\min}^2 - 0,5 d_{\min}}, \quad (22)$$

где d_{\min} — наименьший диаметр расчетной заготовки.

Часто величину d_{κ} удобнее определять, пользуясь эпюрой поперечных сечений, имея в виду, что

$$d_{\kappa} = 1,13 \sqrt{S_{\kappa}} = 1,13 \sqrt{h_{\kappa} M} \quad (23)$$

и что эпюру на участке стержня можно привести к форме трапеции (приближенно), тогда h_{κ} можно определить по формуле

$$h_{\kappa} \approx \frac{2F_{\Sigma, c}}{l_c} - h_{\Sigma \min}, \quad (24)$$

где $F_{\Sigma, c}$ — площадь приведенной эпюры стержня; $h_{\Sigma \min}$ — см. рис. 20.

Расчетная заготовка, содержащая только одну головку с односторонним расположенным стержнем, называется *элементарной расчетной заготовкой*. Ей будет соответствовать *элементарная эпюра сечений* (см. рис. 20).

Сложной является такая расчетная заготовка, которая содержит одну головку с двусторонним стержнем или две и более головок. Соответственно сложной будет и эпюра сечений для этих расчетных заготовок (рис. 22 и 23).

Сложную расчетную заготовку и соответственно сложную эпюру сече-

ний можно представить в виде ряда элементарных, построив линии раздела.

1. Если расчетная заготовка и эпюра представляют собой головку с двусторонним стержнем (рис. 22), то следует

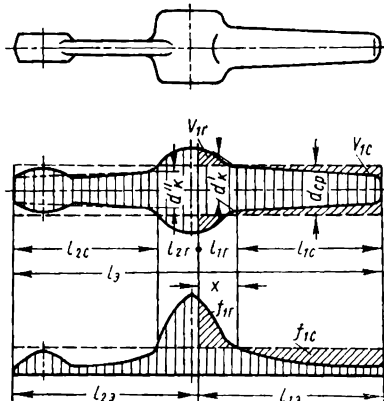


Рис. 22. Приведение сложной эпюры головки—двусторонний стержень к двум элементарным (по А. В. Ребельскому)

найти такое расстояние x , на протяжении которого недостающая часть объема головки равнялась бы избыточному

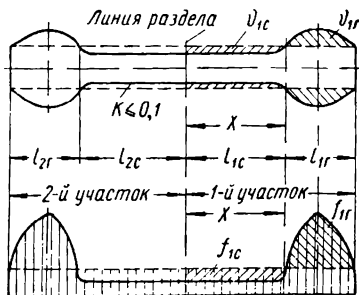


Рис. 23. Приведение сложной эпюры стержня с двумя головками к двум элементарным

объему прилегающего стержня ($v_{1c} = v_{1r}$). Положение искомой линии раздела проще найти на эпюре сечений, так как необходимо соблюсти равенство площадей $f_{1c} = f_{1r}$.

Определив таким образом линию раздела, получим две элементарные эпюры с длинами l_{12} и l_{23} .

2. Если расчетная заготовка и соответственно эпюра сечений представляет собой стержень с двумя головками при незначительной конусности стержня $K \leq 0,1$ (рис. 23), то следует распределить избыточный объем с таким расчетом, чтобы недостающий объем в головке v_{12} был равен избыточному объему v_{1c} на участке искомой длины стержня, причем определять положение линии раздела x рекомендуется по равенству площадей на эпюре сечений $f_{12} = f_{1c}$.

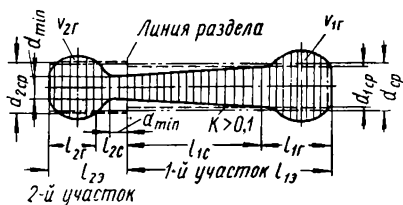


Рис. 24. Приведение к элементарным расчетным заготовкам сложной заготовки (эпюры) две головки — стержень, когда стержень имеет значительный уклон

3. При наличии двух головок и стержня конусность $K > 0,1$ (рис. 24) следует для нахождения линии раздела отложить от минимального сечения расчетной заготовки расстояние, равное d_{\min} и получить таким искусственным приемом два участка. Для этих участков следует определить средние сечения, исходя из объемов или, что проще, из площадей этих участков на эпюре сечений.

В случае, когда головки расчетной заготовки достаточно близко расположены друг к другу, можно путем осреднения привести их к одной головке, подобно тому как это сделано на рис. 21.

4. Если на расчетной заготовке есть граница, откуда начинается конусность $K > 0,1$ в противоположных направлениях, то эту границу и следует считать линией раздела. Для полученных двух участков следует построить отдельные средние расчетные заготовки или на эпюре сечений — отдельные эпюры средних сечений по участкам.

5. Если расчетная заготовка и соответственно эпюра сечений содержат три и более головки, то приведение такой сложной расчетной заготовки к ряду элементарных надо производить исходя из указанного основного принципа распределения избыточного объема стержня между недостающими объемами головок.

6. Если при наличии трех и более головок некоторые участки стержня имеют конусность $K > 0,1$, то приведение к элементарным расчетным заготовкам нужно производить, принимая во внимание указания п. 3.

Коэффициент подкатки. В соответствии с полученными размерами расчетной заготовки можно определить общий необходимый коэффициент подкатки $K_{по}$ по формуле

$$K_{по} = \frac{S_{max}}{S_{cp}} = \frac{d_{max}^2}{d_{cp}^2} \quad (25)$$

Возможные величины $K_{п}$, достигаемые в отдельных ручьях, указаны в табл. 9.

9. Значения коэффициента подкатки ручьев ($K_{п}$)

Ручей	Индекс ручья по классификации	$K_{п}$
Формовочный . . .	3-1-1, а	1,2
Подкатной открытый	3-1-1, б	1,3
Подкатной закрытый	3-1-1, в	1,6
Предварительный	—	1,1
Окончательный . .	—	1,05

Выбор заготовительных ручьев. При штамповке 1-й подгруппы применяют заготовительные ручьи 3-1-1 по табл. 4: формовочный, подкатной открытый, подкатной закрытый и протяжной. ☞ Комбинацию ручьев выбирают таким образом, чтобы

$$K_{по} \leq K_{пр} \quad (26)$$

где $K_{пр}$ равен произведению $K_{п}$ выбранных ручьев. Например, если вы-

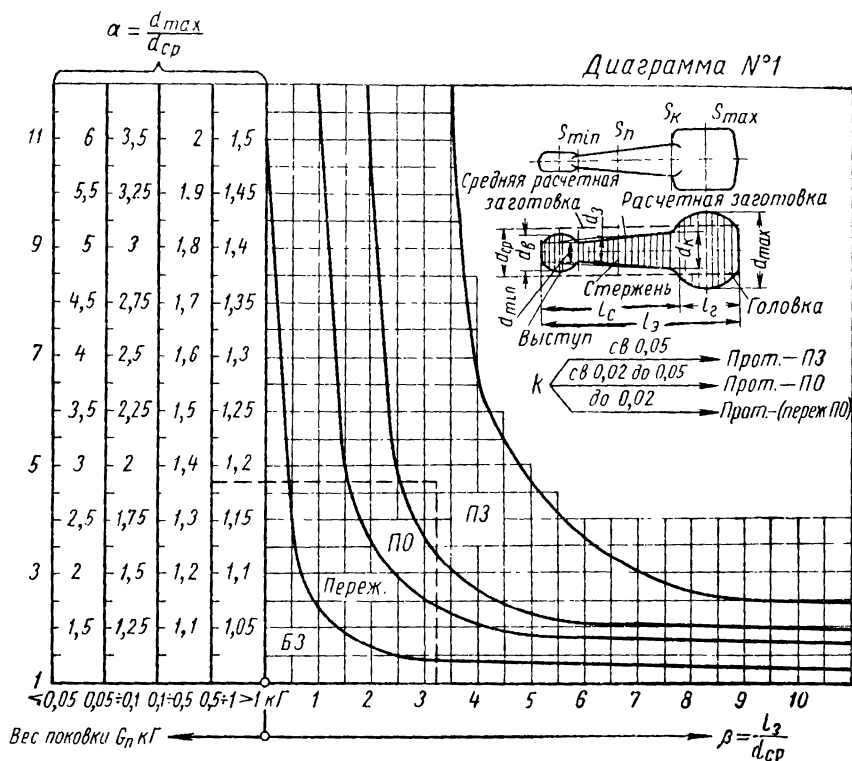


Рис. 25. Диаграмма пределов применения заготовительных ручьев (по А. В. Ребельскому); зоны: БЗ — без заготовительных ручьев; Переж. — пережимкой; ПО — подкатной открытый; ПЗ — подкатной закрытый

Пример: Дано: $G_n^* = 0,6$; $\alpha = 1,37$; $\beta = 3,25$. В качестве заготовительных переходов следует применить подкатку закрытую (ПЗ).

браны ручки: подкатной закрытый, предварительный и окончательный, то

$$K_{нр} = 1,6 \cdot 1,1 \cdot 1,05 \approx 1,8.$$

Если $K_{нр} > 1,8$, то необходимо применить протяжной ручей.

Выбор заготовительных ручьев можно производить по диаграмме (рис. 25).

При выборе заготовительных ручьев необходимо учитывать следующее:

1. Если расчетная заготовка элементарная (см. рис. 20), то заготовительные ручьи определяют непосредственно по расчету $K_{нр}$. При наличии на расчетной заготовке таких выступов, что $\frac{d_s}{d_{\min}} > 1,2$, или головки

сложной формы рекомендуется, кроме протяжного ручья (если по расчету он необходим), применять еще формовочный и подкатной открытый ручьи.

2. При сложной расчетной заготовке с общим для всех участков средним сечением $d_{\text{ср}}$ (см. рис. 22 и 23) следует определить заготовительные ручьи для каждой элементарной расчетной заготовки и выбрать наиболее трудоемкий процесс. Например, если для трех участков сложной эюры соответственно требуется по расчету протяжной, подкатной открытый и подкатной закрытый ручьи, то для расчетной заготовки в целом следует применить протяжной и подкатной закрытый ручьи.

Если по расчету для всех участков получается только протяжной ручей, то в целях фиксации расстояний между головками рекомендуется применить еще формовочный или подкатной открытый ручей.

3. При сложной расчетной заготовке с различными средними сечениями $d_{ср}$, $d_{2ср}$ и т. д. по участкам (см. рис. 24) следует определить заготовительные ручьи для каждой элементарной расчетной заготовки, исходя из ее d_{max} и $d_{ср}$ и выбрать наиболее трудоемкий процесс. При условии, когда

$$\frac{d_{ср. max}}{d_{ср. min}} > 1,2, \text{ применить протяж-}$$

ной ручей, сделав раствор его a в соответствии с $d_{ср. min}$.

4. Если для расчетной заготовки в целом требуется только протяжной ручей и штамповка ведется с клещевиной, то при $d_{ср} > 30$ мм нужно применять еще подкатной открытый ручей для получения перешейка между поковкой и клещевиной.

5. Если по цеховым условиям придется использовать заготовку сечением, большим, чем это необходимо по расчету, то в таких случаях применение протяжного ручья (или в крайнем случае площадки для протяжки) обязательно.

6. Вместо протяжного ручья следует применять площадку для протяжки, если необходимо:

а) оттяжка конца под клещевину;

б) оттяжка короткого конца, длина которого в исходной заготовке меньше ее толщины;

в) грубая оттяжка равномерного по толщине или ступенчатого конца.

7. Если заготовка после подкатного или протяжного ручья резко выходит за контуры штамповочного ручья в плане, то следует применить дополнительно формовочный ручей. В определенных случаях вместо подкатного и формовочного ручья можно использовать один несимметричный подкатной ручей (см. табл. 15, п. 6).

8. Необходимо увязывать выбор заготовительных ручьев с применяемой комбинацией штамповочных ручьев:

а) применение заготовительно-предварительного ручья упрощает процесс по заготовительным ручьям;

б) наоборот, отмена предварительного ручья часто влечет за собой необходимость более тщательной обработки исходной заготовки в заготовительных ручьях.

9. Применение высаженной на горизонтально-ковочной машине заготовки, вальцованной заготовки или периодического проката сильно упрощает процесс по заготовительным ручьям и часто позволяет производить штамповку вообще без них.

Выбор штамповочных ручьев и варианта штамповки. Для поковок 1-й подгруппы типа А применяют окончательный ручей, для поковок типа Б — предварительный и окончательный, а в некоторых случаях предварительно-заготовительный и окончательный ручьи в зависимости от формы и соотношения размеров поперечного сечения поковки (см. табл. 13, е, ж, з).

2 подгруппа

Выбор заготовительных ручьев. При штамповке применяют заготовительные ручьи 3-1-2 по табл. 4: пережимной и площадку для расплющивания. Выбор ручьев производят так же, как и для поковок 1-й подгруппы с помощью расчетной заготовки, эпюры сечений расчетной заготовки и коэффициентов подкатки. По размерам расчетной заготовки определяют общий необходимый коэффициент подкатки по формуле (25).

Величина K_d пережимного ручья равна 1,2, площадки для расплющивания — 1

В трех ручьях: пережимном, предварительном и окончательном $K_{пр} = 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1,05 \approx 1,4$.

Ручьи выбирают по неравенству (26). Если $K_{по} > 1,4$, то поковку следует отнести к I группе, 1-й подгруппе. При этом не исключается возможность применения пережимного ручья.

Ориентировочно можно рекомендовать при $K_{по} < 1,1$ применять площадку для расплющивания вместо пережимного ручья.

Выбор штамповочных ручьев и варианта штамповки. Для поковок 2-й подгруппы типа А применяют окончательный ручей, а для поковок типа Б — предварительный и окончатель-

ный, а в некоторых случаях предвари-тельно-заготовительный и оконча-тельный ручьи в зависимости от формы и соотношения размеров поперечного сечения поковки (см. табл. 13, е, ж, з).

3-я подгруппа

Выбор заготовительных ручьев. При штамповке этих поковок применяют заготовительные ручьи 3-1-3 по табл. 4: при штамповке поковок типа А — высадочный ручей, а при штамповке поковок типа Б — специальный протяжной и высадочный ручьи.

Этими ручьями пользуются в случае наличия одного фланца или бурта, требующего

$$K_{по} = \frac{S_{max}}{S_{ср}} > 1,8$$

[см. формулу (25)] и при сравнительно коротком стержне.

При $K_{по} \leq 1,8$ или длинном стержне поковки относят к I группе, 1-й подгруппе типу А.

Выбор штамповочных ручьев и варианта штамповки. Для поковок 3-й подгруппы применяют один окончательный ручей или два ручья предварительный и окончательный, в случае необходимости увеличить стойкость окончательного ручья и уменьшить прилипание.

4-я подгруппа

Выбор заготовительных ручьев. Поковки данной подгруппы требуют гибки, которая производится либо с помощью гибочного ручья (типа А), либо непосредственно в штамповочном ручье (тип Б). Заготовительные ручьи для поковок типа А необходимы такие же, как и для поковок 1-й подгруппы. Для

поковок типа Б, при $\frac{l_{раз}}{b_{ср}} > 2,5$

применяют заготовительные ручьи, как для поковок 1-й подгруппы, а при

$\frac{l_{раз}}{b_{ср}} < 2,5$, как для поковок 2-й

подгруппы. Выбор ручьев производят, как и для поковок I или 2-й подгрупп, с помощью расчетной заготовки, эпюры сечений расчетной заготовки и коэффициентов подкатки.

Форма поковки и степень вытяжки заготовки в процессе гибки обуславливают построение расчетной заготовки одним из следующих трех способов.

1. Построение расчетной заготовки по развертке (рис. 26) применяют для поковок плавных форм, требующих гибки без значительной вытяжки заготовки. При этом строят развертку по линии, проходящей примерно на расстоянии $\frac{1}{3}$ толщины t от внутрен-

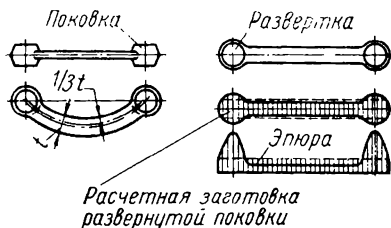


Рис. 26. Построение расчетной заготовки по развертке

него контура поковки. Затем производят построение расчетной заготовки и эпюры сечений развертки, как для поковки с вытянутой осью.

2. Построение расчетной заготовки по элементам (рис. 27) применяют для

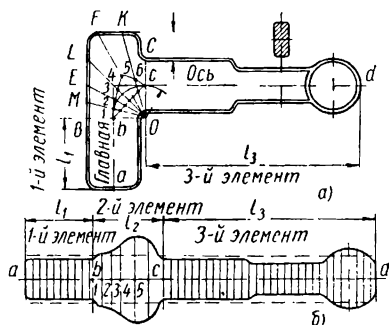


Рис. 27. Построение расчетной заготовки по элементам

поковок с резкими перегибами, требующими гибки со значительной вытяжкой заготовки на соответствующих участках. При этом выделяют участки, почти не подвергающиеся вытяжке в процессе гибки (элементы длиной l_1 и l_3 на рис. 27, а), что достигается проведением лучей OB и OC из центра O дуги перегиба; для этих элементов соответствующие участки расчетной заготовки (рис. 27, б) строят, исходя из сечений, перпендикулярных к осям ab и cd

Для определения длины элемента l_2 производят построение главной оси поковки на участке перегиба: из центра O проводят ряд сечений (OM , OE и т. д.) и определяют положение точек $1, 2, 3$ и т. д., представляющих собой проекции центров тяжести соответствующих сечений (OM , OE и т. д.) на план поковки. Длина кривой $b-1-2-3 \dots c$ и представляет собой искомую длину l_2 . Затем находят площади поперечных сечений (OM , OE и т. д.) поковки с заусенцами, соответствующие диаметры расчетной заготовки

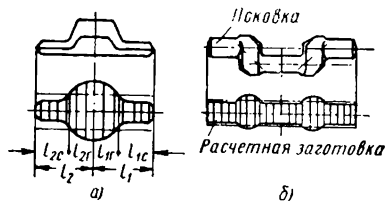


Рис. 28. Построение расчетной заготовки непосредственно по сечениям

товки d_{z1} , d_{z2} и т. д., которые откладывают на линиях, соответственно проходящих через точки $1, 2, 3, \dots$, и таким образом получают элемент расчетной заготовки на участке изгиба поковки (второй элемент расчетной заготовки в рассматриваемом случае).

3. Построение расчетной заготовки непосредственно по сечениям (рис. 28) применяют для поковок такой формы, с такой линией разреза a или главной осью b , которая требует применения гибки, протекающей за счет вытяжки заготовки без ощутительного изменения ее длины. При этом построение расчетной заготовки производят непосредственно по сечениям как для поковок с вытянутой осью (1—1).

По размерам расчетной заготовки определяют общий необходимый коэффициент подкати по формуле (25).

Коэффициент подкати гибочного ручья $K_n = 1,2$.

При выборе K_n других заготовительных ручьев рекомендуется пользоваться табл. 9. Необходимо учитывать также основные замечания, приведенные на стр. 357.

Нужно иметь в виду, что гибочный ручей заменяет формовочный. Его при-

меняют только для поковок 4-й подгруппы типа А.

Выбор штамповочных ручьев и варианта штамповки. Для поковок 4-й подгруппы типа А, п. а применяют окончательный ручей, для поковок типа А, п. б — предварительный и окончательный ручки, а в некоторых случаях — предварительно-заготовительный и окончательный ручки в зависимости от формы и соотношения размеров поперечного сечения поковки (см. табл. 13, е, ж, з).

Для поковок 4-й подгруппы типа Б необходимо уравнивание сдвигающих усилий. Для поковок типа Б, п. а применяют окончательный ручей, а для поковок типа Б, п. б — предварительный и окончательный ручки и иногда предварительно-заготовительный и окончательный ручки (см. табл. 13, е, ж, з).

5-я подгруппа

Выбор заготовительных ручьев. Заготовительные ручки выбирают как и для поковок 1-й подгруппы. Для поковок 5-й подгруппы типа А в ряде случаев требуется применение формовочного ручья в целях одностороннего смещения металла в сторону отгостка. Иногда вместо подкатного и формовочного ручьев целесообразно применить несимметричный подкатной ручей.

Выбор штамповочных ручьев и варианта штамповки. Для поковок 5-й подгруппы типа А применяют заготовительно-предварительный ручей с упрощенной формой полости (см. табл. 13, и) и окончательный ручей, для поковок типа Б — заготовительно-предварительный ручей с рассекателем (см. табл. 13, д) и окончательный ручей.

В зависимости от формы и размеров поковок иногда целесообразны различные варианты штамповки поковок в свернутом или развернутом виде.

6-я подгруппа

Выбор заготовительных ручьев производят в зависимости от того, к какой из подгрупп (1—5-й) можно привести поковку, изменяя ее для рациональной штамповки на молоте и последующей штамповки на другом оборудовании.

Выбор штамповочных ручьев и варианта штамповки также зависит от того, к какой подгруппе приведена данная поковка.

Применение отрубного ручья, установление количества поковок из одной заготовки и применение клещевины при штамповке. Поковки небольшого веса и малой длины штампуют обычно

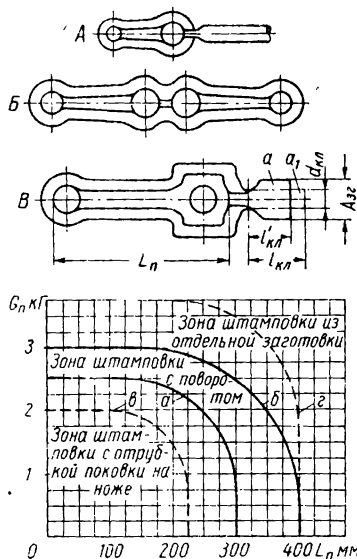


Рис. 29. Диаграмма пределов применения различных заготовок: a — граница зоны применения заготовки на несколько поковок с отрубкой на ноже; b — граница зоны штамповки из заготовки на две поковки с поворотом, кривые v и $г$ дают расширенную зону штамповки с поворотом для поковок простых форм; L_n — наибольший габаритный размер поковки в мм; G_n — вес поковки в кг; $l_{кл}$ — длина клещевого конца в случае оттяжки клещевины; $l_{кл}$ — тоже без оттяжки клещевины; $A_{зс}$ — толщина исходной заготовки (по А. В. Ребельскому)

из одной заготовки поочередно, отделяя каждую поковку вместе с заусенцем от исходного прутка на ноже (рис. 29, А).

Если вес и длина поковки не позволяют применять заготовку большую, чем на две поковки, то рекомендуется не отрубать первую поковку на ноже, а производить штамповку с поворотом

(рис. 29, Б) заготовки на 180° после отштамповки первой поковки.

При штамповке из длинного прутка по первому варианту (см. А на рис. 29) рекомендуется так подобрать длину заготовки, чтобы последнюю поковку (или последнюю совокупность поковок при многоступенчатой штамповке) штамповать с поворотом заготовки и тем самым осуществлять процесс без применения клещевины.

Прибегать к штучной заготовке (рис. 29, В) следует только, когда длина l_n и вес G_n поковки настолько значительны, что не представляется возможности производить штамповку из заготовки на две поковки с кантовкой.

Зоны на диаграмме (рис. 28) позволяют исходя из величин l_n и G_n выбирать соответствующий вариант заготовки по длине. Исключение составляют штамповка заготовок, поставлен-

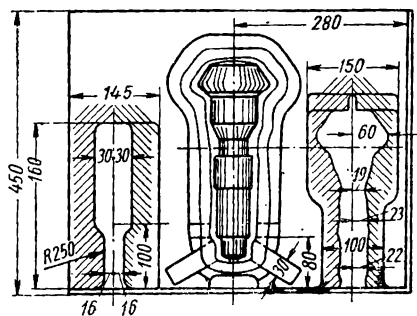


Рис. 30. Штамповка без клещевины

ных на торец, штамповка, требующая оттяжки обоих концов заготовки, и изготовление поковок весьма сложных форм, неудобных при штамповке от прутка и в отрубке.

Клещевину не следует применять в тех случаях, когда штамповку производят без подкатных ручьев. Следует иметь в виду, что применение открытого со стороны клещевой выемки подкатного ручья (рис. 30) позволяет в ряде случаев осуществлять штамповку без клещевого конца; желательно использовать в качестве клещевины оттянутый конец заготовки (см. a_1 на рис. 29, В).

Клещевину можно не оттягивать, если предусмотрено ее использование

в качестве исходной заготовки для других поковок.

Размеры клещевого конца при штамповке без его оттяжки (см. *a* на рис. 28, *B*) и с оттяжкой a_1 рекомендуется определять, как указано в табл. 12.

Определение размеров и выбор исходной заготовки. Размеры исходной заготовки определяют исходя из двух основных факторов: расчетной заготовки и принятой комбинации переходов штамповки.

Объем заготовки на одну поковку $V_{зг}$ равен произведению площади сечения заготовки $S_{зг}$ на ее длину $l_{зг}$, отнесенную к одной поковке, т. е.

$$V_{зг} = S_{зг} l_{зг}. \quad (27)$$

Объем заготовки $V'_{зг}$ с учетом потерь (без клещевины) определяют по формуле

$$V'_{зг} = V_{п.з} \frac{100 + \delta}{100}, \quad (28)$$

где $V_{п.з} = V_n + V_з$ — суммарный объем поковки и заусенца; δ — угар металла в % (см. гл. III).

Объем поковки V_n рассчитывают по номинальным размерам с добавлением к вертикальным размерам половины положительного отклонения.

На основании расчетных заготовок (эпюр) и принятого процесса штамповки по переходам, а также с учетом потери металла на угар и способа укладки заготовки в заготовительные ручьи рекомендуется площадь поперечного сечения заготовки $S'_{зг}$ определять по табл. 10, составленной для поковок с элементарной расчетной заготовкой.

Определение площади сечения исходной заготовки $S'_{зг}$ для поковок со сложной расчетной заготовкой — сложной эпюрой (см. рис. 22—24) производят следующим образом:

а) в случае штамповки без заготовительных ручьев (БЗ) или с применением гибки (ГБ), пережима (Переж.), формовки (Форм.) или подкатки (ПО и ПЗ) $S'_{зг}$ — соответственно по формулам (1)—(3) табл. 10;

10. Определение площади сечения исходной заготовки для поковок с элементарной расчетной заготовкой (по А. В. Ребельскому)

Принятые переходы	Формула	Примечание
Без заготовительных ручьев (БЗ) или с применением гибки	$S'_{зг} = (1,02 \div 1,05) S_{ср}$ (1)	Меньшее значение коэффициента при $S_{ср}$ применять, когда заготовка перекрывает штамповочный ручей по всей длине, большее — если она не доходит до конца ручья
С пережимом или формовкой	$S'_{зг} = (1,05 \div 1,3) S_{ср}$ (2)	Меньшее значение коэффициента применять, когда исходная заготовка закладывается до конца заготовительного ручья, большее — если она закладывается не до конца ручья
С подкаткой (ПО или ПЗ)	$S'_{зг} = S_{пд} = (1,02 \div 1,2) S_{ср}$ (3)	
С протяжкой	$S'_{зг} = S_{пр} = \frac{V'_z}{l_z}$ (4)	Эта же формула применяется, если после протяжки производится формовка или гбка. $V'_z = V_z \frac{100 + \delta}{100}$ — объем головки расчетной заготовки с учетом потерь на угар; δ — угар в %; l_z — длина головки расчетной заготовки (см. рис. 20)
С протяжкой и подкаткой	$S'_{зг} = S_{пр} - K(S_{пр} - S_{пд})$ (5)	$S_{пд}$ — по формуле (3) с коэффициентом 1,2; $S_{пр}$ — по формуле (4); K — конусность стержня расчетной заготовки (см. рис. 20)

б) в случаях штамповки с применением протяжки (Прот.) или протяжки — подкатки (Прот. — ПО или Прот. — ПЗ) надо для каждого участка расчетной заготовки (эпюры) определить S'_{32} соответственно по формулам табл. 10 и выбрать наибольшее из полученных значений;

в) в случаях штамповки с применением одного высадочного ручья — по формуле

$$S'_{32} = 0,98 \frac{\pi d_{\min}^2}{4}, \quad (29)$$

где d_{\min} — диаметр концевой участка поковки большей длины;

г) в случаях штамповки с применением высадочного и специального протяжного ручьев — по формулам:

$$V'_\phi = 2,5 \frac{\pi D_{32}^3}{4};$$

$$D'_{32} = \sqrt[3]{\frac{4V'_\phi}{2,5\pi}}; \quad (30)$$

$$S'_{32} = \frac{\pi D_{32}^2}{4}, \quad (31)$$

где V'_ϕ — объем фланца поковки с учетом потерь на заусенец и угар, определяется аналогично определению V'_{32} по формуле (28); D'_{32} — диаметр расчетной заготовки с учетом потерь на заусенец и угар.

Профиль сечения исходной заготовки и его размеры выбирают следующим образом.

Определив S'_{32} , подбирают по стандарту квадратный или круглый профиль с ближайшей большей к ней площадью поперечного сечения, найдя таким образом A_{32} или D_{32} ; если за проектирован высадочный ручей и не предусмотрен специальный протяжной, то $D_{32} \leq d_{\text{конц}}$.

Более выгодно применять квадратный профиль. Круглую по сечению заготовку следует использовать в следующих случаях: 1) при гибке с резкими изгибами, приводящей к зажимам при штамповке из квадратного профиля; 2) когда на поковке есть круглый

по сечению участок, не подвергающийся штамповке; 3) если применяется высадочный ручей или заготовка подвергается штамповке на молоте после высадки на горизонтально-ковочной машине; 4) когда заготовка должна отличаться по профилю от равновеликой заготовки стали другой марки.

Следует иметь в виду, что в ряде случаев рациональнее применять заготовки, высаженные на горизонтально-ковочной машине, из проката периодического профиля или заготовки, полученные вальцовкой на ковочных вальцах.

Поковки II группы

1-я подгруппа

Выбор заготовительных ручьев. При штамповке поковок 1-й подгруппы применяют только один заготовительный ручей 3-II-1,2 по табл. 4; т. е. площадку для осадки. Иногда вместе с осадкой в заготовке делается неглубокая наметка или выступ. Если диаметр исходной заготовки близок к диаметру поковки, то площадку для осадки не применяют. При большем диаметре поковки ($D_n > 300$ мм) производят осадку заготовки на отдельных плоских бойках.

Выбор штамповочных ручьев и варианта штамповки. Для поковок типа А применяют один окончательный ручей. Предварительный ручей можно делать для повышения стойкости окончательного ручья. Для поковок типа Б применяют предварительный и окончательный ручьи. Если в поковках типа А или Б прошивается отверстие, то желателен предварительный ручей.

2-я подгруппа

Выбор заготовительных ручьев. Для поковок с относительно короткими отрезками (типа А) (рис. 31, а) применяют площадку для осадки (3-II-1,2 по табл. 4), а при большем размере ($B > 300$ мм) осадку заготовки на отдельных плоских бойках. Затем производят осадку в направлении диаметра, в результате чего получают заготовку, близкую в плане к квадратной (рис. 31, в).

Полученную заготовку следует положить в окончательный ручей так,

чтобы направление ее диагоналей совпало с направлением отрогков ручья и тем самым облегчить вытекание металла в полости под отрогки (рис. 31, з).

При относительно длинных отрогках рекомендуется в целях экономии

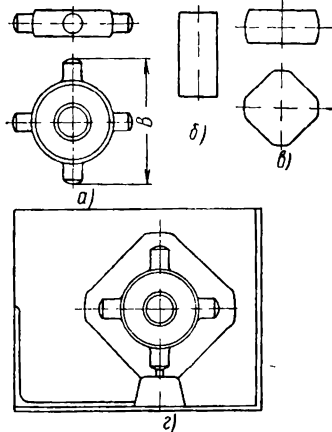


Рис. 31. Схема штамповки крестовины из осажженной заготовки в одном окончательном ручье: а — поковка; б — исходная заготовка; в — заготовка после осадки; г — схема штампа

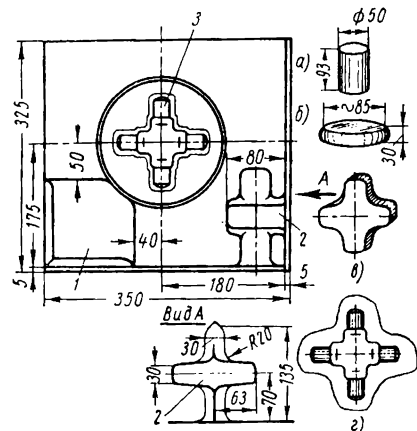


Рис. 32. Переходы штамповки для крестовины и штамп с формовочным ручьем: а — исходная заготовка; б — заготовка после осадки; в — заготовка после формовочного ручья; г — отштампованная поковка с заусенцем; 1 — площадка для осадки; 2 — формовочный ручей; 3 — окончательный ручей

металла применять штамп со специальным формовочным ручьем (рис. 32).

Выбор штамповочных ручьев и варианта штамповки. Для поковок типа А применяют один окончательный ручей. Предварительный ручей можно добавить для повышения стойкости окончательного ручья. Для поковок типа Б при относительно коротких отрогках применяют окончательный ручей и иногда предварительный и окончательный ручьи.

При весьма длинных отрогках рекомендуется использовать заготовительно-предварительный ручей с плавными переходами от отрогков к внутренней части фигуры (см. табл. 13, и). Такие сложные поковки желательно штамповать в двух штампах на двух рядом стоящих молотах, предпочтительно с одного нагрева и с механизацией передачи заготовки от первого молота ко второму.

3-я подгруппа

Выбор заготовительных ручьев. При штамповке поковок типа А необходим высадочный ручей 3-II-3 по табл. 4, а при штамповке поковок типа Б — специальный протяжной и высадочный ручьи. В случае несложного фланца при штамповке поковок типа Б можно взять один специальный протяжной ручей.

Выбор штамповочных ручьев и варианта штамповки. Для поковок 3-й подгруппы применяют один окончательный ручей. При сложном фланце, заполняемом выдавливанием, с целью повышения стойкости окончательного ручья иногда можно добавить также предварительный ручей.

Определение размеров заготовки. V_n — объем поковки; $V_з$ — объем заусенца, определяемый по формуле (4); $V_{пз} = V_n + V_з$ — объем поковки с заусенцем; $V'_{зг} = V_{пз} \frac{100 + \delta}{100}$ —

объем заготовки с учетом угара, где δ — угар в %; $S'_{зг}$ и $S_{зг}$ — площадь сечения заготовки, соответственно полученная расчетом и фактически выбранная; $D'_{зг}$ и $D_{зг}$ — диаметр исходной заготовки, соответственно полученный расчетом и фактически выб-

ранный; A'_{32} и A_{32} — сторона квадрата исходной заготовки, собственно полученная расчетом и фактически выбранная; L'_{32} и L_{32} — длина (высота) исходной заготовки, соответственно полученная расчетом и фактически выбранная.

Объем поковки V_n подсчитывают исходя из номинальных размеров с добавлением к вертикальным размерам половины положительного отклонения.

При определении размеров заготовки, во избежание ее искривления надо, чтобы

$$m = \frac{L_{32}}{D_{32}} = \frac{L'_{32}}{A_{32}} \leq 2,8. \quad (32)$$

Коэффициент m рекомендуется выбирать в пределах $m = 2,8 \div 1,5$. Для облегчения резки заготовки нужно стремиться принимать m ближе к 2,8, при этом получится наименьшая ее толщина.

Задав коэффициентом m , можно найти диаметр круглой заготовки или сторону квадратной заготовки по формулам:

$$D'_{32} = 1,08 \sqrt[3]{\frac{V_{32}}{m}}; \quad (33)$$

$$A'_{32} = \sqrt[3]{\frac{V_{32}}{m}}. \quad (34)$$

Получив по этим формулам размеры заготовки D'_{32} или A'_{32} и подсчитав величину S'_{32} , следует подобрать по сортаменту заготовку размерами D_{32} (A_{32}) и S_{32} , ближайшими к полученным расчетам, а затем уточнить длину заготовки по формуле

$$L_{32} = \frac{V_{32}}{S_{32}}. \quad (35)$$

В случае штамповки с применением одного высадочного ручья S'_{32} определяют по формуле (29).

При штамповке в высадочном и специальном протяжном ручьях S'_{32} определяют по формулам (30) и (31).

Особенности выбора переходов и определения размеров исходной заготовки при штамповке в закрытых штампах

Штамповку в закрытых штампах применяют для изготовления поковок II группы I и 3-й подгруппы и, в некоторых случаях, 2-й подгруппы. Штамповка в закрытых штампах поковок I группы производится крайне редко и только для 1 и 2-й подгрупп. Для остальных подгрупп поковок I группы штамповку в закрытых штампах вообще не применяют.

Необходимые переходы для поковок I группы можно установить, пользуясь методом построения расчетной заготовки (см. рис. 20) и расчетом коэффициентов подкатываемости (см. табл. 9).

Диаметры расчетной заготовки определяют при закрытой штамповке по формуле

$$d_3 = 1,13 \sqrt{S'_n}, \quad (36)$$

где S_n — площадь поперечного сечения поковки в произвольном месте, подсчитанная по минимальным горизонтальным размерам (номинальный размер минус нижнее отклонение допуска) и максимальным вертикальным размерам (номинальный размер плюс верхнее отклонение допуска).

$$S'_n = S_n \frac{100 + \delta}{100}, \quad (37)$$

где δ — угар металла при нагреве в %.

Штамповку в закрытом штампе производят из штучной заготовки, объем которой определяют по формуле

$$V_{32} = V_n \frac{100 + \delta}{100}, \quad (38)$$

где V_n — объем поковки, рассчитанный по минимальным горизонтальным размерам и максимальным вертикальным размерам.

Операция протяжки (рис. 33) может быть осуществлена в том же штампе.

В ряде случаев после протяжки целесообразно применять пережим или формулку. Если требуется пережим или открытая подкатка (рис. 34), то рекомендуется воспользоваться ручьем

обычного типа (рис. 35), так как после каждого удара заготовку в открытом ручье можно брать клещами для кантовки.

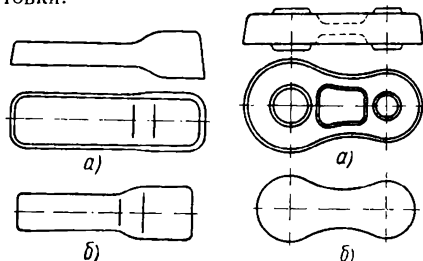


Рис. 33. Поковка, требующая применения операции протяжки заготовки: а — поковка; б — заготовка

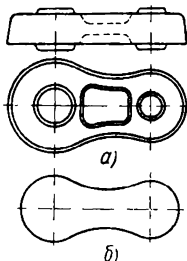


Рис. 34. Поковка, требующая применения подкатки заготовки: а — поковка; б — заготовка

При закрытой подкатке в ряде случаев можно прибегнуть к подкатному ручью, охватывающему часть (более половины) заготовки по длине, причем,

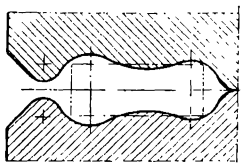


Рис 35. Открытый подкатной или. пережимной ручей

если требуется два симметрично расположенных набора, то рекомендуется применять один ручей из расчета ведения подкатки с кантовкой (рис. 36).

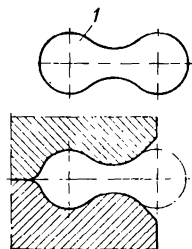


Рис. 36. Подкатной ручей для заготовки с двумя симметрично расположенными наборами: I — заготовка

Когда наборы неодинаковы, применяют два ручья (рис. 37), которые можно расположить в одном штампе вместе с окончательным ручьем.

Если в соответствии с расчетной заготовкой необходимо несколько наборов и надо применять более сложные подкатной и протяжной ручьи, то рекомендуется пользоваться заготовкой с клещевым концом. При этом целесообразно заготовительные ручьи расположить в одном штампе вместе с ножом для отрубки клещевого конца. После отрубки клещевого конца надо произвести зачистку заусенца и, нагрев, отштамповать в окончательном ручье.

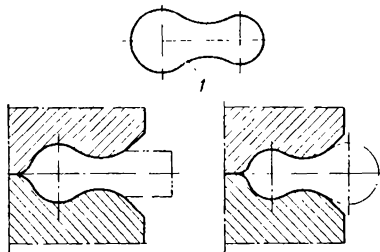


Рис. 37. Два подкатных ручья для подкатки заготовки по частям: I — заготовка

При проектировании технологических процессов закрытой штамповки для поковок II группы следует определить прежде всего объем исходной заготовки $V_{зг}$ по формуле (38), ее диаметр $D_{зг}$ и длину $L_{зг}$ по формулам (32) — (35).

При выборе переходов штамповки следует, учитывая размеры основных элементов поковок этого типа (h_c — высота по ступице, h_d — высота диска, h_o — высота обода), руководствоваться соотношением размеров и размерами исходной заготовки как и при штамповке в открытых штампах.

Когда поковка состоит из ступицы с диском, то при небольшой величине

отношения $\frac{h_c}{h_d}$ следует предусмотреть в штампе посадочную площадку и окончательный ручей (рис. 38).

При большей величине этого отношения рекомендуется выполнять в посадочной площадке полости для получения наметок для центрирования заготовки в окончательном ручье.

Для поковок, состоящих из всех основных элементов, возможны в зависимости от соотношения их размеров

три варианта штамповки с применением:

- 1) подсадочной площадки и окончательного ручья (рис. 39, а);
- 2) заготовительно-подсадочного ручья с наметочными полостями под ступицу и окончательного ручья;

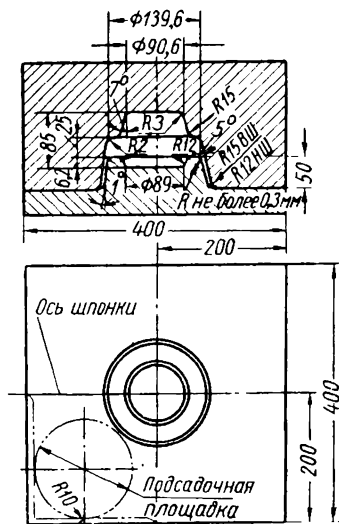


Рис. 38. Штамп для поковки типа ступицы с диском

- 3) специального заготовительно-предварительного ручья и окончательного (рис. 39, б).

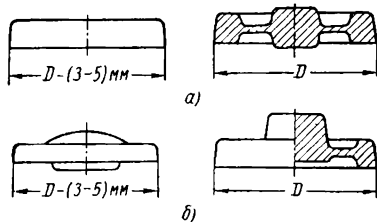


Рис. 39. Варианты штамповки поковки, форма которых состоит из ступицы, диска и обода

Для поволок типа стаканов и поршневых рекомендуется применять заготовительный ручей для получения заготовки надлежащей формы и размеров и окончательный ручей (рис. 40). При

этом рекомендуется: принять одинаковый штамповочный уклон α в предварительном (рис. 40, а) и окончательном (рис. 40, б) ручьях; определить меньший диаметр заготовительного перехода по формуле $d_{заг} = d_{ш} + (6 \div 10)$; определить размеры исходной за-

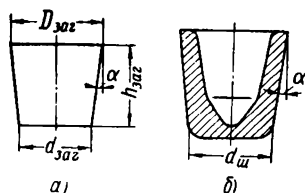


Рис. 40. Переходы штамповки поковки с глубокой полостью

готовки $D_{заг}$ и $L_{заг}$ из условия сохранения объема $V_{заг}$.

Для поволок с относительно длинными стержневыми элементами необходима протяжка и подкатка конца исходной заготовки перед штамповкой

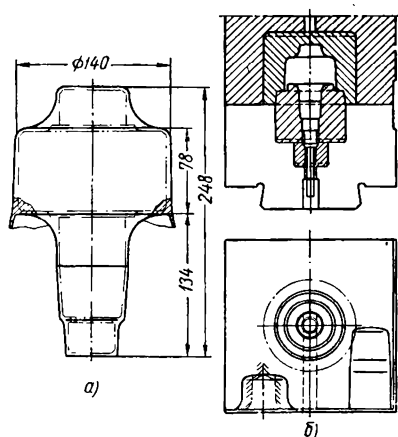





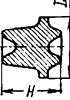
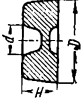
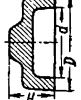

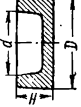


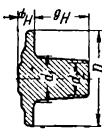
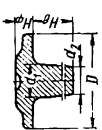

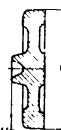

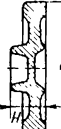
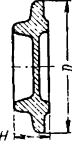
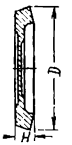
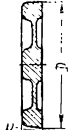


Рис. 41. Поковка а с длинным стержнем и штамп б с двумя заготовительными ручьями и выталкивателем в окончательном закрытом ручье

в закрытом ручье (рис. 41). При этом рекомендуется применять выталкиватель, приводимый в движение с помощью пневматического цилиндра и рычага.

11. Классификация поковок типа тел вращения для штамповки в закрытых штампах [8]

Группа	Поковка	Тип				Особенности поковок
		а	б	в	г	
I	Простой формы. Отношение $\frac{D}{H}$ близко к 2—3					Заготовку предварительно осаживают до диаметра, меньшего D , для удобной фиксации в ручье. Благодаря значительной осадке, влияние допуска на длину заготовки на точность поковки уменьшается в 4—9 раз
II	Простой формы. Отношение $\frac{D}{H}$ близко к 1			—	—	Из-за малой осадки допуск на длину заготовки оказывает сильное влияние на величину отклонений поковки по высоте
III	С полостями для глубокой прошивки. Отношение $\frac{D}{H} = 1+3$					Необходима более тщательная установка заготовок по центру ручья, так как перекачане металла к незаполненным краям поковки при доштамповке затруднено наличием прошитых пуансонов, которые затрудняют установку заготовок в ручей и вызывают застревание поковок после штамповки

Продолжение табл. 11

Группа	Поковка	Тип				Особенности поковок
		а	б	в	г	
IV	Типа буферов	 $\frac{H}{d_1} \approx 1$	 $\frac{H}{d_1} = 1,5 \div 5$	—	—	<p>Все отклонения объема заготовки переходят на фланцевую часть поковки, в связи с чем при развитии хвостовике колебания по толщине фланца могут не укладываться в пределы допусков по ГОСТу 7505—55. При отклонении заготовки от вертикальной оси при ее установке в ручей возможно незаполнение фланца. Перераспределение металла при штамповке затруднено ввиду незначительной толщины фланца</p>
V	Типа шестерен с массивным венцом и тонким полотном. Отношение $\frac{D}{H} > 3$					<p>Наличие массивного кольца, удаленного от центра поковки, требует точной укладки заготовки по центру ручки. При неточной укладке с одной стороны ручей не заполняется, с диаметрально противоположной — образуется заусенец</p>
VI	С массивным венцом, с фланцем и тонким полотном. Отношение $\frac{D}{H} > 3$		—	—	—	<p>Отсутствие фланца по периметру поковки затрудняет равномерное заполнение венца. Требуется более точная установка заготовки, чем для V группы поковок</p>
VII	С массивным венцом и тонким полотном. Отношение $\frac{D}{H} > 3$					<p>Тонкое полотно поковки затрудняет перераспределение металла при смещении заготовки с центра ручки</p>

По сложности выполнения все поковки типа тел вращения (круглые в плане), штампуемые в закрытых штампах, можно подразделить на семь групп, с возрастанием сложности от I до VII группы (табл. 11).

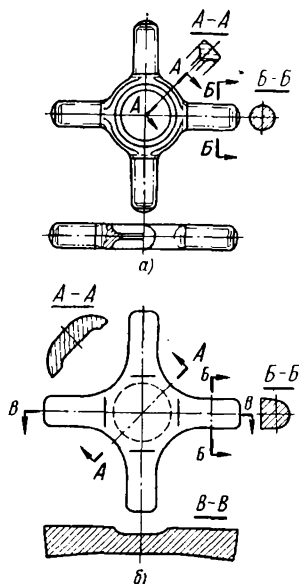


Рис. 42. Поковка крестовины *a* и переход *б*, полученный в предварительном закрытом ручье

Штамповку поволоков II группы типа крестовин (рис. 42) можно осуществлять по следующему процессу:

а) осадка на площадке и формовка в специальном формовочном ручье заготовки в целях получения наметок под остстки;

б) предварительная штамповка в закрытом ручье в целях равномерного распределения металла (рис. 42, б);

в) окончательная штамповка в открытом ручье с минимальным равномерным заусенцем.

Предварительный и окончательный ручки необходимо расположить центрально в отдельных штампах.

Штамповка в подкладных штампах и комбинированная ковка — штамповка

Поковки I группы можно изготовлять в условиях мелкосерийного производства способом комбинированной ковки — штамповки. Для распределения металла часто целесообразно пользоваться закрепленными на молоте свободной ковки вырезными бойками, в которых успешно осуществляются

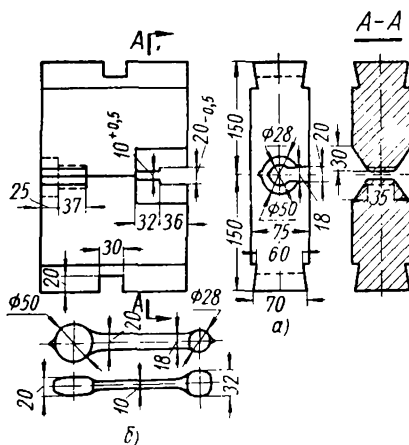


Рис. 43. Фигурные бойки для ковки заготовки шатуна на молоте: *a* — бойки; *б* — заготовки шатуна

операции по протяжке и подкатке заготовки, причем рекомендуется подкатку вести по частям — каждый набор в отдельности (рис. 43).

Предварительно обработанную таким образом до требуемых размеров заготовку окончательно штампуют в подкладном или в закрепленном штампе (рис. 44).

При небольшой серии поволоков целесообразно подготовить заготовку, максимально используя универсальный кузнечный инструмент (бойки, подкладная пружинная обжимка, раскатка, пережимка и т. д.) и производить окончательную штамповку всей поковки, или наиболее сложного ее элемента, а также обрезку заусенца, равно как и пробивку отверстий, в подкладных штампах (рис. 45). Для

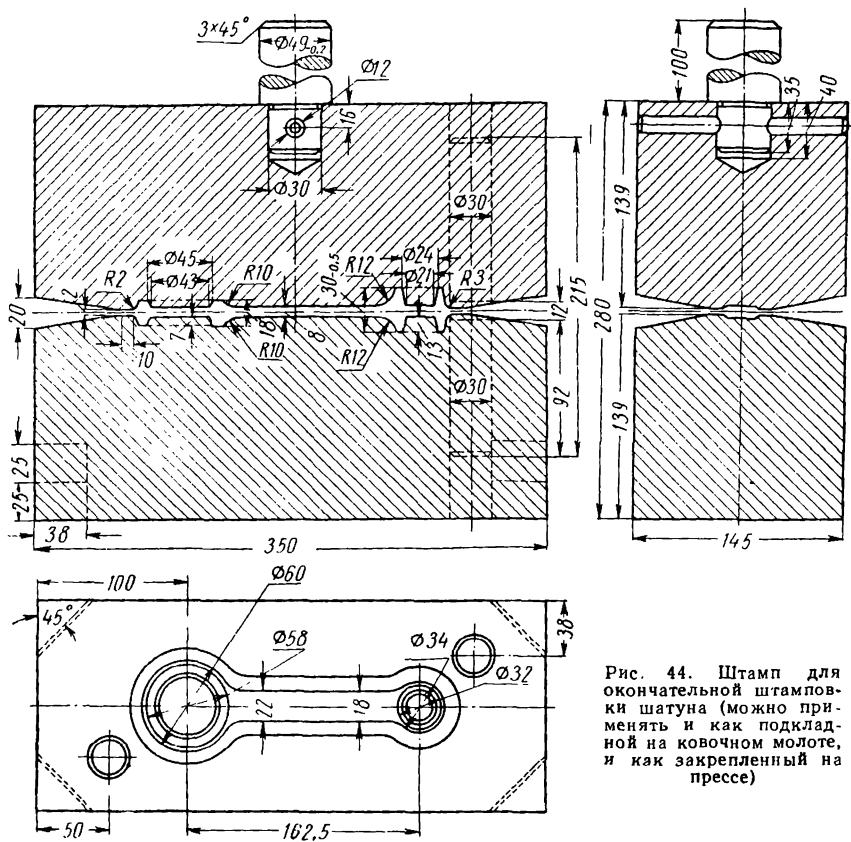


Рис. 44. Штамп для окончательной штамповки шатуна (можно применять и как подкладной на ковочном молоте, и как закрепленный на прессе)

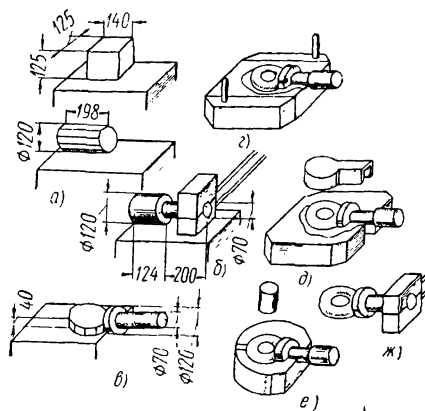


Рис. 45 Изготовление поковки рыма: а — ковка заготовки; б — обкатка стержня; в — ковка конца под рым; г — частичная штамповка в подкладном штампе; д — обрезка заусенца; е — пробивка отверстия; ж — окончательная обкатка стержня

поковок с изогнутой осью (поковки I-2) помимо распределительных переходов необходима также и гибка.

Удалять заусенец при весьма малой серии изготавливаемых поковок можно

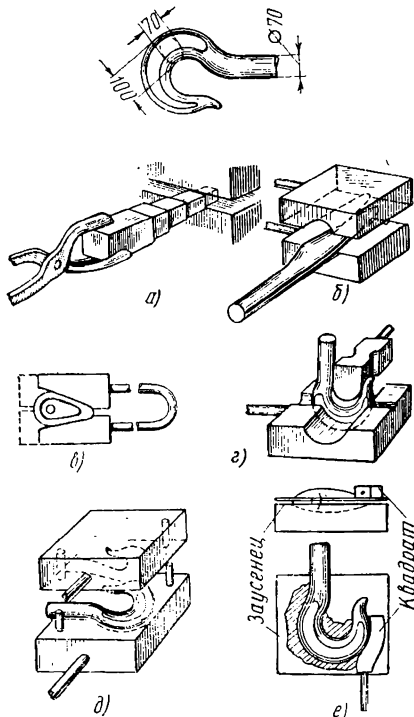


Рис. 46. Изготовление поковки крюка; для получения наибольшего сечения 70×90 мм применяется заготовка квадратного сечения 90×90 мм. Первый нагрев: а — оттяжка конца на конус; б — закатка конца в конусной обжимке, обкатка цилиндрического конца в отдельной обжимке. После подогрева: в — поперечный обжим заготовки на конус; г — гибка с помощью нижника и полукруглой накладки. Подогрев: д — штамповка в подкладном штампе; е — удаление заусенца обсечкой с помощью изогнутого квадрата

обсечкой с помощью изогнутого по требуемой форме квадрата (рис. 46).

Поковки II группы подвергаются штамповке непосредственно в окончательной форме (рис. 47) или с применением предварительной осадки заготовки на бойках, а иногда, и дополнительной осадки в нижнем штампе. Так, тех-

нологический процесс штамповки шестерни весом 510 кг (рис. 48) предусматривает предварительную осадку

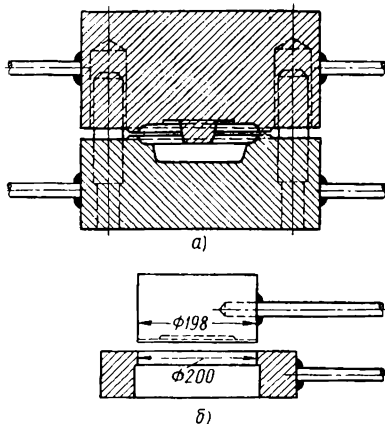


Рис. 47. Изготовление поковки чашки: а — подкладной штамп; б — подкладной «обрезной инструмент»

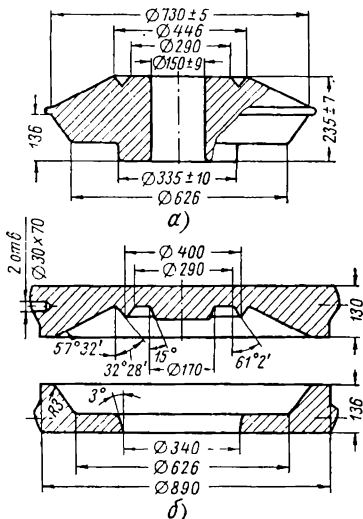


Рис. 48. Изготовление поковки конической шестерни: а — поковка; б — подкладной штамп

заготовки до $H=350$ мм, осадку в нижнем подкладном штампе до $H=300$ мм и окончательную штамповку при помощи верхнего подкладного штампа

12. Расчет расхода и раскроя металла
(по А. В. Ребельскому)

Продолжение табл. 12

Место для эскиза заготовки		Изделие Деталь № Марка матери- риала
Рассчитываемый элемент		Формула или способ определения
Чистовая деталь и поковка	Вес чистовой детали $G_{дет}$ в кг	По чертежу детали
	Объем поковки V_n в мм ³	По чертежу поковки с учетом $1/2$ отклонений положительных допусков по вертикальным размерам
	Вес поковки G_n в кг	$G_n = \frac{\gamma}{10^6} V_n$, где γ — удельный вес материала поковки
	Объем заготовки с учетом отходов на заусенец и угар $V_{зг}$ в мм ³	По формулам (28) и (38)
Заготовка на одну поковку без учета отхода на клещевину	Вес заготовки с учетом отходов на заусенец и угар $G_{зг}$ в кгГ	$G_{зг} = \frac{\gamma}{10^6} V_{зг}$
	Площадь сечения исходной заготовки $S_{зг}$ в мм ²	По табл. 10 и формулам (33)—(37) с учетом соответствующих замечаний
	Диаметр или сторона исходной заготовки $D_{зг}$ или $A_{зг}$ в мм	То же
Заготовка на n поковок	Количество поковок, штампуемых из одной заготовки, n	По диаграмме (см. рис. 28) с учетом соответствующих замечаний к ней

Рассчитываемый элемент		Формула или способ определения
Клещевой конец	Длина клещевого конца при штамповке без его оттяжки $l'_{кл}$ в мм	$l'_{кл} = (0,75 \div 1) A_{зг}$
	Толщина оттянутого клещевого конца $a_{кл}$ в мм	$a_{кл} = (0,25 \div 0,4) A_{зг}$
	Длина оттянутого клещевого конца $l_{кл}$ в мм	$l_{кл} = (1 \div 1,5) a_{кл}$
Заготовка	Длина заготовки на одну поковку с учетом отходов на заусенец и угар $L_{зг}$ в мм при штамповке: без клещевины из заготовки на одну поковку	$L_{зг} = \frac{V_{зг}}{S_{зг}}$
	с клещевиной из заготовки на n поковок	$L_{зг} = \frac{V_{зг}}{S_{зг}} + \frac{l'_{кл}}{n}$
	с оттянутой клещевиной из заготовки на одну поковку	$L_{зг} = \frac{V_{зг} + a_{кл} l_{кл}}{S_{зг}}$
	из заготовки на две поковки с поворотом	$L_{зг} = \frac{V_{зг}}{S_{зг}} + (3 \div 5)$
Вес заготовки с учетом тех же отходов $G'_{зг}$ в кгГ	$G'_{зг} = \frac{\gamma}{10^6} S_{зг} \times L_{зг}$	

При деформации только части заготовки следует для определения ее размеров исходить из требуемого объема деформируемой и недеформируемой частей поковки.

Обрезку заусенца осуществляют обычно в подкладном обрезающем штампе (рис. 47, б).

Прошивку отверстий в поковке можно осуществлять по мере необходи-

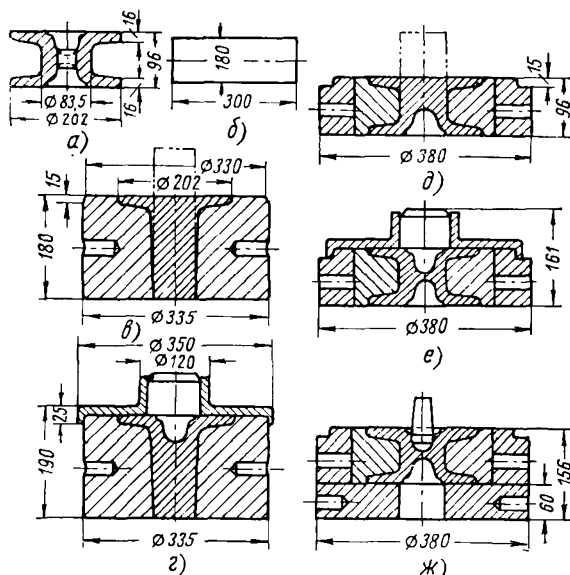


Рис. 49. Изготовление поковки ступицы в подкладном штампе: а — поковка ступицы; б — исходная заготовка; в, г, д, е — этапыковки ступицы; ж — прошивка отверстия

мости нормальным кузнечным инструментом (подкладное кольцо, прошивень) или на прошивном подкладном штампе (рис. 45).

При изготовлении поковок с двумя буртами рекомендуется применять разъемную матрицу в виде двух вкладшей, помещаемых в подкладное кольцо (рис. 49).

Раскрой металла и расчет отходов

Определение элементов расхода металла, раскрой металла, а также установление показателей использования материала, рекомендуется производить, пользуясь табл. 12.

КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ РУЧЬЕВ МОЛОТОВОГО ШТАМПА

Штамповочные ручки

Окончательный (чистовой) ручей изготовляют по специальному чертежу, называемому чертежом поковки для изготовления штампа (рис. 50, чертеж горячей поковки).

1. Чертеж поковки для изготовления окончательного ручья штампа выполняют на основании чертежа холодной поковки и в том же масштабе, но с простановкой всех размеров с учетом усадки. При этом следует иметь в виду возможность неравномерной усадки отдельных элементов поковки.

Точный размер с учетом усадки высчитывают по формуле $a = l(1 + \alpha)$, где l — интересующий размер; α — коэффициент расширения металла поковки (гл. 1); t — температура конца штамповки. Обычно для стали принимают усадку 1,5% за исключением толстых удлиненных быстротупящихся участков поковки, для которых ее берут 1,2—1%.

2. Размеры надо проставлять с учетом простоты построения фигуры при разметке шаблонов и штампа, а именно:

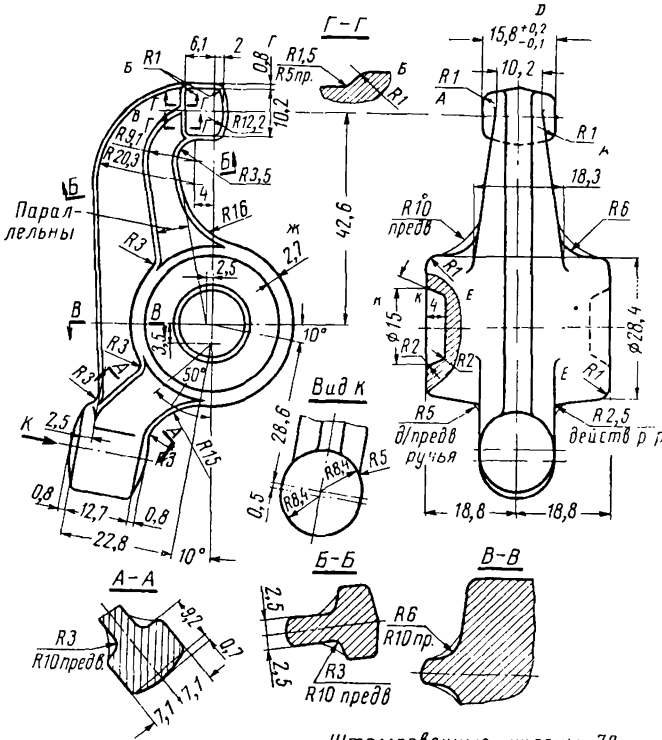
- а) полностью дать размеры для построения линии разбега;
- б) размеры по высоте ставить от линии разбега;
- в) указать размеры напуска (горизонтальные отрезки от штамповочных уклонов) для разметки на плоскости контура разбега и соответствующей разметки элементов поковки.

3. Контуры чистовой детали не наносить.

4. Не указывать допуски на размеры поковки.

5. В примечаниях к чертежу можно дать указания о неговоренном штамповочном угле, радиусах и прочие

молотового штампа. Поэтому измененной формы (после прошивки отверстий, гибки и пр.), которые произво-



Штамповочные углы - 7°
 Неговоренные радиусы - 1,5 мм
 Усадка учтена - 1,5%

М	4438	R1,5							
Л	4439	R1,5							
К	4360	до 10,5							
Ж	4318	2,7							
Е	4318	R2							
Д	4318	15,2							
Г	4299	0,6							
В	4299	до 10,5							
Б	4199	R1,5							
А	4299	R3							
Имя Инициалы Фамилия Подпись Дата									
Конструкторское бюро по штампам						Оборудование	Штамповочный молот	Название поковки	
						Согласовано			
						Ш М Ц		Изделие	130-1007116-Б
						Конструктор	Проверил		
		Ст. технолог	Деталь №						
		Нач. бюро							
		Сек. наладки							

Рис. 50. Типовой чертеж поковки для изготовления штампа

падписи, облегчающие чтение чертежа.
 6. Чертеж должен представлять поковку в таком виде, в каком она получается в окончательном ручье

дят после штамповки на молоте, не указывают.

7. В некоторых местах допускаются изменения, которые при учете износа

отдельных элементов штампа и недоштамповки обеспечивают получение поковки, удовлетворяющей требованиям чертежа поковки (холодной).

Например, глубину полости под полотно шестерни рационально выполнять по размеру с учетом нижнего отклонения допуска; полукруглые в сечении полости следует также выполнять в направлении ширины по отрицательному отклонению вследствие сравнительно быстрого износа подобных элементов окончательного ручья штампа и т. д.

Предварительный и заготовительно-предварительный ручьи рекомендуются конструировать и изготавливать по чертежу горячей поковки для изготовления штампа в соответствии с указаниями табл. 13.

Клещевую выемку и литниковую канавку конструируют в соответствии с табл. 14.

Клещевую выемку и литниковую канавку используют во многих случаях для отливки контрольной фигуры ручья.

Заготовительные ручьи

Конструирование заготовительных ручьев рекомендуется производить в соответствии с указаниями табл. 15.

Отрубной ручей (нож)

При размещении ножа на переднем углу штампа необходимо предусмотреть возможность размещения в нем поковки с заусенцем. При расположении ножа на одном из задних углов штампа следует учесть возможность свободного размещения в ручье исходной заготовки.

Размеры и условия применения отрубных ручьев определяют по табл. 16.

При необходимости получения минимального «уса» при отрубке форму сечения ножа можно принять по рис. 51.

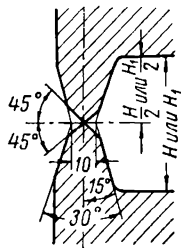
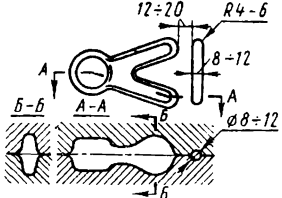
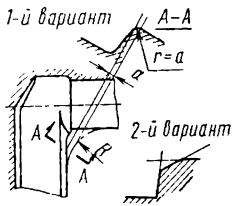
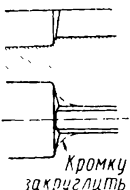
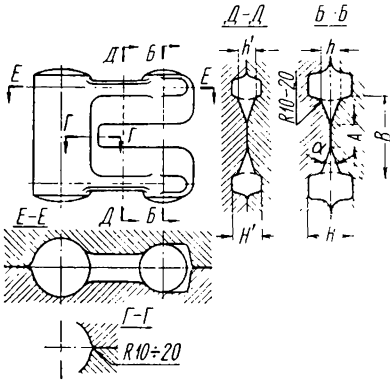
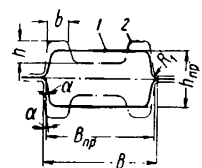
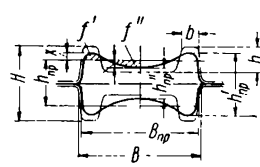


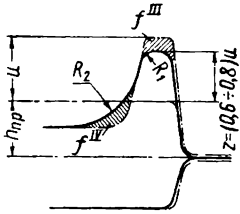
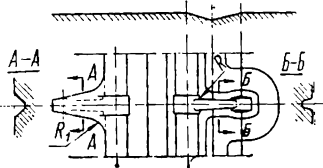
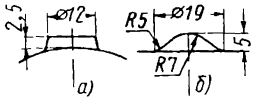
Рис. 51. Поперечное сечение отрубного ручья

13. Конструирование предварительного и заготовительно-предварительного ручья (по А. В. Ребельскому)

Элементы ручья	Способ построения и основные формулы			
<p>а. Поперечное сечение по предварительному и окончательному ручьям</p>	<p>Как правило, штамповочные уклоны в предварительном ручье делают такими же, как и в окончательном. Для особо глубоких труднозаполнимых полостей $\alpha_1 = \alpha + (1 \div 2^\circ)$, при условии сохранения размера в плоскости разреза B, B_1 и т. д. Кромки фигуры закругляют дугой радиуса $R_1 = R + C$, где C — по следующей таблице:</p>			
Глубина полости ручья у закругляемой кромки в мм	До 10	10—25	25—50	Св. 50
Значение C в мм	2	3	4	5
<p>При наличии выступов высотой $h \leq B_2$, $R_3 = R_2$. При $h > B_2$, $R_3 = (1 \div 1,2) R_2 + 3$ мм</p>				

Элементы ручья	Способ построения и основные формулы
<p>б. Канавка для торможения выхода металла</p> 	<p>Канавки для заусенца в предварительном ручье, как правило, не делают. Когда в результате установленного взаимного расположения ручьев получается, что $a < 2b$, то по боковому стыку окончательного и предварительного ручьев открывают канавку, как указано условной штриховой линией на предыдущем эскизе (индекс «а»).</p> <p>У кромки предварительного ручья против особо труднозаполнимых форм рекомендуется делать канавки для торможения заусенца</p>
<p>в. Закругление кромки предварительного ручья в месте резкого перегиба</p> 	<p>Если штамповка производится в предварительном ручье после гибки, то в местах резкого изгиба следует дать закругление кромки ручья (1-й вариант) или снять фаски (2-й вариант)</p>
<p>г. Закругление кромки предварительного ручья на местах резких переходов по сечениям</p> 	<p>То же на участках резких переходов по сечениям</p>

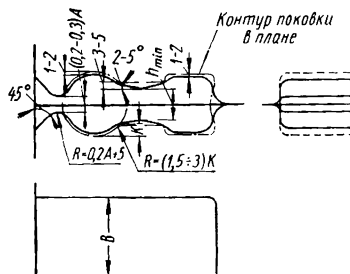
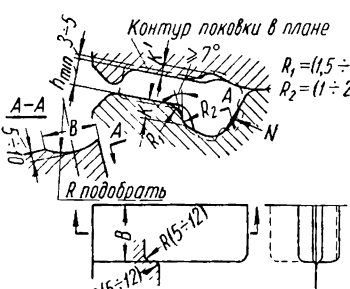
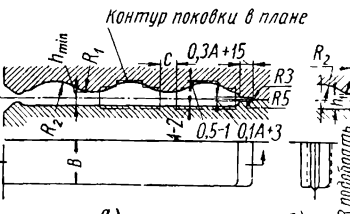
Элементы ручья	Способ построения и основные формулы
<p>д. Конструкция рассекателя в заготовительно-предварительном ручье</p> 	<p>Для поковок с развилинами 1-5-В (см. табл. 2) нужно применять заготовительно-предварительный ручей с рассекателем. При этом $A \approx 0,25B$ мм, но не менее 5—8 мм и не более 30 мм; $\alpha = 10 \div 45^\circ$ в зависимости от h; h и h' следует подбирать в пределах 0,4—0,7 соответственно H и H'</p>
<p>е. 1 — заготовительно-предварительный ручей трапецидального сечения; 2 — окончательный ручей</p> 	<p>Для поковок двугаврового сечения применять при $h \leq 2b$ заготовительно-предварительный ручей трапецидального сечения. Ширина $B_{np} = B - (2 \div 6)$ мм. Высоту ручья h_{np} рассчитывают из условия равенства проектируемого сечения площади сечения поковки S_n; R_1 — как и в предварительном ручье (индекс «а»)</p>
<p>ж. Заготовительно-предварительный ручей с плавной формой двугаврового сечения</p> 	<p>Применяют для поковок с двугавровым сечением при $h > 2b$. При этом $B_{np} = B - (1 \div 2)$ мм; h_{np} — так же, как для предыдущего ручья (индекс «е»); $x = 0,25(H - h_{np})$; $h_{np} = h_{np} + 2x$; y определять из условия равенства площадей $f' = f''$.</p> $h_{np} = h_{np} - 2y;$ <p>полученные таким образом точки соединить плавными кривыми, как показано на чертеже</p>

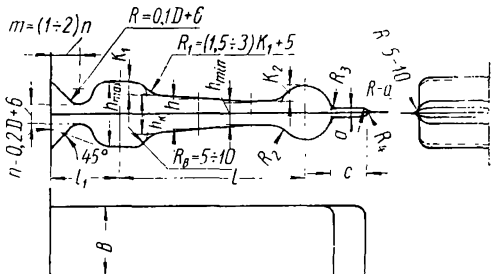
Элементы ручья	Способ построения и основные формулы
<p>з. Заготовительно-предварительный ручей для поковок таврового, двутаврового или ребристого сечения с большим расстоянием между ребрами</p> 	<p>Если вследствие большого расстояния между ребрами по предыдущему способу построения f'' значительно превосходит f', рекомендуется построение производить в соответствии с эскизом так, чтобы соблюсти равенство площадей</p> $f_{III} = f_{IV}$
<p>и. Заготовительно-предварительный ручей для поковок с отрезками</p> 	<p>В заготовительно-предварительном ручье сечениям полости под отрезок нужно придать наиболее простую форму, благоприятствующую заполнению металлом полости по всей длине:</p> $R_1 = (2 \div 5) R;$ <p>при наличии в окончательном ручье замка небольшой глубины можно в заготовительно-предварительном ручье его не делать</p>
<p>к. Выступы и бобышки незначительных размеров: а) в окончательном ручье; б) в предварительном ручье</p> 	<p>Выступы, ребрышки и углубления незначительных размеров в предварительном ручье делать не следует, а при их необходимости выполнять с весьма плавными формами</p>

14. Конструирование клещевой выемки и литниковой канавки [9]

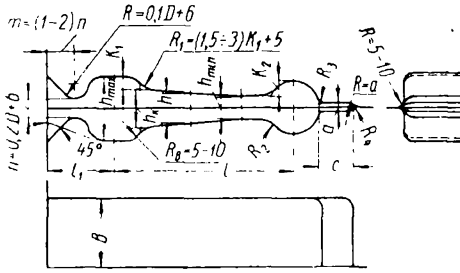
Чертеж	Условия применения	Расчетные формулы			
	<p>При штамповке от прутка</p>	<p>Для углеродистых и низколегированных сталей $S \geq H_2$, но не менее 35 мм</p> <p>Для высоколегированных и жаропрочных сталей $S \geq 1,2H_1$, но не менее 35 мм</p> $B = KD_{32}$ <p>При $D_{32} \leq 50$ мм $K = 1,5$; При $D_{32} > 50$ мм $K = 1,3$</p>			
	<p>При штамповке от прутка с поворотом</p>	$b = h_2 + h_1,$ $H = 1,2B,$ <p>но не менее 35 мм</p> $h = \frac{h_2}{2} + h_1,$ <p>h_2 и h_1 по табл. 5 или 6 $S_1 \geq H_1$</p>			
	<p>При наличии в штампе черногового и чистового ручьев и если $l < 15$ мм</p>	<p>—</p>			
	<p>При штамповке заготовок осадкой в торец</p>	<p>—</p>			
<p>Условные обозначения: S и S_1 — толщина стенки между полостью ручья и выемкой под клещевину; D_{32} — диаметр исходной заготовки; B — ширина выемки под клещевину; b — ширина литниковой канавки; H — высота выемки под клещевину; h — глубина литниковой канавки; r — радиус закругления для клещевой выемки в мм принимается в зависимости от D_{32};</p>					
D_{32}	20—32	32—50	50—75	75—100	100—120
r	6	10	15	20	25

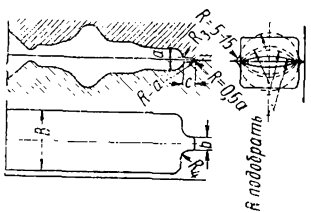
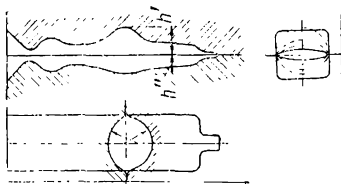
15. Конструирование заготовительных ручьев

№ по пор.	Тип ручья и область его применения или элемент ручья	Способ построения и основные формулы
Формовочный ручей 3-1-1, а		
1	<p>Формовочный ручей для поковок симметричных в плане при штамповке из заготовки на одну поковку</p> 	<p>Построение профиля ручья. Способ построения заключается в нахождении такой фигуры, которая вписывается в контур поковки в плане. В местах набора металла, где по расчетной заготовке есть головка ($d_3 > d_{cp}$) зазор между контуром поковки и контуром формовочного ручья необходим 1—2 мм. В местах, откуда металл частично вытесняется, т. е. где согласно эпюре диаметров $d_3 < d_{cp}$, зазор надо делать 3—5 мм (на поз. 1, А — толщина исходной заготовки)</p> <p>Горизонтальные участки по расчетной заготовке следует выполнять в формовочном ручье по наклонным плоскостям с углом наклона от линии раздела в направлении к местам набора в пределах 2—5° (поз. 1)</p> <p>Несимметричный формовочный ручей (поз. 2) должен обеспечивать легкое удаление отформованной заготовки из ручья. Переходы по контуру необходимы плавные. Для этого допускается перекрытие контуром формовочного ручья контура поковки в тех местах, где это требуется для плавности переходов и легкости удаления заготовки из ручья (см. участок К на поз. 2)</p> <p>В местах перехода от меньших сечений в большие надо делать желоб — поперечное углубление для получения более плавной формовки металла без образования засечек</p> <p>При многоступенчатой штамповке (поз. 3) расстояния между отдельными частями формовочного ручья, из которых каждая соответствует контуру одной поковки, следует выполнять равными расстояниям между отдельными фигурами поковки, причем если расстояние $c < 8 \div 12$ мм, то надо делать плавный переход от одной фигуры к другой, как показано на поз. 3, а</p> <p>При $c > 12$ мм следует между отдельными фигурами делать перемычку (поз. 3, б)</p> <p>При штамповке с отделением поковки от прутка на ноже надо в конце профиля формовочного ручья делать специальную канавку (поз. 3), которая служит для размещения уса (заусенца), получающегося на конце прутка при отрубке поковки на ноже</p> <p>Ширина формовочного ручья открытого типа</p> $B = \frac{S_{зг}}{h_{\min}} + (10 \div 20) \text{ мм.}$ <p>Принимаемое значение h_{\min} должно удовлетворять неравенству</p> $\frac{S_{зг}}{h_{\min}^2} < (2,5 \div 3)$
2	<p>Формовочный ручей для поковок, несимметричных в плане при штамповке из заготовки на одну поковку</p> 	<p>При многоступенчатой штамповке (поз. 3) расстояния между отдельными частями формовочного ручья, из которых каждая соответствует контуру одной поковки, следует выполнять равными расстояниям между отдельными фигурами поковки, причем если расстояние $c < 8 \div 12$ мм, то надо делать плавный переход от одной фигуры к другой, как показано на поз. 3, а</p> <p>При $c > 12$ мм следует между отдельными фигурами делать перемычку (поз. 3, б)</p> <p>При штамповке с отделением поковки от прутка на ноже надо в конце профиля формовочного ручья делать специальную канавку (поз. 3), которая служит для размещения уса (заусенца), получающегося на конце прутка при отрубке поковки на ноже</p> <p>Ширина формовочного ручья открытого типа</p> $B = \frac{S_{зг}}{h_{\min}} + (10 \div 20) \text{ мм.}$ <p>Принимаемое значение h_{\min} должно удовлетворять неравенству</p> $\frac{S_{зг}}{h_{\min}^2} < (2,5 \div 3)$
3	<p>Формовочный ручей при многоступенчатой штамповке</p> 	<p>При многоступенчатой штамповке (поз. 3) расстояния между отдельными частями формовочного ручья, из которых каждая соответствует контуру одной поковки, следует выполнять равными расстояниям между отдельными фигурами поковки, причем если расстояние $c < 8 \div 12$ мм, то надо делать плавный переход от одной фигуры к другой, как показано на поз. 3, а</p> <p>При $c > 12$ мм следует между отдельными фигурами делать перемычку (поз. 3, б)</p> <p>При штамповке с отделением поковки от прутка на ноже надо в конце профиля формовочного ручья делать специальную канавку (поз. 3), которая служит для размещения уса (заусенца), получающегося на конце прутка при отрубке поковки на ноже</p> <p>Ширина формовочного ручья открытого типа</p> $B = \frac{S_{зг}}{h_{\min}} + (10 \div 20) \text{ мм.}$ <p>Принимаемое значение h_{\min} должно удовлетворять неравенству</p> $\frac{S_{зг}}{h_{\min}^2} < (2,5 \div 3)$

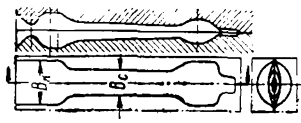
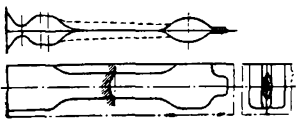
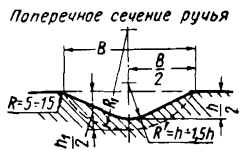
№ по пор.	Тип ручья и область его применения или элемент ручья	Способ построения и основные формулы																											
<i>Подкатной открытый ручей 3-1-1,6</i>																													
41	<p>Подкатной открытый ручей для набора металла и фиксации требуемых расстояний между наборами</p> 	<p>Размеры профиля по высоте h определяют исходя из размеров d_3 и d_{cp} расчетной заготовки или величины площадей поперечных сечений поковки с заусенцем S_3 и в зависимости от диаметра D_{3z} исходной круглой заготовки или $D_{np}^{3z} = 1,13 \sqrt{S_3}$, приведенного диаметра заготовки квадратного сечения площадью S_{3z} по формуле</p> $h = \mu d_3 = 1,13 \mu \sqrt{S_3}, \quad (1)$ <p>где μ находят по следующей таблице:</p> <table border="1" data-bbox="637 791 947 1003"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Сечение</th> <th colspan="3">D_{3z} в мм</th> </tr> <tr> <th><30</th> <th>30—60</th> <th>>60</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Стержня</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>$d_{3 \min}$ (h_{\min})</td> <td>0,8</td> <td>0,75</td> <td>0,7</td> </tr> <tr> <td>d_{3k} (h_k)</td> <td>0,85</td> <td>0,8</td> <td>0,75</td> </tr> <tr> <td>Набора</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>$d_{3 \max}$ (h_{\max})</td> <td>1,1</td> <td>1,05</td> <td>1,0</td> </tr> </tbody> </table>	Сечение	D_{3z} в мм			<30	30—60	>60	Стержня				$d_{3 \min}$ (h_{\min})	0,8	0,75	0,7	d_{3k} (h_k)	0,85	0,8	0,75	Набора				$d_{3 \max}$ (h_{\max})	1,1	1,05	1,0
Сечение	D_{3z} в мм																												
	<30	30—60	>60																										
Стержня																													
$d_{3 \min}$ (h_{\min})	0,8	0,75	0,7																										
d_{3k} (h_k)	0,85	0,8	0,75																										
Набора																													
$d_{3 \max}$ (h_{\max})	1,1	1,05	1,0																										
<p>На чертежах ручьев диаметр заготовки обозначен через D.</p> <p>Горизонтальные участки контура стержня расчетной заготовки заменяют наклонными под углом к горизонтальной оси $2-5^\circ$, причем уклоны делают в обе стороны от линии раздела в направлении к головкам в случае сложной расчетной заготовки или в одну сторону в направлении к набору для элементарной расчетной заготовки. Переходы и закругления профиля ручья надо выполнять возможно более плавными, радиусами не меньшими, чем указано на чертеже ручья.</p> <p>Расстояние l_1 определяют графически из условия плавного сопряжения.</p>																													

Продолжение табл. 15

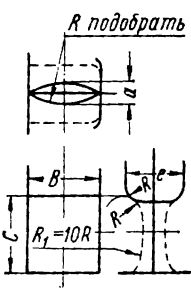
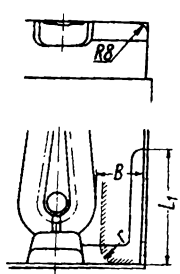
№ по пор.	Тип ручья и область его применения или элемент ручья	Способ построения и основные формулы						
4	<p>Подкатной открытый ручей для набора металла и фиксации требуемых расстояний между наборами</p> 	<p>Размеры концевой канавки определяют по таблице, данной ниже для подкатного закрытого ручья, за исключением размера b, который принимается равным ширине ручья B. Ширину ручья вычисляют по следующим формулам:</p> <table border="1" data-bbox="621 493 947 1003"> <thead> <tr> <th>Вид заготовки</th> <th>Формула</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Подкатка исходной заготовки</td> <td> $B = \frac{S_{зг}}{h_{\min}} + 10 \text{ мм}, (2)$ но в пределах $B = (d_{э \max} + 10) \div 1,5D_{зг} \text{ (или } 1,7A_{зг} \text{)}$ </td> </tr> <tr> <td>Подкатка предварительно протянутой заготовки</td> <td> $B = \frac{S_{зг}}{h_{к}} + 10 \text{ мм}, (3)$ но в пределах $B = (d_{э \max} + 10) \div 1,5D_{зг}^*$ (или $1,7A_{зг}^*$) и не менее $B = \frac{S_{с}}{h_{\min}} + 10 \text{ мм}$ </td> </tr> </tbody> </table>	Вид заготовки	Формула	Подкатка исходной заготовки	$B = \frac{S_{зг}}{h_{\min}} + 10 \text{ мм}, (2)$ но в пределах $B = (d_{э \max} + 10) \div 1,5D_{зг} \text{ (или } 1,7A_{зг} \text{)}$	Подкатка предварительно протянутой заготовки	$B = \frac{S_{зг}}{h_{к}} + 10 \text{ мм}, (3)$ но в пределах $B = (d_{э \max} + 10) \div 1,5D_{зг}^*$ (или $1,7A_{зг}^*$) и не менее $B = \frac{S_{с}}{h_{\min}} + 10 \text{ мм}$
Вид заготовки	Формула							
Подкатка исходной заготовки	$B = \frac{S_{зг}}{h_{\min}} + 10 \text{ мм}, (2)$ но в пределах $B = (d_{э \max} + 10) \div 1,5D_{зг} \text{ (или } 1,7A_{зг} \text{)}$							
Подкатка предварительно протянутой заготовки	$B = \frac{S_{зг}}{h_{к}} + 10 \text{ мм}, (3)$ но в пределах $B = (d_{э \max} + 10) \div 1,5D_{зг}^*$ (или $1,7A_{зг}^*$) и не менее $B = \frac{S_{с}}{h_{\min}} + 10 \text{ мм}$							
<p>$d_{э \max}$ — наибольший диаметр расчетной заготовки; h_{\min} — наименьший рас­твор ручья; $h_{к}$ —раствор ручья в месте перехода стержня в головку, т. е. на линии $d_{к}$ расчетной заготовки; $S_{с}$ — средняя площадь сечения стержня расчетной заготовки; $S_{зг}$ — площадь поперечного сечения и сходной заготовки; $D_{зг}$ — диаметр круглой исходной заготовки или приведенный диаметр $D_{зг}^{np} = 1,13 \sqrt{S_{зг}}$ заготовки квадратного сечения</p> <p>* Имеется в виду ширина не менее и не более двух указанных предельных значений</p>								

№ по пор.	Тип ручья и область его применения или элемент ручья	Способ построения и основные формулы																																													
<i>Подкатной закрытый ручей 3-1-1, в</i>																																															
5	<p>Подкатной закрытый ручей. для значительного набора металла и фиксации требуемых расстояний между наборами</p>  <p>Обозначения размеров см. чертеж п. 4</p>	<p>Размеры профиля по высоте h определяют по формуле (1) (п. 4), где μ находят по следующей таблице:</p> <table border="1" data-bbox="552 454 956 815"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Сечение</th> <th colspan="3">$D_{зг}$ в мм</th> </tr> <tr> <th><30</th> <th>30—60</th> <th>>60</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Стержня с $d_{зг} \min (h_{\min})$ $d_{зг} (h_{к})$</td> <td>0,85 0,9</td> <td>0,8 0,85</td> <td>0,75 0,80</td> </tr> <tr> <td>Набора с $d_{зг} \max (h_{\max})$</td> <td>1,1</td> <td>1,05</td> <td>1,0</td> </tr> </tbody> </table>	Сечение	$D_{зг}$ в мм			<30	30—60	>60	Стержня с $d_{зг} \min (h_{\min})$ $d_{зг} (h_{к})$	0,85 0,9	0,8 0,85	0,75 0,80	Набора с $d_{зг} \max (h_{\max})$	1,1	1,05	1,0																														
Сечение	$D_{зг}$ в мм																																														
	<30	30—60	>60																																												
Стержня с $d_{зг} \min (h_{\min})$ $d_{зг} (h_{к})$	0,85 0,9	0,8 0,85	0,75 0,80																																												
Набора с $d_{зг} \max (h_{\max})$	1,1	1,05	1,0																																												
6	<p>Закрытый несимметричный. применяется для набора металла и одностороннего его смещения при условии</p> $\frac{h'}{h''} \leq 1,5$ 	<p>Размеры концевой канавки определяют по следующей таблице:</p> <table border="1" data-bbox="552 893 956 1455"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Условия применения</th> <th colspan="6">Размеры в мм</th> </tr> <tr> <th>$D_{зг}$</th> <th>a</th> <th>b</th> <th>c</th> <th>R_3</th> <th>R_4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">При подкатке мерной заготовки (п. укладке до упора) на одну или две поковки с поворотом</td> <td>До 30</td> <td>4</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>5</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>30—60</td> <td>5—6</td> <td>30</td> <td>30</td> <td>5</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>60—100</td> <td>7—8</td> <td>35</td> <td>40</td> <td>10</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">При подкатке от прутка с отрубкой ножом</td> <td>До 30</td> <td>5—6</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>5</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Св. 30</td> <td>7—8</td> <td>30</td> <td>30</td> <td>5</td> <td>12</td> </tr> </tbody> </table>	Условия применения	Размеры в мм						$D_{зг}$	a	b	c	R_3	R_4	При подкатке мерной заготовки (п. укладке до упора) на одну или две поковки с поворотом	До 30	4	25	25	5	8	30—60	5—6	30	30	5	10	60—100	7—8	35	40	10	15	При подкатке от прутка с отрубкой ножом	До 30	5—6	25	25	5	8	Св. 30	7—8	30	30	5	12
Условия применения	Размеры в мм																																														
	$D_{зг}$	a	b	c	R_3	R_4																																									
При подкатке мерной заготовки (п. укладке до упора) на одну или две поковки с поворотом	До 30	4	25	25	5	8																																									
	30—60	5—6	30	30	5	10																																									
	60—100	7—8	35	40	10	15																																									
При подкатке от прутка с отрубкой ножом	До 30	5—6	25	25	5	8																																									
	Св. 30	7—8	30	30	5	12																																									

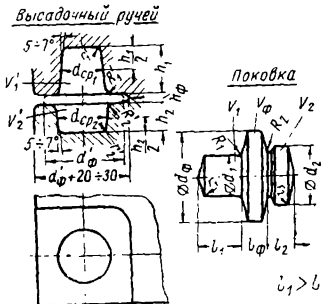
Продолжение табл. 15

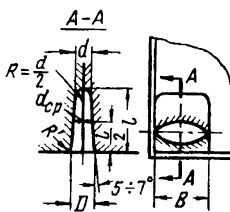
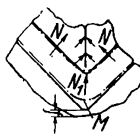
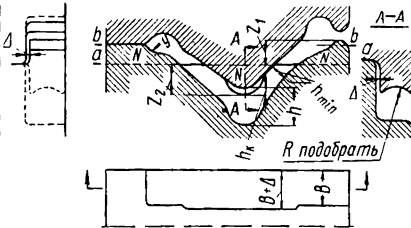
№ по пор.	Тип ручья и область его применения или элемент ручья	Способ построения и основные формулы						
7	<p>Закрытый переменной ширины, применяется, когда подкатку производят после протяжки, при условии, когда получено расчетом отношение $\frac{B_k}{B_c} > 1,5$, где B_k и B_c — различные значения ширины, полученные для разных участков ручья по формуле (5) настоящей таблицы</p> 	<p>Ширину ручья определять по следующим формулам:</p> <table border="1" data-bbox="554 384 942 635"> <thead> <tr> <th>Вид заготовки</th> <th>Формула</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Подкатка исходной заготовки</td> <td> $B = 1,15 \frac{S_{32}}{h_{\min}}, \quad (4)$ <p>но в пределах</p> $B = 1,1d_{32} \max \div + 1,7D_{32} \text{ (или } 1,9A_{32})$ </td> </tr> <tr> <td>Подкатка предварительно протянутой заготовки</td> <td> $B = B_k = 1,15 \frac{S_{32}}{h_k},$ <p>но в пределах</p> $B = 1,1d_{32} \max \div + 1,7D_{32}^* \text{ (или } 1,9A_{32})$ <p>и не менее</p> $B = B_c = \frac{1,25S_c}{h_{\min}} \quad (5)$ </td> </tr> </tbody> </table>	Вид заготовки	Формула	Подкатка исходной заготовки	$B = 1,15 \frac{S_{32}}{h_{\min}}, \quad (4)$ <p>но в пределах</p> $B = 1,1d_{32} \max \div + 1,7D_{32} \text{ (или } 1,9A_{32})$	Подкатка предварительно протянутой заготовки	$B = B_k = 1,15 \frac{S_{32}}{h_k},$ <p>но в пределах</p> $B = 1,1d_{32} \max \div + 1,7D_{32}^* \text{ (или } 1,9A_{32})$ <p>и не менее</p> $B = B_c = \frac{1,25S_c}{h_{\min}} \quad (5)$
Вид заготовки	Формула							
Подкатка исходной заготовки	$B = 1,15 \frac{S_{32}}{h_{\min}}, \quad (4)$ <p>но в пределах</p> $B = 1,1d_{32} \max \div + 1,7D_{32} \text{ (или } 1,9A_{32})$							
Подкатка предварительно протянутой заготовки	$B = B_k = 1,15 \frac{S_{32}}{h_k},$ <p>но в пределах</p> $B = 1,1d_{32} \max \div + 1,7D_{32}^* \text{ (или } 1,9A_{32})$ <p>и не менее</p> $B = B_c = \frac{1,25S_c}{h_{\min}} \quad (5)$							
8	<p>Смешанного типа, применяется при необходимости получить наборы почти цилиндрической формы и гладкого стержня овальных или круглых поперечных сечений</p> 	<p>* Имеется в виду ширина не менее и не более двух указанных предельных значений.</p>						
9	<p>Закрытый ручей с поперечным сечением, построенным по дуге и касательным</p> <p><i>Поперечное сечение ручья</i></p> 	<p>Применяют две формы поперечных сечений закрытого подкатного ручья: а) форма, построенная по дуге окружности (п. 5), проходящей через три точки, и б) форма, построенная по дуге и касательным, как показано в п. 9</p> <p>При подкатке заготовки с диаметром $D_{32} < 80$ мм рекомендуется все поперечные сечения закрытого подкатного ручья выполнять по дуге, как показано в п. 5. При подкатке заготовок с диаметром $D_{32} > 80$ мм рекомендуется на участке, где $D_{32} > h$, выполнять поперечные сечения по дуге и касательным, а на участке, где $D_{32} < h$, только по дуге, как показано пунктирной линией на поз. 9</p> <p>Ширина закрытого ручья для обеих форм определяется по приведенным формулам (2) — (5)</p>						

Продолжение табл. 15

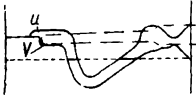
№ по пор.	Тип ручья и область его применения или элемент ручья	Способ построения и основные формулы																
12	<p>Протяжной ручей закрытого типа; применяется, когда отношение протягиваемой длины к средней толщине протягиваемого стержня</p> $\frac{l_{np}}{a_c} > 15$ <p><i>R подобрать</i></p> 	<p>Длину протяжного порога <i>C</i> определяют по таблице</p> <table border="1" data-bbox="559 344 947 650"> <tr> <td rowspan="2">Исходная длина заготовки под протяжку $l_{исх}$</td> <td>$(1,2 \div 1,5) A_{зг}$</td> <td>$(1,5 \div 3) A_{зг}$</td> <td>$> 3A_{зг}$</td> </tr> <tr> <td>Размер <i>C</i> в мм</td> <td>$1,1A_{зг}$</td> <td>$1,3A_{зг}$</td> <td>$1,5A_{зг}$</td> </tr> </table> <p>Глубина ручья $e=2a$. При отсутствии головки или выступа на конце протягиваемого стержня $e=1,2d_c$, но не менее $2a$; при наличии головки или выступа толщиной d_c; $e_1 = A_{зг} + 10$ мм (поз. 11). Угол поворота $\alpha=15 \div 30^\circ$. Радиусы $R=0,25C$; $R_1=2,5C$. Ширина ручья $B = \varphi A_{зг} + (10 \div 20)$ мм, где φ находят по следующей таблице:</p> <table border="1" data-bbox="559 893 947 995"> <tr> <td>Толщина исходной заготовки $A_{зг}$ в мм</td> <td>< 40</td> <td>$40 \div 80$</td> <td>> 80</td> </tr> <tr> <td>Значение φ . . .</td> <td>1,5</td> <td>1,3</td> <td>1,2</td> </tr> </table>	Исходная длина заготовки под протяжку $l_{исх}$	$(1,2 \div 1,5) A_{зг}$	$(1,5 \div 3) A_{зг}$	$> 3A_{зг}$	Размер <i>C</i> в мм	$1,1A_{зг}$	$1,3A_{зг}$	$1,5A_{зг}$	Толщина исходной заготовки $A_{зг}$ в мм	< 40	$40 \div 80$	> 80	Значение φ . . .	1,5	1,3	1,2
Исходная длина заготовки под протяжку $l_{исх}$	$(1,2 \div 1,5) A_{зг}$	$(1,5 \div 3) A_{зг}$		$> 3A_{зг}$														
	Размер <i>C</i> в мм	$1,1A_{зг}$	$1,3A_{зг}$	$1,5A_{зг}$														
Толщина исходной заготовки $A_{зг}$ в мм	< 40	$40 \div 80$	> 80															
Значение φ . . .	1,5	1,3	1,2															
13	<p>Площадка для протяжки; применяется для грубой ступенчатой протяжки, для протяжки клещевого конца</p> $l_{исх} < 1,2A_{зг}$ 	<p>Площадку для протяжки располагают на одном из передних углов штампа или на свободной площадке между ручьями. При этом</p> $B \geq 1,4A_{зг} + 10 \text{ мм};$ $L_1 = l_{np} + 10 \text{ мм}.$ <p>Радиус округления определять по следующей таблице:</p> <table border="1" data-bbox="559 1230 947 1442"> <tr> <td>Толщина заготовки $A_{зг}$ в мм</td> <td>Радиус округления r в мм</td> </tr> <tr> <td>До 30</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>30—60</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>60—100</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Св. 100</td> <td>25</td> </tr> </table>	Толщина заготовки $A_{зг}$ в мм	Радиус округления r в мм	До 30	10	30—60	15	60—100	20	Св. 100	25						
Толщина заготовки $A_{зг}$ в мм	Радиус округления r в мм																	
До 30	10																	
30—60	15																	
60—100	20																	
Св. 100	25																	

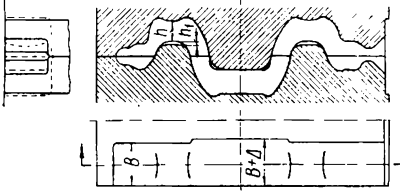
№ по пор.	Тип ручья и область его применения или элемент ручья	Способ построения и основные формулы															
<i>Пережимной ручей 3-1-2, а</i>																	
14	Пережимной ручей служит для пережима и незначительного набора металла, достигаемого за одно обжатие заготовки (стрелки <i>N</i>)	Размеры профиля по высоте <i>h</i> определяют по формуле (1), где μ — по следующей таблице:															
		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Сечение</th> <th colspan="3">D_{32} в мм</th> </tr> <tr> <th><30</th> <th>30—60</th> <th>>60</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Стержня, где $d_3 < d_{cp}$</td> <td>0,7</td> <td>0,65</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>Набора, $d_3 > d_{cp}$</td> <td>1,1</td> <td>1,05</td> <td>1,0</td> </tr> </tbody> </table>	Сечение	D_{32} в мм			<30	30—60	>60	Стержня, где $d_3 < d_{cp}$	0,7	0,65	0,6	Набора, $d_3 > d_{cp}$	1,1	1,05	1,0
		Сечение		D_{32} в мм													
			<30	30—60	>60												
Стержня, где $d_3 < d_{cp}$	0,7	0,65	0,6														
Набора, $d_3 > d_{cp}$	1,1	1,05	1,0														
<p>Горизонтальные участки контура расчетной заготовки заменяют наклонными и все переходы плавно округляются, как показано на эскизе.</p> <p>Ширина ручья</p> $B = \frac{S_{32}}{h_{\min}} + (10 \div 20) \text{ мм},$ <p>где S_{32} — площадь поперечного сечения исходной заготовки</p>																	
<i>Площадка для расплющивания 3-1-2, б</i>																	
15	Площадка для расплющивания применяется для обработки исходной, а иногда предварительно подкатанной или протянутой заготовки, чем предотвращаются возможные зажимы	Размеры определяют по чертежу и в соответствии с размерами расплющенной заготовки: ширины заготовки B_3 , длины L_3 и высоты H_3 .															
		$B_3 = B_n - (3 \div 5) \text{ мм},$															
		$L_3 = L_n - (5 - 10) \text{ мм},$															
		<p>где B_n и L_n — максимальная ширина и длина поковки, мм;</p> $H_3 = \frac{V_{32}}{B_3 L_3},$															
<p>где V_{32} определяют с учетом того, что штамповка производится без клещевины. Длина площадки</p> $L = L_3 + (40 \div 50) \text{ мм}.$																	
<p>Ширина площадки</p> $B = B_3 + 15 \text{ мм}.$																	
<p>Размер от оси штамповочного ручья до края площадки</p> $e = 0,5 B_n + B_3 + (40 \div 50) \text{ мм}.$																	
<p>Иногда углубления $\frac{H_3}{2}$ на плоскости разреза не делают. Тогда выполняют плавный переход от магазина заусенечной канавки к плоскости разреза</p>																	

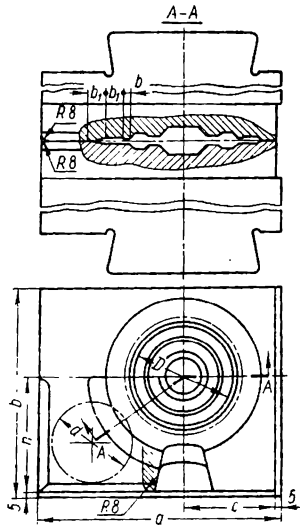
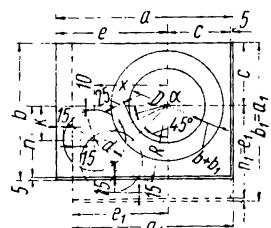
№ по пор.	Тип ручья и область его применения или элемент ручья	Способ построения и основные формулы
16	<p data-bbox="191 310 792 337"><i>Высадочный ручей для удлиненных в плане поковок 3-1-3,а</i></p> <p data-bbox="124 344 533 462">Высадочный ручей для удлиненных в плане поковок применяется для увеличения одного из сечений заготовки (набора металла) за счет уменьшения длины заготовки для последующей штамповки плашмя</p> 	<p data-bbox="559 344 942 446">Размеры определяют исходя из равенства объема полости высадочного ручья $V_{в.р}$ объему заготовки $V_{зг}$ с учетом, что штамповка проводится без клещевины;</p> $V_{в.р} = V_{зг}$ <p data-bbox="559 509 942 635">Объем полостей V'_1, V'_2 и объем фланца высаженной заготовки V'_ϕ должны быть равны объемам соответствующих частей поковки V_1, V_2 и V_ϕ с учетом заусенца и угара:</p> $V'_1 = V_1 + V_{з.1} + V_{уг.1};$ $V'_2 = V_2 + V_{з.2} + V_{уг.2};$ $V'_\phi = V_\phi + V_{з.\phi} + V_{уг.\phi};$ $V'_1 = \frac{\pi d_{cp.1}^2}{4} h_1;$ $V'_2 = \frac{\pi d_{cp.2}^2}{4} h_2;$ $V'_\phi = \frac{\pi (d'_\phi)^2}{4} h_\phi;$ $h_{1,2} = l_{1,2} - (5 \div 15) \text{ мм};$ $h_\phi = l_\phi - (2 \div 3) \text{ мм};$ $d_{cp.1} = \sqrt{\frac{4V'_1}{\pi h_1}};$ $d_{cp.2} = \sqrt{\frac{4V'_2}{\pi h_2}};$ $d'_\phi = \sqrt{\frac{4V'_\phi}{\pi h_\phi}};$ $r'_{1,2} = r_{1,2} + (2 \div 4) \text{ мм};$ $R'_{1,2} = R_{1,2} + (5 \div 10) \text{ мм}$

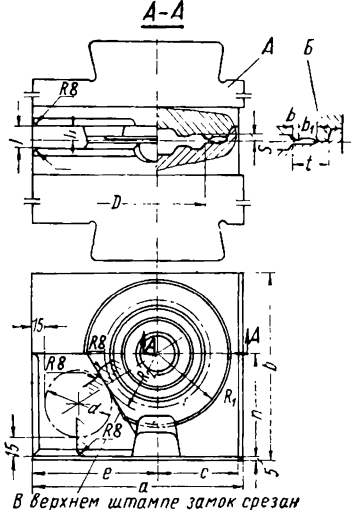
№ по пор.	Тип ручья и область его применения или элемент ручья	Способ построения и основные формулы
<i>Специальный протяжной ручей З-1-3,б</i>		
17	<p>Специальный протяжной ручей служит для протяжки на конус концевой участка большей длины при последующей штамповке в высадочном ручье</p> 	<p>Размеры определяют в соответствии с полостью V_1 высадочного ручья (см. п. 16) и, следовательно, по размерам поковки:</p> $l = h_1 + 5 \text{ мм} = l_1 - (0 \div 10) \text{ мм};$ $d_{cp} = d_{cp. 1} - (5 \div 10) \text{ мм};$ $R' = 10 \div 25 \text{ мм},$ <p>где 10 мм — принимать при $D_{э2} = 30 \text{ мм}$, 25 мм — принимать при $D_{э2} = 100 \text{ мм}$</p> $B = (1,25 \div 1,5) D_{э2} + 20 \text{ мм},$ <p>где 1,25 — принимать при $D_{э2} > 80$, 1,5 — принимать при $D_{э2} < 40$</p>
<i>Гибочный ручей З-1-4,а</i>		
18	<p>Профиль гибочного ручья, построенный в местах резкого перегиба</p>  <p>Удаление зажима в месте резкого изгиба поковки за счет перекрытия контура поковки контуром гибочного ручья</p>	<p>Профиль гибочного ручья строят так, чтобы он вписывался в контур поковки в плане. Зазоры между контуром поковки и профилем гибочного ручья принимают в пределах 2—10 мм, с тем чтобы обеспечить свободную укладку изогнутой заготовки в штамповочный ручей. Там, где необходимо заполнить сравнительно глубокой полости гибочного ручья (поз. 19), глубину ее h следует делать преувеличенной, давая более значительное перекрытие контура поковки контуром гибочного ручья</p> <p>Особо важное значение получает перекрытие контура штамповочного ручья контуром гибочного в местах переходов поковки, требующих соответственно и резкой гибки (поз. 18). На противоположной стороне от резкого перехода (M на поз. 18) следует давать возможно больший радиус закругления, обеспечивающий, однако, заполнение полости штампа и образование хотя бы небольшого заусенца f.</p>
19	<p>Построение профиля гибочного ручья и его поперечных сечений</p> 	<p>Расположение гибочного ручья относительно плоскости разреза должно способствовать затеканию металла в труднозаполняемые места и удалению изогнутой заготовки из ручья, а также обеспечивать правильное положение исходной заготовки по отношению к выступам верхнего штампа (заготовка должна иметь примерно горизонтальное положение), с тем чтобы получить равномерную гибку, без перетяжки заготовки в одну сторону и без складок.</p> <p>В соответствии с профилем гибочного ручья и его расположением относительно плоскости разреза следует располагать на плоскости разреза штамповочные ручки, исходя из удоб-</p>

Продолжение табл. 15

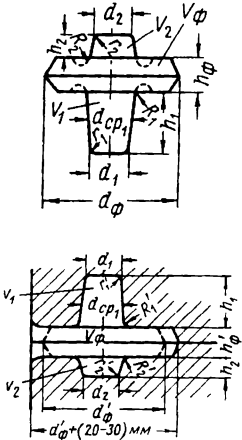
№ по пор.	Тип ручья и область его применения или элемент ручья	Способ построения и основные формулы
20	<p>Упор на нижнем выступе гибочного ручья и выемка <i>u</i> в верхней части гибочного ручья, предотвращают защемление заднего конца заготовки</p> 	<p>ства укладывания изогнутой заготовки и удерживания ее в клещах во время штамповки</p> <p>Кроме того, надо выбрать такое расположение гибочного ручья относительно плоскости разреза, при котором выступающие над плоскостью разреза части ручья были бы примерно равнопрочны как в верхнем, так и в нижнем штампах (см. выступы <i>N</i> на эскизе поз. 19), и чтобы размеры выступающих над плоскостью разреза частей были примерно одинаковыми в верхнем и нижнем штампах ($z_1 = z_2$), чем достигается равномерная строжка обоих кубиков данного комплекта штампов.</p> <p>Для укладки заготовки следует предусмотреть минимум две точки опоры в нижней части гибочного ручья (см. поз. 19—21)</p> <p>Для центрирования заготовки на опорах нижнего штампа необходимо делать желобы (дугобразную поперечную впадину), особенно когда не исключена возможность сбивания заготовки в сторону при ее гибке (см. поз. 21). С этой же целью рекомендуется делать желоб на выступах верхнего штампа, особенно когда эти выступы имеют резкие очертания (см. поз. 19)</p> <p>Глубину желоба определяют из соотношения</p> $h_k = (0,1 - 0,2) h,$ <p>где <i>h</i> — раствор соответствующего места ручья</p> <p>Точную укладку заготовки в гибочный ручей можно осуществить по переднему или заднему упорам. В качестве переднего упора (фиксатора) может иногда служить впадина на заготовке, получаемая при обработке ее в перешжимном или подкатном ручьях.</p> <p>Передний выступ гибочного ручья в этом случае нужно делать в нижнем штампе по форме впадины и фиксировать заготовку, укладывая ее впадиной на выступ.</p> <p>При гибке гладкой или протянутой заготовки надо применить задний упор в виде выступа в крайней части гибочного ручья нижнего штампа (<i>V</i> на поз. 20). Во избежание защемления конца заготовки в верхнем штампе следует делать ручей длиннее (<i>u</i> на поз. 20), особенно, когда на конце заготовки имеется утолщение (выступ или бобышка). Когда вследствие наличия высоких выступов в нижнем штампе или коленчатой формы профиля гибочного ручья (см. поз. 21) нельзя применить передний или задний упоры, заготовку укладывают с ориентировкой по выступам гибочного ручья</p>

№ по пор.	Тип ручья и область его применения или элемент ручья	Способ построения и основные формулы														
21	<p>Гибочный ручей, в котором кроме гибки происходит значительная вытяжка заготовки и ее формовка</p> 	<p>Ширину гибочного ручья рекомендуется определять по следующим формулам:</p> <p>а) при гибке исходной заготовки, не подвергавшейся предварительной обработке в заготовительных ручьях:</p> $B = \frac{S_{зз}}{h_{\min}} + (10 \div 20) \text{ мм.}$ <p>б) при гибке заготовки, подвергавшейся предварительной обработке в других заготовительных ручьях (протяжка, подкатка):</p> $B = \frac{f_3}{h_{\min}} + (10 \div 20) \text{ мм,}$ <p>но не менее чем</p> $B = \frac{f_3 \max}{h_c} + (10 \div 20) \text{ мм,}$ <p>где $f_3 \max$ — площадь сечения максимального утолщения на заготовке, если исходная заготовка подвергалась до гибки обработке в других заготовительных ручьях (протяжка, подкатка и пр.); f_3 — площадь сечения заготовки, предварительно обработанной в заготовительных ручьях, в месте, соответствующем наименьшей высоте гибочного ручья h_{\min}; h_{\min} — наименьшая высота (раствор) гибочного ручья; h_c — высота гибочного ручья в месте, соответствующем $f_3 \max$.</p> <p>Зазор Δ между выступами N гибочного ручья и соответствующими боковыми стенками штампа (см. поз. 19) можно выбирать по следующей таблице:</p> <table border="1" data-bbox="559 1066 942 1277"> <thead> <tr> <th>Вес падающих частей молота в т</th> <th>Зазор Δ в мм</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,5—0,75</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>1—1,5</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>2—2,5</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>3—4</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>5—8</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>10—15</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	Вес падающих частей молота в т	Зазор Δ в мм	0,5—0,75	4	1—1,5	5	2—2,5	6	3—4	7	5—8	8	10—15	10
Вес падающих частей молота в т	Зазор Δ в мм															
0,5—0,75	4															
1—1,5	5															
2—2,5	6															
3—4	7															
5—8	8															
10—15	10															
		<p>При этом ширину ручья B надо выдерживать на всех выступающих относительно плоскости разбега частях гибочного ручья, а места против выступов следует выполнить по ширине соответственно на Δ мм больше.</p> <p>Размеры клещевой выемки такие же, как и для формовочного ручья (поз. 1)</p>														

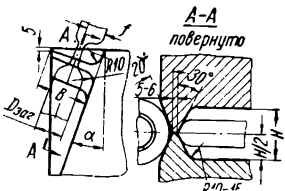
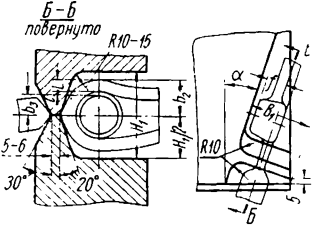
№ по пор.	Тип ручья и область его применения или элемент ручья	Способ построения и основные формулы
<p>Площадка для осадки 3-II-1-2,а</p>		
22	<p>Площадка для осадки в штампе без замка</p> 	<p>Площадка для осадки должна быть достаточной для размещения заготовки диаметром d после осадки. Для получения штампа минимальных размеров можно использовать часть его площади в зоне канавки для заусенца, предусматривая плавный переход от канавки на плоскость штампа.</p> <p>На фигуре: D—диаметр поковки по линии разреза при температуре штамповки; $b+b_1$—общая ширина канавки для заусенца</p>
23	<p>Графическое определение размеров площадки для осадки и штампа без замка</p> 	<p>Ширина a, длина b, расстояния l и c от осевых линий до граней контрольного угла штампа без замка определяют графически.</p> <p>Если найденное этим способом расстояние от оси хвостовика до левой боковой стороны штампа $e=a-(c+5)$ получается настолько большим, что штамп не размещается на данном молоте, т. е. когда размер e больше расстояния от оси бабы до левой направляющей молота (с учетом необходимого зазора), то рекомендуется увеличить размер штампа в направлении спереди назад (см. пунктирные линии на эскизе).</p> <p>Определив a и b (или a_1 при втором варианте), нужно подобрать по нормам ближайшие большие значения размеров штампового кубика</p>

№ по пор.	Тип ручья и область его применения или элемент ручья	Способ построения и основные формулы
24	<p data-bbox="129 305 533 352">Площадка для осадки в штампе с замком</p>  <p data-bbox="160 878 466 901">В верхнем штампе замок срезан</p>	<p data-bbox="564 305 942 376">Размеры штампа с замком и с площадкой для осадки определяют в следующей последовательности (см. эскиз):</p> <ol data-bbox="564 376 942 572" style="list-style-type: none"> 1. Определяют допускаемую толщину стенки t в соответствии с указаниями, данными в разделе «Конструирование штампа»: <ol data-bbox="585 446 942 572" style="list-style-type: none"> а) если $(b + b_1 + 10) > t$, то следует применить конструкцию с подрезанным выступом замка, вариант А); б) если же $(b + b_1 + 10) < t$, то следует применить конструкцию с нормальным замковым выступом верхнего штампа (вариант Б) <p data-bbox="564 572 942 627">В обоих случаях часть замка нижнего штампа вырезается в пределах $1/4$ для размещения площадки для осадки.</p> <ol data-bbox="564 627 942 650" style="list-style-type: none"> 2. Радиус контура замка в случае А $R_1 = \frac{D}{2} + (b + b_1 + 10) \text{ мм.} \quad (6)$ <p data-bbox="585 689 699 713">в случае Б</p> $R_1 = \frac{D}{2} + t. \quad (7)$ <ol data-bbox="564 752 942 791" style="list-style-type: none"> 3. Расстояние от оси хвостовика до боковой грани контрольного угла $C = R_1 + H, \quad (8)$ <p data-bbox="564 815 942 838">где H — высота замкового выступа</p> <ol data-bbox="564 838 942 862" style="list-style-type: none"> 4. Определение размеров e и n производят графически: <ol data-bbox="564 862 942 1293" style="list-style-type: none"> а) для конструкции, изображенной по варианту А, из центра штампа проводят окружность радиусом $R_2 = \frac{D}{2} + t$ и касательную к ней от точки пересечения окружности радиуса R_1 с осевой линией штампа. Определив таким образом линию среза замкового выступа верхнего штампа и линию начала углубления ($H - h$) нижнего штампа, проводят из центра штампа перпендикуляр к направлению этой линии среза; радиусом $\frac{d}{2}$ проводят окружность из центра, лежащего на указанном перпендикуляре, касательно линии среза; так как эта окружность будет представлять собой контур осаженой заготовки, то на расстоянии 15 мм от ее крайних точек проводятся две взаимно перпендикулярные линии, которыми определяются размеры e и n, причем последний необходимо проверить по условию $n > (R_1 + H)$; б) для конструкции, изображенной на фигуре, вариант Б, построение производят аналогичным образом с той разницей, что окружность радиусом $\frac{d}{2}$ проводят касательно окружности радиуса $R_1 = \frac{D}{2} + t$ из центра, лежащего

Продолжение табл. 15

№ по пор.	Тип ручья и область его применения или элемент ручья	Способ построения и основные формулы
		<p>на прямой, проходящей под углом 45° к оси штампа</p> <p>5. Габаритные размеры штампа в плане</p> $\left. \begin{aligned} a &= e + c + 5; \\ b &= n + c + 5. \end{aligned} \right\} \quad (9)$ <p>Определив таким образом значения длины и ширины штампа, надо выбрать по нормали ближайšie большие размеры так, чтобы они были больше расчетных во всяком случае на величину возможного отрицательного отклонения</p>
25	<p><i>Высадочный ручей для круглых и квадратных в плане поковок 3-II-3,а</i></p> <p>Высадочный ручей для круглых и квадратных в плане поковок; применяется для высадки фланца при последующей штамповке осадкой в торец</p> 	<p>Размеры полостей V_1 и V_2 высадочного ручья принимают равными размерам участков V_1 и V_2 поковки за исключением радиусов r_1', r_2', R_1' и R_2', которые выбирают по формулам:</p> $r_{1,2}' = r_{1,2} + (4 \div 6) \text{ мм};$ $R_{1,2}' = 1,2R_{1,2} + 3 \text{ мм}$ <p>Объем фланца заготовки V_ϕ' определяют по формуле</p> $V_\phi' = V_\phi + V_3 + V_{y2},$ <p>где V_3 — объем заусенца и V_{y2} — объем угара;</p> $d_\phi' = d_\phi - (3 \div 4) \text{ мм}; \quad h_\phi' = \frac{4V_\phi'}{\pi d_\phi^2}$
26	<p><i>Специальный протяжной ручей 3-II-3,б</i></p> <p>См. п. 17</p>	<p>Размеры определяют в соответствии с полостью V_1 высадочного ручья (см. п. 25) или по размерам поковки</p> $l = h_1 + 5 \text{ мм},$ $d_{cp} = d_{cp.1} - (5 \div 10) \text{ мм}.$ <p>Размеры R' и B определяют по формулам п. 17</p>

16. Размеры и условия применения отрубных ручьев

Ручей	Условия применения	Расчетные формулы
<p style="text-align: center;">Задний</p> 	<p>При двух заготовительных ручьях и при $H > 150$ мм</p>	$B = D_{зз} + (20 - 25) \text{ мм};$ $H = D_{зз} + 20 \text{ мм}$
<p style="text-align: center;">Передний</p> 	<p>При одном заготовительном ручье и $H_1 < 150$ мм</p>	$B_1 = f + (25 - 30) \text{ мм};$ $H_1 = 2b_2 + 20 \text{ мм};$ $b_2 = b_3 + b + b_1;$ <p>b и b_1 — по табл. 4 и 5</p>
<p>Условные обозначения: $D_{зз}$ — диаметр (или сторона квадрата) исходной заготовки; B и B_1 — ширина соответственно заднего и переднего ножа; H и H_1 — высота соответственно заднего и переднего ножа; b_3 и f — размеры штампованной поковки; α — угол расположения ножа, равный 15; 18 или 20° в зависимости от формы и размеров поковки.</p>		

КОНСТРУИРОВАНИЕ МОЛОТОВОГО ШТАМПА

Правила составления чертежа штампа (рис. 52)

1. Контрольный угол следует назначать на переднем углу штампа, боковая сторона которого наиболее удалена от ручьев или менее изрезана ручьями открытого типа. Задний контрольный угол вместо переднего следует делать лишь тогда, когда почти вся передняя сторона штампа занята выемками под клещевину. Высота контрольного угла 50—60 мм от плоскости разреза. Глубина его строжки указывается равной 5 мм, хотя практически

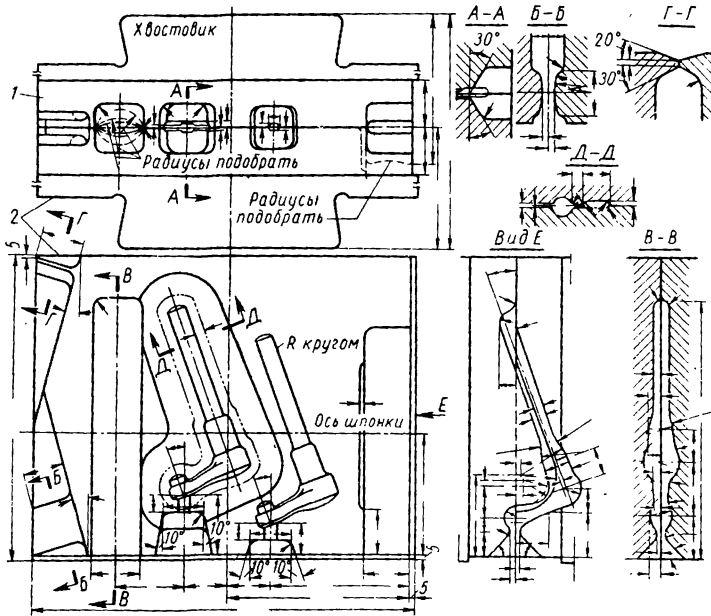
она зависит от ровности и перпендикулярности сторон кубика.

2. Всю систему проставления размеров на чертеже штампа строят с учетом их разметки от контрольного угла (включая разметку осей ручьев, хвостовика и шпоночного паза), за исключением глубины выемки под клещевину, вместо которой указывают размер от края фигуры штамповочного ручья до кромки выемки, и ширины заготовительного ручья открытого типа, если он находится с противоположной стороны от контрольного угла. Ширину такого ручья указывают от края кубика. При этом учитывают, что все нижнее отклонение ширины кубика пойдет на уменьшение расстояния от

этого ручья до ближайшего соседнего ручья.

3. Размеры предварительного и окончательного ручьев в чертеже штампа,

размер радиуса закругления кромки ручья, а для заготовительно-предварительного ручья — также все размеры, которые отличаются от размеров ука-



Заготовка- Φ x мм/ шт.

2	Нижний штамп	1				
1	Верхний штамп	1				
№ детали	Наименование детали	К-во	Материал	Твердость	ГОСТ или №л	Примечания
Молотовый штамп						
Оборудование			Штампов. молот т			
Л. Было	Стало	Подп	Дата	Согласовано	Изделие	
Изменения				ШМЦ	Деталь	
Конструкторское бюро по штампам			Констр	Листов	1	Лист
			Проверил			
			Н-к бюро	Шифр		

Рис. 52. Типовое оформление чертежа многоручьевого штампа

как правило, не проставляют. Вместо них в примечании к чертежу указывают, что ручьи эти следует изготовить по специальному чертежу поковки для изготовления штампа. Однако для предварительного ручья дают

занных в чертеже поковки для изготовления штампа.

4. Если канавки для заусенца нормализованы и изготавливаются специальными фрезами, то в чертеже штампа рекомендуется проставлять лишь ос-

новые размеры канавки (ширину и глубину мостика и магазина). Если магазин делают в верхней части штампа, то контур мостика вычерчивают в нижней части штампа условным пунктиром.

5. Размеры стандартного хвостовика и шпоночного паза, а также подъемных отверстий в чертеже штампа рекомендуется не проставлять, а вместо них указывать их номера по стандарту или по нормали. При этом шпоночные пазы и подъемные отверстия можно не вычерчивать, но в этих случаях у соответствующих осей следует надписывать: «Ось хвостовика» и «Ось шпонки».

6. Допуски на размеры, знаки обработки и места клеймения оговаривают в общих технических условиях на изготовление молотовых штампов и поэтому их в чертежах не приводят. При этом в самом чертеже или в примечании к чертежу необходимо подробно указать все отклонения от технических условий, если последние в чем-либо не отвечают требованиям, предъявляемым к данному штампу.

7. При назначении марки штамповой стали и нормы твердости штампа следует руководствоваться рекомендациями, приведенными в гл. XX.

Расположение ручьев

Если штамповка производится без предварительного ручья, то центр окончательного ручья во избежание сдвига должен совпадать с центром штампа.

Центром ручья называется точка приложения равнодействующей давлений, воспринимаемых верхним штампом в момент удара.

В случае равномерного давления центр ручья совпадает с центром тяжести площади проекции ручья, включая образуемый при этом заусенец, на горизонтальную плоскость. При неравномерном давлении центр ручья смещается от указанного центра тяжести в ту сторону, где возможно повышенное давление.

Центром штампа с плоским горизонтальным разъемом называется точка, лежащая на оси штока молота и совпадающая в плане штампа с точкой пересечения оси хвостовика с осью шпонки. При неплоском разьеме

с контрзамком центр штампа смещают с оси штока в сторону, противоположную контрзамку, на 0,2—0,4 высоты последнего.

Если на штампе два штамповочных ручья (предварительный и окончательный), то их центры рекомендуются располагать по обе стороны от центра штампа. Центр окончательного ручья — на расстоянии, примерно равном $\frac{1}{3}$, а центр предварительного ручья $\frac{2}{3}$ расстояния между центрами ручьев.

Труднозаполняемые участки окончательного ручья (полости под тон-

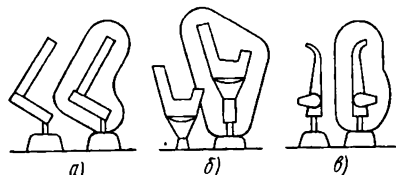


Рис 53. Примеры рационального расположения штамповочных ручьев

кие и высокие ребра, бобышки и т. п.) следует располагать в верхнем штампе.

Расстояние между центрами штамповочных ручьев для уменьшения сдвига должно быть минимальным, но достаточным для обеспечения прочности стенки между ручьями. Следует проверить, что рациональнее: расположить ручьи на равных расстояниях от фронта штампа (рис. 53, а), сместить их по длине штампа (рис. 53, б) или сблизить с помощью поворота (рис. 53, в). Последний прием особенно рекомендуется для поковок с труднозаполняемыми формами как в верхней, так и в нижней ее частях, а также для тяжелых поковок, перемещаемых из ручья в ручей кантовкой по штампу.

Ближе к клещевине рекомендуется размещать ту часть ручья, в которой поковка сильнее задерживается после отштамповки. Однако при расположении сложных форм близко к клещевине может произойти их незаполнение или возрастет расход металла. Поэтому, если труднозаполняемая часть является в то же время наиболее застревающей, следует в каждом отдельном случае решить, что легче преодолеть: незаполнение или застревание, и в соответствии с этим расположить фигуру

поковки так, чтобы штамповка ее была наименее трудоемкой. Этими же соображениями надо руководствоваться при определении взаиморасположения фигур в штамповочных ручьях при многошпунтовой штамповке, учитывая при этом необходимость обеспечения удобного манипулирования многошпунтовой поковкой при последовательной обрезке заусенца с кантовкой поковки.

Угол положения фигуры штамповочного ручья относительно фронта штампа следует установить таким, чтобы направление клещевины позволило держать клещи перпендикулярно фронту штампа, а не под углом.

Располагать гибочный и штамповочный ручьи нужно так, чтобы заготовку можно было переложить из гибочного ручья в штамповочный без разворота (рис. 54).

При размещении отрубного ручья следует учитывать, что передний нож удобнее для штамповщика и обеспечивает большую производительность;

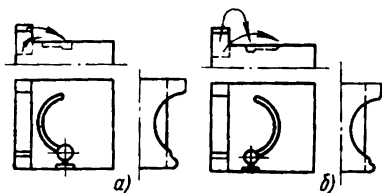


Рис. 54. Расположение гибочного и окончательного ручьев: а — правильное; б — неправильное

задний нож исключает возможность заборки на поковке и снятия заусенца при ударе поковки о станину молота при отрубании; задний нож всегда уже, ниже и прочнее переднего.

Рекомендуемое расположение ручьев указано на рис. 55, составленном для условий, когда нагревательная печь находится слева, обрезной пресс справа, а обдувка окалины производится справа налево.

Для иных условий таблица расположения ручьев легко может быть переработана.

На рис. 55 приведены все возможные комбинации ручьев. Допустим, например, штамп имеет протяжной, под-

катной, гибочный, окончательный и отрубной ручьи. По условному обозначению первый и второй ручьи относятся к заготовительным типа А, третий — к заготовительным типа В; затем следуют окончательный и нож. Находим по рис. 55, что такая комбинация ручьев дана в третьей ее строке снизу, от которой стрелка вправо указывает рекомендуемую схему расположения с последовательной нумерацией ручьев.

Уравновешивание сдвигающих усилий и замки

Для уравновешивания сдвигающих усилий рекомендуется спаривание мелких поковок (рис. 56); соответствующий выбор и расположение разъема путем наклона фигуры поковки (рис. 57); устройство контрзамка (рис. 58).

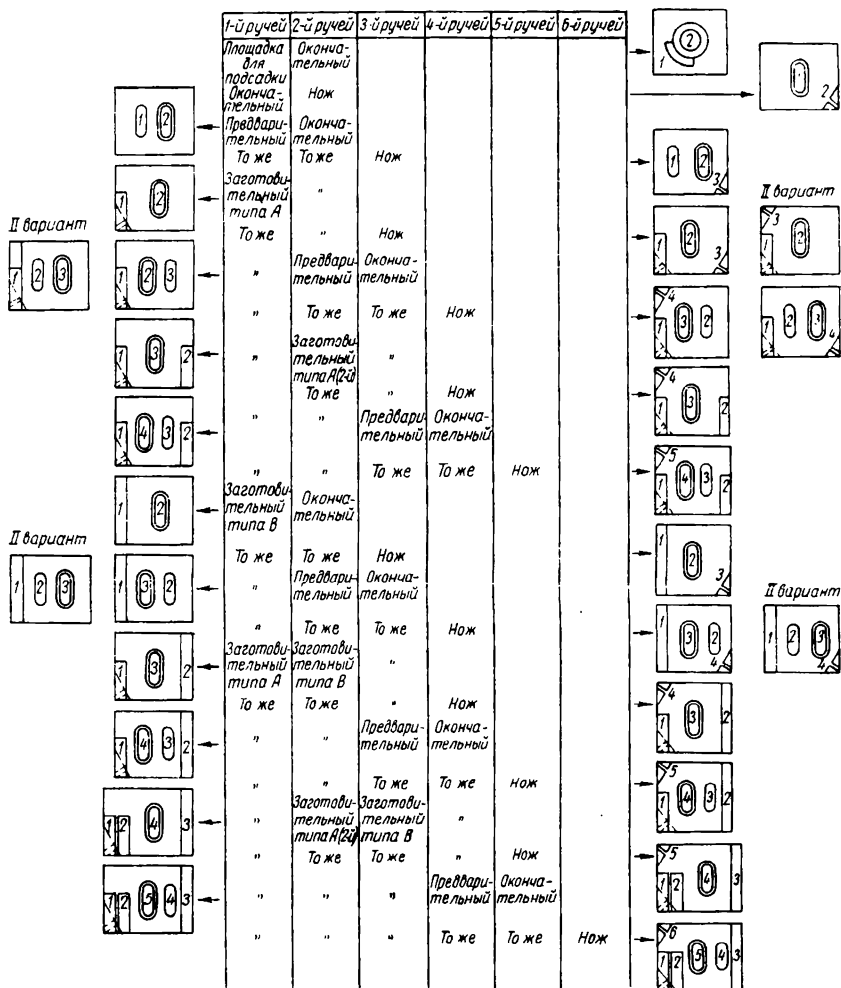
Наклон фигуры ручья (рис. 57) следует произвести так, чтобы крайние точки поковки на линии разъема оказались на одной горизонтальной плоскости (на одной высоте). При этом угол наклона ручья определяется из условия $\operatorname{tg} \gamma = \frac{h}{l}$, стенки ручья фре-

зеруются под этим углом, а штамповочный уклон вместо нормального уклона α получается измененным. Тогда при $\gamma > \alpha - 3^\circ$ в местах, где уклон β получается менее 3° , приходится делать его равным 3° за счет местного увеличения напуска и веса, а также искажения фигуры поковки.

При $\gamma > 7^\circ$ данный способ нежелателен и предпочтительнее контрзамок (рис. 58). Высота h определяется формой поковки. Толщина b необходима не менее $1,5 h$. Угол наклона σ рекомендуется следующий: при высоте до 20 мм 7° ; от 20 до 50 мм 5° ; от 50 до 100 мм 3° ; от 100 мм 1° .

Зазор δ принимают 0,2—0,4 мм, но не более половины допуска на сдвиг, указанного в чертеже поковки. Радиусы закруглений рекомендуются: внутренние $r \approx 0,15 h$, наружные $R = r + 2 \text{ мм}$.

Замок ниже 15 мм применять не следует. В этом случае рациональнее наклон фигуры ручья (рис. 57). Если высота замка получается большой, то рекомендуется комбинированная



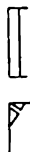
условные обозначения



Окончательный ручей



Предварительный ручей

Заготовительный ручей типа А протажной,^{*)} подкатной, короткий пережимной или формовочный

Заготовительный ручей типа В. гибочный, длинный пережимной или формовочный



Отрезной (нож)

*) Может быть как прямым, так и расположенным под углом

Рис. 55. Таблица расположения ручьев (по А. Н. Брюханову)

конструкция (рис. 59) с наклоном фигуры ручья не более чем на 7°.

Нужно конструировать замок так, чтобы его можно было изготавливать

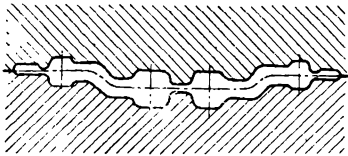


Рис. 56. Спаривание мелких поковок

сквозной строжкой. Если это выполнить невозможно, необходимо предусмотреть канавку для выхода резца



Рис. 57. Наклон фигуры поковки

(рис. 60)*, глубиной $H_1 = H + \frac{a}{2}$, шириной при H до 25 мм — 8 мм; свыше 25 до 35 мм — 10 мм; свыше 35 мм — 12 мм.

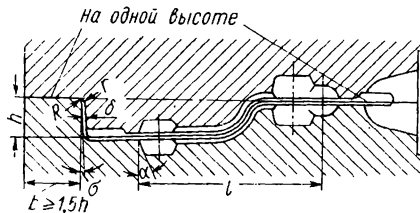


Рис. 58. Замок с контрзамком

При $H > 45$ мм замок лучше изготавливать не строжкой, а фрезерованием.

При конструировании местного замка (рис. 61) значения σ , δ , радиусов закруглений и других элементов определяют так же, как для нормальных замков.

* Канавку для выхода резца после строжки замка следует заварить.

При плоском раземе замки рекомендуются применять в следующих случаях:

1) когда форма поковки приводит к возникновению сдвигающих усилий, например, в связи нецентральной расположением заготовки и односторонним течением металла;

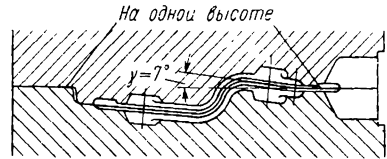


Рис. 59. Замок комбинированной конструкции

2) при конструировании поковки, не позволяющей обнаружить сдвиг по ее внешнему виду, например, у конических шестерен;

3) если к поковке предъявлены повышенные требования по сдвигу.

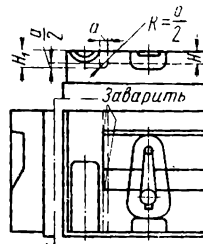


Рис. 60. Замок, изготовленный строжкой до канавки для выхода резца

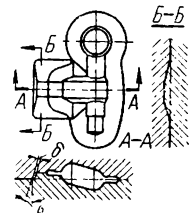


Рис. 61. Местный замок

Применять замки для компенсации небрежной регулировки направляющих молота и его неудовлетворительного состояния недопустимо.

Для поковок с плоским раземом применяют замки следующих конструкций:

1) для поковок типа конических шестерен и колец — круглые замки (рис. 62);

2) для таких же, но крупногабаритных поковок — неполные круглые замки (рис. 63, а) или направляющие кольца (рис. 63, б);

3) при больших сдвигающих усилиях, стремящихся повернуть штампы, — продольные замки (рис. 63, в);

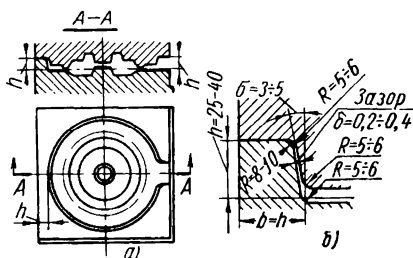


Рис. 62. Штамп с круглым замком: а — общий вид; б — сечение по замку

4) против сдвига и поворота в любом направлении — боковые (рис. 63, г) или более надежные крестовые замки (рис. 78, д).

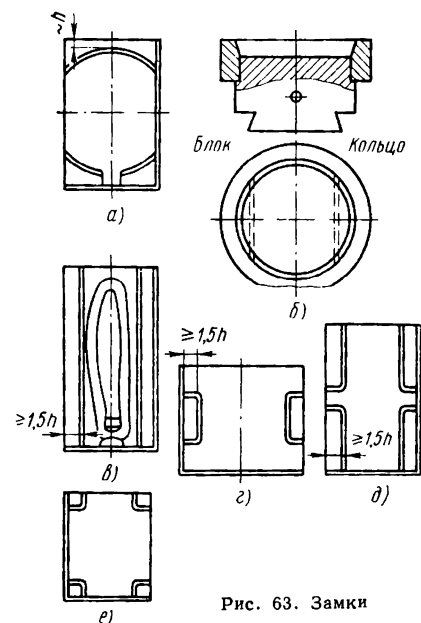


Рис. 63. Замки

Угловые замки (рис. 63, е) аналогичны направляющим штырям (рис. 64), применяемым в подкладных штампах.

В местах, где замок располагается вплотную к канавке для заусенца,

чтобы не допустить его затекания в зазор по наклонной поверхности замка, ширину магазина канавки делают на 6—10 мм больше расчетной.

Во избежание поломки замков поверхность соударения верхней и нижней частей штампа оставляют обычно только в плоскости разреза ручья, по другим же горизонтальным плоскостям (т. е. по бокам при боковых замках, по углам при угловых замках и т. п.) делают зазор 2—3 мм. Исключение составляют только круглые замки, у которых опоры делают по наружной плоскости, а зазор — за счет канавки для заусенца и плоскости разреза ручья.

При конструировании замков следует учитывать, что расположение выступов замка в нижней части штампа затрудняет слув окалины, а изготовление их в верхней части при малых зазорах может привести к заклиниваниям штампа в результате большего прогрева и расширения нижней части штампа.

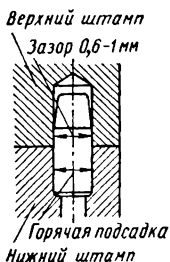


Рис. 64. Направляющий штырь

Вставки

Сменные вставки в кубиках молотовых штампов применяют при наличии выступов над поверхностью разреза ручья, например в гибочном и штамповочных ручьях; при повышенном износе отдельных частей окончательного ручья, например бобышек; а также при расположении штамповочных ручьев целиком на вставках.

При относительно больших размерах вставных бобышек в окончательных ручьях (рис. 65, а) диаметр D крепежной части цилиндрической вставки делают не менее 60 мм при высоте ее $h \approx 0,6 D$. Для вставок меньших размеров (рис. 65, б) диаметр крепежной части берут равным наружному диаметру углубленной части ручья.

Прямоугольные вставки выполняют со шлифованными боковыми и донной гранями. Донные кромки вставок закругляют радиусом 3 мм, боковые

ребра — радиусом до 15 мм. При расположении во вставках всего штамповочного ручья расстояние от фигуры до боковых и донной граней вставки устанавливают 20—30 мм в зависимости от глубины фигуры и габаритов вставки. В штампах с плоским раз-

В дне гнезда вдоль боковых граней выполняют канавку для выхода фрезы, закругленную радиусом 4—6 мм. Боковые грани гнезда сопрягают радиусом, на 2—3 мм меньшим соответствующего радиуса на вставке (рис. 65, в) или засверливают по углам гнезда отверстия диаметром 10—15 мм (рис. 65, з). Под гнездом предусматривается одно или несколько (обычно два) сквозных отверстий диаметром 22—30 мм для выколотки вставок.

Горячая посадка крепежной части вставки в гнездо достаточно надежна. Допуски на размеры гнезд под вставки и крепежной части вставок определяют по ОСТ 1042 или из расчета натяга, принимаемого 0,1—0,2% соответствующего размера гнезда или вставки. Натяг по ширине рекомендуется принимать большим, чем по длине так, чтобы посадка длинных и узких вставок по длине была только плотной. Если предполагается, что неизбежны частные случаи застревания поковок, приводящие к необходимости удаления их из ручья с помощью зубила, то вставки в верхней части штампа крепят на обратном конусе с уклоном $0^\circ 15'$ (рис. 65, д) или с уступом (рис. 65, е). Допуски и посадки назначают такими же, как при вертикальных стенках и без уступа.

При крупносерийном производстве рекомендуется использовать нормализованные цилиндрические вставки (табл. 17) и гнезда для них (табл. 18). Крепление вставок горячей посадкой можно заменить шариковым (табл. 19). При этом возможно однократное возобновление вставок с установкой их в гнезда на подкладные плиты (рис. 66).

При изготовлении фигурных ручьев на цилиндрических вставках оси фигур координируют цилиндрической шпонкой из мягкой стали, закрепляемой на боковой грани вставки также горячей посадкой.

В мелкосерийном производстве, особенно при групповой штамповке применяют: вставки цилиндрические с клиновым креплением (табл. 20) и призматические (табл. 21) с креплением в гнездах (табл. 22) на клиньях (табл. 23) и шпонках (рис. 67) и некоторые дру-

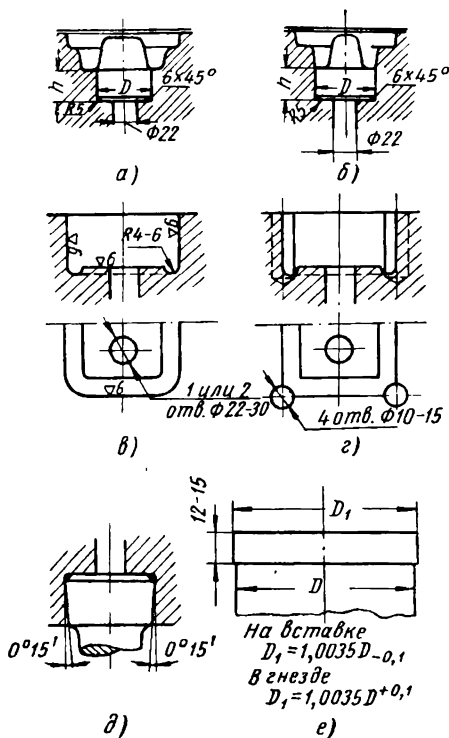


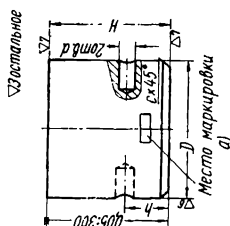
Рис. 65. Вставки и гнезда под них

мом можно размещать лишь часть канавки для заусенца, если же вставка с замком, то размеры ее следует увеличить, чтобы расположить на ней канавку для заусенца во всю ширину.

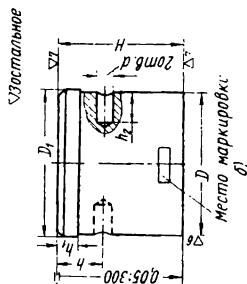
Глубина гнезда под прямоугольную вставку равна ее высоте за исключением случаев, когда при замке на вставке блок делают плоским или когда на блоке при плоских вставках требуется устройство замка. При этом использование разницы высот вставки и гнезда под устройство контрзамка не допускается.

17. Вставки цилиндрические [110]

нижние



верхние



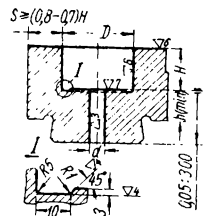
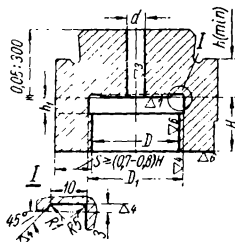
Размеры в мм

D (доп. откл. по Γp)	D_1 (доп. откл. по C_3)	H (доп. откл. по C_3)	h (доп. откл. $\pm 0,5$)	h_1 (доп. откл. $-0,1$)	h_2	d	c	D (доп. откл. по Γp)	D_1 (доп. откл. по C_3)	H (доп. откл. по C_3)	h (доп. откл. $\pm 0,5$)	h_1 (доп. откл. $-0,1$)	h_2	d	c
100	100,3	50 60 80	—	—	—	—	—	250	250,8	80 100	25 32	—	—	—	—
125	125,4	50 60 80	—	12	—	—	—	320	321,1	100 125	32 50	—	—	—	—
160	160,5	60 80 100	20 25 32	—	—	—	—	400	401,4	100 125 160	32 50	—	—	—	—
200	200,7	60 80 100 125	20 25 32	16	32	16	6	500	501,7	125 160 200	32 50 60	20	40	20	10

18. Гнезда для цилиндрических вставок [10]

Для верхних вставок

Для нижних вставок



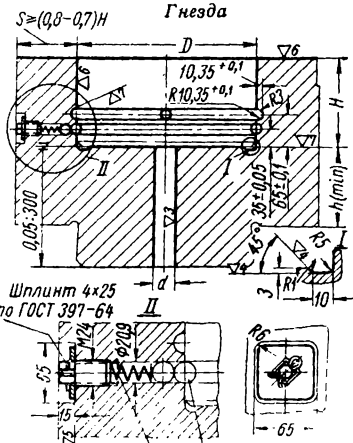
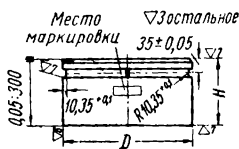
Размеры в мм

D (доп. откл. по А)	D ₁	H (доп. откл. по А ₃)	h (min)	h ₁ (доп. откл. ±0,1)	d	D (доп. откл. по А)	D ₁	H (доп. откл. по А ₃)	h (min)	h ₁ (доп. откл. ±0,1)	d
100	100,5	50 60 80	32	12	25	250	251,0	80 100 125 160	40	16	32
125	125,6	50 60 80				320	321,2	100 125 160	50	20	40
160	160,7	60 80 100				400	401,5	125 160	60		
200	200,8	60 80 100 125	40	16	32	500	501,9	125 160 200			

19. Вставки цилиндрические с шариковым креплением и гнезда для них

Вставки

Гнезда



Размеры в мм

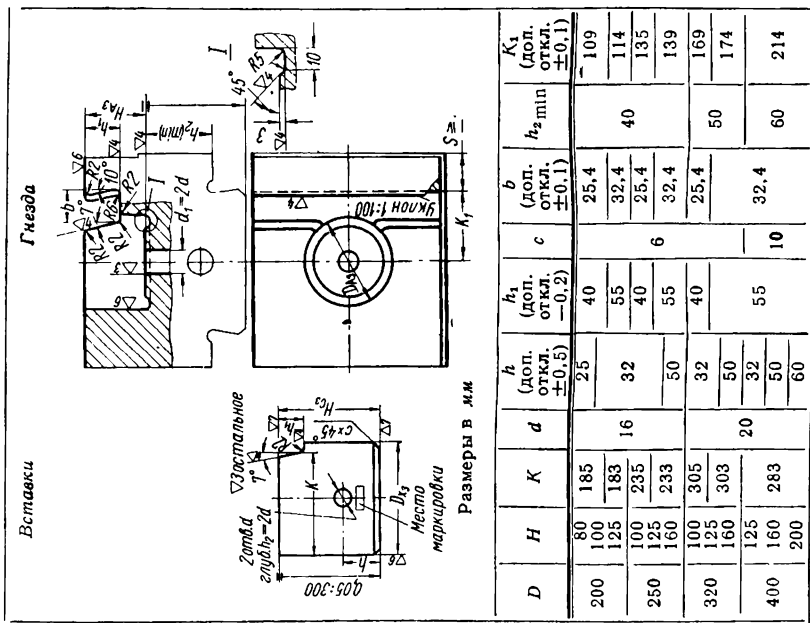
D	H	d	h _{min}
Доп. откл. по А ₃			
200	80, 100, 125	32	40
250	100, 125, 160	32	40
320	100, 125, 160, 200	40	50
400	125, 160, 200	40	60

Шплинт 4x25 по ГОСТ 397-64

Пружина 1086-0016 по МН 864-60

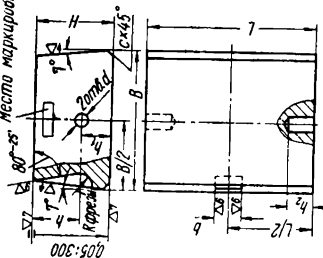
Шарик JV 20,6мм H по ГОСТ 3722-60

20. Вставки цилиндрические с клиновым креплением и гнезда для них [10]



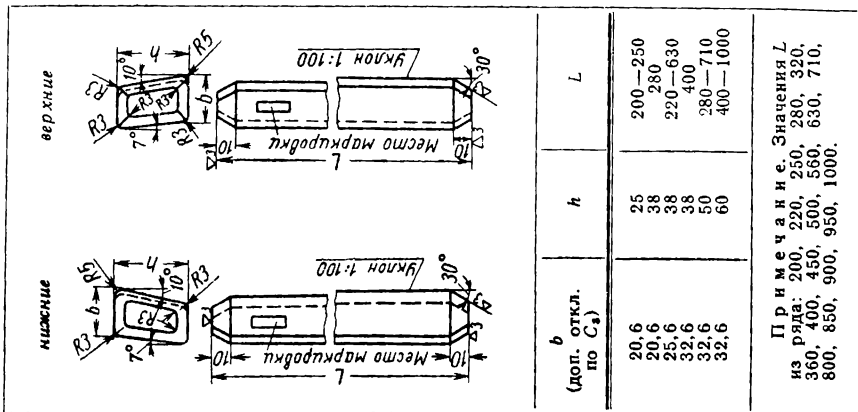
21. Вставки призматические

Место маркировки



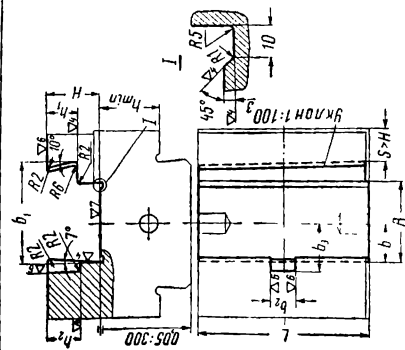
* При L = 500, h₂ = 50 и d = 25.
 При h = 25, C = 4; при B ≤ 160, C = 6.
 Размер L из ряда: 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 630.

23. Клинья для крепления вставок [10]

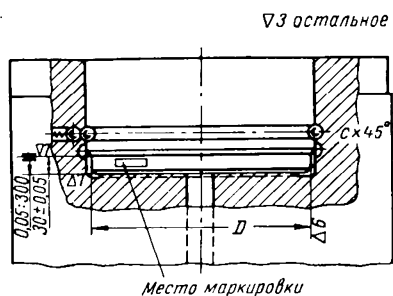


22. Гнезда для призматических вставок

Размеры в мм

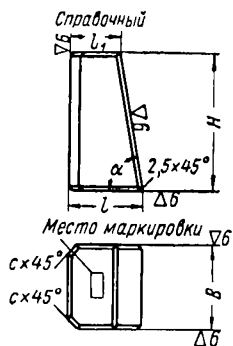


B	H (доп. откл. -0,1)	L	b (доп. откл. ±0,1)	b ₁ (доп. откл. по С ₃)	b ₂ (доп. откл. по А ₃)	b ₃ (доп. откл. ±0,1)	h min	h ₁	h ₂	r
65	40	160	30	85,0	43,0	53,0				
85	40	160, 200	40	105,0	32	63,0		40	40	5
105	40	200, 250	50	125,0		64,1		40	60	
130	60	200, 250	62,5	147,5		76,6	40	55	62	
	80	250, 320	80	182,5	40	74,1		40	60	6
165	80	320, 400	80	189,0		94,1		55	62	
	100	320, 400	80	186,5		91,6		55	62	
205	60	320, 500	100	222,5		114,1		40	60	
	80	320, 500	100	229,0		111,6		55	62	
	100	320, 500	100	226,5	40	109,1	50	55	62	
255	80	400, 500	125	276,5		136,6		65	82	
	125	400, 500	125	278,6	50	140,5		55	62	
325	100	500, 630	160	346,5	40	169,1		65	82	
	160	500, 630	160	344,3	50	171,2		65	82	



D	c
190, 240, 310 390	6 10

Рис. 66. Плиты подкладные [10]



Размеры в мм

B (доп. откл. по C_3)	H	L (доп. откл. по C_4)	L_1	α (доп. откл. по $-0^{\circ}25$)	C
32	40	36	21,44	70°	6
		25	17,96		
40	60	32	21,44	80°	7
50	80	45	30,92		

Рис. 67. Шпонки для крепления вставок по [10]

Материал вставок и твердость в зависимости от штампуемого металла см. гл. XX.

Крепление вставки небольшого (при $b < 150$ мм) выступа гибочного ручья (рис. 68, а) ненадежно. Более надежно

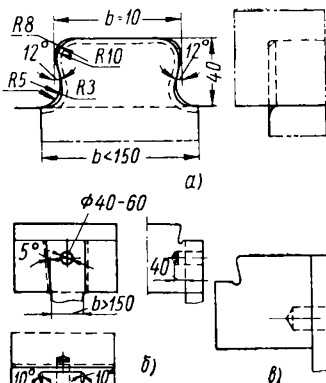


Рис. 68. Крепление вставок в гибочных ручьях

крепление вставок (при $b > 150$ мм), как показано на рис. 68, б, и еще надежнее с опорой на хвостовик (рис. 68, в).

Расстояние между ручьями, толщина стенок штампа

Толщина боковых стенок ручья S_1' и S_1'' (рис. 69) необходима тем больше,

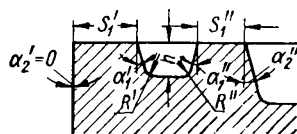


Рис. 69. Размеры, влияющие на толщину стенок

чем больше глубина ручья h и чем меньше уклоны α_1' и α_1'' его боковых поверхностей, обратные уклоны стенок

α_2' и α_2'' и радиусы закруглений R' и R'' на переходах от этих поверхностей ко дну ручья. Кроме того, прочность стенок зависит от формы ручья в плоскости разреза. Так, например, очевидно, что при прочих равных усло-

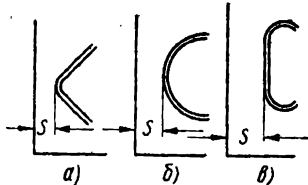


Рис. 70. Влияние формы ручья в плоскости разреза на толщину стенок

виях в случае б (рис. 70) толщина стенки S должна быть больше, чем в случае а, и меньше, чем в случае в.

Минимально допустимую толщину боковых стенок можно определять с помощью вспомогательной величины T , которую следует находить по номограмме рис. 72 (см. стр. 410).

Расстояние от крайнего ручья до края штампа $S = T$.

Толщина стенки между ручьями $S = T \cos \alpha_2$, где T по размерам h , R и α_1 ручья с меньшей глубиной. При этом для случаев, когда $R > h$ (рис. 71, а) если по расчету $S < 10$ мм, следует принимать $S = 10$ мм, а для случая, когда $R = h$ (рис. 71, б),

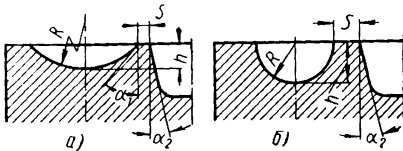


Рис. 71. Примеры ручьев: а — при $R > h$; б — при $R = h$.

толщину стенки можно определять также по формуле $S = (9,3 \sqrt{R} - 7) \cos \alpha_2$.

Если у обоих ручьев $R = h$, то тол-

щину стенки между ними можно найти по формуле $S = 0,8 (9,3 \sqrt{R} - 7)$.

Толщина стенки между фигурами штамповочного ручья при многоступенчатой штамповке $S = 0,6 T \cos \alpha_2$.

Расстояние от края фигуры штамповочного ручья до выемки под клещевину $S = 0,7 T \cos \alpha_2$.

При штамповке без клещевины расстояние от края фигуры штамповочного ручья до выемки, которая в данном случае служит только воронкой при контрольной заливке, $S = (1 \div 1,4) T \cos \alpha_2$.

Минимально допускаемую толщину дна штампа определяют при установлении габаритов штампа (см. стр. 411).

Габариты штампа

Размеры штампа подбирают в соответствии с принятым количеством, размерами и расположением ручьев и расстояниями между ними, а также с учетом нагрузки опорной поверхности (хвостовика) и поверхности соударения (зеркала).

На 1 т веса падающих частей молота необходима площадь опорной поверхности (хвостовика) не менее 450 см^2 .

Для молотов с весом падающих частей до 4 т свободная от ручьев и замков площадь поверхности соударения (зеркала) требуется не менее 300 см^2 на 1 т веса падающих частей молота. Если поверхность соударения распределена неравномерно, то всякая часть этой поверхности, взятая на любом участке, отсеченном прямой $P-P'$ (рис. 73), проходящей в плоскости разреза через центр штампа, также должна быть не менее 300 см^2 на 1 т веса падающих частей молота. Для молотов с весом падающих частей более 4 т эта норма составляет не менее 250 см^2 на 1 т веса падающих частей.

Смещение центра кубика (рис. 74) относительно центра штампа, положение которого определяется при расположении штамповочных ручьев, рекомендуется не более чем на 0,1 габарита кубика в направлении смещения.

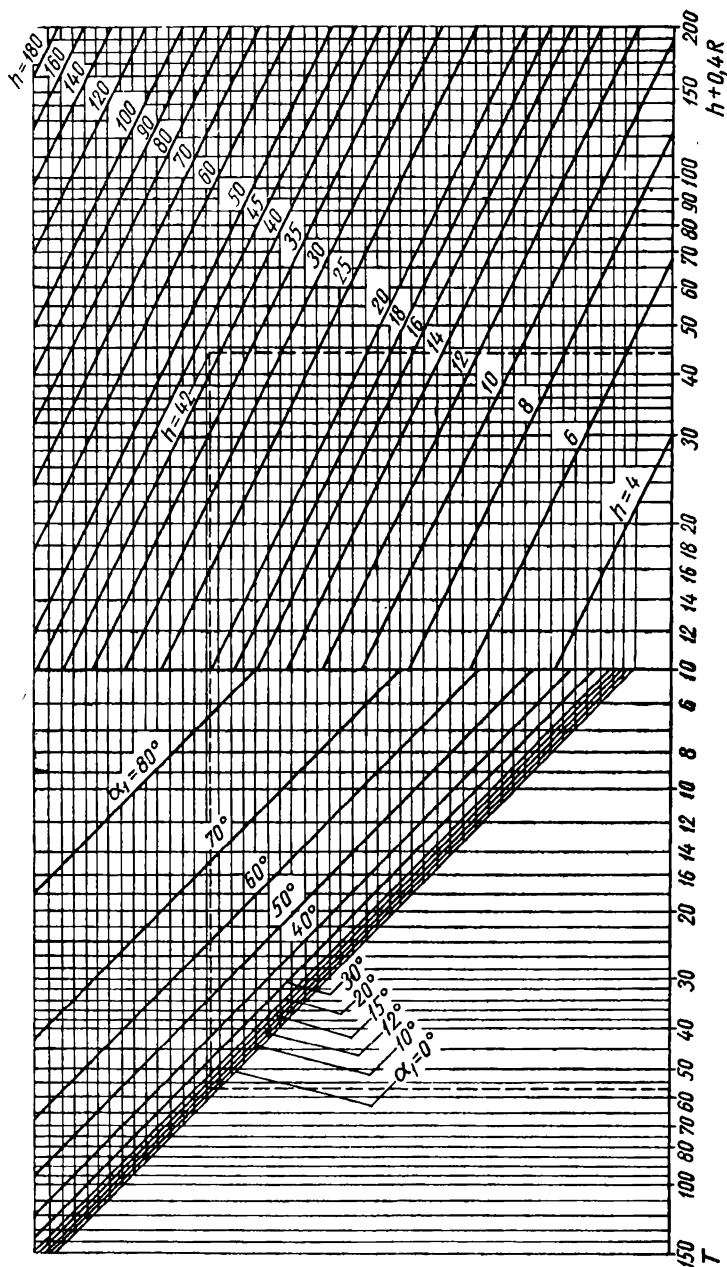


Рис. 72. Номограмма для определения T при расчете стенок. Пример: $h = 42$ мм; $\alpha_1 = 7^\circ$; $R = 5$ мм; $T = 57$ мм

Высота кубика штампа должна быть не менее величины H_{\min} , определяемой

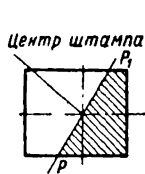


Рис. 73. Распределение поверхности соударения

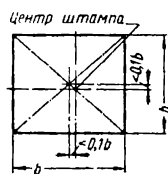


Рис. 74. Пределы смещения центра штампа с центра кубика

ления с учетом минимально допускаемой высоты комплекта штампов по характеристике молота.

Если вес верхнего штампа превышает допускаемый по характеристике молота или если зазор между наиболее удаленной от центра штампа гранью кубика и направляющими окажется менее 20 мм, то следует произвести разбивку ручьев для последовательной штамповки поковок в двух штампах или запроектировать какой-либо иной технологический процесс штамповки.

Наибольший вес верхней части штампа составляет 35% номинального веса падающих частей паровоздушных молотов и 25% веса падающих частей фрикционных молотов.

Неопертые передние и задние части большого нижнего штампа не должны свисать со штамподержателя более чем на $\frac{1}{3}$ высоты кубика.

Для уменьшения кинетической энергии масс свисающих частей большого верхнего штампа (рис. 76, а) рекомендуется состригать его со стороны хвостовика (рис. 76, б).

по графику рис. 75, исходя из глубины h_{\max} наиболее глубокого ручья штам-

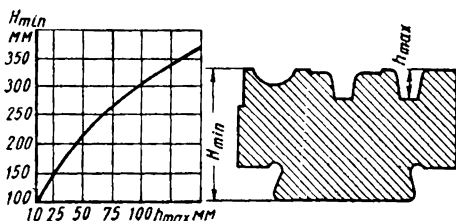


Рис. 75. Наименьшая высота штампа в зависимости от наибольшей глубины ручья

па. В штампах для цилиндрических поковок, главная ось которых лежит в плоскости разреза, $H_{\min} = 0,9D +$

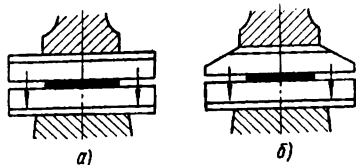


Рис. 76. Большой верхний штамп при ударах работает: а — в тяжелых условиях; б — в менее тяжелых условиях

$+ h_1$, где D_{\max} — максимальный диаметр ручья, а h_1 — высота хвостовика штампа.

Назначая высоту штампа, следует обеспечить возможность его возобнов-

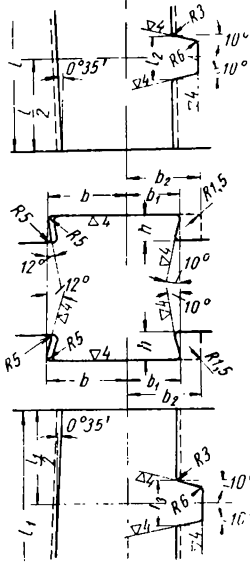
Крепление штампа

Характеристики штамповых странств паровоздушных штамповочных молотов по ГОСТу 7024—65 и фрикционных штамповочных молотов приведены в гл. V.

Размеры мест крепления штампов (табл. 24), шпенок (табл. 25), хвостовиков, шпеночных пазов и подъемных отверстий (табл. 26), прокладок к ним (табл. 27) и клиньев (табл. 28) по ГОСТу 6039—51 даны применительно к четырем группам молотов. К группе I относится молот с весом падающих частей 630 кг, к II группе — 1000—2000 кг, к III группе — 2500—6300 кг и к IV группе — 8000—16 000 кг.

На прокладки под клинья рекомендуется, как и на прокладки под шпонки, применять листовую сталь марки Ст.5, нарезанную на полосы шириной l_5 (см. рис. 88) и длиной на 30—50 мм больше размера штампа в направлении спереди назад.

24. Места крепления штампа на молоте

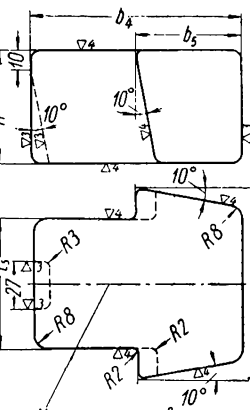


Группа молотов	Ширина левой части паза b	Ширина правой части паза b_1	Ширина гнезда шпонки		Глубина шпоночного гнезда от оси молота b_2	Глубина паза h
			в бабке l_2	в штам-подержателе l_3		
I	115	80	76	72	121	45
II	140	100	84	80	143	50
III	200	150	116	110	204	65
IV	260	200	140	132	264	80

Размеры в мм

Предельные отклонения размеров: b и $b_1 + 0,25$; $h - 0,5$; $l_2 \pm 0,5$; $l_3 - 0,1$ мм. Допуски на свободные размеры по 7-му классу точности по ОСТ 1010.

25. Шпонки для крепления молотовых штампов



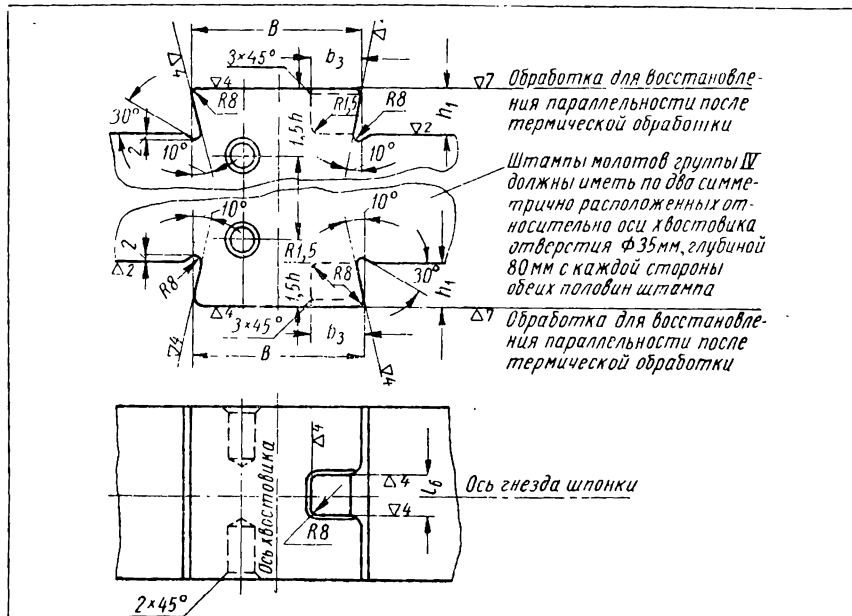
Группа молотов	h	$l_5 \pm 0,1$	b_4	b_5	$l_5 \pm 0,1$		
					№ 1	№ 2	№ 3
I	45	72	90	46	44,9	47,9	50,9
II	50	80	97	48	49,9	52,9	55,9
III	65	110	123	62,5	74,9	77,9	80,9
IV	80	132	148	75	99,9	102,9	105,9

Место маркировки

Острые кромки притупить радиусом 2 мм
Размеры в мм

Размер l_5 шпонки для новых штампов, а также при возобновлении гнезда для шпонки заваркой с последующим фрезерованием брать из графы 1, при возобновлении же гнезда фрезерованием без предварительной заварки — из графы 2 или 3 в зависимости от износа гнезда.
Допуски на свободные размеры по 7-му классу точности по ОСТ 1010.

26. Хвостовик, штамповочные пазы и подъемные отверстия молотовых штампов



Отверстия для подъема штампов делать по оси кубика

Размеры в мм

Группа молотов	B_1	b_s	h_1	l_6		
				№ 1	№ 2	№ 3
I	160	56	46	45	48	51
II	200	70	51	50	53	56
III	300	75	66	75	78	81
IV	400	90	81	100	103	106

Размер l_6 хвостовика при изготовлении гнезда для шпонки вновь или при возобновлении его заваркой с последующим фрезерованием брать из графы 1, при возобновлении же гнезда фрезерованием без предварительной заварки — из графы 2 или 3 в зависимости от износа гнезда.

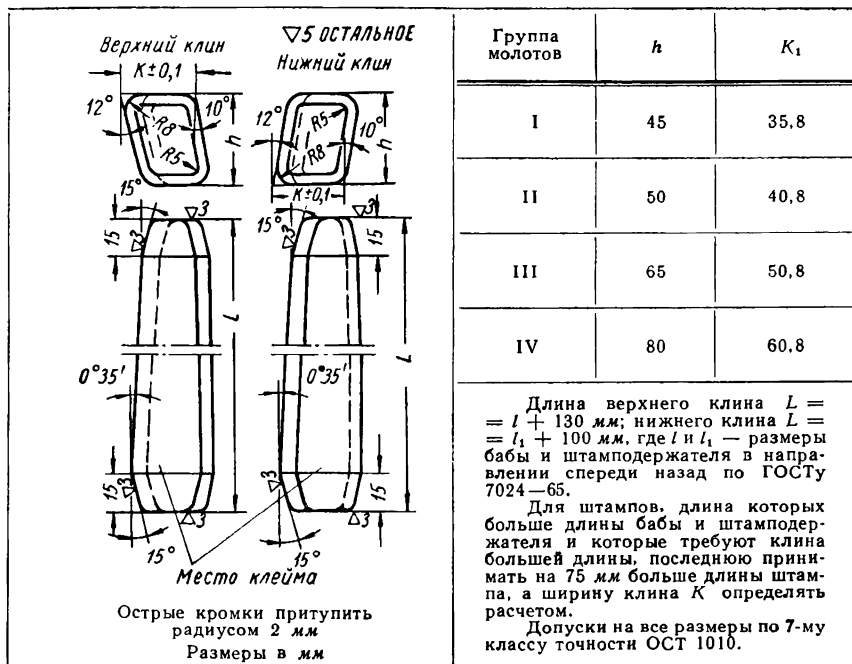
Предельные отклонения размеров: $B_1 - 0,5$ мм; $h_1 + 0,5$ мм; $l_6 - 0,1$ мм. Допуски на свободные размеры по 7-му классу точности по ОСТ 1010.

Для переноса штампов сверлить по два отверстия диаметром 30 мм и глубиной 60 мм.

27. Прокладки к шпонкам молотовых штампов



28. Клинья для крепления молотовых штампов



ВЕС ПАДАЮЩИХ ЧАСТЕЙ ШТАМПОВОЧНОГО МОЛОТА

Номинальный вес падающих частей паровоздушного молота двойного действия можно определять по следующим формулам [12]:

для круглых в плане поковок

$$G_0 = 5,6 \cdot 10^{-3} \sigma (1 - 0,0005 D_n) \times$$

$$\times \left\{ 3,75 \left(l_3 + \frac{D_n}{4} \right) \times \right. \\ \times (75 + 0,001 D_n^2) + \\ + D_n \left(\frac{l_3^2}{2} + \frac{l_3 D_n}{4} + \frac{D_n^2}{50} \right) \times \\ \left. \times \ln \left[1 + \frac{2,5 (75 + 0,001 D_n^2)}{D_n h_{33}} \right] \right\}; \quad (39)$$

для поковок некруглой формы в плане

$$G_m = 5,6 \cdot 10^{-3} \sigma (1 - 0,0005 D_{np}) \times \left\{ 3,75 \left(l_3 + \frac{D_{np}}{4} \right) \times (75 + 0,001 D_{np}^2) + D_{np} \left(\frac{l_3^2}{2} + \frac{l_3 D_{np}}{4} + \frac{D_{np}^2}{50} \right) \times \ln \left[1 + \frac{2,5 (75 + 0,001 D_{np}^2)}{D_{np} h_3} \right] \right\} \times \left(1 + 0,1 \sqrt{\frac{l_n}{b_{cp}}} \right) \quad (40)$$

где D_n — диаметр круглой в плане поковки в мм; $D_{np} = 1,13 \times \sqrt{F_n}$ — приведенный диаметр некруглой в плане поковки в мм; F_n — площадь поковки в плане в мм²; l_n — длина поковки в плане в мм; $b_{cp} = \frac{F_n}{l_n}$ — средняя ширина поковки в плане в мм; σ — временное сопротивление разрыву материала поковки при температуре окончания штамповки (обычно не ниже 1000°С) (см. гл. 1).

Значения G_0 и G_m можно легко определить по номограмме (см. рис. 77).

Если штамповку производят на паровоздушном молоте простого действия или на фрикционном молоте, то вес падающих частей $G_{п.м}$ можно определить, пользуясь переводным коэффициентом:

$$G_{п.м} = (1,5 \div 1,8) G,$$

где G — вес падающих частей, определенный для молота двойного действия по формулам (39) и (40) или по номограмме рис. 77.

При мелкосерийном производстве и в особенности при изготовлении крупных поковок возможно применение молотов с меньшим весом падающих

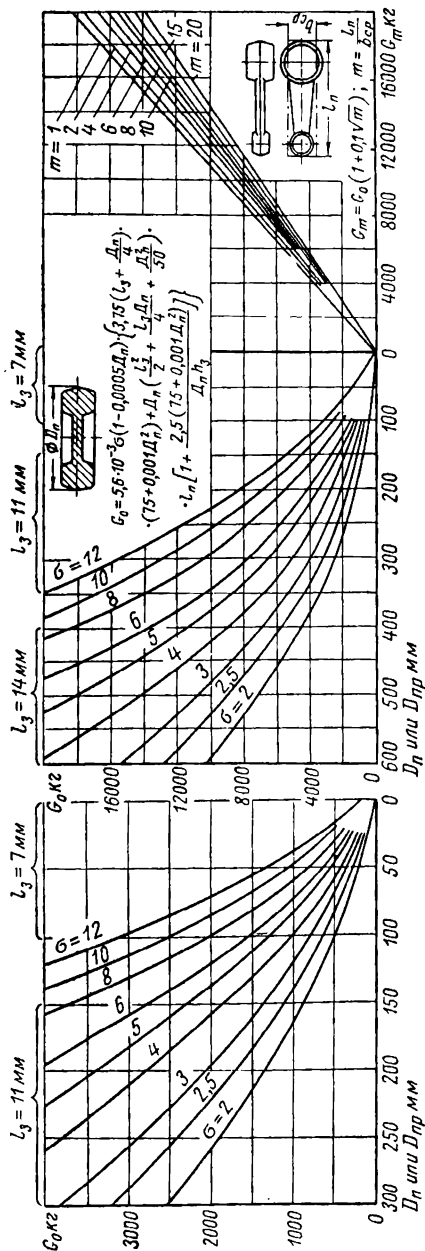


Рис. 77. Номограмма для определения тоннажа штамповочного молота

29. Примерная карта

Технологическая карта	Завод Цех	№ детали		Составил		
		Наименование детали	Рычаг привода задних тормозов	Проверил		
		Тип машины	Грузовая автомашинна	Согласовано		
		Количество деталей на машину	2	Утвердил		
Эскиз поковки		Исходный материал		Заготовка		
		Марка (ГОСТ)	Сталь 35 ГОСТ 1050-60	Длина в мм	464	
		Сортамент (ГОСТ)	ГОСТ 2591-57	Вес в кг	5,22	
		Сечение	кв. 38	Количество поковок на одну заготовку	4	
		Точность	Обычная	Длина на одну поковку в мм	116	
		Длина прутка в м	Торговая длина 4-9			
		Технические условия на заготовки				
Допуск на размер по сечению в мм	Допуск на размер по длине в мм	Допуск на вес в кг	Другие требования			
±0,75	+3 -2		Допускается косой срез до 3 мм			
Эскизы переходов	№ операции	№ перехода	Наименование операций и переходов	Оборудование		
				Наименование	Мощность	Число ходов (ударов)
	1		Резка заготовки	Ножницы	3"	20
	2		Межоперационный контроль		В соответствии карте	
	3		Нагрев заготовки	Печь пламенная Паровой молот	Полуметодическая 1 т	
	4	1, 2, 3, 4	Штамповка: 1 — протяжка; 2 — подкатка; 3 — предв. шт.; 4 — оконч. шт.; 5 — отрубка			
	5		Межоперационный контроль		Согласно черте	
	6		Обрезка заусенца холодная	Пресс обрезной Наждачный станок	150 т	30
	7		Заточка заусенцев			
	8		Нормализация	Печь нормализационная Наждачный станок		
	9		Заточка под определение твердости			
	10		То же			
	11		Контроль твердости	Пресс Бринеля	$d_{0,01} = 4,5 \pm 4,9$ мм	
	12		Очистка от окалины	Барaban Фрикционный молот	0,75 т	
	13		Правка холодная	Чеканочный пресс	1000 т	
	14		Калибровка холодная			
	15		Окончательный контроль		В соответствии поков	

технологического процесса

Листов				Лист									
№		Было		Изменения		Подпись		Дата					
Расход металла на одну поковку				Использование отходов									
Статья расхода		Вес в кг	%	Вид отхода		Вес в кг	Назначение						
Поковка		0,92	69,0										
Заусенец и высечка		0,28	21,2										
Угар		0,025	2,0										
Клещевина		0,079	5,8										
Отходы при резке													
Некратность		0,026	2,0										
Всего		1,33	100	Планируемый расход металла на одну поковку (норма расхода) в кг			1,33						
Инструмент		Режим нагрева			Рабочая сила		Норма времени		Производительность	Расценка на 1 шт.			
Наименование	Шифр	Величина садки в шт.	Температура в печи °С	Время нагрева в мин.	Температура обработки в °С (начало — конец)	Профессия	Количество	Разряд	На 1 шт.	На машину	в час в смену	руб.	коп.
Ножи с указанными требованиями			1350		1250/950	Резчик	1	4			600/4800		
Молотовый штамп						Нагревательщик	1	4			150/1200		
жу поковки						Штамповщик	1	5			150/1200		
					860—880	Обрезчик	1	4			200/1600		
						Заточник	1	4			200/1600		
							1	4			Повременно 400/3200		
							1	4			200/1600		
							1	4			1000/8000		
						Правильщик	1	5			250/2000		
						Чеканщик	1	4			500/4000		
с чертежом ки и ТУ													

частей при условии увеличения количества ударов при штамповке. Формулы (39) и (40) пригодны в тех случаях, когда минимальная толщина поковки больше $(4 \div 5) h_3$. В противном случае необходимо учитывать повышенную неравномерность распределения деформации и температуры, увеличивая полученное значение веса в 1,2--1,3 раза.

Пример расчета веса падающих частей штамповочного молота

Дано: чертеж и материал поковки в соответствии с рис. 78.

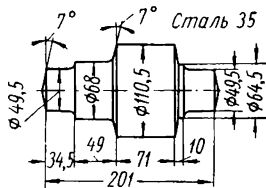


Рис. 78. Поковка с удлиненной осью

Расчет. 1) Основные параметры поковки:

площадь проекции поковки

$$F_n = 16\,200 \text{ мм}^2;$$

приведенный диаметр

$$D_{пр} = 1,13 \sqrt{16\,200} = 144 \text{ мм};$$

средняя ширина поковки

$$b_{ср} = \frac{F_n}{l_n} = \frac{16200}{201} \approx 80 \text{ мм};$$

отношение $m = \frac{l_n}{b_{ср}} = \frac{201}{80} \approx 2,5$;

$\sigma = 4,2 \text{ кг/мм}^2$ для стали марки 35
($\sigma_g = 50 \text{ кг/мм}^2$) для $t = 1000^\circ \text{С}$.

2) G_m по формуле (40):

$$G_m = 5,6 \cdot 10^{-3} \cdot 4,2 (1 - 0,0005 \cdot 144) \times \\ \times \left\{ 3,75 \left(7 + \frac{144}{4} \right) \cdot (75 + 0,001 \cdot 144^2) + \right. \\ \left. + 144 \left(\frac{7^2}{2} + \frac{7 \cdot 144}{4} + \frac{144^2}{50} \right) \times \right. \\ \left. \times \ln \left[1 + \frac{2,5 (75 + 0,001 \cdot 144^2)}{144 \cdot 0,015 \cdot 144} \right] \right\} \times \\ \times \left(1 + 0,1 \sqrt{\frac{201}{80}} \right) \approx 1800 \text{ кг}.$$

Вес падающих частей молота можно определить по номограмме рис. 77.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Типовой пример технологической карты приведен в табл. 29. (стр. 416—417).

ПРИМЕРЫ ШТАМПОВКИ В ОТКРЫТЫХ ШТАМПАХ

Поковки I группы. Поковки, штампуемые перпендикулярно оси заготовки (штамповка плашмя).

1-я подгруппа

Пример 1. На рис. 79 приведен чертеж поковки рычага привода задних тормозов автомобиля, а на рис. 80 — чертеж для изготовления штампа.

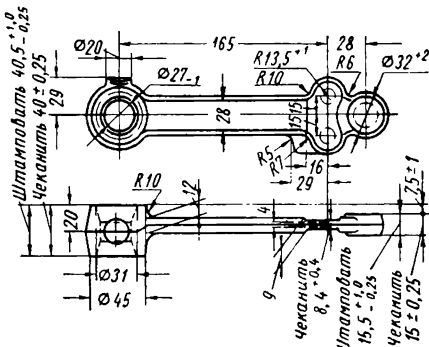


Рис. 79. Чертеж поковки рычага

Определение основных параметров поковки. Площадь проекции поковки на плоскость разреза $F_n = 7715 \text{ мм}^2$; периметр поковки $p_n = 545 \text{ мм}$; длина $l_n = 232 \text{ мм}$; средняя ширина $b_{ср} = 33,3 \text{ мм}$; $\frac{l_n}{b_{ср}} = 7 > 2,5$; объем $V_n = 118\,000 \text{ мм}^3$; вес $G_n = 0,92 \text{ кг}$.

Определение размеров заусенца. По формуле (1)

$$h_3 = 0,015 \sqrt{7715} = 1,33 \text{ мм}.$$

Принимаем по табл. 5 ближайшее большее $h_3 = 1,6 \text{ мм}$.

В соответствии с рис. 18 и 19 принимаем для участка стержня поковки канавку для заусенца $\frac{4}{1}$ с размерами $h_3 = 1,6 \text{ мм}$; $b = 8 \text{ мм}$; $b_1 = 22 \text{ мм}$;

$S_{з.к} = 102 \text{ мм}^2$; $R = 1 \text{ мм}$; для участка головки поковки канавку $\frac{4}{2}$ с размерами $h_3 = 1,6 \text{ мм}$; $b = 9 \text{ мм}$; $b_1 = 25 \text{ мм}$; $S_{з.к} = 113 \text{ мм}^2$; $R = 1,5 \text{ мм}$.

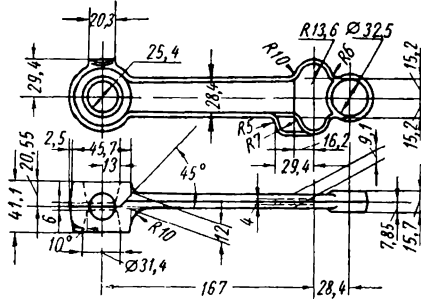


Рис. 80. Чертеж поковки рычага для изготовления штампа

Объем заусенца находим пользуясь формулой (4) и соответствующими замечаниями к ней:

на участке головки с учетом периметра — диаметра по центру тяжести

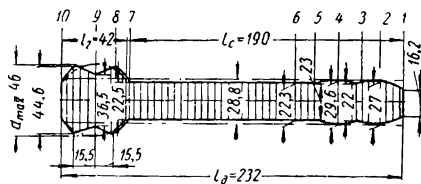


Рис. 81. Расчетная заготовка поковки рычага

заусенца и неполной окружности (берем 0,8 от периметра окружности) и $\xi = 0,5$ по табл. 7

$$V'_з = 0,5 \cdot 113 \cdot 0,8\pi \cdot 80 = 11\,300 \text{ мм}^3;$$

на участке стержня с учетом периметра по центру тяжести заусенца и $\xi = 0,4$ по табл. 7.

$$V''_з = 0,4 \cdot 102\,475 = 19\,380 \text{ мм}^3;$$

общий объем

$$V_з = V'_з + V''_з = 11\,300 + 19\,380 = 30\,680 \text{ мм}^3.$$

Расчеты эпюры диаметров. Построение расчетной заготовки (рис. 81) производим, исходя

27*

из длины отдельных элементов поковки и найденных значений d_3 (табл. 30).

30. Расчет эпюры диаметров

№ сечения	S_n	$S_{з.к}$	от	$S = S_n + 2\xi S_{з.к}$ в мм ²	$d_3 = 1,13 \times \sqrt{S}$ в мм
	в мм ²				
1	0	102	1,0 *	204	16,2
2	496	102	0,4	578	27,0
3	300	102	0,4	382	22,0
4	603	102	0,4	685	29,6
5	323	102	0,4	405	23,0
6	302	102	0,4	384	22,3
7	308	102	0,4	390	22,5
8	1440	113	0,5	1553	44,6
9	940	113	0,5	1053	36,5
10	0	113	1,0 *	260	17,3

* Для конечных сечений принимаем $\xi = 1$.

Расчет среднего сечения

$$V_{р.з} = V_n + V_з = 148\,680 \text{ мм}^3;$$

$$S_{ср.} = \frac{V_{р.з}}{l_з} = \frac{148680}{232} = 642 \text{ мм}^2;$$

$$d_{ср} = 1,13 \sqrt{S_{ср}} = 1,13 \sqrt{642} = 28,8 \text{ мм}.$$

Выбор переходов в штамповке. Расчетная заготовка — элементарная, так как она состоит из головки с односторонним стержнем. Контур головки, имеющий резкий излом вследствие наличия отверстия в боышке поковки, приводим к плавному виду из условия сохранения объема (рис. 81).

По формуле (25)

$$K_{подк. общ} = \frac{S_{max}}{S_{ср}} = \frac{1553}{642} = 2,42.$$

При $K_{подк. общ} = 2,42 > 1,8$ требуется протяжной ручей, а с учетом замечания п. 1 стр. 357 требуется также подкатной открытый ручей.

Таким образом, применяем для данной поковки Прот. — ПО (протяжка — подкатка открытая).

По диаграмме (см. рис. 29) при $G_n = 0,92 \text{ кг}$ и $l_n = 232 \text{ мм}$ можно штамповку производить из прутка с отрубкой поковки на ноже.

Предварительный ручей в данном случае рационально применить, тем более что поковка подвергается чеканке.

Итак, для штамповки рассматриваемой поковки нужно применить следующие переходы: Прот.—ПО—Предв.—Оконч.—Нож.

Определение размеров заготовки производим, как для случая, когда применяются протяжка и подкатка (см. табл. 10):

$$S_{нд} = 1,2S_{ср} = 1,2 \cdot 642 = 770 \text{ мм}^2.$$

Коэффициент 1,2 взят потому, что при одной подкатке, заготовка не должна доходить до конца подкатного ручья.

Объем головки V_c находим как сумму объемов усеченных конусов: $V_c = 56\,000 \text{ мм}^3$, с учетом угара 2%

$$V'_c = 1,02 \cdot 56\,000 = 57\,000 \text{ мм}^3.$$

Длина головки $l_2 = 42$ (см. рис. 81). Отсюда для случая применения только протяжки

$$S_{нр} = \frac{V'_c}{l_2} = \frac{57\,000}{42} = 1350 \text{ мм}^2.$$

Для определения $S'_{зз}$ необходимо найти конусность стержня расчетной заготовки K . Приводим стержень к виду усеченного конуса с размером меньшего основания $d_{\min} = 22 \text{ мм}$. Размер большего основания по формуле (22) $d_k = 24 \text{ мм}$.

Тогда

$$K = \frac{d_k - d_{\min}}{l_c} = \frac{24 - 22}{190} \approx 0,01;$$

$$S'_{зз} = S_{нр} - K(S_{нр} - S_{нд}) = 1350 - 0,01(1350 - 770) = 1344 \text{ мм}^2.$$

Если применить заготовку квадратного сечения, то

$$A'_{зз} = \sqrt{S'_{зз}} = \sqrt{1344} \approx 37 \text{ мм}.$$

Выбираем заготовку $A_{зз} = 38 \text{ мм}$ (квадрат 38 мм) с площадью сечения $S_{зз} \approx 1440 \text{ мм}^2$.

Расчет и построение протяжного ручья (см. табл. 15).

1. Высота в протяжном пороге a находится в данном случае после определения стороны a_c квадрата протянутой заготовки

$$V_c = V_{р.з} - V_2 = 148\,680 - 56\,000 = 92\,680 \text{ мм}^3;$$

$$a_c = \sqrt{\frac{V_c}{l_c}} = \sqrt{\frac{92\,680}{190}} \approx 22,1 \text{ мм}.$$

При $l_c = l_{нр} = 190 \text{ мм}$ (см. рис. 81)

$$a = 0,9a_c = 0,9 \cdot 22,1 = 20 \text{ мм}.$$

2. Длина протяжного порога

$$C = 1,3A_{зз} = 1,3 \cdot 38 = 49,4 \text{ мм};$$

принимаям $C = 50 \text{ мм}$.

Коэффициент 1,3 принят согласно табл. 15 на том основании, что

$$l_{исх} = \frac{V_c}{S_{зз}} = \frac{92\,600}{1440} = 64,5 \text{ мм};$$

$$\frac{l_{исх}}{A_{зз}} = \frac{64,5}{38} = 1,7.$$

3. Радиус перехода

$$R = 0,25C = 0,25 \cdot 50 = 12,5 \text{ мм}.$$

4. Радиус скругления

$$R_1 = 2,5C = 2,5 \cdot 50 = 125 \text{ мм}.$$

5. Ширина ручья при его расположении под углом $\alpha = 15^\circ$ к оси штампа по формуле (табл. 15) при $A_{зз} = 38 \text{ мм}$

$$B = 1,5 \cdot 38 + 10 = 67 \text{ мм}.$$

Выбираем $B = 70 \text{ мм}$.

6. Глубина ручья при наличии выступа на конце стержня

$$e = 1,2d_{\delta} = 1,2 \cdot 29,6 = 35 \text{ мм}.$$

В данном случае протяжной ручей располагается с той же стороны, что и нож, а поэтому глубина ручья (размер e) определяется размером H отрубного ручья (см. табл. 16, п. 1):

$$e = H = D_{зз} + 20 = 38 + 20 = 58 \text{ мм}.$$

Выбираем $\frac{H}{2} = \frac{e}{2} \approx 30 \text{ мм}$.

Построение протяжного ручья производим по найденным размерам в соответствии с рис. табл. 15.

Расчет и построение подкатного ручья:

1. Длину элементов ручья определяют по общим правилам построения подкатного ручья исходя из размеров расчетной заготовки.

2. Размеры профиля ручья по высоте находят по табл. 31.

31. Определение высоты ручья

№ сечения	№ сечения			№ сечения			
	Размер d_3 по эпюре в мм	Значение коэффициента μ	Высота ручья $h = \mu d_3$ в мм	Размер d_3 по эпюре в мм	Значение коэффициента μ	Высота ручья $h = \mu d_3$ в мм	
1	16,2	0,75	12,2	6	22,3	0,75	16,7
2	27,0	0,75	20,0	7	22,5	0,75	16,9
3	22,0	0,75	16,5	8	44,6 *	1,05	46,9
4	29,6	0,75	22,5	9	46,0	1,05	48,4
5	23,0	0,75	17,3	10	17,3	0,75	13,0

* Исходим из формы головки, приведенной к плавному контуру.

3. Профиль ручья строят по указаниям табл. 15. Место под концевой выступ, получающее в результате строгого построения по точкам ступенчатую форму, приводят к плавной по средней высоте $h = 22$ мм.

4. Ширину ручья определяют по формуле (3), табл. 15 из условия, что производится подкатка предварительно протянутой заготовки

$$B = \frac{S_{зз}}{h_k} + 10 = \frac{1440}{25} + 10 = 67,5 \text{ мм.}$$

Предусмотренные формулой (3) пределы

$$(d_3 \max + 10) \div 1,7A_{зз} = \\ = (46 + 10) \div 1,7 \cdot 38 = 56 \div 65 \text{ мм.}$$

Размер 25 мм является высотой профиля подкатного ручья в месте, соответствующем переходу головки в стержень по эпюре. На чертеже эпюры (см. рис. 81) видно, что этот размер надо взять на расстоянии 21 мм от оси головки.

Производим проверку на минимальную ширину:

$$B_c = \frac{S_c}{h_{\min}} + 10 = \frac{a_c^2}{h_{\min}} + 10 = \frac{22,1^2}{16} + 10 \approx 40 \text{ мм.}$$

Выбираем $B = 65$ мм.

Расположение ручьев, определение расстояния между ручьями, размеров штамповых кубиков и построение замка производим по общим правилам. Для строжки замка необходимо предусмотреть канавку на глубину, несколько превосходящую глубину замка. Чертеж штампа приведен на рис. 82.

2-я подгруппа

Пример 1. На рис. 83 показан чертеж поковки звена гусеницы. Эпюра сечений сложная, с несколькими головками и короткими стержнями между ними. При штамповке требуется применить пережимной ручей. Однако опробование различных вариантов штамповки показало, что при применении полосовой заготовки (равноценно расплющенной заготовки) и плавном округлении переходов сечений фигуры штамповку можно производить в одном окончательном ручье.

Чертеж молотового штампа приведен на рис. 84. Для компенсации износа контртамка верхний штамп сдвинут (при изготовлении) по отношению к нижнему на 0,75 мм в направлении, противоположном сдвигающим усилиям при штамповке. Штамповка производится на молоте 1,5 т за 4—5 ударов из полосовой заготовки размером $29 \times 100 \times 295$ мм. Производительность штамповки 2000—2500 шт. в смену.

3-я подгруппа

Пример 1. На рис. 85 приведен чертеж поковки с фланцем.

Определение основных параметров поковки. Площадь проекции поковки на плоскость разреза $F_n = 5085$ мм²; периметр $p_n = 448$ мм; объем $V_n = 189 550$ мм³; вес $G_n = 1,49$ кг.

Определение размеров заусенца. По формуле (1) $h_3 = 0,015 \sqrt{5085} = 1,15$ мм.

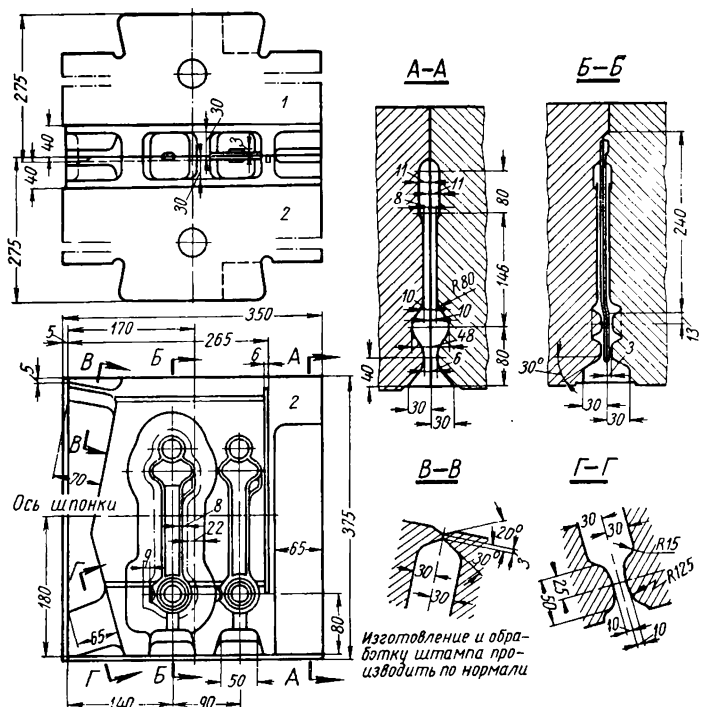


Рис. 82. Молотовый штамп для поковки рычага

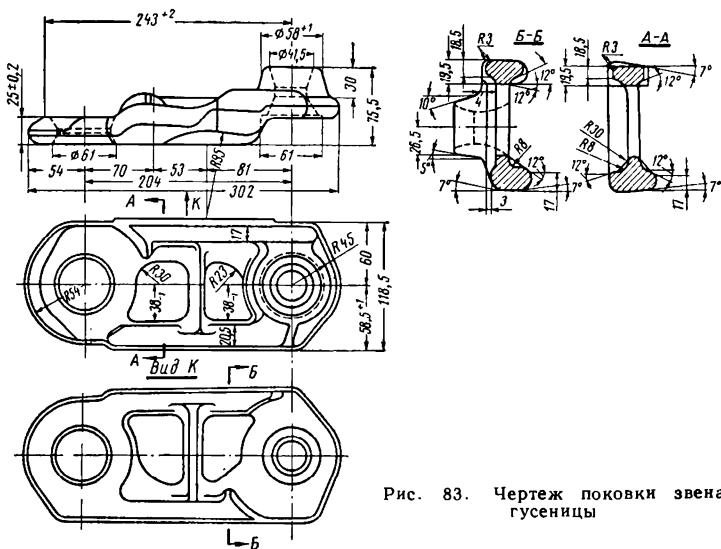


Рис. 83. Чертеж поковки звена гусеницы

Принимаем по табл. 5 ближайшее большее $h_3 = 1,6$ мм. В соответствии с рис. 18 принимаем канавку для заусенца $\frac{4}{2}$ с размерами $h_3 = 1,6$ мм;

Общий объем

$$V_3 = V_3 \phi + V_{3.1} = 19\,000 + 23\,000 = 42\,000 \text{ мм}^3.$$

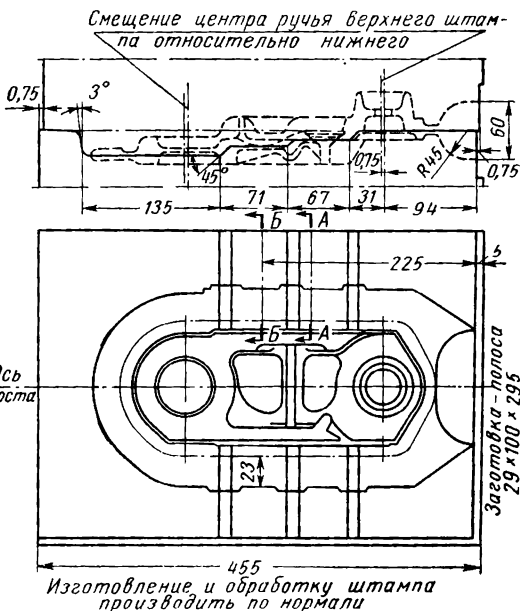
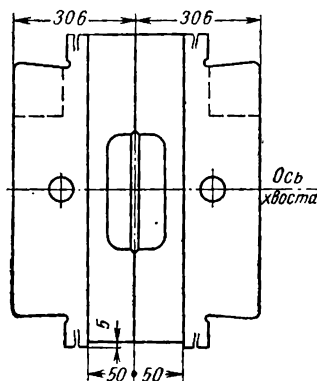
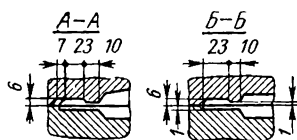


Рис. 84. Молотовый штамп для поковки звена гусеницы

$b = 9$ мм; $b_1 = 25$ мм; $S_{з.к} = 113$ мм²; $R = 1,5$ мм.

Объем заусенца определяем, пользуясь формулой (4) и замечаниями к ней: на участке фланца (при $\xi = 0,6$ по табл. 7)

$$V_{з. \phi} = 0,6 \cdot 113 \cdot 280 = 19\,000 \text{ мм}^3;$$

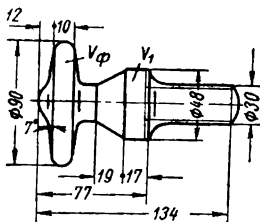


Рис. 85. Чертеж поковки с фланцем

на участке стержня, соответственно $V_{з.1} = 0,6 \cdot 113 \cdot 340 = 23\,000$ мм³.

Выбор переходов штамповки.

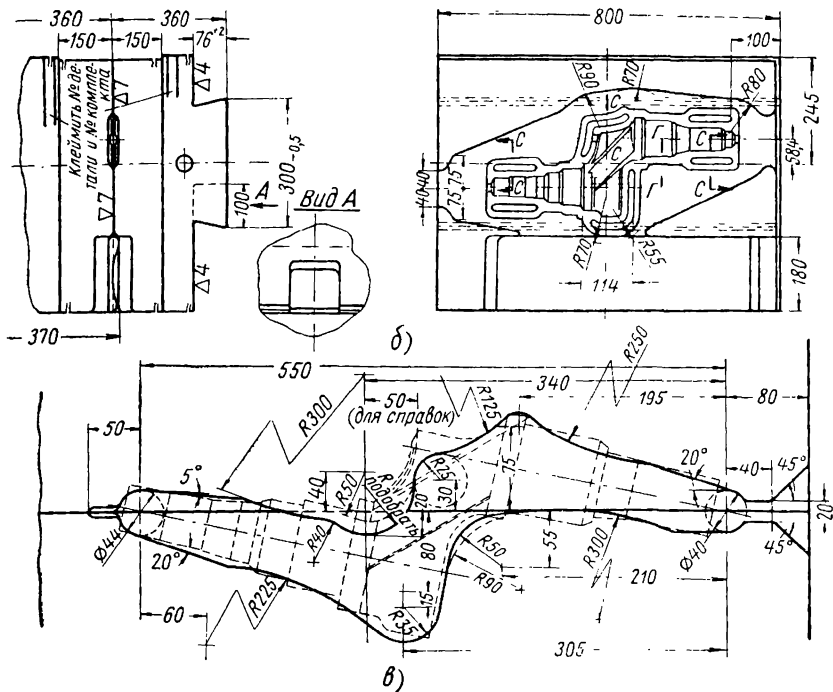
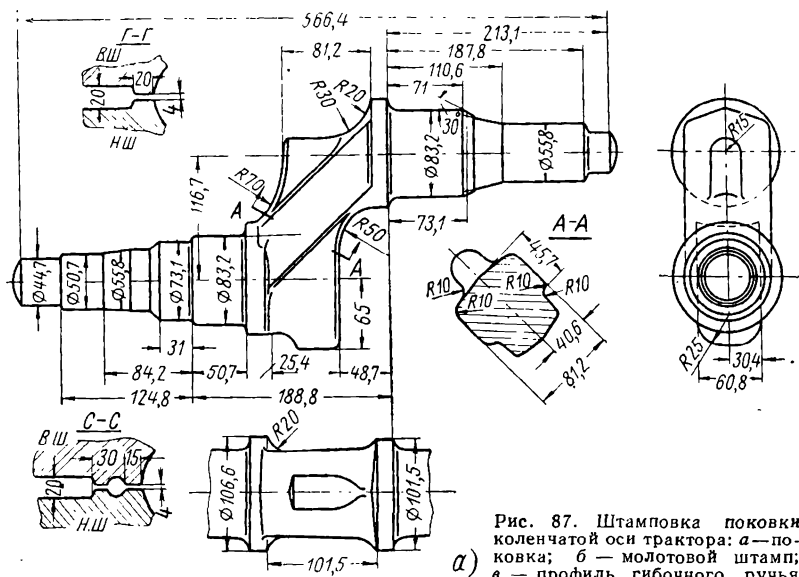
Объем фланца

$$V_{\phi} = V_{\phi} + 2V_{\kappa} = \frac{\pi 90^2}{4} \cdot 10 + 2 \cdot \frac{\pi 90^2}{4} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{90}{2} \cdot \sin 7^\circ = 63\,500 + 22\,800 = 86\,300 \text{ мм}^3;$$

так как $V_{\phi} > 3 \frac{\pi a_{\min}^3}{4}$, $86\,300 \text{ мм}^3 > 63\,500 \text{ мм}^3$, то поковка, согласно табл. 2, относится к типу Б и для ее штамповки требуется специальный протяжной и высадочный ручки.

Определение размеров заготовки. Объем заготовки с учетом заусенца

$$V_{р.з} = V_n + V_3 = 189\,550 + 42\,000 = 231\,550 \text{ мм}^3.$$



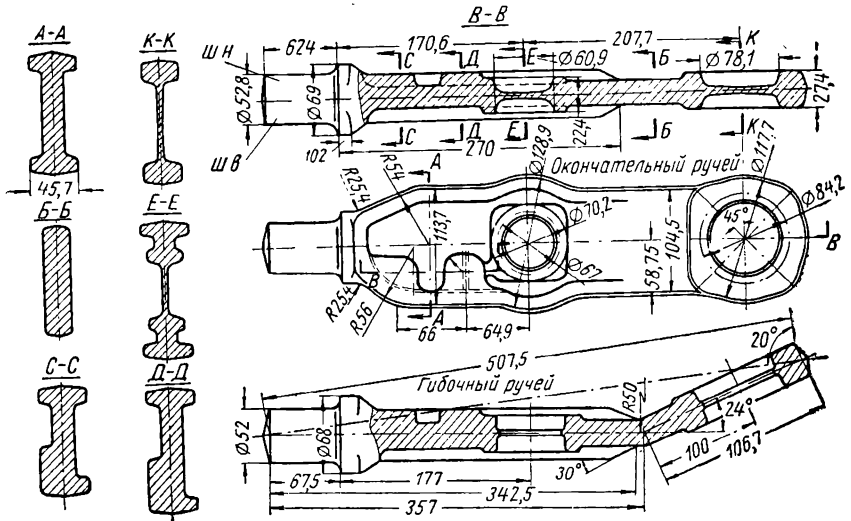


Рис. 88. Чертеж поковки задней головки трактора

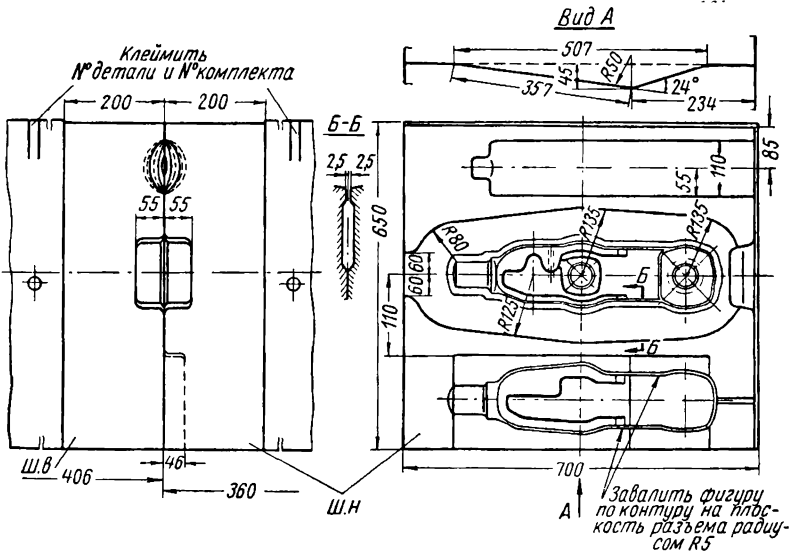


Рис. 89. Молотовый штамп для поковки задней головки трактора

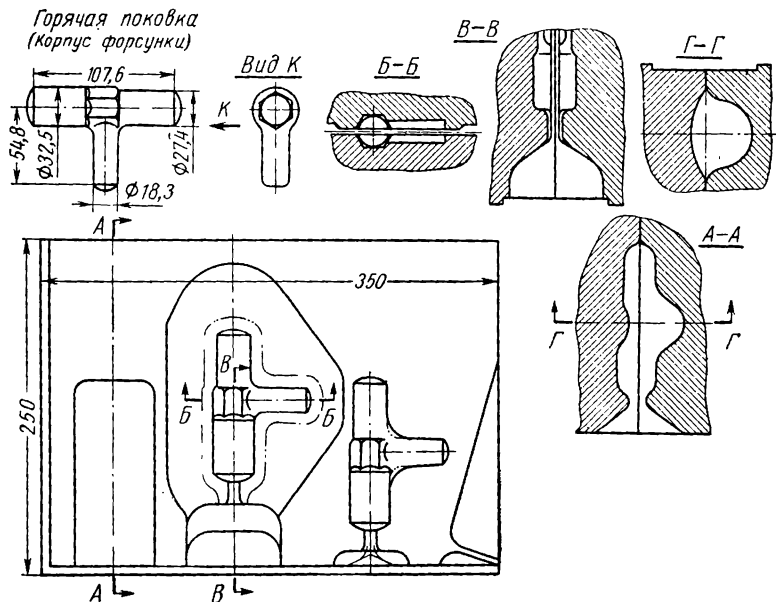


Рис. 90. Молотовый штамп для поковки корпуса форсунки

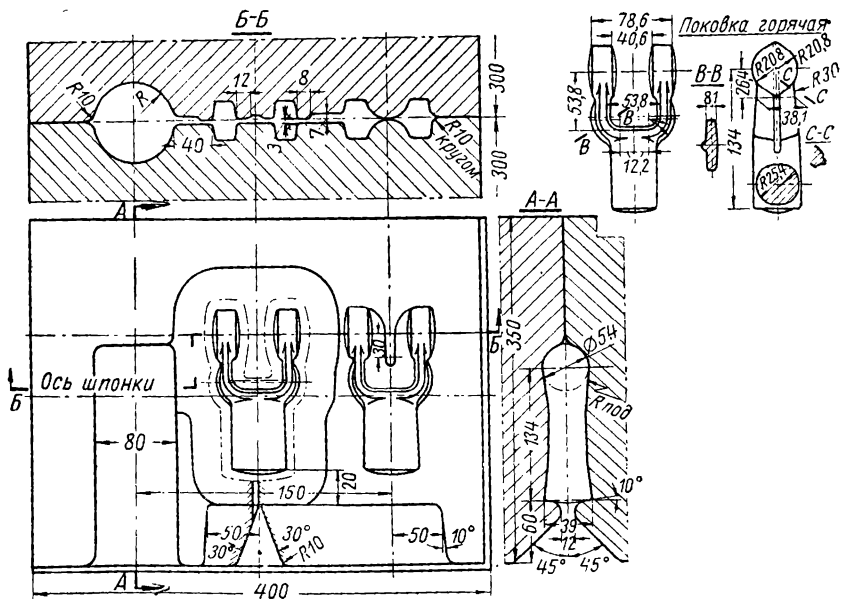


Рис. 91. Молотовый штамп для поковки вилки

заготовительных ручьев такие поковки приводятся к 1-й подгруппе.

По коэффициенту подкатываемости здесь необходим закрытый подкатной ручей. Кроме этого, применен предварительно-заготовительный ручей с рассекателем. Штамповка проводится под молотом 2 т.

Пример 3. На рис. 92 показана поковка вилки включения блокировки

6-я подгруппа

Пример 1. Типичными представителями поковок комбинированной формы являются колеччатые валы с развистым фланцем. Получение фланца осуществляют обычно высадкой на ГКМ боышки после штамповки поковки на молоте и обрезки заусенца на прессе. К этой же группе поковок относят ко-

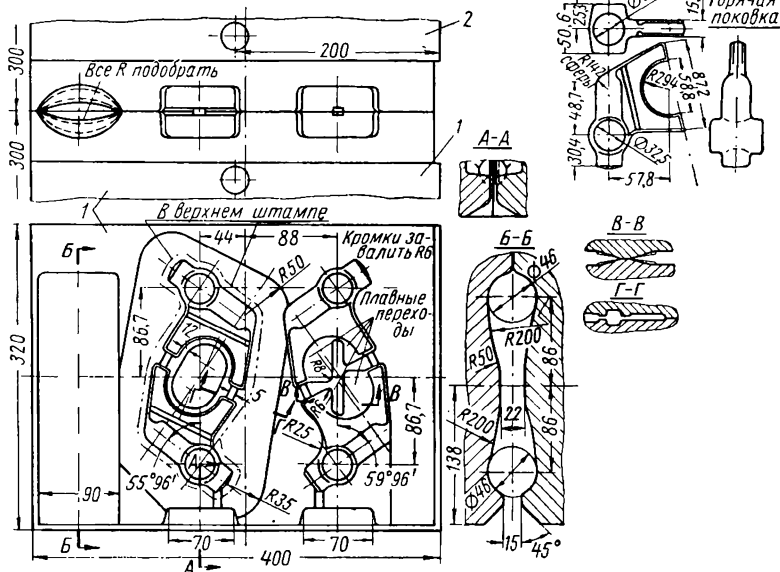


Рис. 92. Молотовый штамп для поковки вилки включения блокировки дифференциала

дифференциала и штамп для данной поковки. Поковка относится к 5-й подгруппе, типу Б и приводится к 1-й подгруппе для выбора заготовительных ручьев. Однако ввиду относительно короткой длины развилки и небольших размеров поковки целесообразно производить штамповку одновременно двух поковок. По коэффициенту подкатываемости требуется закрытый подкатной ручей. Предварительно-заготовительный ручей имеет рассекатель сложной формы в плане.

Штамповка производится на молоте 2—3 т из заготовки диаметром 48 мм, $l = 230$ мм на 2 поковки.

ленчатые валы, у которых оси шатунных и коренных шеек расположены в разных плоскостях и которые, особенно в случае наличия противовесов, подвергают выкрутке на специальной выкрутной машине после штамповки на молоте и обрезки заусенца на прессе.

В отношении такого вида поковок (см., например, рис. 93) рекомендуется применить поэлементный метод расчета переходов штамповки и размеров исходной заготовки. В конфигурации поковок этого вида (рис. 93, а) можно выделить три элемента: передний участок с фланцем L_1 , средний — колеччатый участок L_2 и хвостовую часть L_3 .

Рассматривая первый участок с фланцем, следует в зависимости от его формы и размеров решить вопрос

с этого участка L_2 , следует его рассматривать как элемент с изогнутой осью.

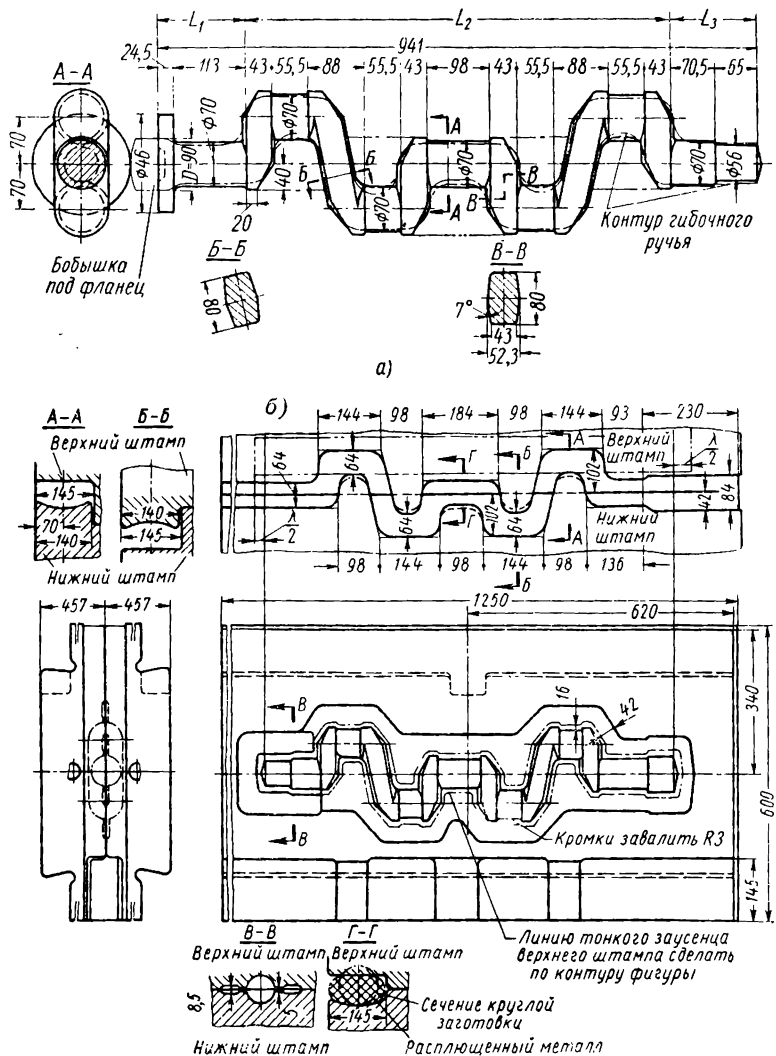


Рис. 93. Штамповка коленчатого вала: а — поковка; б — молотовый штамп

о его получении только в молотовом штампе или высадкой на ГКМ элемента молотовой поковки. Определяя необходимые переходы и размеры исходной заготовки для среднего колен-

Хвостовая часть L_3 содержит обычно утоненный элемент, требующий или применения какой-либо заготовительной операции (например, вытяжки хвоста при подкатке), или устройства

на этом участке в молотовом штампе увеличенной заусенечной канавки для размещения возможного избытка металла (см. чертеж штампа на рис. 93, б).

Определив требуемые переходы и размеры заготовки на отдельных участках, устанавливаем необходимые переходы и размеры исходной заготовки для поковки в целом.

Поковки II группы. Поковки, штампуемые вдоль оси заготовки (штамповка осадкой в торец)

1-я подгруппа

Пример 1. На рис. 94 приведен приемочный чертеж а поковки и чертеж б для изготовления штампа поковки шестерни.

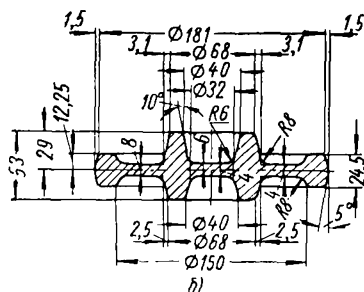
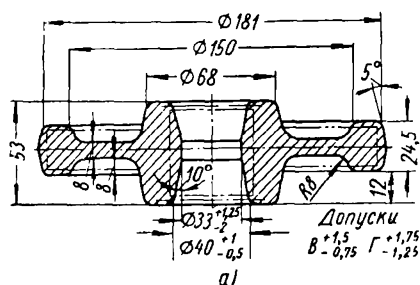


Рис. 94. Приемочный чертеж (а) и чертеж для изготовления штампа (б) поковки шестерни

Определение основных параметров поковки:

$$D_n = 181 + 2 \times 1,5 = 184 \text{ мм};$$

$$p_n = 578 \text{ мм}; \quad V_n = 510\,000 \text{ мм}^3$$

как сумма объемов отдельных элементов; $G_n = 4000 \text{ г} = 4 \text{ кг}$.

Определение размеров заусенца:

$$h_3 = 0,015 \cdot 184 \approx 2,75 \text{ мм}.$$

Выбираем заусенец $\frac{6}{2}$ (см. табл. 5):

$$h_3 = 3 \text{ мм}; \quad b = 12 \text{ мм}; \quad b_1 = 32 \text{ мм}; \quad S_{3,к} = 233 \text{ мм}^2.$$

По формуле (4) с учетом замечаний имеем

$$V_3 = 0,5 \cdot 233 \cdot 578 \cdot 1,15 = 78\,000 \text{ мм}^3.$$

Определение размеров заготовки

$$V_{n,з} = 510\,000 + 78\,000 = 588\,000 \text{ мм}^3;$$

с учетом угара (окалина)

$$V'_{n,з} = 1,02 \cdot 588\,000 \approx 600\,000 \text{ мм}^3.$$

Для облегчения резки заготовки даем при определении ее диаметра большим значением коэффициента $m = 2,5$ [формула (32)].

Отсюда по формуле (33)

$$D'_{3з} = 1,08 \sqrt[3]{\frac{600\,000}{2,5}} = 67 \text{ мм}.$$

Выбираем заготовку диаметром 70 мм ($D_{3з} = 70 \text{ мм}$).

Длина заготовки

$$L_{3з} = \frac{600\,000}{\frac{\pi \cdot 70^2}{4}} = 155 \text{ мм}.$$

Выбор переходов штамповки. Для штамповки поковки следует применить площадку для осадки и окончательный ручей.

Конструирование площадки для осадки для определения размеров штамповых кубиков. Для полной гарантии от образования зажимов желательнее заготовку подсадить на лепешку, которая перекрывала бы выступ диаметром в основании 150 мм, поэтому задаемся размером $d = 150 \text{ мм}$.

По табл. 15, п. 23 определяем построением: $a = 422 \text{ мм}$; $b = 335 \text{ мм}$. Конструкция штампа показана на рис. 95.

В целях получения возможно меньшего сдвига для подобных поковок часто применяют штампы с круглым замком.

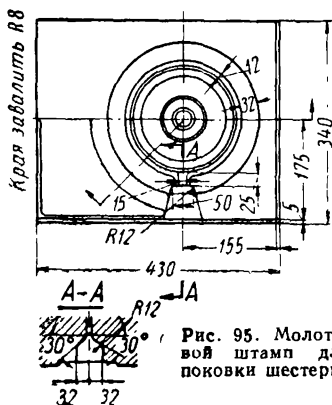
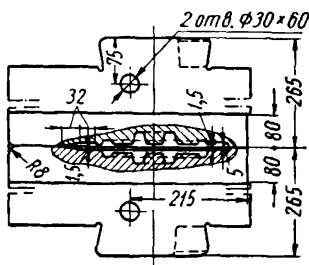


Рис. 95. Молотовый штамп для поковки шестерни

Пример 2. На рис. 96 показана поковка типа шестерни и штамп для нее. Поковка штампуется на площадке для осадки и в окончательном ручье. В штампе предусмотрен кольцевой замок. Заусенчатая канавка принята IV типа (см. рис. 17), что позволяет снизить расход металла на заусенец.

Особенностью площадки для осадки являются волнистые рифления, позволяющие сбить окалину с торцов заготовки при осадке и получить более равномерную осадку с меньшей бочкообразностью.

Штамповка проводится под молотом 2 т.

2-я подгруппа

Пример 1. Штамповка поковки типа крестовины была приведена выше, на рис. 32. Применение специального

формовочного ручья дало экономию 0,2 кг на каждой поковке по сравнению с процессом, показанным на рис. 31.

Пример 2. На рис. 97 приводится чертеж поковки крестовины и ковочного штампа. Ввиду сравнительно небольших размеров поковки применена многоштычная штамповка (на две поковки). Штамповка приводится к поковкам I группы, 1-й подгруппы. По коэффициенту подкатываемости требуется закрытый подкатной ручей, а ввиду наличия отростков большой длины применяется также предварительно-заготовительный ручей.

Штамповка производится под молотом 2500 кг.

3-я подгруппа

Пример 1. На рис. 98 показана поковка оси переднего колеса трактора и ковочный штамп. Ввиду большого объема фланца и простой его формы применен в качестве заготовительного ручья один специальный протяжной ручей (см. табл. 15, п. 26). Особенностью является наличие нижнего рычажного выталкивателя.

Штамповка проводится на молоте 4 т.

Пример 2. На рис. 99 показана поковка типа стержня с несимметричным фигурным фланцем и ковочный штамп. Для оттяжки конца заготовки применен специальный протяжной ручей, а для смещения объема металла фланца относительно стержня применен гибочный ручей. В штампе имеется нижний рычажный выталкиватель. Штамповка производится под молотом 635 кг.

ПРИМЕРЫ ШТАМПОВКИ В ЗАКРЫТЫХ ШТАМПАХ

Пример 1. На рис. 100 представлены чертеж горячей поковки клана и закрытого штампа. Штамп имеет специальный осадочный ручей и окончательный ручей. Штамповка производится на молоте 3 т из заготовки $\varnothing 95 \times 150$ мм. Вес поковки — 8,3 кг.

Пример 2. Особенностью конструкции штампа (рис. 101) является большой уклон (30°), примененный в замке окончательного ручья, что диктуется формой поковки и необходимостью

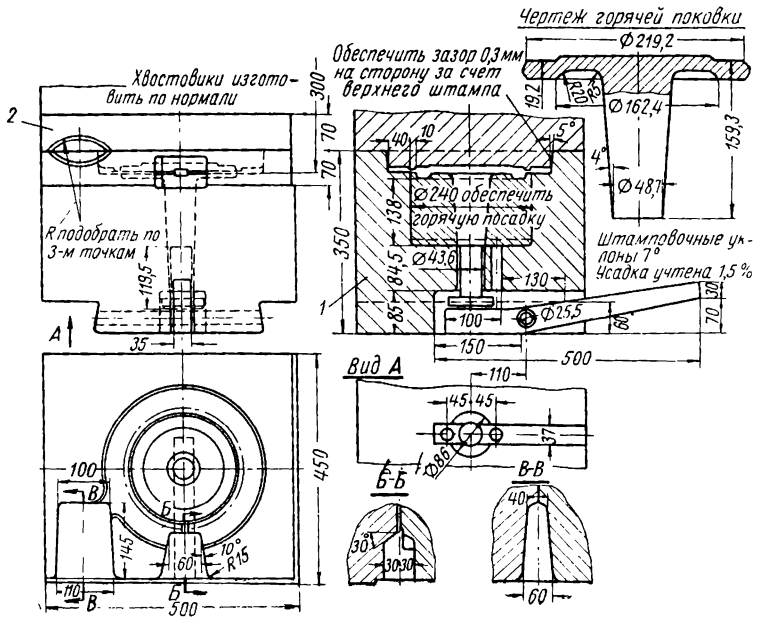


Рис. 98. Молотовый штамп для поковки оси переднего колеса трактора

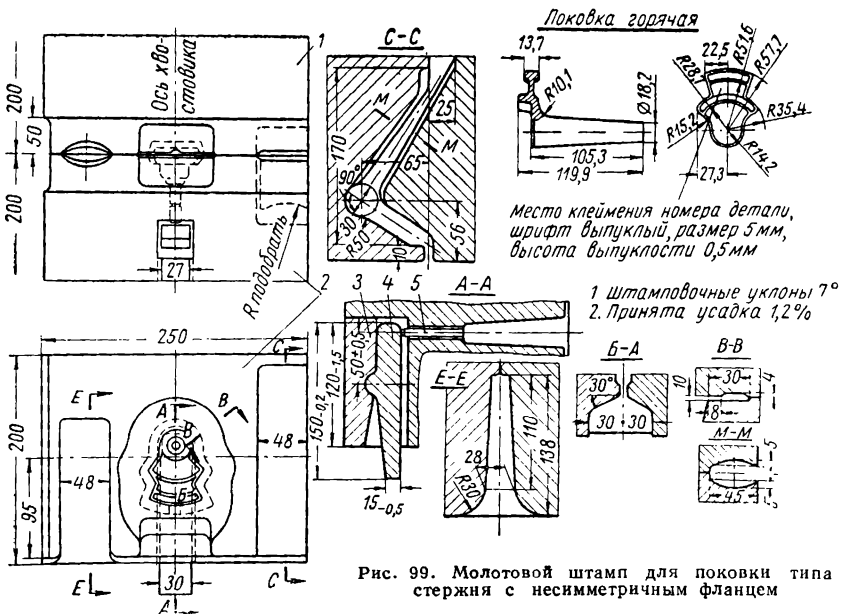
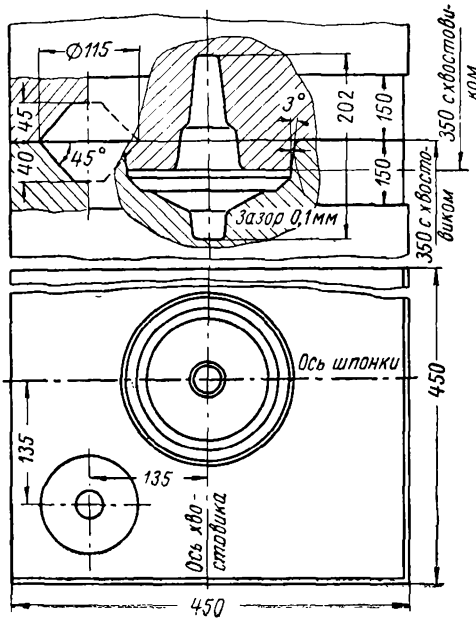
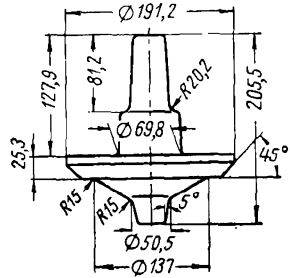


Рис. 99. Молотовый штамп для поковки типа стержня с несимметричным фланцем

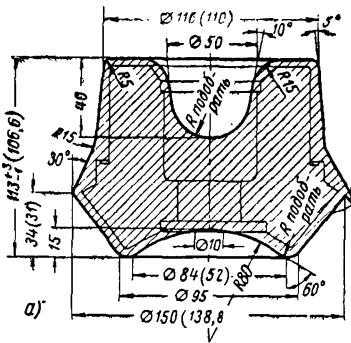


Чертеж горячей поковки



1. Штамповочные уклоны 3°, кроме указанных обода
 2. Учтена усадка 1,2%
- Материал-сталь 50

Рис. 100. Закрытый молотовый штамп для поковки клапана



Допускается заусенец до 10 мм или металление до R5

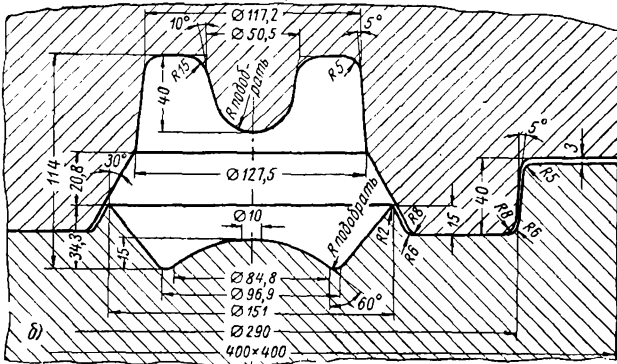


Рис. 101. Штамповка поковки конической шестерни: а — поковка; б — закрытый молотовый штамп

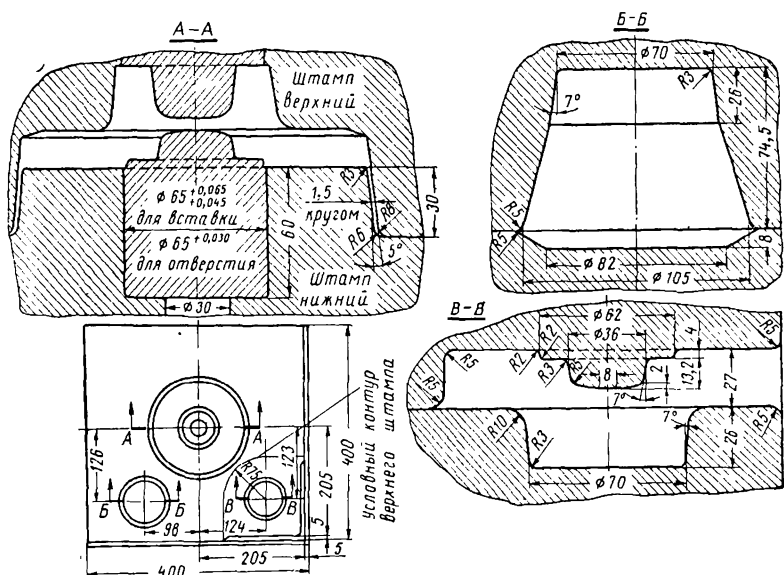


Рис. 102. Закрытый молотовый штамп для поковки шестерни

получения достаточной прочности замка. Штамповка проводится на молоте 1,5 т из заготовки 110×145. Вес поковки 10 кг.

Пример 3. На рис. 102 показан закрытый штамп для поковки шестерни. В штампе имеются 3 ручья:

специальный осадочный, специальный высодочный и окончательный ручей. Первые два ручья обеспечивают необходимое формообразование и углубление в заготовке для точной центровки в окончательном ручье. Штамповка проводится на молоте 3 т.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ангервакс А. И., Брин И. Д., Гильденблат С. Н. и др. Безоблойная штамповка. Под ред. Головнева И. Ф. М., Машгиз, 1958.
2. Бабенко В. А., Бойцов В. В., Волик Ю. П. Объемная штамповка. Атлас схем и типовых конструктивных штампов. М., «Машиностроение», 1965.
3. Брюханов А. Н., Ребельский А. В. Горячая штамповка. Конструирование и расчет штампов. М., Машгиз, 1952.
4. Нейштадт З. Ф. Условия применения и параметры высодочного ручья при штамповке на молотах. Технология машиностроения. Ковка и штамповка. УЗТМ Обмен техническим опытом. М., Машгиз, 1952.
5. Охрименко Я. М. Технология кузнечно-штамповочного производства. М., «Машиностроение», 1966.
6. Прогрессивная технология кузнечно-штамповочного производства, под ред. П. В. Камнева, М., Машгиз, 1952—1953.
7. Хржановский С. Н. Проектирование кузнечных цехов. М., Машгиз, 1954.
8. Шнейберг В. М. Безоблойная штамповка поковок на молотах. Руководящие материалы, ЭНИКМАШ, ОНТИ, Воронеж, 1961.
9. Штатпы молотовые для объемной горячей штамповки. Расчет и конструирование. РТМ 56—62.
10. Штатпы для объемной горячей штамповки. Вставки для молотовых штампов. МН 4235—62 — МН 4249—62.
11. Экономия металла в кузнечно-штамповочном производстве. М., Машгиз, 1953.
12. Семенов Е. И. Определение веса падающих частей штамповочного молота, «Кузнечно-штамповочное производство», № 8, 1966.

**Ковка и объемная штамповка
стали**
Справочник, том I,
под ред. М. В. Сторожева

Редактор издательства *А. Г. Сазонов*
Технический редактор *Т. Ф. Соколова*
Корректор *А. И. Усачева*
Переплет художника *А. Я. Михайлова*

Сдано в производство 29/XI 1966 г.
Подписано к печати 12/X 1967 г.
Т-09844. Тираж 25 000 экз.
Печ. л. 27,25. Бум. л. 13,63
Уч.-изд. л. 36. Формат 60×90^{1/4}.
Темплан 1967 г. № 71. Цена 2 р. 11 к.
Зак. 1366

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.