

О Г Л А В Л Е Н И Е

Р А З Д Е Л V

РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

(д-р техн. наук *Н. С. Ачеркан*, д-р техн. наук *В. Э. Пуш*,
канд. техн. наук *Н. В. Игнатъев* и канд. техн. наук *В. А. Кудинов*)

Глава I. Критерии качества станков. Исходные положения при проектировании станков	3
§ 1. Критерии качества станков	3
§ 2. Тенденции развития современных станков	6
§ 3. Методика расчета станков	8
Глава II. Определение основных технических характеристик проектируемого станка	15
§ 1. Выбор предельных скоростей резания и подач	15
§ 2. Ряды чисел оборотов шпинделей станков	15
§ 3. Стандартные значения знаменателя ф. Стандартные ряды чисел оборотов шпинделей	17
§ 4. Выбор значений знаменателей рядов чисел оборотов шпинделей, чисел двойных ходов и подач	19
§ 5. Определение мощности электродвигателей	21
Глава III. Разработка кинематической схемы проектируемого станка	25
§ 1. Определение передаточных отношений механизмов кинематической цепи Основные кинематические зависимости для привода шпинделя Аналитический метод определения передаточных отношений Графоаналитический метод определения передаточных отношений	25 25 28 29
§ 2. Особенности подбора передаточных отношений при приводе от много- скоростного электродвигателя Структуры, отклоняющиеся от нормальной равномерной структуры	33 35
§ 3. Определение чисел зубьев колес групповых передач Модули всех передач группы одинаковы Модули передач группы различны	39 39 42
§ 4. Указания по разработке кинематической схемы проектируемого станка Варианты структуры кинематических схем Минимальное число передач Минимальное количество групп передач Учет веса привода Общие соображения о выборе кинематического варианта структуры привода	43 43 43 44 45 46
Глава IV. Коробки скоростей и подач, бесступенчатый привод главного дви- жения и движений подач	50
§ 1. Коробки скоростей станков Общие положения. Требования к коробкам скоростей Технические условия Расчетные цепи передач коробок скоростей К. п. д. коробок скоростей	50 50 51 52 52
§ 2. Типы коробок скоростей Компоновка коробки скоростей Способы переключения передач коробок скоростей	54 54 56
§ 3. Коробки подач Основные элементы механизма подач	62 62

	Основные механические связи между элементами механизма подачи	63
	Требования к коробкам подач	64
§ 4.	Типы коробок подач	65
	Коробки подач со сменными колесами при неизменном расстоянии между осями валов	65
	Коробки подач с передвижными колесами	65
	Коробки подач со встречными ступенчатыми конусами колес и вытяжными шпонками	65
	Нортоновские коробки	67
	Коробки подач в форме гитар сменных колес	68
	Механизмы типа меандра	69
§ 5.	Механизмы быстрых подач	70
§ 6.	Бесступенчатые приводы в станках	71
	Эксплуатационные преимущества бесступенчатого привода станков	71
	Способы бесступенчатого регулирования скоростей резания и подачи	72
	Электрическое регулирование	72
	Бесступенчатое регулирование при помощи гидравлического привода	73
	Регулирование при помощи механических вариаторов	73
	Способы увеличения диапазона бесступенчатого регулирования скорости приводов	74
	Конструкции механических вариаторов, применяемых в станках	75
Глава V. Шпиндели и их опоры		79
§ 1.	Основные требования к шпиндельным узлам	79
§ 2.	Материалы и конструкции шпинделей	79
§ 3.	Расчет шпинделя	81
§ 4.	Опоры шпинделей	85
	Подшипники качения в опорах шпинделей	85
	Особенности расчета подшипников качения для опор шпинделей	89
	Материалы для подшипников скольжения в опорах шпинделей	90
	Конструкции опор скольжения	91
Глава VI. Механизмы прямолинейного движения		94
§ 1.	Способы осуществления прямолинейного движения в станках	94
§ 2.	Зубчатое колесо и рейка	94
	Материалы элементов реечной передачи	95
	Указания по расчету	95
§ 3.	Червяк и рейка	96
	Материалы и особенности конструкции	96
§ 4.	Ходовой винт и гайка	97
	Технические условия	97
	Материалы ходовых винтов и гаек	98
	Конструкции ходовых винтов и гаек	98
	Расчет механизма винтовой передачи с гайкой скольжения	101
	Винтовые пары качения	104
§ 5.	Устройства для малых перемещений	106
	Термодинамический привод	107
	Магнитострикционный привод	108
	Привод с упругим звеном	109
Глава VII. Механизмы для осуществления периодических (прерывистых) движений		110
§ 1.	Периодические движения в станках и устройства для их осуществления	110
§ 2.	Храповые механизмы	111
§ 3.	Мальтийские механизмы	114
	Основные кинематические зависимости	114
	Конструктивное оформление	118
	Расчет плоских мальтийских механизмов с внешним зацеплением	119
	Плоские мальтийские механизмы с внутренним зацеплением	122
	Сферические мальтийские механизмы	124
§ 4.	Другие механизмы для осуществления периодических движений	124
Глава VIII. Реверсирующие устройства		125
§ 1.	Реверсирование движений в станках	125
§ 2.	Требования к реверсирующим устройствам	125
	Критерии применимости различных систем реверсирования	125

§ 3.	Потери энергии при реверсировании	127
§ 4.	Конструкции реверсирующих механизмов	128
Глава IX. Станины. Стойки. Столы. Поперечины (траверсы). Суппорты		134
§ 1.	Станины	134
§ 2.	Материалы станин	136
§ 3.	Типовые конструкции станин	139
§ 4.	Современное состояние проблемы расчета станин станков	143
§ 5.	Стойки, столы, поперечины, суппорты станков	146
Глава X. Направляющие		151
§ 1.	Направляющие скольжения	151
§ 2.	Гидростатические направляющие	157
§ 3.	Расчет направляющих скольжения	159
§ 4.	Направляющие качения	164
§ 5.	Круговые направляющие	169
Глава XI. Элементы систем управления станками		172
§ 1.	Функции систем управления. Предъявляемые к ним требования	172
§ 2.	Выбор системы управления и ее конструкции	174
§ 3.	Механические системы управления и их основные элементы	175
§ 4.	Многорычажные и однорычажные (однорукояточные) системы управления	178
§ 5.	Системы управления с предварительным набором скорости главного движения или подачи	183
§ 6.	Системы избирательного (селективного) переключения	185
§ 7.	Дистанционное управление	187
§ 8.	Предохранительные устройства станков	189
Глава XII. Динамический расчет и анализ металлорежущих станков		200
§ 1.	Показатели динамического качества системы станка	200
§ 2.	Динамическая система станка	201
§ 3.	Упругая система	207
§ 4.	Рабочие процессы	218
§ 5.	Анализ и расчетное определение показателей динамического качества системы станка	223

РАЗДЕЛ VI

СТАНКИ-АВТОМАТЫ И АВТОМАТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ

(канд. техн. наук *Н. В. Игнатьев*, канд. техн. наук *А. А. Какоило*,
доц. *Ю. Е. Михеев*)

Глава I. Введение		243
§ 1.	Значение и развитие автоматизации станков	243
§ 2.	Очередные задачи в области автоматизации станков	249
§ 3.	Основные понятия и определения	249
§ 4.	Рабочие циклы станков-автоматов	250
§ 5.	Частные циклы рабочих органов	250
Глава II. Кулачковые автоматы		252
§ 1.	Структура кулачковых автоматов	252
	Общие положения	252
§ 2.	Общие структурные свойства цикловых исполнительных механизмов	253
§ 3.	Общие свойства автоматов с цикловыми исполнительными механизмами (кулачковых автоматов)	254
§ 4.	Кулачковые механизмы	255
	Сменные кулачки	258
	Спаренные кулачки	259
	Привод суппортов инструментальных шпинделей с независимой подачей автомата мод. 1240-6	260
§ 5.	Структурные свойства кулачкового механизма	263
§ 6.	Структурные свойства других цикловых исполнительных механизмов	266
§ 7.	Структурные и кинематические схемы кулачковых автоматов	267
§ 8.	Структурные и кинематические схемы многошпиндельных автоматов	275

Глава III. Автоматизированные станки с приводом рабочих органов ходовыми винтами	287
§ 1. Структурные свойства пары ходовой винт—гайка	287
§ 2. Структура автоматизированных станков с ходовыми винтами	288
§ 3. Система управления автоматическим циклом при ходовых винтах	289
§ 4. Структурные и кинематические схемы	290
Схема привода в направляющей плите	292
Полуавтоматический цикл станка	297
Глава IV. Автоматизированные станки с гидравлическим приводом	303
§ 1. Общие свойства гидравлического привода подач и вспомогательных движений	303
§ 2. Система управления автоматическим циклом	304
§ 3. Силовая головка с гидравлической системой управления автоматическим циклом	305
§ 4. Применение гидравлических следящих систем для автоматического управления циклом	307
§ 5. Поперечное копирование с автоматическим регулированием скорости продольной подачи (двухкоординатное копирование)	308
§ 6. Токарно-копировальный полуавтомат мод. 1712 (станкостроительного завода им. Орджоникидзе)	311
Гидравлический привод станка	311
Работа гидропанели копировального суппорта	314
Гидропанель подрезного суппорта	315
Гидравлический привод пиноли задней бабки	316
§ 7. Токарный шестипиндельный полуавтомат параллельного действия мод. 1272 завода «Красный пролетарий»	321
Продольный и поперечный суппорты	322
Пневматический и пневмогидравлический приводы	323
Глава V. Рабочие органы автоматов	326
§ 1. Механизмы подачи заготовок	326
Механизмы подачи материала из бунта	326
Механизмы подачи пруткового материала	328
Магазинная подача заготовок	330
Бункерная подача заготовок	335
Вибрационные загрузочные устройства	337
Движение заготовки по вибрирующему лотку	338
Ориентация заготовок в вибробункере	339
Вибраторы	341
§ 2. Зажимные устройства	342
§ 3. Суппорты автоматов	352
Суппорты одношпindelных автоматов	352
Суппорты одношпindelных полуавтоматов	353
Продольные суппорты многошпindelных горизонтальных автоматов и полуавтоматов	355
Поперечные суппорты многошпindelных автоматов	357
Глава VI. Компоновка автоматов и полуавтоматов	360
§ 1. Общие требования к компоновке	360
§ 2. Компоновка одношпindelных автоматов	360
§ 3. Компоновка многошпindelных автоматов	363
§ 4. Компоновка одношпindelных полуавтоматов	363
§ 5. Компоновка многошпindelных полуавтоматов	366
Глава VII. Производительность автоматов	369
§ 1. Показатели производительности	369
§ 2. Способы повышения производительности автоматов	371
§ 3. Выбор количества шпindelей	373
Глава VIII. Наладка автоматов	376
§ 1. Составление плана обработки	376
§ 2. Определение продолжительности операции и координация рабочих ходов	377

§ 3. Общая координация цикла	378
§ 4. Определение длительности цикла обработки	380
§ 5. Особенности разработки расчетной карты для многошпиндельных автоматов	380
Определение радиусов кулачка	382
§ 6. Групповые наладки токарных автоматов	388

Станки с числовым программным управлением

Глава IX. Основные понятия, определения и принцип действия	391
§ 1. Общие положения	392
§ 2. Понятие о числовом программном управлении станками	392
§ 3. Понятие об обратной связи. Некоторые основные положения теории информации	394
§ 4. Общая схема построения станков с программным управлением	395
§ 5. Классификация систем программного управления по технологическим признакам	396
§ 6. Область применения станков с программным управлением	397
§ 7. Принцип работы станка с позиционной системой программного управления	398
Глава X. Программирование и способы кодирования информации	402
§ 1. Программирование. Системы счисления и коды	402
§ 2. Программонесители и перфораторы	407
§ 3. Устройства подачи программонесителя и считывания программы	411
Глава XI. Способы контроля положения и перемещения исполнительных узлов станка	414
§ 1. Разомкнутые и замкнутые системы управления	414
§ 2. Общие принципы построения дискретных датчиков исполнения	417
§ 3. Принцип работы аналоговых датчиков исполнения	421
Глава XII. Структура схем блоков управления в позиционных системах	424
Глава XIII. Примеры станков с позиционными системами программного управления	429
Глава XIV. Контурные системы программного управления	441
§ 1. Принцип работы станка с контурной системой программного управления	441
§ 2. Подготовка программы для станков с контурными системами программного управления	442
§ 3. Преобразование, запись на магнитную ленту и контроль программы	445
§ 4. Воспроизведение программы. Элементы устройств управления и приводы исполнительных узлов	449
Глава XV. Примеры станков с контурными системами программного управления	456
§ 1. Вертикально-фрезерный станок мод. 6Н13ЭГ Горьковского завода фрезерных станков (ГЗФС)	456
§ 2. Треккоординатный фрезерный станок мод. 644ППР Ленинградского завода им. Свердлова	458
Автоматические линии	
Глава XVI. Общие вопросы проектирования автоматических линий	461
§ 1. Основные понятия	461
§ 2. Типы автоматических линий	463
§ 3. Требования к обрабатываемым деталям	465
§ 4. Технологический процесс	466
§ 5. Режимы резания и режущий инструмент	468
§ 6. Оборудование автоматических линий	472

Глава XVII. Автоматические линии для обработки корпусных деталей	475
§ 1. Особенности технологического процесса	475
§ 2. Транспортные системы автоматических линий для корпусных деталей	480
§ 3. Поворотные устройства	486
Транспортные устройства при обработке деталей со спутниками	491
§ 4. Механизмы фиксации и зажима корпусных деталей	496
§ 5. Переналаживаемые линии для корпусных деталей	498
Глава XVIII. Производительность и структура автоматических линий	501
§ 1. Производительность автоматических линий	501
§ 2. Потери и технический коэффициент использования однопоточной заблокированной автоматической линии	502
§ 3. Деление заблокированной линии на потоки	505
§ 4. Разделение линий для корпусных деталей на секции	507
Глава XIX. Автоматические линии для обработки валов	513
§ 1. Автоматическая линия МР-107	518
Глава XX. Автоматические линии для обработки зубчатых колес	521
Автоматическая линия для обработки цилиндрических однозубцовых зубчатых колес	522
Глава XXI. Роторные автоматические линии	528
§ 1. Устройство и особенности роторных линий	528
§ 2. Производительность роторной линии	530
Глава XXII. Системы управления автоматических линий	532
§ 1. Системы управления последовательностью действия агрегатов линии	533
§ 2. Средства управления последовательностью фаз работы линии	534
§ 3. Блокирование в системах управления автоматическими линиями	536

РАЗДЕЛ VII

ИСПЫТАНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ
(канд. техн. наук В. С. Хомяков)

Глава I. Основные виды испытаний станков	539
Глава II. Испытания и исследования, проводимые для оценки точности станков	542
Глава III. Проверка точности кинематических цепей станков	547
Глава IV. Исследование температур и температурных деформаций в станках	551
Глава V. Исследование статической жесткости станков	556
Глава VI. Испытание станков на виброустойчивость. Приборы и методы экспериментального исследования колебаний в станках	564
Глава VII. Исследование колебаний станков на холостом ходу	577
Глава VIII. Испытание станков на шум	583
Глава IX. Установка металлорезающих станков на фундамент	587
Глава X. Исследование пассивной виброизоляции станков	594
Глава XI. Энергетические испытания станков (испытания на мощность)	600
Глава XII. Эксплуатационные испытания и исследования станков	609
Литература	619

Наум Самойлович АЧЕРКАН и др. «МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ». Том 2.

Редактор издательства Н. А. Иванова
Технический редактор Т. Ф. Соколова Корректоры О. Е. Мишина и Ж. Л. Суходолова
Переплет художника А. Я. Михайлова

Сдано в производство 27/V 1965 г. Подписано к печати 8/X 1965 г. Т-11193 Тираж 55 000
(1-й завод 1—40000) экз. Печ. л. 54,95. Бум. л. 19,68 Уч.-изд. л. 53. Темплан 1965 г. № 320.
Формат 70×108¹/₁₆. Цена 2 р. 80 к. Зак. 483.

Издательство «МАШИНОСТРОЕНИЕ», Москва, Б-66, 1-й Басманный пер., 3

Ленинградская типография № 6 Главполиграфпрома
Государственного комитета Совета Министров СССР по печати
Ленинград, ул. Моисеенко, 10