

Дарионов-Механосборочное дело

Д. ЛАРИОНОВ.

МЕХАНОСБОРОЧНОЕ ДЕЛО

ОНТИ • ГОСМАШМЕТИЗАТ

1934

Депозитарий

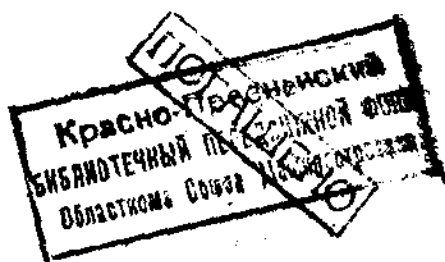
В. П. ЛАРИОНОВ

621 9

Л-25

МЕХАНОСБОРОЧНОЕ ДЕЛО

1953 г.
1305488



ГОСУДАРСТВЕННАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА



ОНТИ . НКТН

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ПО МАШИНОСТРОЕНИЮ И МЕТАЛЛООБРАБОТКЕ
ЛЕНИНГРАД 1984 МОСКВА

Автор—инженер с 20-летним стажем, работавший на производстве и в качестве преподавателя в школах ФЗУ, промышленных техникумах и вузах.

В книге изложен материал, охватывающий специальный курс технологии металлов для машиностроительных слесарей, прорабатываемый в школах ФЗУ. Практика показывает, что ввиду отсутствия учебников прохождение этого курса обычно представляет большие затруднения. Встретившись несколько лет тому назад в своем преподавании с подобными затруднениями и накопив материалы по ведению специального курса, автор излагает их в настоящей книге.

Книга выдержана в методическом отношении. Изложение предмета основано не на разборе одного какого-либо объекта (машина, станок), а разбито по отдельным видам работ, благодаря чему учащийся получает обобщающий материал, что дает возможность ориентироваться во всех случаях практики, не замыкаясь в рамках только знакомого объекта. Попутно учащийся знакомится с конструкциями механизмов, для чего в книге помещены технически правильные чертежи.

В книге характеризуются типовые виды сборки: 1) сборка неразборных деталей на заклепках, или, иначе говоря, сведения из котельного дела; 2) сборка разборных деталей на болтах, винтах и шпильках; 3) сборка с помощью клиньев и шпонок; 4) сборка вращающихся деталей, где рассматриваются валы, подшипники и опоры для подшипников с изучением приемов сборки и установки трансмиссии и контрприводов; 5) сборка поступательно-движущихся деталей и сочленений механизмов, рассматриваемых неразрывно на примере кривошипно-шатунного механизма с цилиндром и поршнем; 6) сборка трубопроводов, кранов и вентилялей; 7) проверка станков на точность работы.

Как указано выше, книга предназначается в качестве учебника для школ ФЗУ металлопромышленности. Специальный курс прорабатывается на базе математики, основ механики, общей технологии, в частности слесарного дела, и черчения. Не исключена возможность пользования этой книгой в механических техникумах, где приходится углублять некоторые отделы в отношении их теоретического обоснования. Наконец квалифицированный рабочий, вполне изучивший трудовые процессы данной специальности, также может извлечь из книги много для себя полезного. В этом случае придется исключить некоторые места книги, которые окажутся непонятными в отношении математики, и пользоваться табличным материалом.

1966 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Отсутствие подходящих учебников является важным затруднением в деле подготовки слесарей сборочной специальности. Существующие книги, которыми по необходимости приходится пользоваться в качестве учебных пособий, совершенно не соответствуют программам школ ФЗУ и написаны не в плане учебников. Поэтому вопрос о создании учебника для слесарей сборочных работ весьма актуален, и от разрешения его в большой мере зависит качество подготовки кадров данной специальности и квалификации.

Настоящая книга имеет целью восполнить указанный пробел. Являясь в основном учебником для школ ФЗУ, она предназначена обслуживать учащихся, будущих слесарей сборочной специальности. Книга написана по программе для школ ФЗУ и включает в себя так называемый специальный курс, куда входят следующие отделы: заклепки и заклепочные соединения, винты и винтовые соединения, клин и клиновые соединения, цапфы и установочные кольца, подшипники, кривошипный механизм, его детали и сборка, краны и клапаны, трубы и их соединения и проверка станков на точность работы. Как видно из этого перечня, общие сведения из курса технологии металлов и в частности слесарного дела здесь отсутствуют.

Книга рассчитана на уровень знаний в объеме семилетки. Следовательно пользующийся ею должен знать основы алгебры, тригонометрии и механики. Кроме того курсу спецдела должно предшествовать изучение слесарного дела и технического черчения.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава I. Заклепки и заклепочные соединения	
§ 1. Виды заклепочных соединений	7
§ 2. Типы и части заклепок	8
§ 3. Заклепочные швы	10
§ 4. Расчет швов и заклепок	11
§ 5. Расчет однорядного шва встык с двумя накладками	12
§ 6. Расчет длины стержня заклепки	13
§ 7. Форма замыкающих головок	—
Заклепочный инструмент и приспособления	14
§ 8. Измерительный инструмент	—
§ 9. Разметочный инструмент	16
§ 10. Режущий инструмент	18
§ 11. Давящий инструмент	—
§ 12. Скалывающий инструмент	20
§ 13. Ударный инструмент	—
§ 14. Устройство и работа пневматического молотка	21
§ 15. Обращение с пневматическим молотком	23
§ 16. Вспомогательный инструмент	24
Производство подготовительных работ	26
§ 17. Правка листов	—
§ 18. Обрезка кромок листов	27
§ 19. Сгибание листов	—
§ 20. Образование дыр	28
§ 21. Разметка в котельном деле	29
§ 22. Образование лацканов	31
§ 23. Развертка боковых поверхностей усеченных конусов. Первый способ	32
§ 24. Второй способ развертки	33
§ 25. Третий способ развертки	35
Производство работ по клепке	—
§ 26. Горячая и холодная клепка	—
§ 27. Процесс клепки	36
§ 28. Недостатки заклепочного шва	39
§ 29. Приспособление для переноски листов	40
§ 30. Приемы получения плотного шва	—
Глава II. Винты и винтовые соединения	
§ 31. Назначение и виды винтовых нарезок	41
§ 32. Типы стандартизованных болтов	43
§ 33. Нестандартизованные болты	45
§ 34. Стандартизованные гайки	47
§ 35. Стандартизованные шайбы	49
§ 36. Стандартизованные шпильки	50
§ 37. Гаечные замки	—
§ 38. Винты для соединения деталей	53
§ 39. Установочные винты	54
Приемы соединения деталей болтами и винтами	—
§ 40. Гаечные ключи и отвертки	—
§ 41. Приемы болтового крепления	59
§ 42. Изготовление болтов и гаек	61
§ 43. Винты для передачи движения	63

Глава III. Клинья и клиновые соединения

§ 44. Виды клиновых соединений	66
§ 45. Типы шпонок	67
§ 46. Нестандартизованные шпонки	69
Изготовление шпонок и шпоночных пазов	71
§ 47a. Машинное изготовление шпонок	—
§ 47b. Ручное изготовление шпонок	73
§ 48a. Машинное изготовление шпоночных пазов	76
§ 48b. Ручное изготовление шпоночных пазов на валах и во втулках	78
§ 49. Поперечные клинья	81

Глава IV. Цапфы и установочные кольца

§ 50. Цапфы	83
§ 51. Разновидности шипов	84
§ 52. Расчет массивного шипа	—
§ 53. Шейки	86
§ 54. Пяты	88

Глава V. Подшипники

§ 55. Подразделение подшипников	—
§ 56. Основные требования, предъявляемые к подшипникам	89
§ 57. Смазка подшипников	—
§ 58. Различные состояния трения	90
§ 59. Смазка при подвижной нагрузке	—

Конструкции подшипников

§ 60. Нормальный подшипник	—
§ 61. Подшипник Селлера	94
§ 62. Подшипники с кольцевой смазкой	95
§ 63. Подшипник типа Вюльфель	98
§ 64. Подшипники с целыми коническими вкладышами	98
§ 65. Уход за скользящими подшипниками	—
§ 66. Изготовление канавок	99
§ 67. Заливка подшипников	100
§ 68. Пришабривание вкладышей подшипников	101
§ 69. Шарикоподшипники	101
§ 70. Роликоподшипники	108
§ 71. Подпятники	109

Опоры для подшипников трансмиссии и их установка

§ 72. Типы опор для подшипников трансмиссии	—
§ 73. Принципы разметки трансмиссии	115
§ 74. Проверка установки подвесок и валов	116

Определение мест расположения подшипников трансмиссии

§ 75. Соединение валов муфтами	118
§ 76. Контрпривод, его разметка и установка	120

Глава VI. Кривошипный механизм

§ 77. Назначение и устройство кривошипного механизма	126
§ 78. Шатун	127
§ 79. Открытые головки	—
§ 80. Головка морского типа	128
§ 81. Форма стержня шатуна	131
§ 82. Материал для шатуна и деталей головок	—
§ 83. Крейцкопфы	132
§ 84. Направляющие	134
§ 85. Поршни	—
§ 86. Поршневые кольца	137
§ 87. Поршневые штоки	142
§ 88. Сальники	—
§ 89. Закрытый сальник	143

Сборка кривошипно-шатунного механизма	145
§ 90. Подготовительные работы	—
§ 91. Сборка цилиндра, передней крышки и станины	—
§ 92. Установка цилиндра с рамой на стандарт	146
§ 93. Пригонка коренных подшипников	—
§ 94. Установка противовесов	—
§ 95. Установка маховика и шкива	—
§ 96. Сборка крейцкопфа и соединение его с шатуном	147
§ 97. Сборка шатуна с коленчатым валом	148
§ 98. Сборка поршня с поршневыми кольцами	149
§ 99. Сборка штока с поршнем и крейцкопфом	150
§ 100. Сборка сальника	151
§ 101. Установка задней крышки	—

Глава VII. Трубопроводы и их сборка

§ 102. Чугунные трубы	152
§ 103. Изготовление чугунных труб	—
§ 104. Фланцевое соединение чугунных труб	154
§ 105. Соединение растресканных чугунных труб	156
§ 106. Соединение железных труб	157
§ 107. Приспособления для быстрого соединения железных труб	159

Разрезание и изгибание труб

§ 108. Разрезание труб	—
§ 109. Изгибание труб	160
§ 110. Компенсаторы	162

Глава VIII. Запорные приспособления

§ 111. Вентили и клапаны	163
§ 112. Вентиль запорный фланцевый чугунный	—
§ 113. Сборка запорных вентилей	164
§ 114. Притирка клапанов	165
§ 115. Вентиль Косва	—
§ 116. Клапан без сальника для кислотных жидкостей	—
§ 117. Задвижки	167
§ 118. Проходные краны	168
§ 119. Уход за кранами	169
§ 120. Разновидности клапанов	—

Глава IX. Проверка станков на точность работы

§ 121. Практическое значение испытания станков на точность работы	171
§ 122. Ватерпасы	172
§ 123. Индикатор	176
§ 124. Проверка плоскостей	177
§ 125. Проверка параллельности	178
§ 126. Проверка перпендикулярности	184
§ 127. Проверка точности вращения шпинделя в подшипниках	190
§ 128. Проверка зубчатых колес	191
§ 129. Составление плана проверки и проверочной карточки	192
§ 130. Испытание станков работой	—

Приложения

1. ОСТ 2201. Типы шарико- и роликоподшипников	197
2. ОСТ 1770. Вентили запорные фланцевые чугунные	202
3. ОСТ 1763. Краны проходные муфтовые сальниковые чугунные	204
4. ОСТ 1757. Краны проходные муфтовые натяжные бронзовые и ковкого чугуна	208
5. Карточка проверки токарного станка	212
6. Карточка проверки вертикального сверлильного станка	214
7. Карточка проверки горизонтально-фрезерного станка	215
8. Карточка проверки продольно-строгального станка	217
9. Карточка проверки шепинга	218
10. ОСТ 1639. Нормы точности и методы испытаний сверлильного наколонного станка	219
11. ОСТ 1640. Нормы точности и методы испытаний продольно-строгального станка	223
12. ОСТ 1641. Нормы точности и методы испытаний поперечно-строгального станка	225

ЗАКЛЕПКИ И ЗАКЛЕПОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

§ 1. Виды заклепочных соединений

Способ соединения посредством кленки заключается в осаживании концов детали с образованием головки. В результате получается неразъемное соединение двух деталей. Чтобы разобрать такое соединение, надо удалить головку посредством срубания ее или срезывания. Вполне понятно, что деталь после удаления головки не может быть употреблена вторично на ту же надобность.

Головка, посредством которой соединяются детали, может быть образована на конце одной из двух соединяемых деталей, или же для этого применяются специальные детали, называемые заклепками.

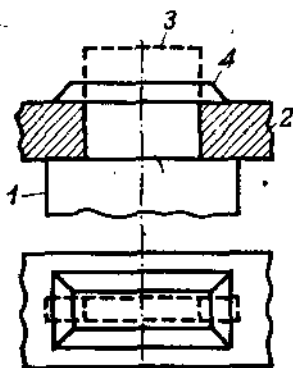


Рис. 1.

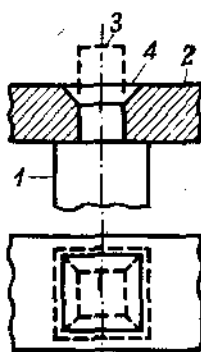


Рис. 2.

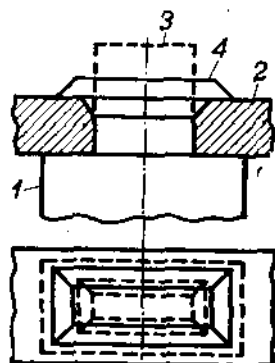


Рис. 3.

Соединение двух деталей посредством кленки без применения заклепок.

На рис. 1—4 указаны примеры первого случая. На всех этих рисунках 1 означает одну из соединяемых деталей, конец которой служит для образования головки, 2 — вторая соединяемая деталь, 3 — конец детали 1, служащий для образования головки, и 4 — головка, которую принято называть заклепкой.

Как видно из рис. 1—4, стержни, из которых получают головки, могут иметь различное сечение: прямоугольное (рис. 1 и 3), квадратное (рис. 2) и круглое (рис. 4). Головка образуется или вся снаружи (рис. 1), или в углублении второй детали (рис. 2), или же частично в углублении второй детали и частично снаружи (рис. 3 и 4). Для того чтобы получить необходимое натяжение, стержень должен иметь выступы (рис. 1—3), или концу детали придется коническая форма (рис. 4).

Указанные виды соединений хотя и встречаются на практике, но сравнительно редко. Типичным видом заклепочных соединений является соединение двух деталей посредством третьей — заклепки.

На рис. 5 показано соединение обода колеса 1 с бандажом 2 с помощью заклепки 3, которая вставляется в отверстия, имеющиеся в деталях 1 и 2, после чего на свободном конце образуется замыкающая головка.

В дальнейшем мы будем рассматривать образование неразъемных соединений с применением заклепок.

§ 2. Типы и части заклепок

Заклепка представляет собой круглый стержень 5, снабженный на одном конце закладной головкой 1 (рис. 6). После расклепывания конца стержня образуется замыкающая головка 4, благодаря чему наглухо соединяются детали 2 и 3.

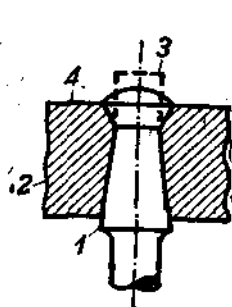


Рис. 4. Соединение двух деталей посредством клинки без применения заклепок.

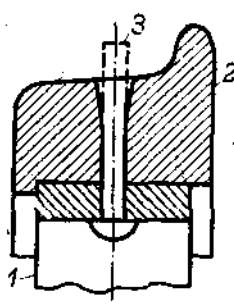


Рис. 5. Соединение двух деталей с помощью заклепки.

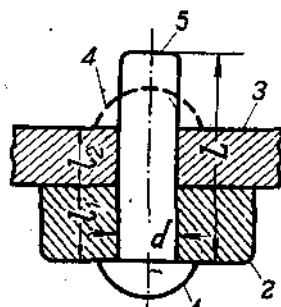


Рис. 6. Части заклепки.

Названия частей заклепок не являются общепринятыми. Стержень заклепки называют также *стеблем*, или *телом*, заклепки. Закладная головка носит название *закладной* и *первой*, а замыкающая головка — *высадной* и *второй*.

В настоящее время заклепки стандартизованы. Они, как правило, изготавливаются на специальных заводах крепежных изделий.

Заклепки различаются между собой по форме головок и размерам. На рис. 7 указаны названия заклепок по форме их головок, номера стандартов и предельные размеры диаметров стержней, т. е. толщина заклепок.

Закладные головки по своей форме бывают *полукруглые* (ОСТ 184 и 301), *потайные* (ОСТ 185 и 302), *полупотайные* (ОСТ 186 и 303), *плоские* (ОСТ 187), *бочкообразные* (ОСТ 304) и *бочкообразные с коническим подголовком* (ОСТ 305).

До введения стандартов все заклепки, кроме потайных и полупотайных, имели небольшой конический подголовок, от которого в настоящее время отказались ввиду того, что такие заклепки в отношении прочности соединения не обладают какими-либо преимуществами. Между тем постановка их вызывала дополнительную работу для образования конических углублений в соединяемых деталях.

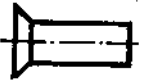
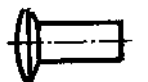
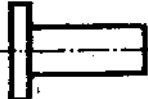
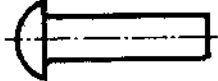
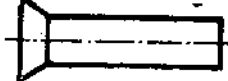
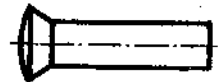
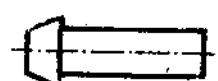
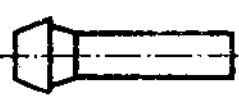
№ по пор.	Т и п	Н а з в а н и е
1		ОСТ 184. Заклепка с полукруглой головкой диаметром от 2,6 до 8 мм.
2		ОСТ 185. Заклепка с потайной головкой диаметром от 4 до 8 мм.
3		ОСТ 186. Заклепки для жестяников диаметром от 2 до 7 мм.
4		ОСТ 187. Заклепки бондарные (плоские) диаметром от 2,6 до 6 мм.
5		ОСТ 301. Заклепки с полукруглой головкой диаметром от 9,5 до 37 мм.
6		ОСТ 302. Заклепки с потайной головкой диаметром от 9,5 до 37 мм.
7		ОСТ 303. Заклепки с полупотайной головкой и диаметром стержня от 9,5 до 37 мм.
8		ОСТ 304. Заклепки с бочкообразной головкой диаметром от 13,5 до 34 мм.
9		ОСТ 305. Заклепки с бочкообразной головкой и коническим надголовком диаметром от 16,5 до 34 мм.

Рис. 7. Стандартизованные железные заклепки.

Применяется также заклепка *Шуха*, представляющая собой цилиндрический стержень с конической головкой (рис. 8). После давления, производимого на заклепку одновременно с обоих концов, образуются две головки.

Не исключена возможность применения, вместо заклепок, цилиндрических стержней соответствующей длины. После осаживания стержней с двух концов можно получить две головки. Подобная работа может быть с успехом

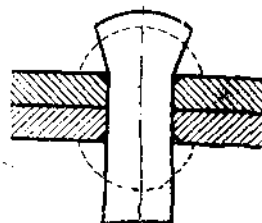


Рис. 8. Заклепка Шуха.

выполнена лишь с помощью специальных клепальных машин. Такая клепка называется *штафтовой*.

§ 3. Заклепочные швы

Посредством клепки собираются главным образом изделия из листового материала (котельные работы), а также производится сборка железных конструкций из полосового фасонного материала (рамы, фермы). Мы будем рассматривать исключительно котельные работы.

Место соединения листов посредством заклепок называется *заклепочным швом*. Различают швы *прочные*, *плотные* и *прочно-плотные*. От прочного шва, как показывает название, требуется только прочность, т. е. достаточное сопротивление действующим на шов усилиям. При этом не

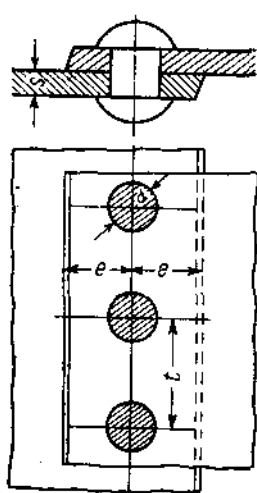


Рис. 9. Однорядный заклепочный шов *внахлестку*.

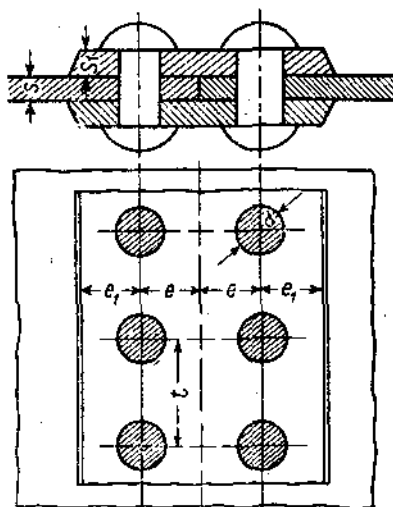


Рис. 10. Однорядный заклепочный шов *встык* с двумя накладками.

имеет значения возможность просачивания через шов жидкостей или газов. Плотный шов не должен пропускать жидкостей или газов, но в отношении прочности к нему особенных требований не предъявляется. Плотность достигается помощью прокладок между листами. Если же одновременно с сопротивлением большим усилиям от шва требуется непроницаемость для жидкостей и газов, то пользуются прочно-плотными швами.

Прочность шва достигается применением того или иного вида шва с одним или несколькими рядами заклепок, а плотность—теми же средствами, а также уплотнением швов посредством особой операции, называемой *подчеканкой*.

Различают швы *внахлестку*, или *внапуск* (рис. 9), когда края соединяемых листов накладываются один на другой, и *встык* (рис. 10), когда кромки листов примыкают вплотную. Во втором случае применяются накладки, через которые и пропускаются заклепки.

В зависимости от предъявляемых к шву требований заклепки могут располагаться в один, два или три ряда (рис. 11), соответственно чему шов называется *однорядным*, *двухрядным* или *трехрядным*.

При двухрядных или трехрядных швах заклепки могут быть расположены на одном перпендикуляре по отношению к кромкам листов, или же заклепки одного ряда располагаются в промежутках между заклепками другого ряда. В первом случае шов называется *параллельным*, а во втором — *шахматным*.

§ 4. Расчет швов и заклепок

За основание расчета шва берется толщина соединяемых листов, определяемая величиной напряжения, которое должно выдерживать изделие. Остальные данные получают вычислением на основании формул, полученных опытным путем. Рассмотрим для примера расчет однорядного шва *внапуск* (рис. 9). Толщину листов надо выразить в сантиметрах. Поэтому и остальные величины также будут выражены в сантиметрах.

На основании многолетних опытов проф. Бах предложил практические расчетные формулы для определения элементов прочно-плотных швов (табл. 1). Эти формулы нашли широкое применение в машиностроении.

Сначала определяется диаметр стержня заклепки d .

Расстояние между центрами заклепок называется *шагом шва* и выражается через диаметр стержня заклепки. Шаг шва обозначается буквой t .

Величина e , представляющая расстояние от центральной линии заклепок до кромки листа, выражается также через диаметр заклепки.

Наименьшее значение шага t определяется возможностью образовать замыкающие головки. При потайной замыкающей головке шаг берется больших размеров.

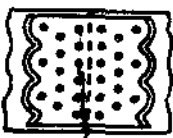
№ по пор.	Т и п	Название
1		Однорядный шов внапуск.
2		Двухрядный параллельный шов внапуск.
3		Двухрядный шахматный шов внапуск.
4		Трехрядный шахматный шов внапуск.
5		Однорядный шов встык с двумя накладками.
6		Двухрядный шахматный шов встык с двумя накладками.
7		Трехрядный шахматный шов встык с двумя накладками.

Рис. 11. Виды заклепочных швов.

Таблица 1

Расчетные формулы по Баху

Род шва		Толщина наклад- ки S_1 см	Диаметр заклепки d см	Шаг за- клепочно- го шва t см	Расстоя- ние до края листа e см	Расстоя- ние между рядами e_1 см	Расстоя- ние между рядами e_2 см
С односторонним перерезанием заклепки	Однорядный	—	$\sqrt{5S}-0,4$	$2d+0,8$	$1,5d$	—	—
	Двухрядный па- раллельный	—	$\sqrt{5S}-0,4$	$2,6d+1,0$	$1,5d$	$0,8t$	—
	Двухрядный шах- матный	—	$\sqrt{5S}-0,4$	$2,6d+1,5$	$1,5d$	$0,8t$	—
	Трехрядный	—	$\sqrt{5S}-0,4$	$3,0d+2,2$	$1,5d$	$0,5t$	—
С двойным перере- занием заклепки	Однорядный	$\frac{5}{8} \div \frac{2}{3} S$	$\sqrt{5S}-0,5$	$2,6d+1,0$	$1,5d$	$0,9e$	—
	Двухрядный па- раллельный	$\frac{5}{8} \div \frac{2}{3} S$	$\sqrt{5S}-0,6$	$3,5d+1,5$	$1,5d$	$0,5t$	$0,9e$
	Двухрядный шах- матный	$0,8S$	$\sqrt{5S}-0,6$	$5,0d+1,5$	$1,5d$	$0,4t$	$1,5d$
	Трехрядный	$0,8S$	$\sqrt{5S}-0,7$	$6,0d+2,0$	$1,5d$	$0,3t$	$0,37t$

Величина e определяется возможностью подчеканки кромок шва. При слишком большом значении e лист будет пружинить, и чеканка не достигнет цели.

П р и м е р. Толщина листа равна 8 мм, или 0,8 см. Требуется вычислить величины d , t и e .

Пользуясь табл. 1, находим сначала диаметр заклепки:

$$d = \sqrt{5S} - 0,4 \text{ см} = \sqrt{5 \cdot 0,8} - 0,4 \text{ см} = \sqrt{4} - 0,4 \text{ см} = 2 - 0,4 \text{ см} = 1,6 \text{ см} = 16 \text{ мм}.$$

По диаметру найдем величину шага:

$$t = 2d + 0,8 \text{ см} = 2 \cdot 1,6 + 0,8 \text{ см} = 3,2 + 0,8 \text{ см} = 4 \text{ см} = 40 \text{ мм}.$$

Остается найти расстояние от кромки листа до центральной линии заклепок:

$$e = 1,5d = 1,5 \cdot 1,6 = 2,4 \text{ см} = 24 \text{ мм}.$$

§ 5. Расчет однорядного шва веток с двумя накладками

Для этого расчета пользуются следующими соотношениями (рис. 10):

$$S_1 = \frac{5}{8} \div \frac{2}{3} S,$$

$$d = \sqrt{5S} - 0,5 \text{ см},$$

$$t = 2,6d + 1,0 \text{ см},$$

$$e = 1,5d,$$

$$e_1 = 0,9e.$$

Пример. Толщина соединяемых листов равна 12 мм, или 1,2 см. Вычислить остальные величины, значения которых указаны на рис. 10.

Находим толщину накладок, причем толщина внешней накладки будет равна:

$$S_1 = \frac{5}{8} S = 12 \cdot \frac{5}{8} = 7,5 \text{ мм},$$

а толщина внутренней:

$$S_2 = \frac{2}{3} S = 12 \cdot \frac{2}{3} = 8,0 \text{ мм}.$$

Диаметр стержня заклепки определится по формуле:

$$d = \sqrt{5S} - 0,5 \text{ см} = \sqrt{5 \cdot 1,2} - 0,5 \text{ см} = \sqrt{6} - 0,5 \text{ см} \cong 2,5 - 0,5 \text{ см} = 2 \text{ см} = 20 \text{ мм}.$$

По диаметру найдем шаг:

$$t = 2,6d + 1,0 \text{ см} = 2,6 \cdot 2 + 1 \text{ см} = 5,2 + 1 = 6,2 \text{ см} = 62 \text{ мм}.$$

Расстояние от центральной линии заклепок до кромок листа также находим через диаметр:

$$e = 1,5d = 1,5 \cdot 2 = 3 \text{ см} = 30 \text{ мм}.$$

Наконец расстояние e_1 от центральной линии заклепок до кромки накладок находим через e :

$$e_1 = 0,9e = 0,9 \cdot 20 = 18 \text{ мм}.$$

§ 6. Расчет длины стержня заклепки

Полная длина стержня заклепки должна равняться толщине соединяемых листов с некоторым запасом на образование замыкающей головки. Если обозначим полную длину заклепки через L , общую толщину соединяемых листов — l_1 и выступающую часть стержня — l_2 (рис. 6), то $L = l_1 + l_2$.

Для полукруглых замыкающих головок $l_2 = 1,3 \div 1,75d$ или в среднем $1,5d$. Для потайной головки $l_2 = 0,7d$.

Пример. Вычислим длину стержня заклепки, если соединяются внакладку два листа толщиной каждый по 8 мм.

$$L = l_1 + l_2,$$

$$l_1 = 2 \cdot 8 = 16 \text{ мм},$$

$$d = \sqrt{5S} - 0,4 \text{ см} = 16 \text{ мм},$$

$$l_2 = 1,5d = 1,5 \cdot 16 = 24 \text{ мм},$$

$$L = 16 + 24 = 40 \text{ мм}.$$

Окончательно длина заклепки подбирается по таблицам ГОСТа.

§ 7. Форма замыкающих головок

Замыкающей головке обычно придают полукруглую (полусферическую) форму. Для получения плотного шва головка заклепки имеет размеры, указанные на рис. 12. Если же имеется в виду получение прочно-плотного шва, то головке дают размеры согласно рис. 13.

Как видно из сравнения размеров головок, высота и ширина головки заклепки для прочно-плотного шва несколько больше сравнительно с головкой для прочного шва.

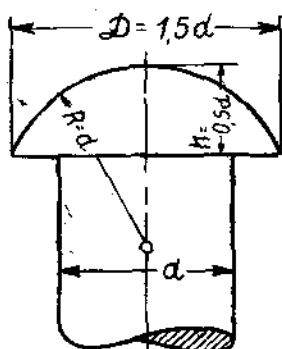


Рис. 12. Форма замыкающей головки прочного шва.

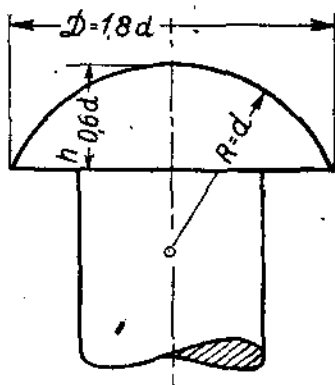


Рис. 13. Форма замыкающей головки прочно-плотного шва.

ЗАКЛЕПОЧНЫЙ ИНСТРУМЕНТ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Для производства клепки пользуются, кроме обыкновенного слесарного инструмента, также специальным инструментом, на рассмотрении которого мы и остановимся. По своему назначению весь инструмент можно подразделить на семь групп.

§ 8. Измерительный инструмент (рис. 14)

К измерительному инструменту, являющемуся специальным в котельном деле, относятся кронциркуль, измерительное колесо, щуп и делительный циркуль.

Кронциркуль отличается от обыкновенного слесарного кронциркуля наличием длинной рукоятки (рис. 14—1). Это вызывается тем, что в котельном деле кронциркулем приходится

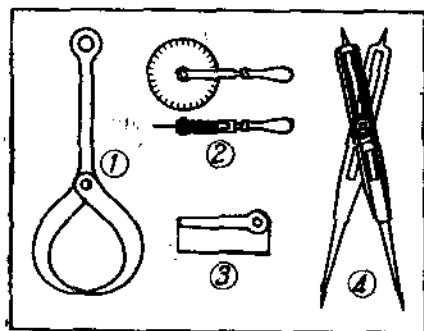


Рис. 14. Измерительный котельный инструмент.

1—кронциркуль; 2—измерительное колесо;
3—щуп; 4—делительный циркуль.

измерять в трудно доступных местах.

Измерительное колесо предназначается для измерения длины линии на кривых поверхностях или кривых линий на плоскостях. В некоторых случаях эту работу можно выполнить с помощью гибкого стального масштаба. Измерительное колесо дает возможность во всех случаях произвести измерение быстро и с достаточной точностью. Устройство его видно из рис. 14—2.

В зависимости от длины линий, которые приходится измерять, колесо может иметь различный диаметр. Для

удобства измерения задаются длиной окружности и по ней уже определяют диаметр колеса.

Допустим, что мы хотим иметь колесо с длиной окружности, равной 500 мм, следовательно: $\pi D = 500$ мм; отсюда находим диаметр колеса:

$$D = \frac{500}{\pi} = 159,15 \text{ мм.}$$

Такое колесо за один полный оборот будет проходить 500 мм. Для того чтобы можно было измерять длины, соответствующие частям оборота, окружность колеса делят на несколько равных частей. В зависимости от задаваемой точности инструмента величина делений может быть от 1 до 5 мм. Если в нашем примере мы хотим получить измерение с точностью в 1 мм, то окружность делится на 500 равных частей. Если же задаваться точностью в 5 мм, то на колесе должно быть 100 делений. Против делений ставятся цифры, указывающие число миллиметров от нулевого деления, которое очевидно совпадает с последним делением. В нашем примере деление 0 и 500 совпадут. При производстве измерения колесо принято катить от себя, держа его за ручку. Вполне понятно, что и числа у делений должны быть расположены в таком порядке, чтобы можно было производить отсчет. Если смотреть на колесо так, как оно изображено на рис. 14—2 (вверху), то постепенное увеличение чисел должно идти по направлению часовой стрелки.

Приступая к измерению, надо установить колесо так, чтобы его нулевое деление совпадало с началом измеряемой линии. После этого катят колесо по возможности точно по направлению линии и считают целое число оборотов. Дойдя до конца линии, замечают число делений, соответствующее неполному обороту, и делают подсчет.

П р и м е р. Длина окружности колеса — 500 мм. Величина одного деления — 5 мм. При измерении колесо сделало 3 полных оборота и сверх этого прошло 15 делений. Длина измеряемой линии равна:

$$L = 500 \cdot 3 + 5 \cdot 15 = 1500 + 75 = 1575 \text{ мм.}$$

Если бы конец измеряемой линии пришелся между делениями, то, производя подсчет по последнему пройденному делению, длину излишка можно определить на глаз. Чем меньше будет величина делений, тем реже придется к этому прибегать.

Щуп (рис. 14—3) применяется для измерения зазоров между соединяемыми листами, с целью убедиться в достаточной плотности шва. Он представляет собой стальной клин с нанесенными делениями, соответствующими толщине клина в данном сечении. Щупы бывают и иного вида, представляя набор тонких пластинок, начиная с 0,02 мм.

Делительный циркуль (рис. 14—4) состоит из двух ножек, которые скрепляются шарниром, причем соотношение длины ножек может меняться. В таком же отношении будут изменяться расстояния между концами ножек разных концов циркуля. Благодаря этому циркулем можно сразу измерять и делить.

Например если длина ножек будет относиться как 1 к 2, то, измерив расстояние длинными ножками, мы получим между короткими ножками циркуля половину этого расстояния. Ввиду того, что такой циркуль создан на принципе пропорциональности, его называют также *пропорциональным*.

§ 9. Разметочный инструмент (рис. 15—18)

Сюда относятся малка, чертилка (игла), рейсмус, переводка, центровочный кернер, нюрнбергские ножницы, пружинный кернер и автоматический кернер.

Малка (рис. 15—1) служит для построения углов и представляет собой соединение транспортира с линейкой.

Чертилка, или **игла** (рис. 15—2), предназначена для прочерчивания линий на металле при разметке. Изготавливается из закаленной стали. Конец ее остро затачивается.

Рейсмус (рис. 15—3) состоит из обоймы и линейки с острием на конце. Линейку можно перемещать вдоль обоймы и закреплять барашком. С помощью рейсмуса можно проводить параллельные линии по отношению к кромке листа или стороне полосы. Для этого устанавливают острие на требуемую длину от уступа обоймы и ведут уступ вдоль кромки или стороны полосы. В результате острие прочерчивает требуемую линию.

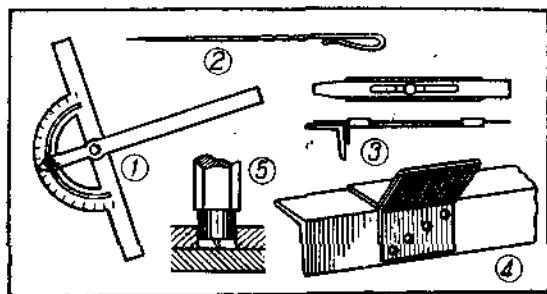


Рис. 15. Разметочный котельный инструмент.

1 — малка; 2 — чертилка; 3 — рейсмус; 4 — переводка; 5 — центровочный кернер.

Переводка (рис. 15—4) облегчает работу, так как сразу определяет места расположения отверстий. Она имеет форму двугранного угла, согнутого из листового материала. Выступающее ребро служит для держания рукой. В сторонах просверливаются круглые отверстия, расположенные в таком порядке, как это требуется для шва. Наложив переводку, очерчивают чертилкой форму отверстий в виде окружностей. Центры этих окружностей и будут центрами отверстий для заклепок. При наличии центровочного кернера, описанного ниже, можно сразу намечать центры отверстий, не очерчивая окружностей. После разметки всех отверстий, имеющихся в переводке, она перемещается вдоль листа или полосы, и разметка продолжается.

Центровочный кернер (рис. 15—5) имеет на конце цилиндрическую часть, переходящую в конус. Диаметр цилиндрической части должен совпадать с диаметром отверстий в переводке. Вставив кернер в отверстие переводки, как указано на рисунке, наносят по нему удар, вследствие чего конус кернера намечает центр отверстия. Если имеется один лист с готовыми отверстиями, то его можно использовать как шаблон, применяя те же приемы работы, которые описаны для переводки.

Нюрнбергские ножницы (рис. 16) состоят из пластинок одинаковой длины, соединенных шарнирно, как указано на рисунке. В шарнирах имеются отверстия, через которые можно производить разметку с помощью чертилки. Пользуясь нюрнбергскими ножницами, можно производить деление прямой на равные части.

Пример. Требуется разделить отрезок прямой на 5 равных частей. Растянем ножницы с таким расчетом, чтобы центры отверстий 0 и 5 совпали с концами отрезка, тогда центры отверстий 1, 2, 3 и 4 укажут

границы искомым частей отрезка. Для удобства работы полезно занумеровать отверстия, как указано на рисунке, благодаря чему не потребуется производить их отсчета.

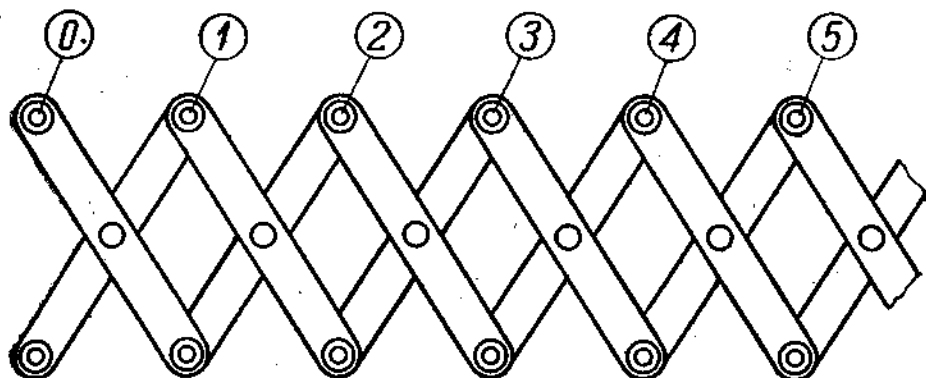


Рис. 16. Нюрнбергские ножницы для разметки.

В зависимости от длины пластинок, из которых составлены ножницы, их можно раздвигать на большую или меньшую длину. Поэтому следует иметь набор ножниц с разной длиной пластинок.

Пружинный кернер (рис. 17) дает возможность наносить контрольную окружность посредством кольцевого острья на конце его тела. Устройство пружинного кернера ясно показано на рисунке. Кернер устанавливается острием в намеченный уже центр, после чего по верхнему концу кернера наносится удар молотком.

Автоматический кернер (рис. 18). Справа на рисунке указан наружный вид кернера, а слева — разрез. Перечень деталей имеется под рисунком. Особенность такого кернера заключается в том, что посредством него можно наносить углубления для разметки (керны), не пользуясь молотком, что создает большие удобства.

Кернер берется в руку за накатанную часть, устанавливается вершиной острья в нужную точку и затем прижимается к изделию. Через короткий промежуток времени внутри корпуса кернера происходит удар, под действием которого образуется углубление в металле. Вслед за этим кернер опять готов к действию. Это происходит следующим образом. При нажатии на острие 4 оно вместе со стержнем 5, курком 7 и ударником 8 углубляется внутрь корпуса кернера, состоящего из гильзы (средней части) 2, колпачка (верхней части) 1 и наконечника (нижней части) 3. При этом спиральная пружина 9 сжимается, а листовая пружина 10 курка 7 скользит вверх по внутренней стенке гильзы 2. Углубление указанных выше деталей в корпус кернера будет продолжаться до тех пор, пока

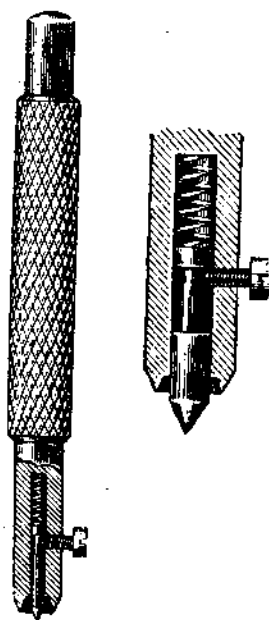


Рис. 17. Пружинный кернер.

курка 7, стоявший по отношению к стержню 5 эксцентрично, не встанет concentрично. Это произойдет под действием пологого уступа внутри гильзы, который заставит курок переместиться влево, если смотреть на рисунок. В этот момент ударник 8 нанесет удар по стержню 5 и следовательно по острiu 4. При этом курок 7 снова займет прежнее положение, будучи отжат пружиной 10 вправо, т. е. расположится эксцентрично по отношению к стержню 5. Поэтому кернер будет готов к действию.

Так как острие 4 изнашивается сравнительно быстро, то его и делают сменным.

Регулировка силы удара производится подвинчиванием колпачка 1, вследствие чего пружина 9 сжимается более туго. При отвинчивании колпачка пружина ослабляется.

Что же касается пружины 6, то ее роль второстепенная и заключается в удерживании стержня 5 в нижнем положении.

Как видно, устройство автоматического кернера сложное, но применение его представляет существенные удобства, ускоряя работу и давая возможность обходиться без молотка.

§ 10. Резущий инструмент

В котельном деле применяется обыкновенный режущий инструмент, как например резцы, сверла, развертки, зенковки, фрезы, пилы дисковые, ножовки, метчики, плашки, напильники. Специальным инструментом являются *ножницы*. Для тонких листов (до 3 мм) ножницы могут быть ручными. При большей толщине листов пользуются механическими ножницами.

Рис. 18. Автоматический кернер.

1—колпачок; 2—гильза; 3—наконечник; 4—острие; 5—стержень; 6—пружина к стержню 5; 7—курок; 8—ударник; 9—пружина к ударнику; 10—пружина к курку 7.

пильники. Специальным инструментом являются *ножницы*. Для тонких листов (до 3 мм) ножницы могут быть ручными. При большей толщине листов пользуются механическими ножницами.

§ 11. Давящий инструмент (рис. 19)

В эту группу входят: обжимка, чеканка, буртовка, бородок, оправки, гладилка, вершник и гнеток (подбойка).

Обжимка (рис. 19—1) служит для образования замыкающей головки заклепки. Конеч обжимки имеет форму, показанную на рис. 20. Отдельные размеры обжимки изменяются в зависимости от того, для каких заклепок она предназначена. Если обозначим диаметр стержня заклепки через d , то остальные размеры выразятся согласно табл. 2.

Различают обжимки для ручных молотков и для пневматических молотков. Последние значительно короче первых.

Обжимки всех видов изготавливаются из стали № 8 (с содержанием углерода в 0,8%). Обжимки для пневматических молотков закаляются

полностью. Если же обжимка предназначена для ручных молотков, то у нее закаливаются отдельно головка и хвост. Температура нагрева для заковки — до 760° ; заковка производится в воде.

Таблица 2

Размеры обжимов

Обозначение размеров	Для заклепок плотных швов	Для заклепок прочных швов
a	$1,8d$	$1,5d$
r	d	$0,8d$
C	$0,6d$	$0,5d$
D	$2d + 4 \text{ мм}$	$1,7d + 4 \text{ мм}$
l	$\begin{cases} d \leq 25 \text{ мм}; l = 50 \text{ мм} \\ d > 25 \text{ мм} + 33 \text{ мм}; l = 60 \text{ мм} \\ d > 33 + 37 \text{ мм}; l = 70 \text{ мм} \end{cases}$	

Для отпуска обжимки для пневматических молотков опускают хвост ее в расплавленный свинец, перегретый до 500° . Головка отпускается до фиолетового цвета. При отдельной заковке головки и хвоста нагревают конец обжимки на длину около 25 мм и опускают в воду на глубину 10—15 мм. Продержав в таком состоянии до потемнения, вынимают из

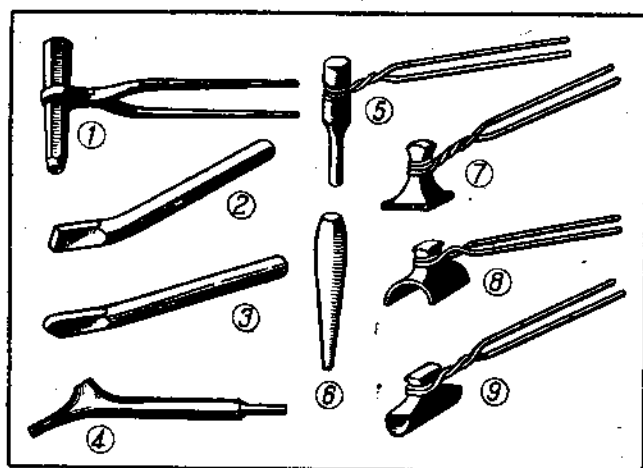


Рис. 19. Давящий котельный инструмент.

1—обжимка; 2, 3—чеканки; 4—буртовка; 5—бородок; 6—оправка; 7—гладилка; 8—вершинка; 9—гнетон.

воды, зачищают конец и наблюдают за побежалыми цветами для производства отпуска. Практикуется также охлаждение головки струей воды до потемнения с последующим отпуском.

Чеканка (рис. 19—2, 3) предназначена для подчеканки кромок листов и головок заклепок с целью получения плотного шва, не пропускающего жидкостей или газов. Чеканки изготавливаются из стали № 8 и закаливаются в воде с отпуском до фиолетового цвета. Изображенные

на рис. 19 чеканки принадлежат к одному комплекту. Работа ими будет описана ниже.

Буртовка (рис. 19—4) употребляется для разбуртовки концов труб, т. е. равномерного отгибания кромок наружу. При работе буртовка вставляется длинным острогком внутрь трубы, а короткий ее острогк прижимается к кромке, после чего по хвосту наносят удары, постепенно перемещая буртовку по всей окружности.

Бородак, стрижка, гладилка, вершник и гнеток (рис. 19—5—9) по существу являются кузнечным инструментом, имеющим применение в котельном деле для выполнения тех же операций, как и в кузнечном деле.

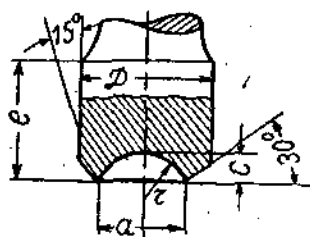


Рис. 20. Форма головки обжимки.

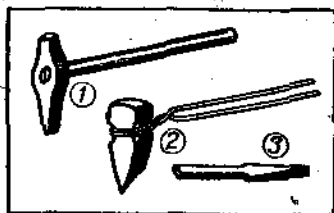


Рис. 21. Скалывающий котельный инструмент.

1—кузнечное зубило; 2—секач; 3—крейцмейсель.

§ 12. Скалывающий инструмент (рис. 21)

К этой группе относится **кузнечное зубило** (рис. 21—1), **секач** (рис. 21—2) и **крейцмейсель** (рис. 21—3). Кузнечное зубило и секач служат для срубания головок заклепок, причем предварительно в головках с помощью крейцмейселя могут быть прорублены канавки. Часто однако головки срубают секачом без предварительного прорубания канавок.

§ 13. Ударный инструмент (рис. 22 и 23)

Различают **ударный инструмент ручной и механический**. К ручному относятся: балда, кувалда и клепальный молоток. В качестве механического инструмента применяется пневматический молоток. Кроме

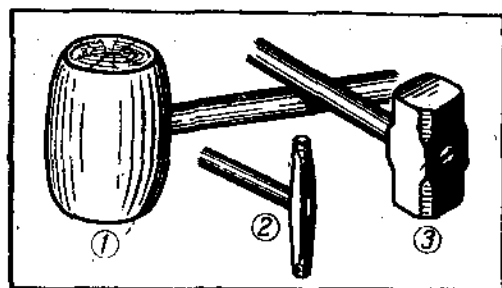


Рис. 22. Ударный инструмент.

1—балда; 2—клепальный молоток; 3—кувалда.

того в специально котельных цехах и в цехах металлических конструкций пользуются **клепальными машинами**.

Балда (рис. 22—1) представляет собой деревянный молоток, служащий для правки тонких листов (до 3 мм).

Клепальный молоток (рис. 22—2) служит для образования головок у мелких заклепок и предварительного образования замыкающей головки у крупных заклепок.

Кувалда (рис. 22—3) предназначается для окончательного образования замыкающей головки у крупных заклепок посредством ударов по обжимке.

Пневматический молоток. Передача энергии сжатым воздухом очень экономична. Для пневматических молотков требуется давление в 5—7 ат. Сжатый воздух для этой цели получается в воздушных компрессорах. Для выравнивания давления воздуха пользуются аккумулятором, представляющим собой закрытый бак.

Завод Пневматик дает для расчета аккумулятора эмпирическую формулу:

$$Q = 1,6 \sqrt{B},$$

где Q — объем аккумулятора, а B — количество куб. метров воздуха, засасываемого компрессором в 1 мин.

Компрессоры могут присоединяться к групповому приводу или иметь отдельный двигатель (электромотор).

Воздух подводится к месту работы по железным трубам, диаметр которых зависит от количества расходуемого воздуха и длины воздухопровода. Так например при объеме воздуха, засасываемого в 1 мин., от 1 до 200 м³ и длине воздухопровода в 10 м внутренний диаметр труб увеличивается от 20 до 120 мм. При том же объеме засасываемого воздуха, но при длине воздухопровода в 100 м внутренний диаметр труб колеблется в пределах 25—180 мм.

Воздух к молоткам подводится от ближайшего разветвления воздухопровода посредством резиновых шлангов с внутренним диаметром от 13 до 16 мм в зависимости от размеров молотка. Расход воздуха на один крупный молоток составляет 1 м³/мин., соответственно понижаясь для молотков меньшего размера.

§ 14. Устройство и работа пневматического молотка

Этот молоток (рис. 23) пригоден для постановки заклепок диаметром до 15 мм. Кроме того посредством его можно рубить и производить чеканку. Он требует давления воздуха в 5—6 ат. Его устройство и название деталей видны из рисунка (обращаем внимание на то, что разрезы даны в двух положениях ударника — верхнем и нижнем). Условимся называть верхним концом молотка ту часть его, которая расположена у рукоятки, и нижним концом — то место, где вставляется инструмент.

Работа молотка протекает в следующем порядке. Воздух поступает по резиновому шлангу в футорку 20. Когда поршневой клапан 22, прижимаемый его пружиной 21, находится в верхнем положении, воздух не может проходить в канал 19, и поэтому молоток не работает. Для работы молоток берут правой рукой за рукоятку 2, причем большой палец нажимает на курок 1.левой рукой держат молоток за ствол 10. При нажатии курка 1 клапан 22 опускается, и, когда его выточка окажется на высоте канала 19, воздух будет поступать в молоток, и последний начнет работать. На рисунке курок 1 показан в нижнем положении, почему воздух имеет возможность поступать в молоток. Сначала воздух попадает в золотниковую коробку 14. Распределение его при работе молотка производится золотником 16, который может перемещаться вниз и вверх.

На рисунке ударник 6 и золотник 16 показаны в двух положениях: верхнем — на верхней половине рисунка и нижнем — на нижней половине. Верхнее положение соответствует обратному ходу ударника, а нижнее — рабочему ходу.

Рабочий, или прямой, ход происходит при следующих условиях. Воздух поступает из канала по радиальным каналам 1-го пояса 3 золот-

никовой коробки 14 в верхнюю воздушную камеру 18, давит на верхнее основание ударника 6 и гонит его вниз. Благодаря этому ударник наносит удар по хвосту инструмента (обжимка, чеканка, зубило), вставленного во втулку 8. Как только верхнее основание ударника пройдет канал 11 и следовательно откроет его, произойдет выхлоп воздуха, т. е. воздух выйдет в атмосферу. При этом будет иметь место быстрое падение давления воздуха в верхней воздушной камере 18. Напомним, что при движении ударника 6 вниз, т. е. при рабочем ходе, золотник 16 находился в нижнем положении. Когда верхнее основание ударника 6 при его движении вниз

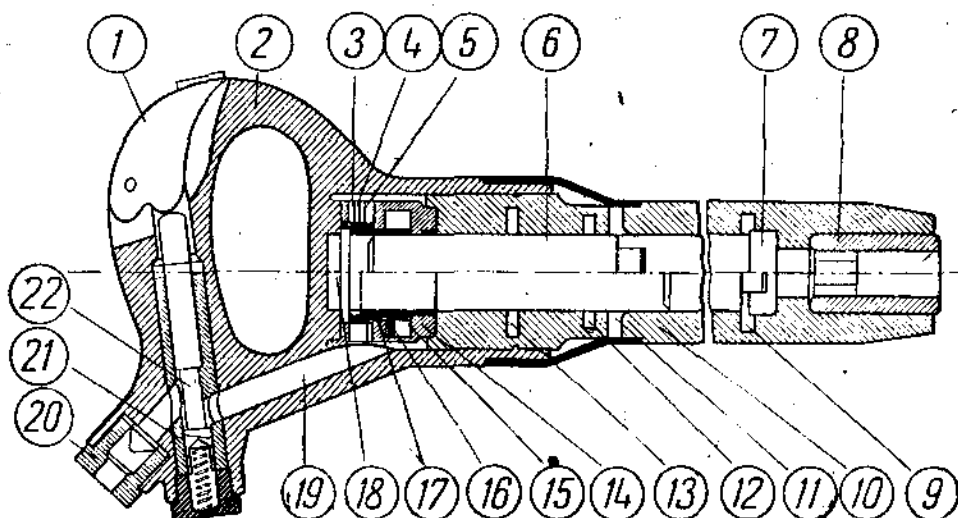


Рис. 23. Пневматический молоток типа РК завода Пневматик.

1—рукоят; 2—рукоятка; 3—1-й пояс золотниковой коробки; 4—2-й пояс золотниковой коробки; 5—3-й пояс золотниковой коробки; 6—ударник; 7—нижняя воздушная камера; 8—втулка; 9—нижний воздушный канал; 10—ствол; 11—канал для выпуска воздуха в атмосферу; 12—канал для подвода воздуха к золотнику; 13—канал для фиксирования начала снятия воздуха; 14—золотниковая коробка; 15—2-й уступ золотника; 16—золотник; 17—1-й уступ золотника; 18—верхняя воздушная камера; 19—канал рукоятки; 20—футорка; 21—пружина клапана; 22—поршневой клапан.

еще несколько раньше выхлопа воздуха пройдет канал 12, воздух по этому каналу и продольному каналу, находящемуся в стволе 10, пройдет в золотниковую коробку 14 и будет давить на 2-й уступ золотника 15, вследствие чего золотник переместится вверх. Это положение указано на верхней половине рисунка. Одновременно с движением золотника вверх ударник закончит движение вниз и нанесет удар по инструменту.

Рассмотрим условия движения ударника вверх, т. е. обратный ход. Переместившийся в верхнее положение золотник 16 запирает каналы 1-го пояса 3 и полностью отпирает каналы 3-го пояса 5, по которым воздух проходит в радиальные каналы 2-го пояса 4 и далее по продольным каналам в стволе молотка, в нижний радиальный воздушный канал 9. Продольные каналы на рисунке не указаны. Из канала 9 воздух поступает в нижнюю воздушную камеру 7, давит на нижнее основание ударника 6 и гонит его вверх. Когда верхний конец ударника 6 откроет выхлопной канал 11, произойдет падение давления воздуха в нижней воздушной камере 7, и ударник остановится. Для повторного движения его вниз

требуется, чтобы золотник переместился также вниз. Это происходит под действием воздуха, который сжимается в верхней воздушной камере 18 настолько, что превышает давление воздуха на 1-й уступ золотника 17. После этого повторяется движение ударника вниз, и молоток будет наносить удары до тех пор, пока не прекратится нажатие на курок 1. Тогда клапан 22 поднимется под действием пружины 21 и закроет доступ воздуха в канал 19. После этого работа молотка прекратится.

§ 15. Обращение с пневматическим молотком

Оценка молотка производится по расходу воздуха, силе отдачи и степени регулировки силы удара. Расход воздуха определяется на одну заклепку, для чего ставят при совершенно одинаковых условиях 100 заклепок и находят средний расход на одну заклепку.

При работе молотком его следует прижимать к обрабатываемому предмету. Это вызывает отдачу, которая иногда бывает настолько сильной, что отражается на самочувствии и здоровье рабочего. Для устранения отдачи применяется буферная ручка, соединенная с корпусом молотка посредством штока и поршня, движущегося в цилиндре. Что же касается регулировки силы удара, то она зависит от большего или меньшего нажатия на курок молотка и исправной работы клапана с пружиной.

Наиболее чувствительной частью молотка является механизм распределения, т.е. работа золотника. Неправильная работа золотника выражается в его заедании, происходящем вследствие попадания песчинок. Поэтому уход за молотком заключается в предупреждении попадания в него песка, пыли и вообще посторонних предметов. Частично это достигается установкой в футорке сетки, которая улавливает более или менее крупные песчинки. Кроме того молоток следует прочищать и смазывать его трущиеся детали. Новые молотки, у которых детали еще не приработались, надо смазывать в течение примерно первых 10 дней работы через 2—3 часа их работы. После работы инструмент следует ежедневно разбирать, тщательно прочищать и смазывать трущиеся части. После того как детали молотка уже приработались, их можно смазывать 2 раза в день и разбирать для прочистки и смазки через 2—3 дня. После прочистки, смазки и сборки надо продувать молоток сжатым воздухом.

Для смазки молотков применяется легкое минеральное масло, свободное от всяких примесей. Во время работы смазка вводится через футорку.

Перед нажатием курка молоток должен быть прижат к обрабатываемому предмету. Не следует пускать в ход молоток без вставленного в него инструмента.

В процессе работы надо оберегать молоток от пыли и песка. По окончании работы, если не имеется в виду его разборка, следует очищать молоток снаружи посредством обтирания тряпкой. В перерывах между работой молотки хранятся в ведрах с керосином, куда они опускаются в вертикальном положении. Перед началом работы их вынимают из керосина, дают последнему стечь, хорошо обтирают снаружи, продувают воздухом и смазывают маслом через футорку. После этого можно прикрепить шланг и приступить к работе.

Ввиду того, что во время перерывов в работе в шланг может попасть пыль, перед присоединением молотка к шлангу, следует последний продувать сжатым воздухом.

§ 16. Вспомогательный инструмент (рис. 24—27)

В состав этой группы входят: клещи, ухват, кляммер, сборочный колик, гаечный ключ с коликом, поддержка, сверлильные приборы и затяжки.

Клещи бывают *подавальные* (рис. 24—1), служащие для подачи заклепок, и *кузнечные* (рис. 24—2).

Принимая во внимание, что заклепки являются небольшими деталями, клещи не должны иметь большого поперечного сечения, чтобы сильно не охлаждать удерживаемых ими заклепок.

Ухват (рис. 24—3) применяется для удерживания листов при сборке; для этой цели вилка ухвата надвигается на лист.

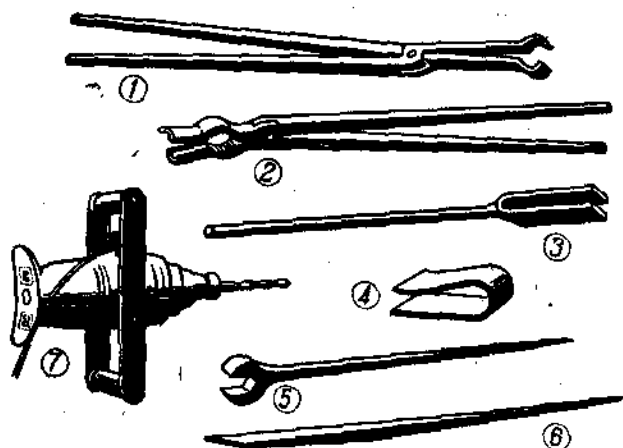


Рис. 24. Вспомогательный котельный инструмент.

1—клещи подавальные; 2—клещи кузнечные; 3—ухват; 4—кляммер; 5—гаечный ключ с коликом; 6—сборочный колик; 7—электрическая дрель.

Кляммер (рис. 24—4) служит для временного соединения сложенных вместе листов. Чтобы выполнить это назначение, кляммер должен несколько пружинить. Поэтому он изготавливается из стали с содержанием углерода около 0,4%.

Колик сборочный (рис. 24—6) имеет на одном конце форму клина, а на другом—переходит в конус. В случае надобности разнять листы, вставляют в зазор клин и действуют им как рычагом. Конический конец колика применяется для натягивания листов, если окажется, что отверстия в них, предназначенные для заклепок, несколько не сходятся.

Гаечный ключ с коликом (рис. 24—5) может быть использован как колик, а также и для завинчивания и отвинчивания гаек на болтах, которыми временно скрепляются листы перед постановкой заклепок. Болты ставятся через 4—5 отверстий и по мере постановки заклепок снимаются.

Электрическая дрель является самостоятельным инструментом, служащим для сверления отверстий в тех случаях, когда нельзя воспользоваться сверлильным станком, неподвижным или перевозимым на специально приспособленной тележке. На рис. 24—7 показан наружный вид электродрели, а на рис. 25 дан ее разрез. Чтобы облегчить работу сверлильщика, вынужденного удерживать электродрель на весу, применяются приспособления для ее подвешивания.

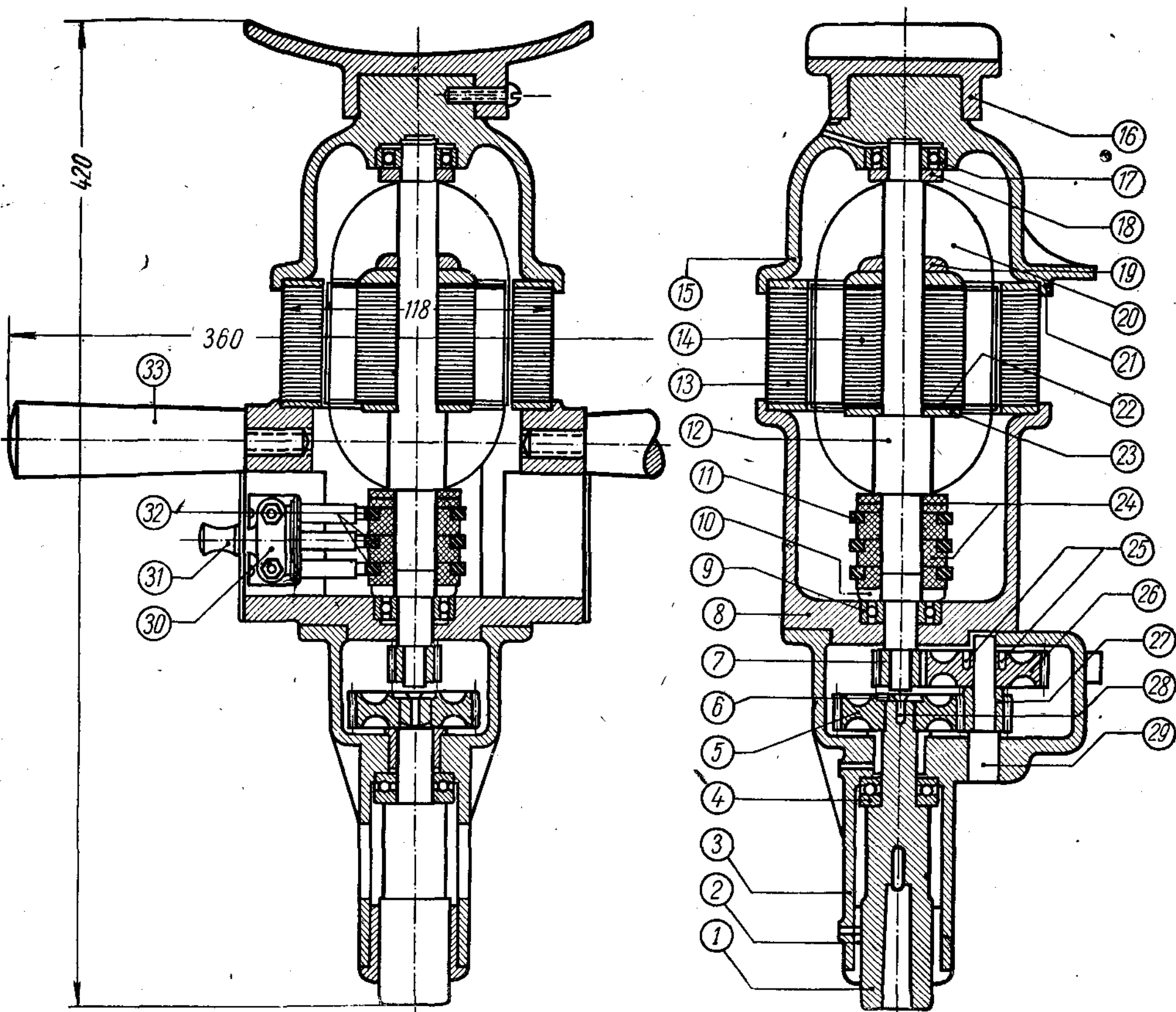


Рис. 25. Электрическая дрель.

1—конус Морзе № 1; 2—втулка к конусу 1; 3—головка дрели; 4—упорный шарикоподшипник; 5—шестерня на конусе 1; 6—шайба к шестерне 5; 7—шестерня на роторный валик 12; 8—корпус дрели; 9—шарикоподшипник на роторный валик 12; 10—шайба; 11—контактные кольца; 12—роторный валик; 13—ротор; 14—статор; 15—крышка дрели; 16—нагрудник; 17—шарикоподшипник; 18—шайба; 19—шайба; 20—обмотка; 21—нажимная шайба якоря; 22—изоляция якоря; 23—нажимная шайба; 24—изоляционные шайбы; 25—шурупы к шестерне 26; 26—шестерня; 27—шестерня; 28—шуруп к шестерне 5; 29—передаточный валик; 30—выключатель; 31—кнопка выключателя; 32—уголки; 33—ручки к корпусу.

11—конус Морзе № 1; 12—втулка к конусу 1; 13—головка дрели; 14—упорный шарикоподшипник; 15—шестерня на конусе 1; 16—шайба к шестерне 15; 17—шестерня на роторный валик 12; 18—корпус дрели; 19—шарикоподшипник на роторный валик 12; 20—шайба; 21—контактные кольца; 22—роторный валик; 23—ротор; 24—статор; 25—крышка дрели; 26—нагрудник; 27—шарикоподшипник; 28—шайба; 29—шайба; 30—обмотка; 31—нажимная шайба якоря; 32—изоляция якоря; 33—нажимная шайба; 34—изоляционные шайбы; 35—шурупы к шестерне 26; 36—шестерня; 37—шестерня; 38—шуруп к шестерне 5; 39—передаточный валик; 40—выключатель; 41—кнопка выключателя; 42—уголки; 43—ручки к корпусу.

Кроме электродрелей, в котельном деле пользуются пневматическими сверлилками.

Поддержки (рис. 26) предназначены для поддержания закладной головки заклепки. Поддержки бывают винтовые (рис. 26—1, 2), дающие

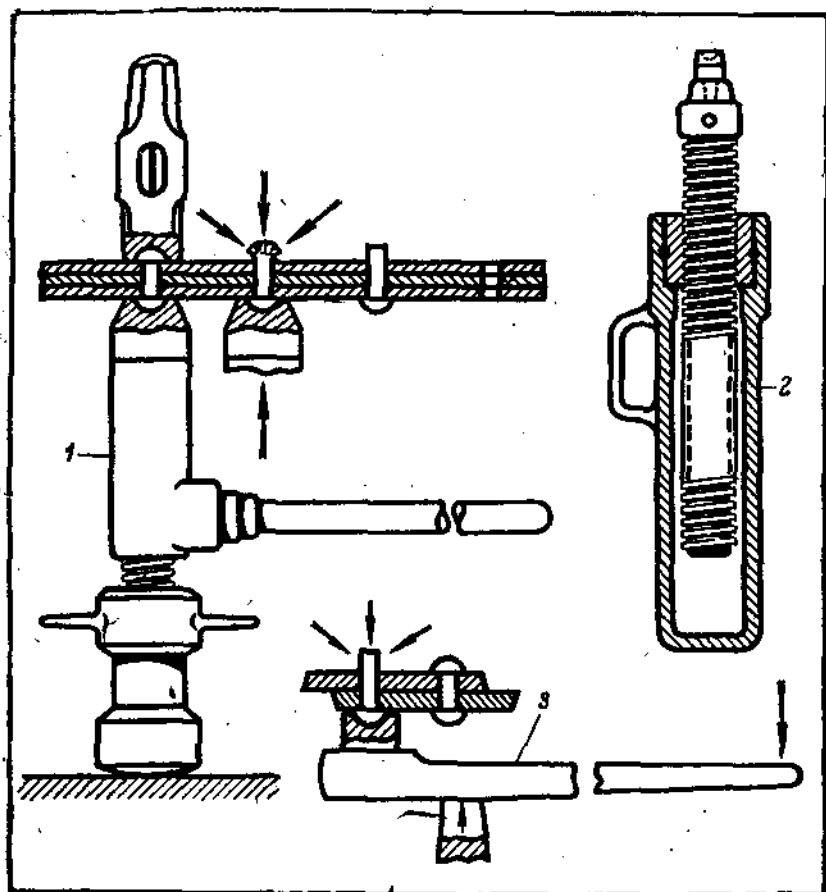


Рис. 26. Поддержки.

возможность несколько изменять их высоту посредством вывинчивания винта, и рычажные (рис. 26—3). Высота рычага поддержки регулируется высотой подставки. Для поддержания заклепки надо нажимать на конец рычага, как указано на рисунке стрелкой. В верхней части поддержки снабжаются головками, имеющими впадины, соответствующие форме закладной головки заклепки.



Рис. 27. Ручная затяжка.

Завод Пневматик изготавливает пневматические поддержки, работающие от той же воздушной сети, как и молотки. Такие поддержки значительно упрощают работу сравнительно с рычажными и винтовыми поддержками.

Затяжки (рис. 27) применяются для ручной клепки и служат для обжатия листов перед тем, как вставлять заклепку.

ПРОИЗВОДСТВО ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

§ 17. Правка листов

Поступающие с заводов листы не всегда имеют правильную форму. Поэтому их приходится подвергать особой операции, называемой *правкой*. Правку можно производить вручную на наковальне или правильной плите посредством ударов балдой или молотком. Но такой прием очень не экономичен. Выгоднее пользоваться для этой цели *правильными машинами*, что особенно важно для больших и толстых листов, которые выправить вручную вообще невозможно.

Кроме того необходимо помнить, что правка в холодном состоянии вызывает явления наклепа, почему при изготовлении котлов холодная правка не должна допускаться. Чтобы не ухудшить качества материала при правке листов, следует производить эту операцию в горячем состоянии, принимая меры к равномерному остыванию листов после ее окончания. Если же производить правку листов в холодном состоянии с последующим отжигом для уничтожения наклепа, то, как показывает опыт,

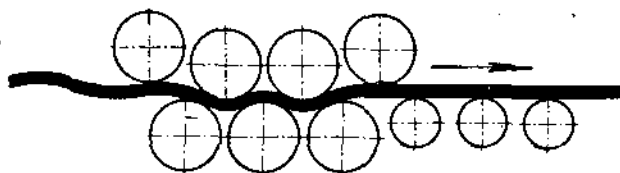


Рис. 28. Схема правильных валцов.

иногда после отжига листы коробятся настолько сильно, что вновь нуждаются в правке. Следовательно такой способ является практически невыполнимым.

Схема правильной машины показана на рис. 28. Эта машина носит название *правильных валцов*. Корпус ее состоит из двух массивных станин, связанных внизу прочным основанием, а сверху — болтами. В станинах укрепляются подшипники валцов. Чаще всего бывает 7 рабочих валцов и несколько направляющих (3 вальца меньшего размера с правой стороны). Рабочие валцы располагаются в 2 ряда, причем все валцы или часть валцов верхнего ряда могут переставляться по высоте в зависимости от толщины листов. Валцы верхнего и нижнего рядов вращаются в разные стороны.

Вследствие трения, возникающего между вальцами и листом, последний перемещается в ту или другую сторону. При этом листы получают ряд перегибов и несколько вытягиваются. В результате их форма более приближается к плоскости.

Такие листы, толщиной до 5 мм, иногда удается выправить с одного раза. Более толстые листы приходится пропускать до 4 раз. Это зависит не только от толщины листов, но и от механических качеств металла, а также от характера и степени неровности листов.

Чтобы иметь возможность пропускать листы несколько раз, валцы снабжены реверсивным механизмом, т. е. могут менять направление вращения. Благодаря этому лист, пропущенный через валцы слева направо, может быть сразу же пропущен вторично справа налево.

§ 18. Обрезка кромок листов

Кромки листов не всегда имеют правильную форму. Кроме того листы иногда не подходят по размерам. Поэтому у них приходится обрезать кромки, что производится с помощью *приводных ножниц*. На рис. 29 изображены ножи для *ножниц гильотинного типа*. Нижний нож неподвижен, а верхний может опускаться и подниматься. Угол резания ножей равен $82-80^\circ$. Для сохранения энергии, а также для возможности резать более толстые листы верхнему лезвию дается уклон в $8-10^\circ$. Благодаря этому нож режет не по всей своей длине сразу, а постепенно. Для правильной работы ножниц необходимо, чтобы режущие лезвия ножей плотно прилегали одно к другому.

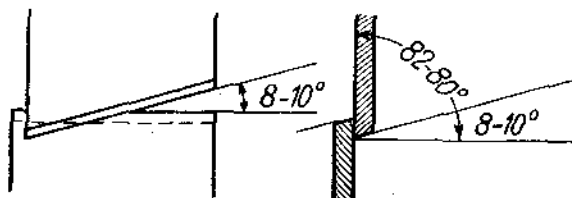


Рис. 29. Ножи для ножниц гильотинного типа.

§ 19. Сгибание листов

В котельном деле приходится придавать листам форму цилиндра или усеченного конуса. Эта работа производится на *гибочных вальцах*. Обычно машина состоит из четырех вальцов, расположенных в 2 ряда. В верхнем ряду находится 1 валец 1, а в нижнем — 3 вальца 2, 3 и 4 (рис. 30).

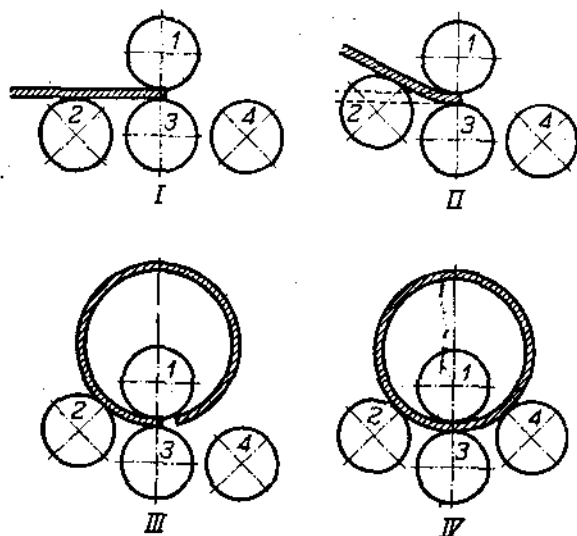


Рис. 30. Схема устройства и работы гибочных вальцов.

Нижние вальцы получают вращение в одну сторону, заставляя вращаться и верхний валец вследствие трения, возникающего между вальцами и сгибаемым листом.

Сгибание листа протекает в следующем порядке. Сначала лист вставляется в вальцы, как указано на рис. 30—I, причем валец 2 перемещается по направлению радиуса будущего цилиндра. Вследствие этого лист

Бывают машины, имеющие только 3 вальца, из которых 2 расположены во втором ряду. Нижние вальцы могут перемещаться по направлению радиусов, причем продольные оси их остаются параллельными их первоначальному положению. Что касается верхнего вальца, то его продольная ось может быть параллельной осям вальцов 2, 3 и 4 или же расположенной под некоторым углом к ним. В первом случае из листа можно согнуть цилиндр, а во втором — конус.

Нижние вальцы полу-

начинает сгибаться (рис. 30—II). Сделав полный оборот, он примет форму, показанную на рис. 30—III. Если бы внизу было только 2 вальца, то свести кромки листа вплотную не удалось бы и пришлось бы заканчивать работу вручную. При наличии четвертого вальца и перемещения его вдоль радиуса (рис. 30—IV) кромки листа будут сжаты вплотную.

При начале сгибания листа в таких вальцах необходимо поддерживать его, чтобы он не прогнулся от собственного веса. Существуют гибочные вальцы, расположенные вертикально, на которых сгибание листа от собственного веса отсутствует.

§ 20. Образование дыр

Дыры для заклепок можно пробивать или просверливать. Пробивка дыр производится на *дыропробивных прессах* — ручных или приводных. Ручные пресса дают возможность пробивать дыры диаметром до 20 мм при толщине листов в 20 мм.

Схема дыропробивного пресса указана на рис. 31. При работе пробиваемый лист укладывается так, чтобы конус 3 пуансона 2 вошел в углубление, намеченное кернером 4. Для облегчения выхода пуансона из пробитого отверстия, а также выпадения выдавки как пуансону 2, так и матрице 1 дают уклоны. Пуансон должен входить в отверстие матрицы с некоторым зазором, равным 0,15 толщины прокалываемого листа.

В пробитых отверстиях часто наблюдаются мелкие трещины. Они опасны, потому, что в них может начаться разделение металла под влиянием влаги или кислот. Кроме того трещины могут положить начало разрушению металла при работе законченной конструкции. Поэтому пробивание дыр под заклепки допускается не всегда. Так например при изготовлении котлов высокого давления¹ не разрешается получение дыр для заклепок посредством прокалывания.

Сравнивая проколку дыр со сверлением, приходится признать, что в отношении качества стенок дыры преимущество оказывается на стороне сверления. Что же касается скорости работы, а следовательно и экономичности, то проколка дыр заслуживает предпочтения перед сверлением. Поэтому иногда сначала прокалывают дыры, оставляя припуск по диаметру около 3 мм, а затем рассверливают их до нужного размера сверлом.

В особо ответственных случаях сверлят оба соединяемых листа сразу или же сверлят отверстия в одном листе, а затем, пользуясь первым листом как кондуктором, просверливают отверстия во втором листе. Этим достигается точное совпадение отверстий в обоих листах.

¹ Высоким давлением считается давление выше 0,5 ата (атмосферы абсолютной).

§ 21. Разметка в котельном деле

Целью *разметки* является нанесение на листы их контура и указание центров отверстий, где должны быть поставлены заклепки.

Рассмотрим пример разметки листа, из которого предполагается изготовить элемент котла, т. е. один барабан. В нашем примере котел состоит из трех барабанов и двух днищ (рис. 32). Будем определять раз-

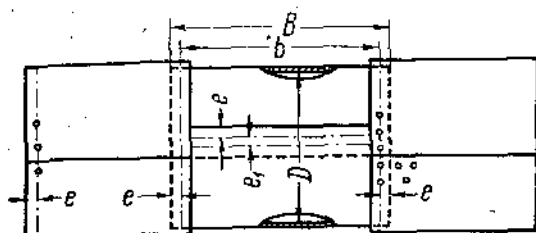


Рис. 32. Расчет длины и ширины листов для барабанов парового котла.

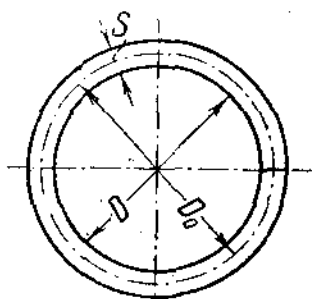


Рис. 33. Схема изменения длины слоев листа при сгибании барабана.

меры среднего барабана, причем за основание расчета возьмем внутренний диаметр барабана D . Как видно из рис. 32, концы барабана соединены двухрядным швом внапуск, а барабаны между собой — однорядным швом внапуск. Обозначения для элементов шва примем те же, что и на рис. 9.

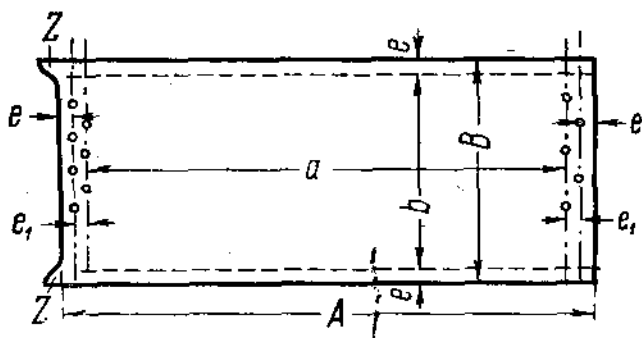


Рис. 34. Развернутый лист для цилиндрического барабана.

Сначала рассмотрим, какие изменения происходят в листах при их сгибании (рис. 33). Оказывается, что слой, расположенные выше нейтральной поверхности, вытягиваются, а расположенные ниже — сжимаются, и только нейтральный, т. е. средний, слой сохраняет свою длину. Поэтому расчет и ведется по нейтральному слою. Обозначим через D — внутренний диаметр барабана, D_0 — диаметр нейтрального слоя и S — толщину листа. Тогда:

$$D_0 = D + S.$$

Длина листа:

$$a = \pi D_0 = \pi (D + S).$$

В нашем примере (рис. 32) внутренний диаметр барабана обозначен через D . Толщину листа обозначим через S , а расстояние между соответствующими рядами заклепок через e_1 (рис. 34). Остальные обозначения указаны на рис. 34 и 35. Тогда длина листа будет равна:

$$A = a + 2e + e_1 = \pi (D + S) + 2e + e_1.$$

Ширина листа B видна из рис. 32 и 34:

$$B = b + 2e.$$

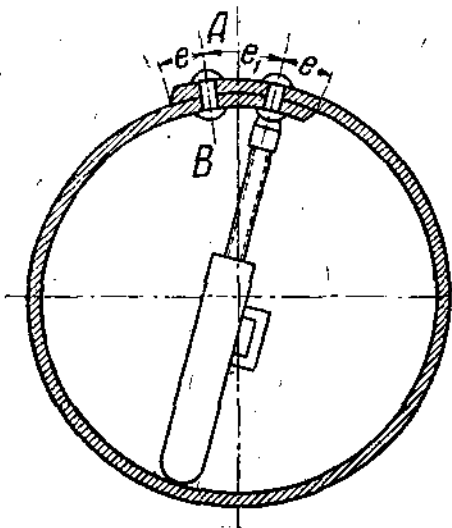


Рис. 35. Расчет длины листа для двухрядного шва внапуск и пример установки винтовой поддержки внутри барабана.

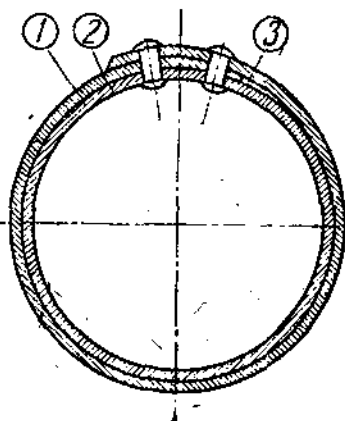


Рис. 36. Соединение барабана без лацканов с днищем.

1—барабан; 2—днище; 3—зазор.

Пример. Внутренний диаметр барабана D равен 960 мм. Толщина листов S берется равной 16 мм.

Для двухрядного шахматного шва внапуск существуют следующие соотношения.

Диаметр заклепки:

$$d = \sqrt{5S} - 0,4 \text{ см.}$$

Шаг шва:

$$t = 2,6d + 1,5 \text{ см.}$$

$$e_1 = 0,6t; \quad e = 1,5d.$$

Подставляя значение S , получим:

$$d = \sqrt{5 \cdot 16} - 0,4 = \sqrt{8} - 0,4 = 2,8 - 0,4 = 2,4 \text{ см} = 24 \text{ мм.}$$

$$t = 2,6d + 1,5 = 2,6 \cdot 2,4 + 1,5 = 6,24 + 1,5 = 6,74 \text{ см} = 67,4 \text{ мм.}$$

$$e_1 = 0,6t = 0,6 \cdot 67,4 = 40 \text{ мм.}$$

$$e = 1,5d = 1,5 \cdot 24 = 36 \text{ мм.}$$

Величина a :

$$a = \pi(D + S) = 3,14(960 + 16) = 3,14 \cdot 976 = 3064 \text{ мм.}$$

Длина листа:

$$A = a + 2e + e_1 = 3064 + 2 \cdot 36 + 40 = 3176 \text{ мм.}$$

§ 22. Образование лацканов

При изготовлении барабанов с помощью заклепочного шва внапуск образуются уступы, мешающие плотному прилеганию одного барабана к другому или барабана к днищу. Днище получается штамповкой и имеет правильную форму. Если же вставить (рис. 36) днище 2 в барабан

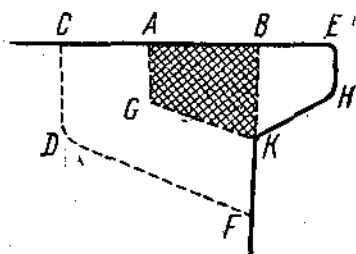


Рис. 37. Оттягивание лацкана.

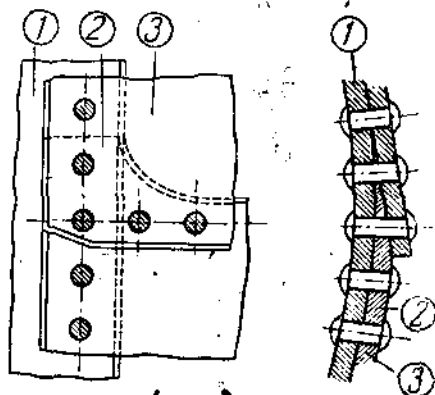


Рис. 38. Соединение барабана с днищем.

1—днище; 2—лацкан; 3—барабан.

со швом внапуск 1, то между ними образуется зазор 3. Такой шов не будет плотным, и, чтобы не допустить образования зазора, у листов еще перед сгибанием их делают так называемые лацканы, обозначенные на рис. 34 буквой Z.

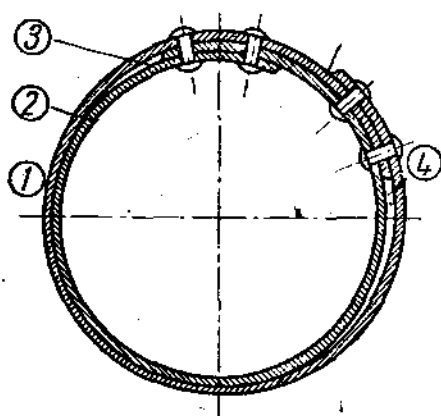


Рис. 39. Соединение двух барабанов без лацканов.

1—наружный барабан; 2—внутренний барабан; 3, 4—зазоры.

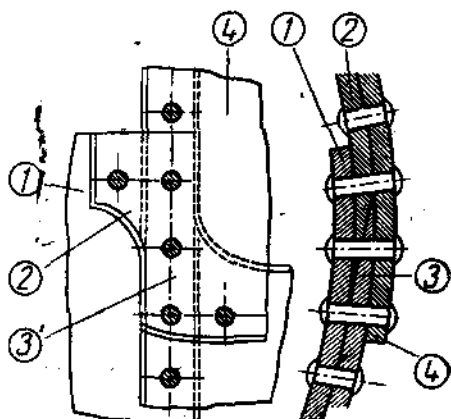


Рис. 40. Соединение двух барабанов с лацканами.

1—внутренний барабан; 2—лацкан внутреннего барабана; 3—лацкан наружного барабана; 4—наружный барабан.

Лапки имеют форму клина и образуются оттягиванием края листа в горячем состоянии. Для этого пользуются гнетком, который устанавливают на линии AG (рис. 37) и по нему наносят удары молотком, причем и перемещается до линии BK , т. е. до кромки листа. Величина AB равна перекрытию шва. Когда гнеток дойдет до линии BK лапкану быстрыми ударами молота придают форму $ВЕНК$. После этого следует отжечь то место листа, которое подвергалось ковке, производя нагрев до линии CDE , причем часть CA должна быть равна 100 — 150 мм. Если не производить отжига, то лапкан может отломиться.

При наличии лапкана поперечный шов котла, соединяющий днище с барабаном, будет иметь вид, указанный на рис. 38, где зазор отсутствует.

Соединение двух барабанов поперечным швом без оттягивания лапканов вызовет образование двух зазоров 3 и 4 (рис. 39). Чтобы избежать этого, оттягивают лапки 2 и 3 как у наружного, так и у внутреннего барабанов (рис. 40).

§ 23. Развертка боковых поверхностей усеченных конусов Первый способ

В котельном деле часто приходится иметь дело с очень пологими усеченными конусами. При таких условиях практически невозможно вычертить развернутую поверхность обычным способом, так как радиус для оснований получается весьма большим. Так например для котла диаметром в 1,4 м этот радиус будет длиной более 80 м. Поэтому в таких случаях пользуются другими способами.

Первый способ основан на использовании формул, указывающих зависимость между хордой дуги основания x , стрелой дуги h , диаметром барабана D , длиной образующей L и толщиной листа S (рис. 41).

Для нижнего основания:

хорда:

$$x_1 = (D + S) \pi,$$

стрела:

$$h_1 = \frac{x_1^2 S}{4LD}.$$

Для верхнего основания:

хорда:

$$x_2 = (D - S) \pi,$$

стрела:

$$h_2 = \frac{x_2^2 S}{4LD}.$$

Рис. 41. Развертывание боковой поверхности усеченного конуса.

Пример. $D = 1400$ мм; $S = 12$ мм; $L = 1500$ мм.

$$x_1 = (D + S) \pi = (1400 + 12) 3,14 = 4434 \text{ мм},$$

$$h_1 = \frac{x_1^2 S}{4LD} = \frac{4434^2 \cdot 12}{4 \cdot 1500 \cdot 1400} = 28 \text{ мм};$$

$$x_2 = (D - S) \pi = (1400 - 12) 3,14 = 4238 \text{ мм},$$

$$h_2 = \frac{x_2^2 S}{4LD} = \frac{4238^2 \cdot 12}{4 \cdot 1500 \cdot 1400} = 26 \text{ мм}.$$

Построение для разметки указано на рис. 41. Проводят среднюю линию BO и перпендикулярно к ней прямую AC , на которой откладывают от точки P по $x_1/2$. Следовательно AC будет равна x_1 . Берут произвольную точку E , проводят через нее перпендикуляр DF и откладывают на ней от точки $x_2/2$. Через полученные точки D и F проводят прямые DG и FH , параллельные BO . Из точек A и C радиусом L проводят дуги с таким расчетом, чтобы они пересекли прямые DG и FH . Получают точки K и N . Соединяют эти точки прямой линией KN . По оси BO откладывают от точки P отрезок PB , равный h_1 , и от точки O отрезок OM , равный h_2 . Для дуги нижнего основания получаются точки A , B и C и для дуги верхнего основания — точки K , M и N . Прикладывают к этим точкам гибкую линейку и очерчивают дуги ABC и KMN ; соединяют прямыми линиями точки A и K , а также точки C и N . Получается развернутая поверхность конуса $AKMNCB$.

Этот пример решен при условии, что длина образующей известна. В действительности на чертеже указываются диаметры оснований и высота конуса. В следующем примере показано, как найти длину образующей по этим данным.

§ 24. Второй способ развертки

По этому способу дуги оснований конуса находятся посредством геометрических построений. Чертеж усеченного конуса указан на рис. 42 слева, а построение — справа. Ввиду некоторой сложности построений рассмотрим весь ход работы по отдельным операциям.

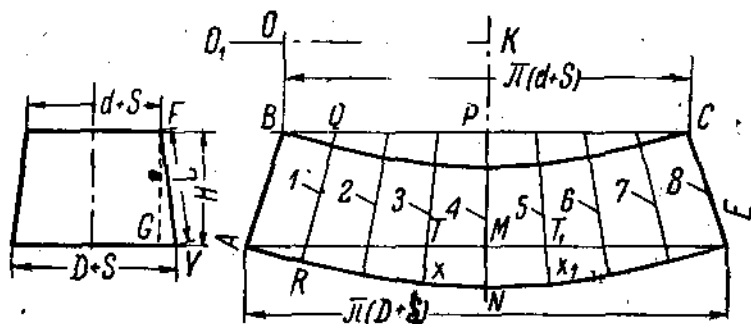


Рис. 42. Графический способ развертывания боковой поверхности усеченного конуса.

1. Найти длину образующей $L = FY$. Для этого надо опустить из точки F на нижнее основание перпендикуляр FG . Из прямоугольного треугольника FGY находим:

$$FY^2 = FG^2 + GY^2$$

или:

$$L^2 = H^2 + \left[\frac{\pi(D+S) - \pi(d+S)}{2} \right]^2,$$

или:

$$L = \sqrt{H^2 + \left[\frac{\pi(D-d)}{2} \right]^2}.$$

2. Провести две взаимно перпендикулярные прямые AE и KN .
3. На прямой AE отложить от точки M отрезки AM и ME , из которых каждый равен $\frac{\pi(D+S)}{2}$.

4. На прямой KN взять произвольную точку K и восстановить из нее перпендикуляр KO_1 к прямой KN .

5. Отложить на прямой KO_1 отрезок KO , равный $\frac{\pi(d+S)}{2}$. Получается точка O .

6. Провести через точку O прямую OB , параллельную KN .

7. Приняв точку A за центр, провести дугу радиусом, равным L , с таким расчетом, чтобы эта дуга пересекалась с прямой OB . Получается точка B .

8. Из точки B опустить перпендикуляр BP на прямую KN и продолжить его по другую сторону этой прямой.

9. От точки P отложить отрезок PC , равный $BP = OK = \frac{\pi(d+S)}{2}$. Получается трапеция $ABCE$, у которой верхнее основание равно $\frac{\pi(d+S)}{2}$, нижнее основание равно $\frac{\pi(D+S)}{2}$ и каждая из боковых сторон равна L .

10. Разделить верхнее основание BC и нижнее основание AE на четное число равных частей и соединить точки делений прямыми линиями 1, 2, 3, 4, 5, 6 и 7, продолжив их за прямую AE . В нашем примере каждое основание разделено на 8 равных частей. Так как основания уже были разделены на 2 равные части, то следовательно каждая из половин оснований делится на 4 равные части. Чем на большее число равных частей делить основание, тем точнее получится дальнейшее построение.

11. Восстановить перпендикуляр AR из точки A к прямой AB и продолжить его до пересечения с прямой QR в точке R . Из точки R восстановить перпендикуляр к прямой QR или 1 и продолжить его до пересечения с прямой 2. Из полученной точки восстановить перпендикуляр к прямой 2, и т. д. Последний перпендикуляр к прямой 3 пересечет прямую KN в точке N .

12. Отложить на прямой 5 отрезок T_1x_1 , равный Tx . На прямых 6 и 7 отложить отрезки, соответствующие прямым 1 и 2.

13. Полученные на прямых 1—7 точки соединить прямыми линиями. Получится ломаная линия ANE , которая будет тем ближе к дуге нижнего основания, чем на большее число равных частей разделено основание. Отрезок MN будет соответствовать стрелке h первого способа.

14. Взяв в циркуль длину L , отложить ее от точки R на прямой QR или 1. То же самое проделать на прямых 2, 3, 4, 5, 6 и 7. Получится ряд точек для верхнего основания.

15. Соединить полученные в 14-й операции точки прямыми линиями. Получится ломаная линия, близкая к дуге верхнего основания.

Как в первом, так и во втором способе развернутые поверхности конусов построены для швов встык. Если же требуется шов внапуск, то к боковым сторонам AB и CE надо добавлять площади соответствующего размера в зависимости от рода шва, т. е. будет ли шов односторонним или многосторонним.

§ 25. Третий способ развертки

Данный способ применим для разметки конусов из тонкого железа (до 5 мм), как и пример при изготовлении дымовых труб. В этом случае конус бывает очень пологим, почему можно обойтись без вычерчивания дуг для верхнего и нижнего оснований. Развернутая боковая поверхность конуса вычерчивается в виде трапеции (рис. 43) со следующими размерами.

Длина верхнего основания:

$$A_1 = \pi (d + S),$$

где d — диаметр верхнего основания.

Длина нижнего основания:

$$A_2 = A_1 + 7S = \pi (d + S) + 7S.$$

Высота трапеции берется равной высоте конуса.

Пример. Труба составлена из конусов, изготовленных из железа толщиной в 5 мм. Диаметр трубы — 300 мм.

$$A_1 = \pi (d + S) = 3,14 (300 + 5) = 958 \text{ мм},$$

$$A_2 = A_1 + 7S = 958 + 35 = 993 \text{ мм}.$$

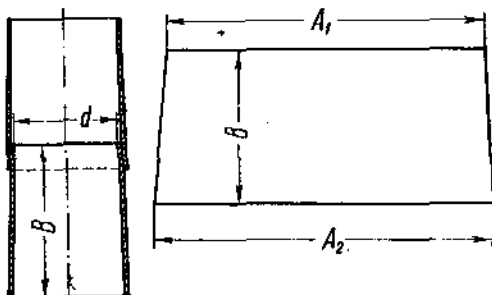


Рис. 43. Приближенный способ построения развернутой боковой поверхности усеченного конуса.

ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ ПО КЛЕПКЕ

Постановка заклепок может производиться в холодном или в горячем состоянии, а самая работа выполняется вручную или с помощью клепальных молотков и клепальных машин. Таким образом в зависимости от того, нагреваются ли заклепки или нет, различают *клепку холодную* и *горячую*. По степени механизации клепка бывает *ручная* и *механическая*.

§ 26. Горячая и холодная клепка

Для получения доброкачественного шва требуется, чтобы листы прижимались один к другому с достаточной силой, одинаковой на всем протяжении шва. Это достигается плотным прилеганием листов, надлежащей их толщиной, совпадением заклепочных отверстий, одинаковыми расстояниями между заклепками, параллельностью рядов заклепок и кромок, соответствующей толщиной стержня заклепок и надлежащим осаживанием стержня с образованием правильной замыкающей головки.

Если заклепка ставится в холодном состоянии, то давление между листами, вызывающее трение, создается осаживанием стержня заклепки. С увеличением же трения увеличивается сопротивление скольжению листов, благодаря чему прочность и плотность шва повышаются. При нагревании заклепок получается добавочное давление за счет сокращения длины стержня заклепки при ее остывании. Следовательно горячая клепка должна давать лучшие результаты. Однако на практике в этом отношении существуют некоторые ограничения. Во-первых тонкие заклепки легко пережечь, а во-вторых такие заклепки быстро охлаждаются, почему нагрев не достигает цели. Поэтому заклепки диаметром до 8 — 9 мм

принято ставить в холодном состоянии, предварительно подвергая их отжигу.

Согласно техническим условиям, изданным Комиссией по строительству при СТО, холодная клепка при сборке *металлических конструкций* допускается при железных заклепках диаметром до 12 мм.

Говоря о горячей клепке, имеют в виду только железные заклепки. Что же касается медных и алюминиевых заклепок, то они, независимо от диаметра, ставятся в холодном состоянии.

Для нагрева заклепок пользуются коксовыми переносными горнами. Если в цеху имеется воздушная сеть, то горн получает дутье от этой сети; в противном случае он снабжается вентилятором. Продолжительность нагрева заклепки среднего размера в таком горне — 15 мин. Расход кокса составляет 140 кг на 100 кг заклепок.

При определении температуры нагрева заклепок надо исходить из возможности перегрева, а тем более пережога их. Кроме того сопротивление скольжению листов зависит от температуры конца осаживания заклепки. Так например при окончании работ по установке заклепки при 1000° давление между листами составляет 1000 кг/см², а при понижении температуры до 600° оно повышается до 1400 кг/см².

Вследствие этого нагрев надо производить с таким расчетом, чтобы за время подачи ее, установки на место и осаживания с отделкой головки заклепка остыла до наиболее благоприятной температуры, какой является температура бурого каления, соответствующая 600°.

При ручной клепке такая температура является неблагоприятной, так как она вызывает возрастание мускульного напряжения рабочего, почему качество работы в отношении однородности понижается. Поэтому при ручной клепке целесообразнее заканчивать работу при температуре 700° (темнокрасное каление).

Опыт показывает, что понижение температуры заклепки за время ее постановки составляет около 300°. Следовательно при ручной клепке следует нагревать заклепки до 1000° (700° + 300°), т. е. до светлокрасного каления, а при машинной — до 900° (600° + 300°), или до вишнево-красного каления.

Хотя закладная головка и не подвергается осаживанию, но нагревать надо всю заклепку полностью. При неисполнении этого требования тело заклепки не будет осаживаться и не заполнит плотно отверстия, а кроме того приходится опасаться и откакивания закладной головки вследствие неравномерного остывания и усадки заклепки.

Влияние нагревания заклепки на сопротивление скольжению листов возрастает по мере увеличения длины заклепки. Однако это имеет место лишь до длины заклепки, равной примерно 4,5 ее диаметра. При дальнейшем увеличении ее длины сопротивление скольжению понижается. Это объясняется тем, что длинный стержень заклепки при ее постановке не только осаживается, но и несколько сгибается, а при охлаждении выпрямляется, т. е. делается длиннее, почему стягивание листов ослабевает.

§ 27. Процесс клепки

Для плотного прилегания листов следует удалить заусенцы, образовавшиеся при прокалывании или сверлении дыр. Это достигается посредством торцевой, слегка конической *фрезы* с направляющим хвостом. Фреза получает вращение от пневматической сверлилки (рис. 44).

Собираемые листы соединяются *сборочными болтами*, которые ставятся не подряд, а через 4 — 5 дыр. Сначала заклепки ставят в свободные дыры, а затем постепенно вынимают болты и заменяют их заклепками.

При этом может оказаться, что дыры несколько разойдутся, как изображено на рис. 45 и 46. Во всяком случае *разбежка* (несовпадение) центров дыр не должна превышать 0,05 диаметра дыр. Несовпадение дыр устраняется разверткой с коническим хвостом (рис. 45). При этом может произойти некоторое увеличение диаметра общей дыры, которое не должно превышать 0,05 диаметра заклепки. Рассверливание дыр (рис. 46) не допускается, так как оно сопровождается значительным расширением отверстий, причем несовпадение дыр устраняется не вполне.

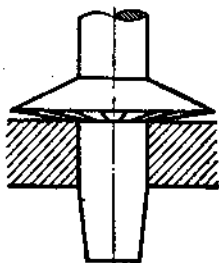


Рис. 44. Фреза для удаления заусенцев в отверстиях для заклепок.

Согласно стандарту зазор между стержнем непоставленной холодной заклепки и стенками отверстия составляет от 0,5 до 1 мм. Нагретая заклепка, увеличившись в объеме, не будет входить свободно в отверстие, и ее приходится вгонять легкими ударами молотка. При этом предварительно надо удалить окалину, ударив заклепку головкой о наковальню или кусок железа.

После того как заклепка вставлена на свое место, под ее закладную головку подводится поддержка (рис. 26). Если заклепка ставится в стенках котла, то поддержку помещают, как указано на рис. 35, т. е. упирают нижним концом в стенку котла.

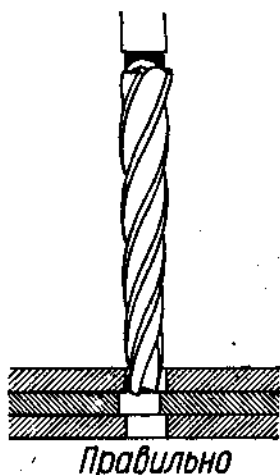


Рис. 45. Исправление разошедшихся дыр развертыванием.

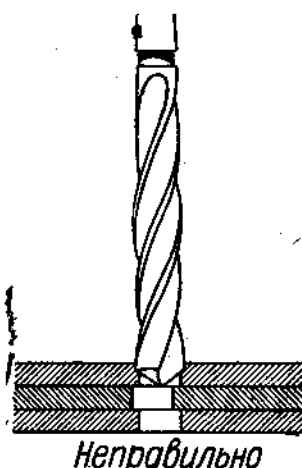


Рис. 46. Исправление разошедшихся дыр сверлением.

За этим при ручной клепке следует сжатие листов, что достигается посредством затяжки (рис. 27) и сборочных болтов.

Наконец приступают к осаживанию стержня и образованию замыкающей головки. При холодной ручной клепке надо наносить сразу сильные удары молотком. Тогда стержень осаживается по всей длине,

и зазор между ним и стенками дыры уничтожается (рис. 47). Если же наносить слабые удары, то стержень не будет осаживаться, и зазор сохранится, что ухудшает качество шва (рис. 48). Когда замыкающая го-

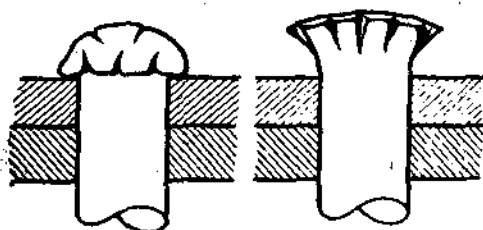


Рис. 47. Действие сильных ударов на осаживание стержня заклепки.

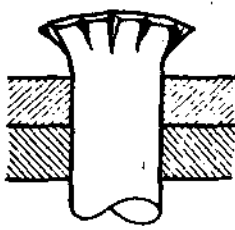


Рис. 48. Действие слабых ударов на осаживание стержня заклепки.

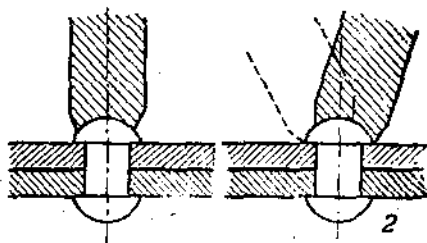


Рис. 49. Отделка замыкающей головки заклепки с помощью обжимки при ручной клепке.

ловка начерно готова, ее отделяют с помощью обжимки, по которой наносятся удары молотком. Сначала обжимку ставят по направлению оси заклепки (рис. 49 — 1), а затем наклонно к оси, обкатывая при этом обжимку вокруг головки (рис. 49—2).

При котельных работах приходится ставить в котлы трубы. Отверстия для труб, достигающие 30 мм и более, образуются посредством фрезы (рис. 50). Край трубы после установки ее в подготовленное отверстие разбуртовывается с помощью буртовки (рис. 19—4), а плотность соединения достигается путем развальцовки. Большие дыры можно получить посредством реза особой формы, вставленного в державку сверлилки (рис. 51).

Потайные головки осаживаются до заполнения металлом

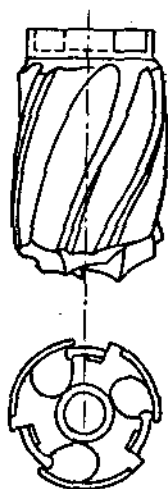


Рис. 50. Фреза для образования отверстий для дымогарных труб.

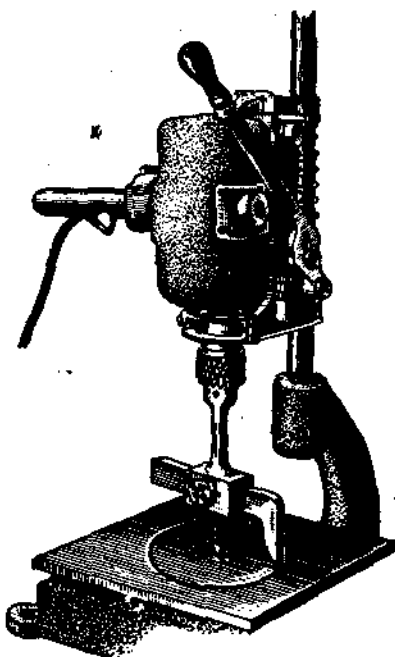


Рис. 51. Образование больших дыр с помощью реза.

раззенкованной части отверстия с некоторым излишком, который срубается или спиливается.

При работе клепальным молотком заклепка вставляется в отверстие, после чего под нее подставляется поддержка и затем на выступающую часть

стержня наставляется обжимка, вставленная в молоток, который перед его пуском надо прижимать к заклепке. Работая молотком, следует обкатывать головку обжимкой, как и при ручной клепке.

§ 28. Недостатки заклепочного шва

Ухудшение качества шва может произойти не только от неправильной клепки, но и от качества заклепки.

Иногда заклепка имеет неправильную форму — *выпуклую* (рис. 52 — 1) или *грибовидную* (рис. 52 — 2). В обоих случаях головка не будет плотно прилегать к листам, и прочность шва понизится. Правильная форма головки указана на рис. 52 — 3.

Если дыра просверлена наискось, то головки принимают вид, показанный на рис. 53, и будут удерживать листы только одной стороной.

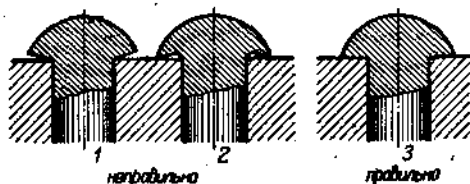


Рис. 52. Правильная и неправильные формы вкладных головок заклепок.

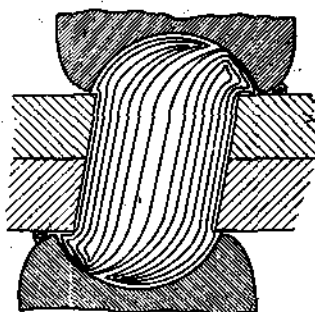


Рис. 53. Перекос заклепки вследствие косога отверстия.

Как указывалось выше, при несовпадении отверстий их следует исправить посредством развертывания. При несоблюдении этого форма стебля и головки окажется искаженной, почему прочность шва понизится (рис. 54).

Недостаточное сжатие листов при клепке может вызвать образование высадки между листами (рис. 55), от чего пострадает плотность соединения.

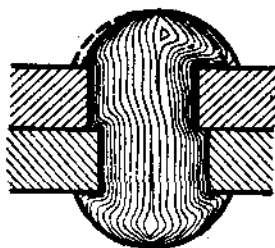


Рис. 54. Искажение формы головок заклепки вследствие несовпадения дыр.

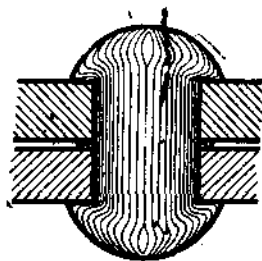


Рис. 55. Образование высадки между листами вследствие недостаточного сжатия листов.

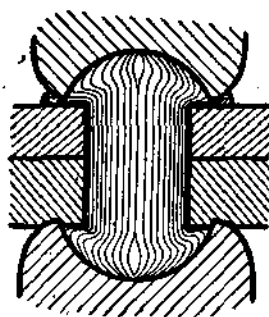


Рис. 56. Врезание обжимки в лист вследствие короткого стержня (внизу) и искажение формы головки вследствие длинного стержня (сверху).

Если длина стержня взята больше, чем требуется для образования головки, то получится излишек материала, препятствующий достаточному сжатию листов (рис. 56 сверху). При недостаточно длинном стержне

головка получится меньших размеров, чем это требуется, а обжимка может врезаться в лист и повредить его (рис. 56 снизу).

Срез стержня заклепки уступами или наискось вызывает перекося замыкающей головки подобно тому, как указано на рис. 54.

§ 29. Приспособление для переноски листов

Переноска листов вручную, в особенности толстых, вызывает большие затруднения. Поэтому при наличии крана пользуются приспособлением, изображенным на рис. 57. *Захваты могут быть свободные, как по-*

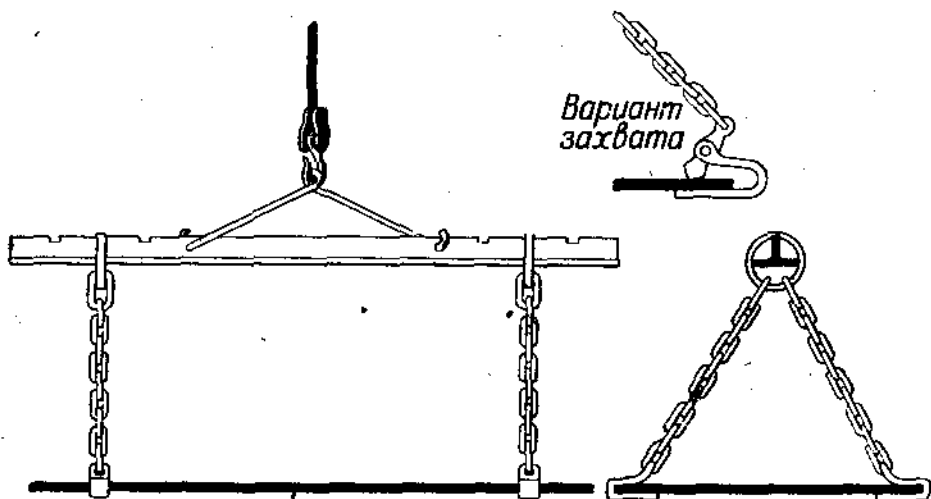


Рис. 57. Захваты для переноски листов.

казано на основном виде, или с зажимом (вариант наверху рисунка). Последний способ является более целесообразным, так как гарантирует прочное удерживание листа и ускоряет самый процесс его захватывания и освобождения.

§ 30. Приемы получения плотного шва

Плотность шва для тонких листов, толщиной до 5 мм, достигается применением холщевых прокладок, пропитанных суриком, разведенным в масле. Более толстые швы уплотняются посредством подчеканки. Эта работа выполняется с помощью инструмента чеканки (рис. 19—2 и 3).

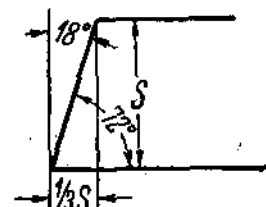


Рис. 58. Подготовка кромки листа для подчеканки.

Предварительно должны быть подготовлены (скошены) кромки листов, как указано на рис. 58, что выполняется на кромко-строгальных станках. При ремонтных работах, когда приходится иметь дело с кромками небольшой длины, скашивание кромок достигается обрубкой их зубилом и опиловкой, прострогиванием их на строгальных станках или фрезерованием. Уклон кромки соответствует $\frac{1}{3}$ толщины листа. При этих условиях угол, прилегающий к стороне листа, соприкасающейся с другим листом, будет величиной около 72° .

Подчеканка производится в два приема. Сначала образуется канавка чеканкой с закругленным концом (рис. 59). После этого производится окончательное уплотнение чеканкой с острым концом (рис. 60).

Необходимо отметить, что подчеканка вызывает местное уплотнение материала, связанное с уменьшением его вязкости. Следовательно в механическом отношении шов несколько проигрывает. Поэтому прибегать к подчеканке без явной нужды не следует. Кроме того неправильно производить подчеканку сразу острой чеканкой, так как при этих условиях местное уплотнение материала будет иметь более резкие переходы, что особенно отрицательно отзывается на сроке службы изделия.

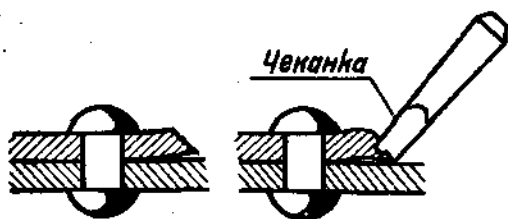


Рис. 59. Уплотнение шва чеканкой с закругленным концом.

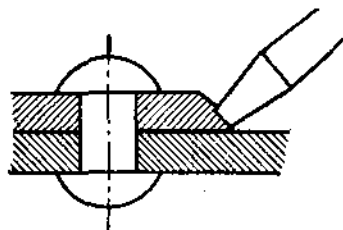


Рис. 60. Уплотнение шва чеканкой с острым концом.

В результате хорошей подчеканки листы должны плотно прилегать один к другому на ширине 4 — 5 мм от кромки листа, который подвергается подчеканке.

Подчеканка головок заклепок повышает прочность шва, но требует особенно осторожной работы, так как чеканка легко соскакивает с головки и может повредить листы, а применение чеканок с острыми концами ослабляет головку заклепки.

ГЛАВА ВТОРАЯ

ВИНТЫ И ВИНТОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

§ 31. Назначение и виды винтовых нарезок

Винтовая нарезка применяется для соединения деталей и для передачи движения от одной детали к другой. В первом случае от нарезки требуется самоторможение, т. е. противодействие отвинчиванию, а во втором — торможение должно быть возможно меньше. Это свойство зависит от величины угла подъема нарезки и профиля резьбы. При одном и том же диаметре угол подъема будет тем меньше, чем меньше шаг. Что же касается профиля резьбы, то уменьшение угла заострения резьбы вызывает уменьшение трения, и самым выгодным в этом отношении углом является угол в 0° , когда профиль резьбы представляет собой квадрат.

Резьбы, служащие для соединения деталей, имеют *треугольный профиль*. В настоящее время они стандартизованы. При введении стандартов было стремление перейти к *метрической резьбе*, у которой угол профиля равен 60° и все размеры выражены в миллиметрах. Кроме того сохранена *дюймовая резьба Витворта* с углом профиля в 55° и номинальным размером наружного диаметра, выраженным в дюймах. Сохранение

дюймовой резьбы вызвано тем обстоятельством, что она имеет применение в некоторых крупных промышленных государствах (Англия, САСШ), откуда мы можем получать машины, а потому должны изготовлять к ним запасные части на замену износившихся.

Как указано выше, при передаче движения от одной детали к другой трение является наименьшим при *квадратной нарезке*. Но ввиду трудности изготовления такой нарезки для передаточных винтов применяется резьба с профилем в виде трапеции, у которой угол равен 30° . Такая резьба называется *трапециoidalной*. Обычно движение посредством винтовой резьбы передается от винта к гайке и редко наоборот. В первом случае применяется исключительно трапециoidalная резьба. Но следует помнить, что изготовление такой резьбы при диаметре менее 10 мм является затруднительным, и в этом случае приходится применять резьбу с треугольным профилем. При передаче движения от гайки к винту применяется резьба с треугольным профилем, как например в отжимных гайках.

У винтов для дерева (шурупов и глухарей) угол профиля резьбы равен 60° . Ширина впадины больше ширины выступа. Таким образом нарезка представляется как бы растянутой. Такая нарезка облегчает проникновение винта в дерево. Кроме того гайкой в этом случае является деревянная деталь, менее прочная сравнительно с материалом винта. Поэтому профиль гайки сравнительно с профилем винта имеет большее поперечное сечение.

В табл. 3 приведена сводка стандартизованных крепежных резьб и резьб для передачи движения (трапециoidalных).

Таблица 3

Стандартизованные резьбы (крепежные и для передачи движения)

№ по пор.	Тип резьбы	ОСТ	Условное обозначение	Пределы наружного диаметра	Пределы шага или числа витков
1	Дюймовая по системе Вн ворте, с зазором на по вершинам и впадинам	1260	—	$\frac{3}{16}'' - 4''$	3—24 витков
2	Метрическая нормальная	94	M	1—5 мм	0,25—0,8 мм
3	"	32	"	6—68 "	1—6 "
4	"	193	"	72—600 "	6 "
5	Метрическая 1-я малая	271	1M	1—400 "	0,2—4 "
6	" 2-я "	272	2M	6—300 "	0,5—4 "
7	" 3-я "	4120	3M	8—200 "	0,5—2 "
8	" 4-я "	4121	4M	9—150 "	0,35—1,5 "
9	" 5-я "	4122	5M	42—125 "	0,75—1 "
10	Трапециoidalная одноходовая крупная	2409	ТРАП	22—300 "	8—40 "
11	Трапециoidalная одноходовая нормальная	2410	"	10—300 "	3—24 "
12	Трапециoidalная одноходовая малая	2411	"	10—300 "	2—12 "

Относительно ОСТ 94, 32 и 193 следует заметить, что строго говоря они являются одним стандартом, разбитым на три части. Поэтому услов-

ное обозначение для всех трех стандартов одинаковое (M). Для более точного обозначения надо указывать номер стандарта.

На чертежах необходимо точно обозначать выбранную резьбу. Так резьба метрическая основная с наружным диаметром $d_0 = 14$ мм будет иметь обозначение: « $M14 \times 2$ ОСТ 32», где цифрой 2 обозначен шаг резьбы. Для резьб например 1-й и 2-й мелкой метрической обозначения следующие: « $1M 14 \times 1,5$ ОСТ 271» и « $M20 \times 1,5$ ОСТ 272».

Резьба Витворта обозначается на чертежах обязательно в дюймах; например при $d_0 = 1"$ пишут: « $1" \text{ ОСТ } 126$ ».

Резьба по ОСТ 94 предназначена для замены нарезки Левенгерца, применяемой в точном машиностроении и в электротехнике. Величина ее шага согласована с шагом резьбы Левенгерца. Угол профиля резьбы Левенгерца равен $53^\circ 8'$, т. е. заметно отличается от метрической резьбы.

Принцип построения резьбы трапециoidalной противоположен крепленным резьбам. Наиболее выгодной формой профиля является квадрат. Но, как уже отмечено, такую резьбу труднее готовить сравнительно с трапециoidalной. Кроме того при наличии разъемной гайки с трапециoidalной резьбой в случае ее износа можно уничтожить качание гайки посредством стягивания ее половинок. При квадратной резьбе этого сделать нельзя, и разработанную гайку приходится ремонтировать или заменять новой.

Построение допусков для резьб основано на следующих предположениях. Любые болт и гайка одного стандарта и одинакового диаметра должны между собой свободно свинчиваться. Кроме того, несмотря на наличие зазоров, резьба должна иметь достаточную поверхность соприкосновения на сторонах профиля, гарантирующую прочность соединения.

Опытами Штудри (1922 г.) установлено, что уменьшение рабочей высоты профиля болта или гайки на 50% вызывает уменьшение прочности соединения на 15 — 20%. Это объясняется тем, что при неполном профиле в работе не участвует часть профиля с меньшим поперечным сечением сравнительно с оставшейся частью. Кроме того при завинчивании происходит деформация металла, увеличивающая высоту профиля резьбы, а следовательно и повышающая прочность соединения.

ОСТ 441, которым установлены диаметры отверстий под резьбу, допускает притупление профиля гайки на 10 — 15% или 20 — 25% в зависимости от точности сборки.

§ 32. Типы стандартизованных болтов

Болтом называется круглый стержень, нарезанный на одном конце, а на другом конце имеющий головку. Головкам придают различную форму: *шестигранную, квадратную, полукруглую и потайную*. Болты предназначаются для соединения металлических и неметаллических деталей, в соответствии с чем и выбирается форма их головки. В болтовой комплект обычно входит, кроме болта, *шайба и гайка*. Нарезка на крепящихся болтах применяется метрическая по ОСТ 32 или дюймовая по ОСТ 1260.

На рис. 61 указаны существующие стандартизованные болты, большая часть которых предназначена для соединения металлических деталей (1 — 5 и 7), а остальные два (6 и 8) для деревянных деталей.

Болты с полукруглой и потайной головками снабжены *усом* или *квадратным подголовком*, имеющими назначение предупреждать вращение болта во время навинчивания гайки. В остальных случаях в них

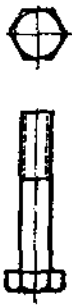
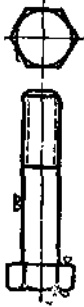
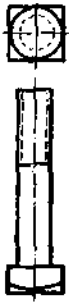
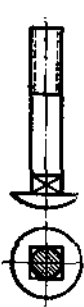
№ по пор.	Тип	ОСТ	Размеры	Название
1		132 133	6 — 48 мм 1/4" — 2"	{ Болты черные с шестигранной головкой.
2		1718 1722	6 — 48 мм 1/4" — 2"	{ Болты полукруглые с шестигранной головкой под гайку обыкновенную с прошапинтовкой или корончатую.
3		1715 1716 1720 1717 1721	2 6 — 5 мм 6 — 48 " 1/4" — 2" 6 — 48 мм 1/4" — 2"	{ Болты чистые с шестигранной головкой под гайку обыкновенную с прошапинтовкой или корончатую. { То же под гайку обыкновенную.
4		1724 1725 1726 1727	6 — 48 мм 1/4" — 2" 6 — 48 мм 1/4" — 2"	{ Болты чистые с шестигранной головкой для гайки обыкновенную с прошапинт. или коронч. для отверстия из-под развертки. { То же под гайку обыкновенную.
5		134 135	6 — 48 мм 1/4" — 2"	Болты черные с квадратной головкой.
6		136 137	6 — 48 мм 1/4" — 1"	{ Болты черные с полукруглой головкой и усом для дерева.
7		140 141	6 — 27 мм 1/4" — 1"	{ Болты черные с полукруглой головкой и усом для металла.
8		138 139	6 — 27 мм 1/4" — 1/4"	{ Болты черные с полукруглой головкой и квадратным полукругом для дерева.

Рис. 61. Болты для металла и дерева.

нет надобности, так как форма головки болта позволяет удерживать ее гаечным ключом, чего нельзя сделать при наличии полукруглой и потайной головок.

Ус болта для дерева имеет форму клина, который при завинчивании болта вдавливается в дерево, благодаря чему создается связь между болтом и деревом, предупреждающая вращение болта. Следовательно для уса такого болта никакой подготовки в деревянной детали делать не требуется. То же самое относится и к болту с квадратным подголовком.

Что же касается болта с усом для металла, то его ус в сущности является поставленной наискось шпонкой, и для него должен быть подготовлен соответствующий паз посредством фрезеровки или ручным способом с помощью крейцмейселя и напильника.

По степени отделки болты бывают черные, полуматовые и чистые.

У черных болтов после штамповки обработка резанием не производится, за исключением нарезания резьбы.

Чистые болты обрабатываются крутом, включая и грани головки. Отверстия для них должны точно изготовляться посредством развертывания.

Полуматовые болты отличаются от чистых тем, что у них грани не обрабатываются.

Концы болтов изготавливаются по ОСТ 1713 и могут иметь форму цилиндра, сферы или усеченного конуса с углом при вершине в 90° .

Окончание резьбы на стержне болта, называемое *выходом резьбы*, может иметь сбег, т. е. постепенное уменьшение глубины нарезки, или же резьба выходит в проточку, имеющую форму кольцевой канавки. Сбеги и проточки указаны в ОСТ 1714, причем они распространяются на случаи нарезания резьбы плашками, гребенками или резцом.

Существуют болты конусные (призонные) без головки (рис. 62). Они подвергаются чистой отделке и предназначаются для отверстий из-под развертки (ОСТ 4151).

С целью дать болту краткую и точную характеристику пользуются условными обозначениями, установленными стандартом. Так «М16 × 70 ОСТ 132» означает: болт черный с шестигранной головкой, резьба метрическая, наружный диаметр 16 мм, длина 70 мм. Другой пример: «Болт чистый $\frac{3}{4}$ " × 100 ОСТ 1725» — болт чистый для отверстия из-под развертки диаметром $\frac{3}{4}$ " (20 мм) длиной 100 мм с шестигранной головкой под гайку обыкновенную с прошиplinтовкой или корончатую. Размер 20 мм относится к ненарезанной части стержня.

Длиной болта считается длина его стержня от конца до головки.

Из этих примеров видно, какие большие удобства дает пользование условными обозначениями. Разумеется, что при этом надо строго придерживаться указаний стандарта, не допуская каких-либо отклонений от принятых форм: в противном случае возможны ошибки.

§ 33. Нестандартизованные болты

В тех случаях, когда место не позволяет подвести болт или гайку снизу, болт заводится сбоку, для чего во фланцах делаются соответствующие

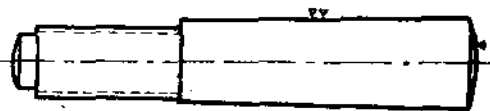


Рис. 62. Болт конусный для отверстий из-под развертки (призонный).

щие вырезы (рис. 63). Головка такого болта имеет в плане вид прямоугольника, ширина которого равна диаметру болта. Для того чтобы вынуть болт, надо сначала ослабить гайку.

Иногда головки болта придают прямоугольную форму с закругленными двумя углами (рис. 64), благодаря чему болт можно поворачивать около вертикальной оси. В соединяемых деталях отверстия делаются такой формы, чтобы можно было пропустить болт головкой вперед. После этого его поворачивают на 90° , надевают на него шайбу и навинчивают гайку.

Крышки котлов прижимаются откидными или шарнирными болтами (рис. 65). Головка такого болта имеет поперечное круглое отверстие.

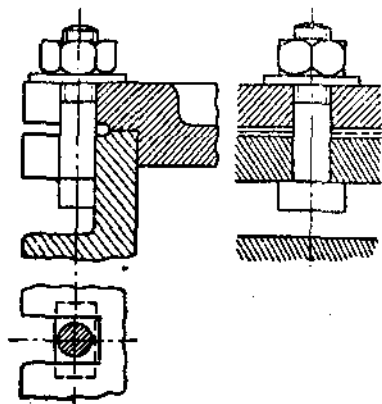


Рис. 63. Болт, заводимый и вынимаемый сбоку.

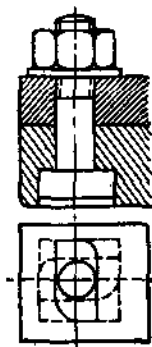


Рис. 64. Болт, вставляемый со стороны гайки.

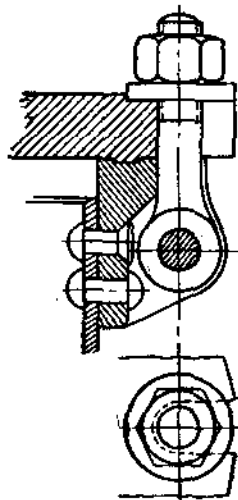


Рис. 65. Откидной болт.

стие, через которое пропускается шарнирный стержень. Соединяемые детали снабжены прорезами, в которые болт можно вводить на его место, причем, когда необходимо, его можно откидывать. Подобный болт удобен в тех случаях, когда требуется часто открывать крышку. Перед откидыванием болта следует отвинтить гайку с таким расчетом, чтобы она не мешала откидыванию.

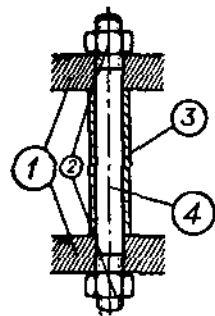


Рис. 66. Распорный болт.

Если требуется сохранить определенное расстояние между соединяемыми деталями, применяются *распорные болты* (рис. 66). Через соединяемые детали 1 пропускается болт 4, на концы которого навинчиваются гайки 2. Для соблюдения определенного расстояния между деталями болт пропускается через отрезок трубы 3, длина которого соответствует расстоянию между соединяемыми деталями.

Для соединения станка с фундаментом применяются *фундаментные болты* (рис. 67). Головка их имеет форму четырехгранной пирамиды с завершенными ребрами. Углубление в фундаменте делается с таким расчетом, чтобы могло пройти нижнее основание пирамиды. Промежутки между болтом и стенками заполняются цементом. Иногда для прочности

между боками болта и стенками углубления забиваются стальные клинья, после чего производится заливка цементом. В настоящее время такой способ крепления вытеснен применением анкерных болтов.

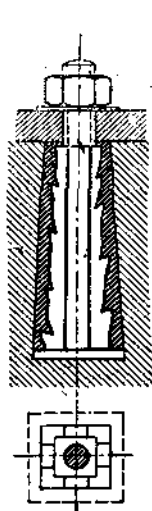


Рис. 67.
Фундамент-
ный болт.

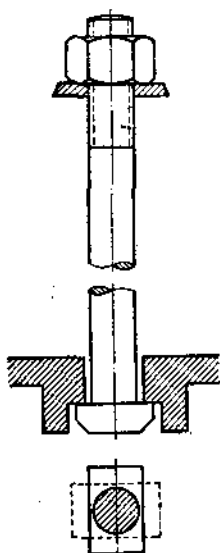


Рис. 68. Анкерный
болт с головкой.

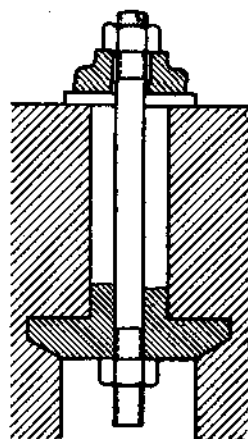


Рис. 69. Анкерный
болт без головки.

Анкерные болты (рис. 68 и 69) пропускаются сквозь фундамент. Головка болта имеет прямоугольную форму или же заменяется гайкой или чекой. Болт пропускается через фундаментную плиту (рис. 70).

§ 34. Стандартизованные гайки

Гайки по своей форме и назначению подразделяются на шестигранные, квадратные, корончатые, установочные, отжимные и гайки-барашки.

Для болтовых соединений чаще других применяются шестигранные гайки (рис. 71). Они имеют форму шестигранной призмы с одной или двумя

фасками, выполненными под углом 30° . Фаски делаются для предохранения углов от смятия. Значения букв, указанных на рисунке, даются в соответствующих стандартах. Приблизительные значения можно получить расчетом, беря за основание наружный диаметр болта d . Тогда $D = 2d$ и $H \approx 0,8d$. Величину S можно получить построением, а $D_1 \approx 0,95S$.

Различаются шестигранные гайки *нормальные*, когда $H \approx 0,8d$, и *высокие*, у которых $H \approx 1,5d$ по ОСТ 4139 (рис. 72).

Резьба у гаек делается метрическая по ОСТ 32 или дюймовая по ОСТ 1260.

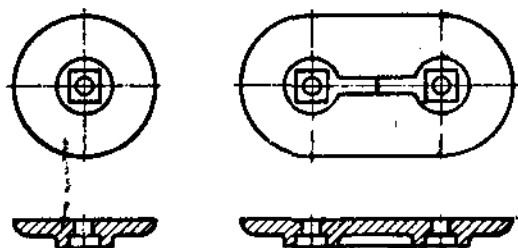


Рис. 70. Фундаментная плита.

По степени обработки шестигранные гайки бывают *черные* (ОСТ 146 и 147), *получистые* (ОСТ 1748 и 1749) и *чистые* (ОСТ 1744 — 1747). Черные гайки после штамповки не обрабатываются, за исключением нарезки. У чистых — обработка кругом, а у получистых обрабатываются

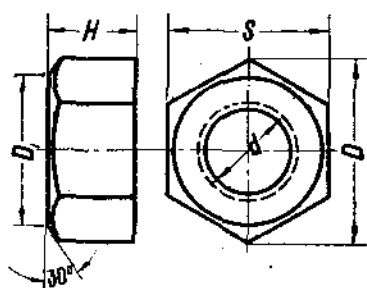


Рис. 71. Шестигранная нормальная гайка.

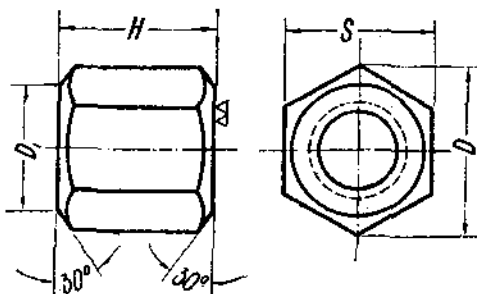


Рис. 72. Гайка шестигранная высокая.

только основания, т. е. плоскости соприкосновения с шайбой или с другой гайкой.

Квадратные гайки (рис. 73) бывают исключительно черные с резьбой метрической и дюймовой (ОСТ 144 и 145).

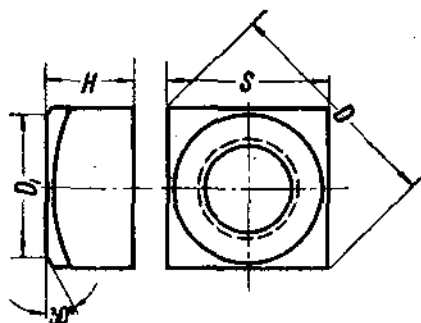


Рис. 73. Квадратная гайка.

Корончатые гайки имеют форму, указанную на рис. 74. Они снабжены 6 или 12 прорезями, в которые вставляются шпильки для предупреждения отвинчивания гайки. По степени отделки корончатые гайки бывают черные (ОСТ 1754 и 1755), получистые (ОСТ 1748 и 1749) и чистые (ОСТ 1750 и 1751). Резьба делается метрическая и дюймовая.

Установочные гайки (рис. 75, по ОСТ 4147) имеют круглую форму с 6 канавками для специального гаечного ключа. По степени обработки они изготавливаются только чистые.

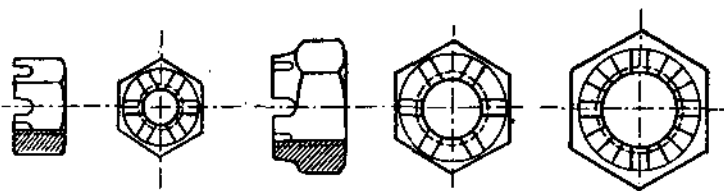


Рис. 74. Гайки чистые шестигранные корончатые.

Отжимные гайки применяются для отжимания, т. е. продольного перемещения упорных центров. Они изготавливаются круглой формы (рис. 76, по ОСТ 4141) с 6 глухими дырами для специального ключа или фасонной шестигранной формы (рис. 77 по ОСТ 4141). В последнем случае пользуются обыкновенным гаечным ключом.

§ 35. Стандартизованные шайбы

Шайба является подкладкой под гайку и служит для предупреждения смятия соединяемой детали (рис. 78). Шайбы бывают черные (ОСТ 148 и 149) и чистые (ОСТ 1756). В первом случае они получают штамповкой без дальнейшей обработки, а во втором — обрабатываются крутом, причем на одной стороне снимается фаска.

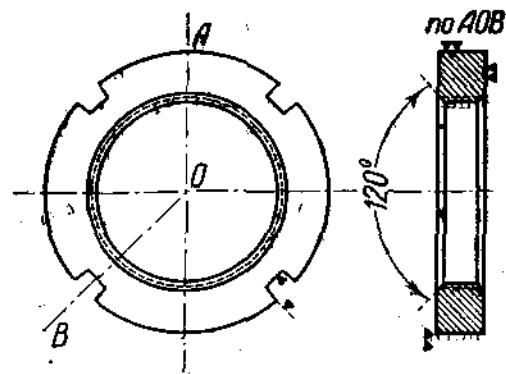


Рис. 75. Гайка установочная фрезерованная с мелкой метрической резьбой.

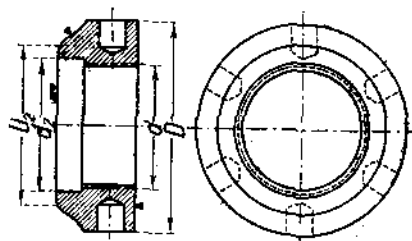


Рис. 76. Гайка отжимная цилиндрическая для упорных центров с мелкой метрической резьбой.

В условном обозначении указываются диаметр отверстия и стандарт. Например «22 ОСТ 148» значит: шайба черная для болтов с метрической резьбой, с отверстием диаметром 22 мм, предназначенная для болтов диаметром 20 мм. Следовательно первое число относится к диаметру отверстия, а не болта.

Шайбы, как правило, делаются одинаковой толщины.

Если плоскости, прилегающие к головке болта или гайке, не параллельны между собой, то здесь приходится применять косые шайбы (рис. 79 АВ и CD).

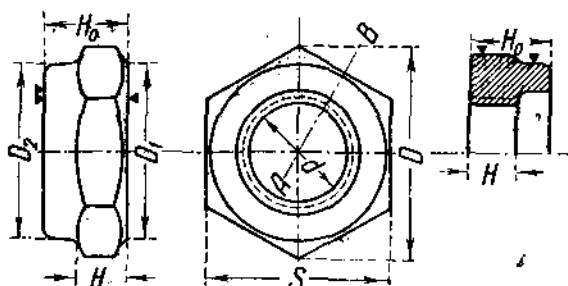


Рис. 77. Гайка отжимная шестигранная для упорных центров с мелкой метрической резьбой.

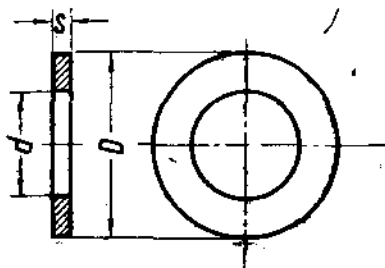


Рис. 78. Шайба черная.

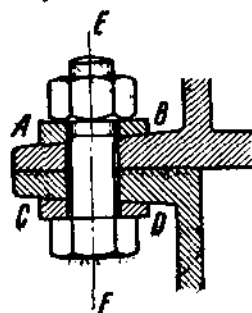


Рис. 79. Косая шайба.

§ 36. Стандартизованные шпильки

Шпилькой называется стержень с резьбой на обоих концах. Одним концом шпилька завинчивается в одну из соединяемых деталей, а на другую навинчивается гайка (рис. 80). Шпильки бывают с *проточкой* (ОСТ 1736 — 1743) и *без проточки* (ОСТ 1728 — 1735).

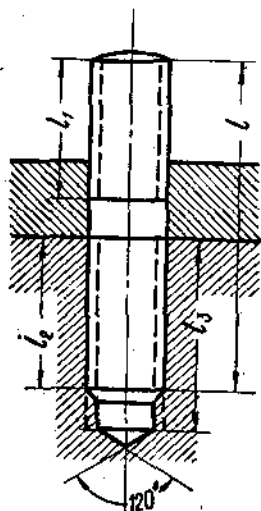


Рис. 80. Шпилька.

Длина нарезанной части l_1 , завинчиваемой в деталь, составляет для укрепления в стали, железе и бронзе от 1 до $1,4d$, для чугуна — от 1,3 до $1,4d$ и для мягких металлов от 2,5 до $3d$. Глубина отверстия l_2 должна быть больше l_1 на $0,7 - 1d$. Длина нарезанной части для гайки l_1 равняется 2 — $2,5d$. Во всех случаях d означает диаметр шпильки.

§ 37. Гаечные замки

Под действием толчков и ударов гайка не все время прижимается к шайбе и потому может отвинчиваться.

Для предупреждения самоотвинчивания гаек существуют различные приспособления, называемые *гаечными замками*.

Простейшим приспособлением является *контргайка*, т. е. вторая гайка. Сначала завинчивают до нужного положения главную гайку, а затем, удерживая ее ключом, плотно завинчивают контргайку. Это средство является ненадежным. Гайка и контргайка должны быть одинаковых размеров по высоте.

Пружинная шайба (рис. 81) благодаря своей упругости прижимается к гайке и препятствует ее отвинчиванию. Она приносит пользу до тех пор, пока не потеряет упругости. Постоянным ее недостатком является неравномерное нажатие гайки, вызывающее перекос болта.

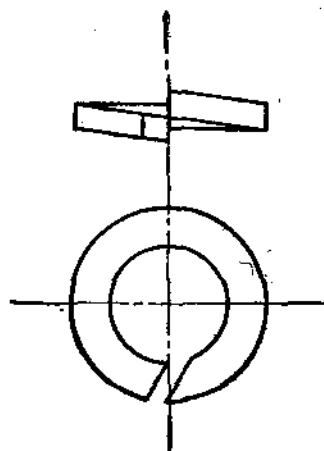


Рис. 81. Пружинная шайба.

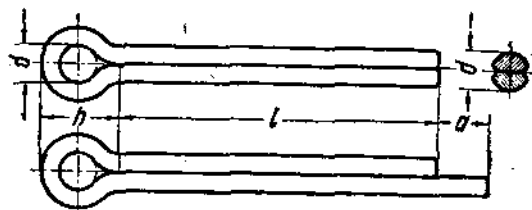


Рис. 82. Шплинты.

Шплинт (рис. 82) представляет собой кусок согнутой проволоки (ОСТ 150). При диаметре отверстия для шплинта до 2,5 мм ветви бывают одинаковой длины, а при больших отверстиях — разной длины. Это делается для облегчения разводки концов шплинта. Шплинты изготовляются из железа или латуни и бывают диаметром от 1 до 12 мм.

Условное обозначение: «Шплинт железный разводной 5 × 60 ОСТ 150» означает, что данный шплинт предназначен для отверстия диаметром 5 мм, и длина его по короткой ветви равна 60 мм.

Для того, чтобы можно было установить шплинт, надо просверлить поперечное отверстие в болте и сделать 6 продолговатых отверстий в гайке (рис. 83). При этих условиях можно подтягивать гайку каж-

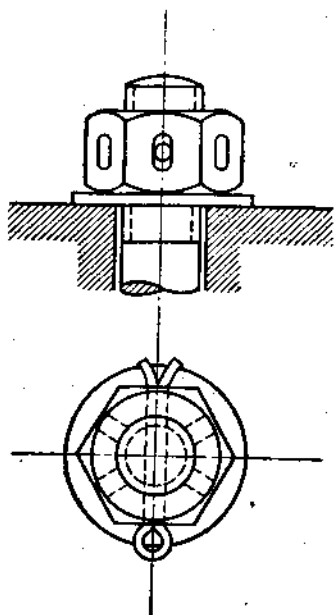


Рис. 83. Установка шплинта через прошплинтованную гайку.

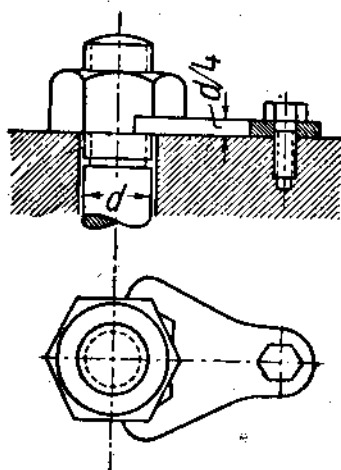


Рис. 84. Лежащий ключ.

дый раз на 60° . Для этого следует вынуть шплинт, подвернуть гайку с таким расчетом, чтобы против отверстия в болте прились отверстия гайки, и после этого вновь вставить шплинт. Если не имеется в виду подтягивание гайки, то шплинт ставится над гайкой, которая не имеет отверстий.

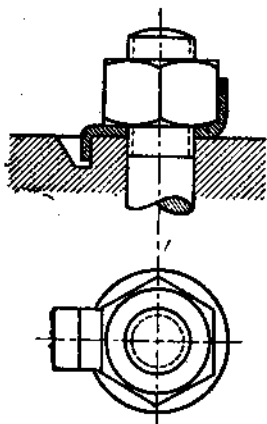


Рис. 85. Шайба с предохранительным выступом.

Шплинты применяются для предупреждения отвинчивания корричатых гаек (рис. 74), у которых вместо отверстий имеются сверху прорези, через которые и вставляется шплинт. В зависимости от числа прорезей в гайке (6 или 12) ее можно повернуть на 60° или 30° .

Лежащий ключ (рис. 84) делается съемным и укрепляется винтом. Он дает возможность поворачивать гайку не менее как на 30° . Для этого надо отвинтить винт, снять ключ, подвинтить гайку и вновь поставить ключ на место.

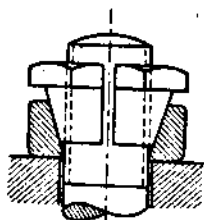


Рис. 86. Защемляющая гайка.

Шайба с предохранительным выступом (рис. 85) представляет собой особого вида шайбу, имеющую два выступа, из которых один отгибается

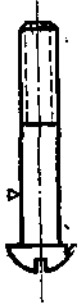
№ по пор.	Тип	ОСТ	Пределы	Название
1	Обраб. кругом 	214 3979	1—10 мм 1/4" — 3/4"	{ Винты для металла с полукруглой головкой точеные
2		215 3980	2,3—10 мм 1/4" — 3/4"	{ Винты для металла с полукруглой головкой накатанные
3	Обраб. кругом 	217 3972 3981	1—10 мм 12—24 " * 1/4" — 3/4"	{ Винты для металла с потайной головкой точеные
4		216 3982	2,3—10 мм 1/4" — 3/4"	{ Винты для металла с потайной головкой накатанные
5	Обраб. кругом 	218 3973 3983	1—10 мм 12—30 " * 1/4" — 3/4"	{ Винты для металла с цилиндрической головкой точеные
6	Обраб. кругом 	219 3984	1—10 мм 1/4" — 3/4"	{ Винты для металла с полупотайной головкой точеные

Рис. 87. Винты для металла.

вниз и удерживает от вращения шайбу, а другой — отгибается вверх и удерживает от вращения гайку. Если бы не было первого выступа, то гайка могла бы вращаться вместе с шайбой. Такое устройство дает возможность подтягивать гайку на 60°. Для частых подтягиваний гайки это устройство не годится, так как выступ шайбы, удерживающий гайку от вращения, легко отламывается.

Защелмляющая гайка (рис. 86) применяется при монтажных работах для временного соединения. Она снабжена конической головкой с углом при вершине около 40°. Отверстие в шайбе соответствует конической части. Вдоль гайки имеется прорезь шириной в 2 — 3 мм. При завинчивании гайки происходит ее сжатие, благодаря чему она плотно прижимается к болту, что предупреждает самоотвинчивание.

§ 38. Винты для соединения деталей

Винты для соединения металлических деталей указаны на рис. 87. Они изготовляются из железа или латуни и различаются между собой по форме головки и способу производства нарезки. Головки бывают *полукруглые, цилиндрические, потайные и полупотайные*. По способу производства нарезки винты разделяются на *точенные и накатанные*.

Винты завинчиваются и отвинчиваются с помощью отвертки, вставляемой в прорезь головки, называемой *шлицем*. Шлиц имеет ширину, равную 0,2 — 0,25 диаметра винта, а глубина его делается для полукруглых головок равной 0,6 высоты головки, а для остальных — равной 0,5 высоты головки.

Винты для дерева диаметром до 10 мм называются *шурупами*, а имеющие диаметр до 20 мм — *глухарями* (рис. 88). Шурупы имеют головку *полукруглую, потайную или полупотайную*, а глухари — *шестигранную*. Шурупы завинчиваются и отвинчиваются отверткой, а глухари — гаечным ключом.

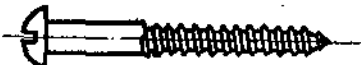
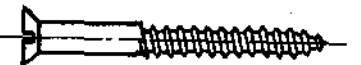
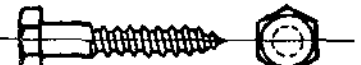
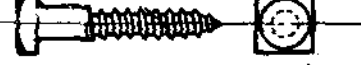
№ по пор.	Тип	ОСТ	Пределы	Название
1		188	1,4—10 мм	Винт для дерева (шуруп) с полукруглой головкой
2		189	1,4—10 мм	Винт для дерева (шуруп) с потайной головкой
3		190	1,4—10 мм	Винт для дерева (шуруп) с полупотайной головкой
4		191	6—20 мм	Винт для дерева (глухарь) с шестигранной головкой
5		192	6—20 мм	Винт для дерева (глухарь) с квадратной головкой

Рис. 88. Шурупы и глухари.

§ 39. Установочные винты

Установочные винты могут иметь головку, подготовленную под отвертку (рис. 89) или под ключ (рис. 90). Первые снабжены *шлицами*, а вторые — *шестигранными* или *квадратными* головками. Концы установочных винтов имеют различную форму: цилиндрическую, коническую, шаровую, в форме усеченного конуса и в виде конуса, направленного внутрь винта.

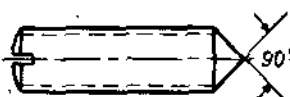
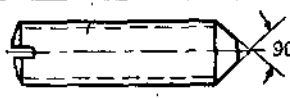
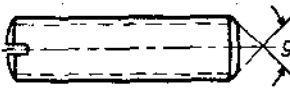
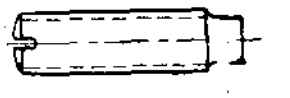
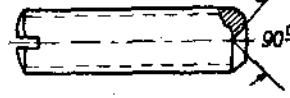
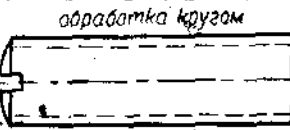
№ по пор.	Тип	ОСТ	Пределы диаметров
1		2051	1—5 мм
2		2051 2052	6—20 мм $\frac{1}{4}''$ — $\frac{3}{4}''$
3		2053 2054	1—20 мм $\frac{1}{4}''$ — $\frac{3}{4}''$
4		2055 2056	6—20 мм $\frac{1}{4}''$ — $\frac{3}{4}''$
5		2057 2058	6—20 мм $\frac{1}{4}''$ — $\frac{3}{4}''$
6		3975	6—20 мм

Рис. 89. Винты для металла установочные точные с головкой под отвертку.

ПРИЕМЫ СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ БОЛТАМИ И ВИНТАМИ

§ 40. Гайки, ключи и отвертки

Для завинчивания и отвинчивания гаек шестигранных и квадратных пользуются чаще всего *гаечными ключами*, имеющими вид, показанный на рис. 91. Ширина отверстия ключа, или так называемый *зев*, стандартизована (ОСТ 95а и б). Тем же стандартом установлены предельные размеры гаек «под ключ» (рис. 92). Часто встречаются гаечные ключи с двумя зевами, предназначенными для гаек разных размеров. Длина рукоятки

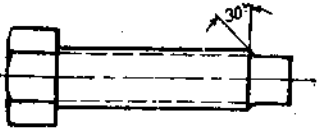
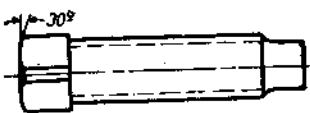
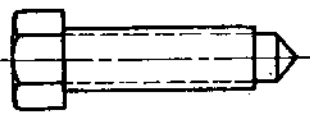
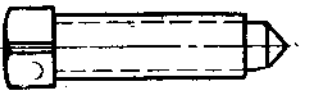
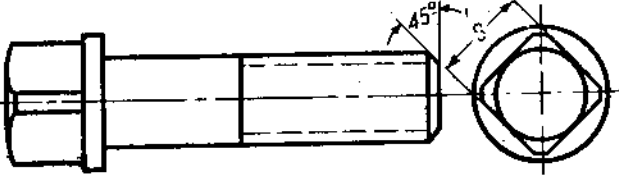
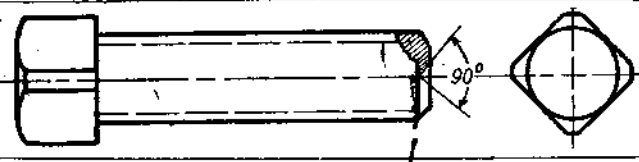
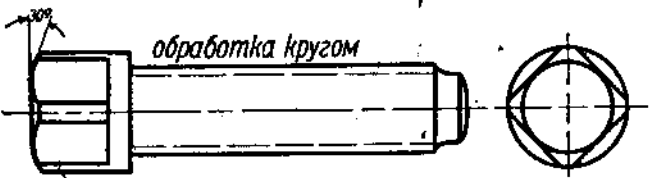
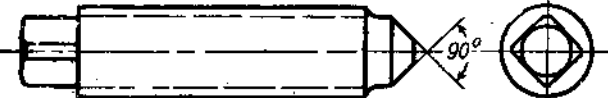
№ по порядку	Т и п	ОСТ	Пределы
1		2059 2060	6—20 мм $\frac{1}{4}$ "— $\frac{3}{4}$ "
2		2061 2062	6—20 мм $\frac{1}{4}$ "— $\frac{3}{4}$ "
3		2063 2064	6—20 мм $\frac{1}{4}$ "— $\frac{3}{4}$ "
4		2065 2066	6—20 мм $\frac{1}{4}$ "— $\frac{3}{4}$ "
5		3974	5—24 мм
6		3976	6—20 мм
7		3977	8—20 мм
8		3976	10—20 мм

Рис. 90. Винты для металла установочные с головкой под ключ.

берется равной $15d$, где d — наружный диаметр болта. Для болтов большого диаметра такая длина может оказаться недостаточной. Поэтому, чтобы не делать ключ очень громоздким, его наращивают трубой, надеваемой на рукоятку.

Работа гаечным ключом возможна в том случае, если хватает места для захвата гайки и поворота ключа. Иногда неправильная конструкция

изделия не допускает этого, почему приходится нагонять гайки с помощью зубила и молотка, что вредно отзываясь на службе болта и гайки и вообще говоря недопустимо.

Существуют гаечные ключи с подвижным зевом, так называемые *разводные ключи*. Для постоянной работы такие ключи мало пригодны, так как они сравнительно быстро разрабатываются. Удобство разводных ключей состоит в том, что один ключ заменяет набор из нескольких ключей с разной шириной зева. Поэтому их целесообразно применять при сборочных работах, производимых за пределами цеха.

Если гайка утоплена в гнезде, то вместо обыкновенного ключа пользуются *торцевым ключом* (рис. 93). Воротек такого ключа делается такой толщины, чтобы он погнулся раньше, чем сорвется нарезка.

В настоящее время имеются стандарты *монтажного ключа и ключей для установочных гаек* (рис. 94).

Ключи для установочных гаек бывают двух типов: для сверленных гаек (ОСТ 4148)

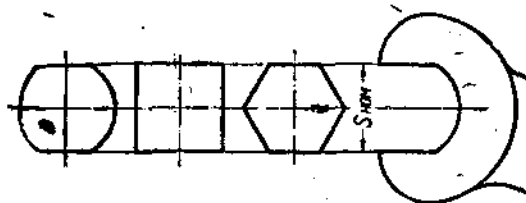


Рис. 92. Зев ключа и форма гаек.

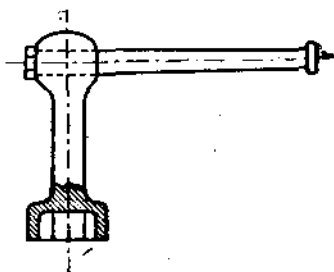


Рис. 93. Торцевой ключ.

и для фрезерованных гаек (ОСТ 4149). Они различаются по форме шипа: у ключей для сверленных гаек (рис. 94—1) шип имеет круглое сечение, а у ключей для фрезерованных гаек (рис. 94—2) сечение шипа прямоугольной формы.

Монтажный ключ (ОСТ 4150) предназначается для винтов с квадратной головкой (рис. 94—3).

Фрикционный гаечный ключ (рис. 95). Этот ключ целесообразно применять в тех случаях, когда требуется закрутить с одинаковым усилием несколько гаек. Ключ имеет приспособление, подобное трещотке микрометра, в котором, чтобы не рассчитывать на осязание пользующегося микрометром, введено фрикционное сцепление. При достижении определенного нажатия сцепление разъединяется.

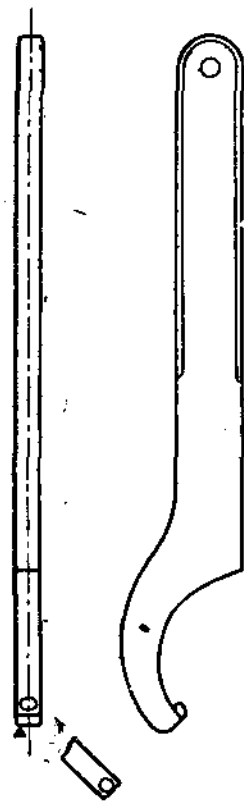
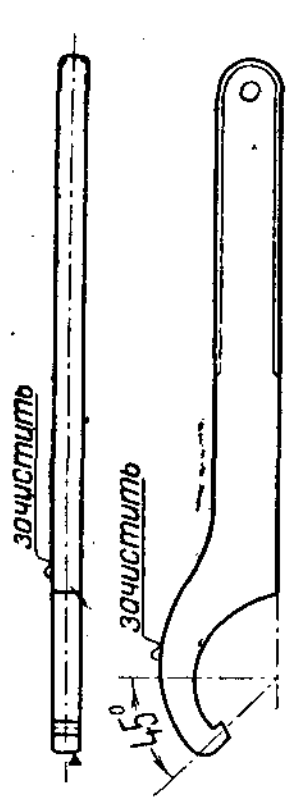
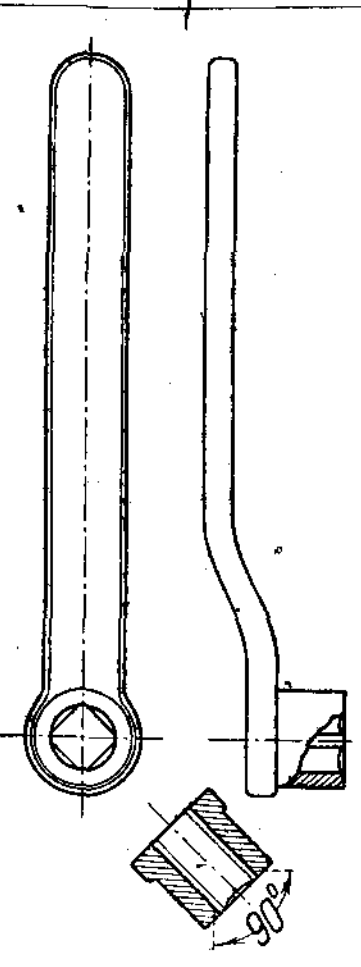
№ по р.	Т	и	и	ОСТ	Наименование
1				4148	Ключ для установочных сверловых гаек
2				4149	Ключ для установочных фрезерованных гаек
3				4150	Ключ монтажный

Рис. 94. Ключи для установочных гаек и монтажный.

Ключ состоит из двух шайб 10 и 9, между которыми имеется фибровая прокладка 3. Шайба 10 переходит в винт с гайкой 7. На другом конце шайбы имеется цилиндрический выступ 2 с квадратным гнездом, в которое вставляется хвост торцевого ключа 1. Ключи бывают сменные в зависимости от размеров гайки.

Шайба 9 представляет одно целое с вилкой 5, в которой имеется отверстие для рычага 6, служащего для поворачивания ключа.

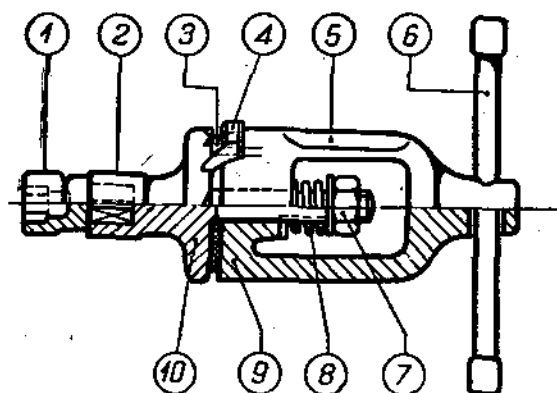


Рис. 95. Фрикционный гаечный ключ.

Между шайбами 10 и 9 помещается храповой механизм. Собачка 4 прикреплена на шайбе 9, а храповые зубцы расположены на окружности шайбы 10.

Сила сцепления между шайбами 10 и 9 создается нажатием гайки 7, которая давит через пружину 8 на шайбу 9. Подвинчивая или отвинчивая гайку 7, можно регулировать силу сцепления между шайбами и тем самым устанавливать величину усилия, с которым будут навинчиваться гайки

или завинчиваться болты. Как только усилие рабочего окажется выше заданного, сцепление между шайбами 10 и 9 нарушится, после чего шайба 9 будет вращаться вхолостую.

В это время храповой механизм будет иметь значение звукового сигнального приспособления, так как собачка начнет перескакивать через зубцы храповика, издавая треск. При этом завинчивание гайки прекратится, и дальнейшее вращение ключа будет бесполезным.

Этим же ключом можно пользоваться для отвинчивания гаек. В этом случае фрикционное сцепление является излишним. Сцепление между шайбами 10 и 9 будет достигнуто с помощью храпового механизма. При вращении ключа в противоположную сторону собачка 4 упрется в первый же зубец шайбы 10, и последняя начнет вращаться.

Таким образом при отвинчивании гаек фрикционный ключ работает, как обыкновенный торцевой ключ.

Для вращения ключа можно применить вместо воротка 6 изогнутую рукоятку, что удобнее при завинчивании мелких гаек.

Что же касается гаек, для завинчивания которых требуется большое усилие, то в этом случае целесообразнее применять вороток, позволяющий работать одновременно двумя руками.

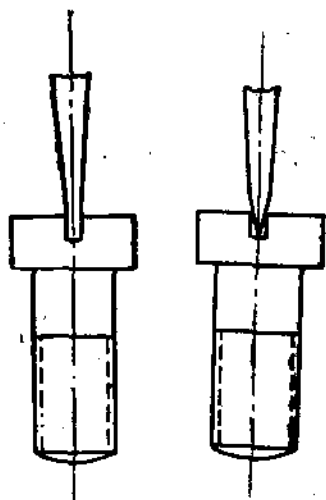


Рис. 96. Правильная форма лезвия отвертки.

Рис. 97. Неправильная форма лезвия отвертки.

Винты со шлицами заворачиваются и отвинчиваются с помощью *отвертки*. Лезвие отвертки должно иметь параллельные грани на всю глубину шлица (рис. 96) и входить в шлиц с небольшим зазором. Ширина лезвия должна быть немного уже головки винта. Заостренная форма лезвия (рис. 97) позволяет пользоваться отверткой для винтов с разной шириной шлицов, но она легко портит головки винтов, почему такую отвертку не следует применять.

§ 41. Приемы болтового крепления

Для получения прочного соединения деталей посредством болтов следует надлежащим образом подготовить поверхности соприкосновения соединяемых деталей, правильно просверлить отверстия для прохода болтов, и вставив болты, с достаточным усилием затянуть гайки. Поверхности соприкосновения готовятся таким образом, чтобы они по возможности совпадали одна с другой.

Главным, хотя и грубым признаком достаточной подготовки является отсутствие шатанья при свободном наклаивании деталей. Более точное совпадение поверхностей зависит от степени обработки. Иногда поверхность отливки или поковки совершенно не обрабатывается. В некоторых случаях ограничиваются строжкой, фрезерованием или отливкой под линейку или под краску. Наконец соприкасающиеся поверхности могут подвергаться шабровке. Более точные способы обработки гарантируют более точное совпадение поверхностей, в результате чего соединение становится более плотным, т. е. более или менее непроницаемым для жидкостей или газов.

Необходимо стремиться к тому, чтобы получить нужный результат по возможности с меньшей обработкой. Было бы ошибочно применять точную обработку в тех случаях, когда это не требуется условиями работы данного изделия.

То же самое следует заметить и относительно отверстий для болтов. Так как болты, в особенности черные, являются предметом массового производства, то их размеры, в частности наружный диаметр, могут в известных пределах колебаться. Если преследовать цель получения плотной посадки, то пришлось бы к одинаковым по номинальным размерам болтам просверливать разные отверстия, независимо от требуемой точности сборки. Это сильно удорожило бы работу, не принося существенной пользы. Поэтому принято сверлить отверстия несколько больших диаметров сравнительно с диаметрами болтов с учетом точности сборки.

ОСТ 439 указывает диаметры сверл для сверления отверстий под болты и винты, причем по степени точности сборка подразделяется на *точную*, *среднюю* и *грубую*. Для диаметров болтов и винтов до 8 мм различают только два вида сборки: *точную* и *среднюю*.

Для примера можно указать, что для болта или винта диаметром 10 мм при точной сборке сверла берутся диаметром 10,5 мм, при средней — 11 мм и при грубой — 12 мм. Таким образом зазор между болтом и отверстием может колебаться от 0,5 до 2 мм. С увеличением диаметра болта увеличивается и зазор. Так при диаметре болта в 20 мм величина зазоров составляет 1 мм, 2 мм и 3 мм, а при диаметре болта в 30 мм — 1 мм, 2 мм и 4 мм.

Если применяются чистые болты, то отверстия для них готовят разверткой, благодаря чему каждый болт совершенно плотно входит в свое отверстие.

Детали могут соединяться одним болтом или несколькими болтами. В последнем случае мы имеем *многоболтовое крепление*, когда требуется с большей или меньшей точностью выдержать расстояния между центрами отверстий. Это достигается разметкой или применением кондукторов. Совпадение отверстий в соединяемых деталях получается в результате точной разметки, применения кондукторов или последовательного сверления отверстий сначала в одной детали, а затем использования этой детали в качестве кондуктора для сверления отверстий в другой детали.

В случае *одноболтового* крепления работа сводится к тому, чтобы стянуть детали достаточно сильно, не допуская разрыва болта. Если брать длину рукоятки гаечного ключа нормальной длины, т. е. равной $15d$, то опасность разрыва болтов при работе одного человека, действующего усилием одних рук, мало вероятна и возможна лишь для болтов диаметром 6 — 10 мм. При увеличении длины рукоятки или в случае чрезмерной силы рабочего возможен разрыв болтов большего диаметра.

Практически поступают таким образом. Сначала свободно завинчивают гайку до соприкосновения ее с шайбой, а затем осторожно поворачивают ее на некоторую часть оборота. Величина оборота для окончательного затягивания гайки зависит от материала, из которого изготовлены детали, степени обработки поверхностей соприкосновения и требуемой плотности соединения.

При многоболтовом креплении надо стремиться к тому, чтобы все болты были затянуты с одинаковой силой. В противном случае менее прочная деталь может покоробиться и дать трещину. Чтобы избежать этого, следует завинчивать болты или гайки в два приема: сначала до соприкосновения гаек с шайбами, а затем затягивать их окончательно. При этом надо завинчивать болты попарно, выбирая расположенные на одном диаметре, диагонали

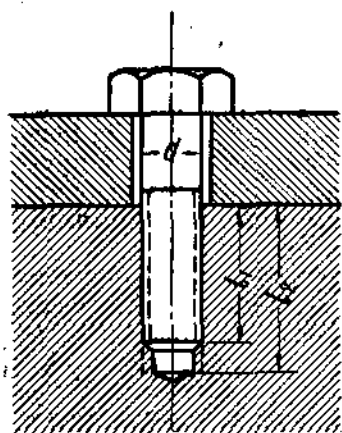


Рис. 98. Соединение деталей болтом без гайки.

или вообще по концам одной прямой, проходящей через центр (среднюю точку) данной детали. Для случая многоболтового крепления весьма удобен фрикционный ключ (рис. 95). Поджимая гайку 7 больше или меньше, можно достигнуть соответствующей силы затяжки гаек, причем все они будут затянуты с одинаковой силой.

Иногда обходятся одним болтом без гайки, назначение которой выполняет одна из соединяемых деталей (рис. 98). Длина нарезаемой части детали l_1 берется равной 2 — 3 d (диаметрам болта), а полная глубина дыры l_2 — на 0,7 — 1 d больше l_1 . Это делается для того, чтобы получить более чистую нарезку. При пользовании болтами без гаек приемы завинчивания применяются те же, что и при навинчивании гаек.

Шпильки являются разновидностью болта, у которого головкой служит одна из соединяемых деталей, в которую завинчивается шпилька. Для завинчивания шпильки на нее навинчиваются две гайки, плотно прижимаемые одна к другой, для чего одна из них удерживается ключом, а другая прижимается к ней посредством навинчивания другим ключом. Можно также зажать одну гайку в тиски, а другую навинчивать ключом.

После этого одна из гаек может служить головкой, которую захватывают ключом, и заворачивают шпильку. Затем обе гайки отвинчиваются. Для заворачивания шпилек существуют специальные ключи с нарезкой.

В вывинчивании шпилек частой надобности не встречается. Это приходится делать в тех случаях, когда шпилька сильно износится или сломается. Прежде всего надо стремиться к тому, чтобы сдвинуть шпильку с места, для чего прибегают к смачиванию зазора керосином и расшатыванию шпильки постукиванием молотка. Если не имеется в виду вторичное использование шпильки, ее можно вывинчивать с помощью разводного («газового») ключа.

Для ускорения и облегчения заворачивания гаек или болтов применяются пневматические ключи, где вращательное движение получается за счет работы сжатого воздуха.

§ 43. Изготовление болтов и гаек

Обработка болтов и гаек производится на автоматах. При единичном производстве она ведется на токарном и фрезерном станках. На рис. 99 указаны приемы обработки на токарном станке. Поковка болта должна

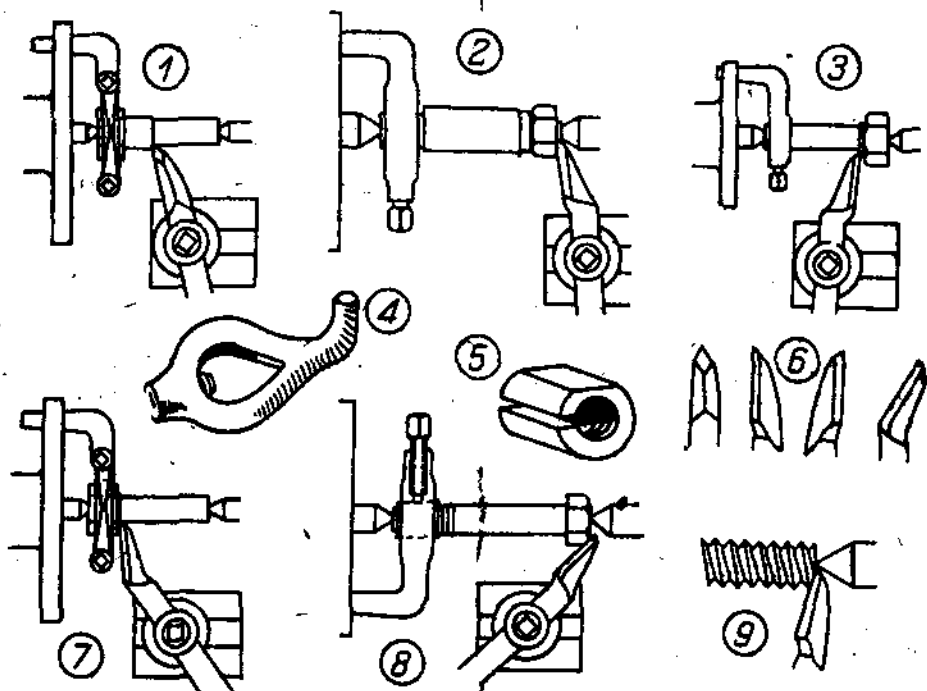


Рис. 99. Механическая обработка болтов и гаек.

1—обточка тела болта в специальном зажиме; 2—подрезка нижней плоскости гайки на оправке; 3—подрезка верхней плоскости гайки на оправке; 4—комутки; 4—разрезная гайка для обжимания нарезанной части болта; 6—резцы проходной и подрезные; 7—подрезка головки болта в специальном зажиме; 8—образование фаски на головке болта; 9—подрезка конца нарезанной части болта.

иметь круглый стержень и головку соответствующей формы. Перед обработкой она проверяется в отношении размеров с учетом припусков на обработку. Кроме того отбраковываются поковки, имеющие трещины

и плены. Для вращения болта или оправки, на которую навинчена гайка (рис. 99—2), пользуются обыкновенным хомутиком (рис. 99—4). Если же приходится зажимать головку, то во избежание ее порчи применяют специальные зажимы (рис. 99—1 и 7). При зажимании хомутиком нарезанной части болта (рис. 99—8) пользуются разрезной гайкой (рис. 99—5), которая свободно навинчивается на нарезку, а затем сжимается винтом хомутика.

Необходимо заметить, что такую гайку с хомутиком можно применить и при завинчивании шпильек.

Обработка граней головки болта или гайки производится на фрезерном станке (рис. 100). Для этого на оправку надеваются две дисковые фрезы, между которыми должно быть расстояние, равное расстоянию между параллельными сторонами гайки. Болт или навинченная на оправку гайка закрепляются в универсальном патроне. Стол станка устанавливается так, чтобы ось болта совпадала с серединой расстояния между фрезами. За один проход обрабатываются две противоположные грани головки. Повернув предмет 2 раза на 60° , обрабатывают и остальные грани.

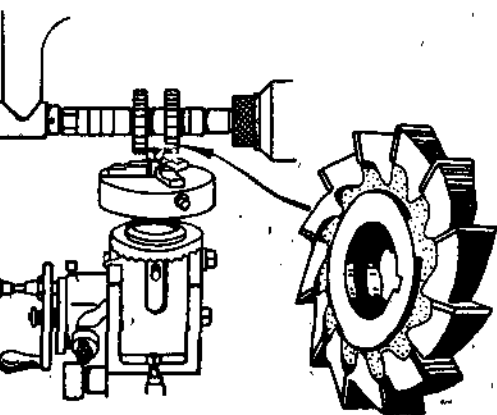


Рис. 100. Обработка головки болта на фрезерном станке.

Квадратная головка может быть получена таким же образом.

Иногда может встретиться надобность в ручной обработке

болтов и гаек. В этом случае необходимая механическая обработка заключается в обточке стержня болта с подрезкой с обеих сторон и в рассверливании отверстия в гайке. Нарезка резьбы на стержне производится плашкой, а в гайке — метчиком.

Обработка граней производится посредством опиловки. При обработке головки болта сначала производится его обточка, затем нарезание резьбы и в заключение — опиловка граней. Перед опиловкой следует произвести на торце разметку, т. е. начертить правильный шестигранник с центром, совпадающим с центром болта. Опиловка граней ведется попарно: сначала одной, а затем противоположащей. Грани должны быть плоскими и расположенными под прямым углом к торцу головки, что проверяется угольником. Расстояние между гранями проверяется штангенциркулем (рис. 101). Затем переходят ко второй паре граней, которые опиловываются с соблюдением вышеуказанных условий, и кроме того производится проверка углов между обрабатываемыми гранями и теми гранями, которые уже обработаны. Угол между соседними гранями должен быть

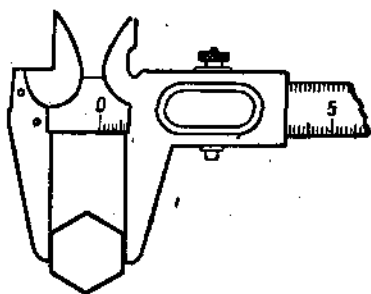


Рис. 101. Проверка гайки штангенциркулем.

равен 120° , что проверяется угольником. Третья пара обрабатывается так же, как и вторая.

Ручная обработка гайки ведется в следующем порядке. Сначала опи-ливаются торцы, а затем размечаются и опиляются боковые грани. После этого сверлится и нарезается отверстие.

Иногда, чтобы предупредить смятие ребер гаек или головок болтов под давлением ключа, головки и гайки *цементируются* с последующей закалкой. Ввиду того, что эти части не подвергаются истиранию, глубина цементированного слоя может быть небольшой, в пределах $0,1 - 0,2$ мм. Такой результат можно получить с помощью *желтой кровяной соли*. Для цементации головки болта или гайки нагреваются до температуры около 900° , после чего вынимаются из горна или печи и обсыпаются порош-ком желтой кровяной соли. Порошок сразу же расплавляется и произво-дит свое цементирующее действие. Не давая остыть изделию, погружают его в воду с комнатной температурой, вследствие чего происходит закалка цементированного слоя. Посыпать порошком следует только те места головки или гайки, которые должны цементироваться, т. е. их боковые грани.

§ 43. Винты для передачи движения

Обычно движение передается *от винта гайке*, причем вращательное движение винта преобразовывается в поступательное движение гайки.

Реже встречается передача движения *от гайки винту*. В этом слу-чае вращательное движение гайки преобразовывается в поступательное движение винта. Подобный пример мы видим в устройстве *стяжек* (рис. 102 и 103). Они состоят из гаек, имеющих на одном конце правую,

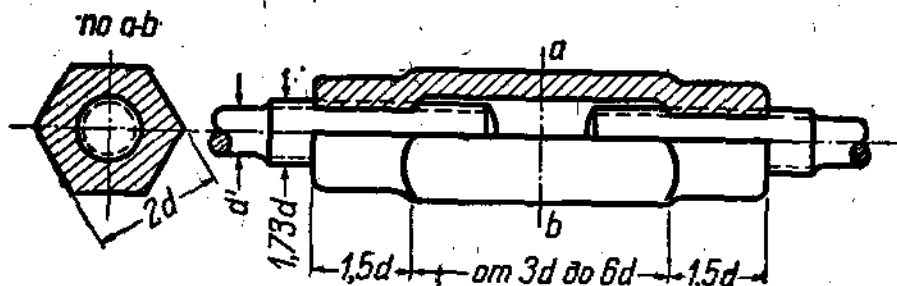


Рис. 102. Стяжка с гайкой шестигранного сечения.

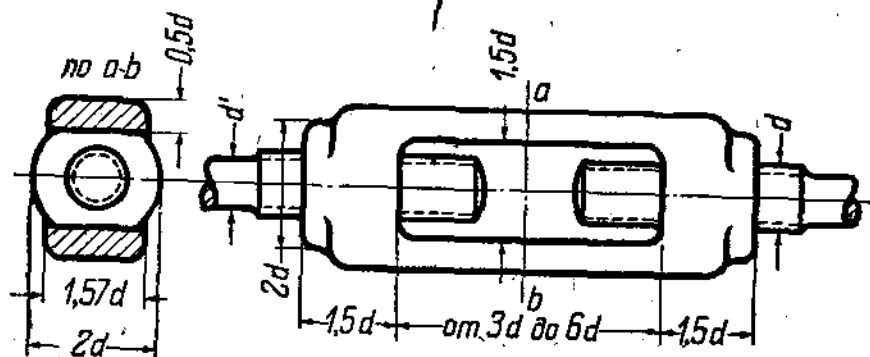


Рис. 103. Стяжка с гайкой прямоугольного сечения.

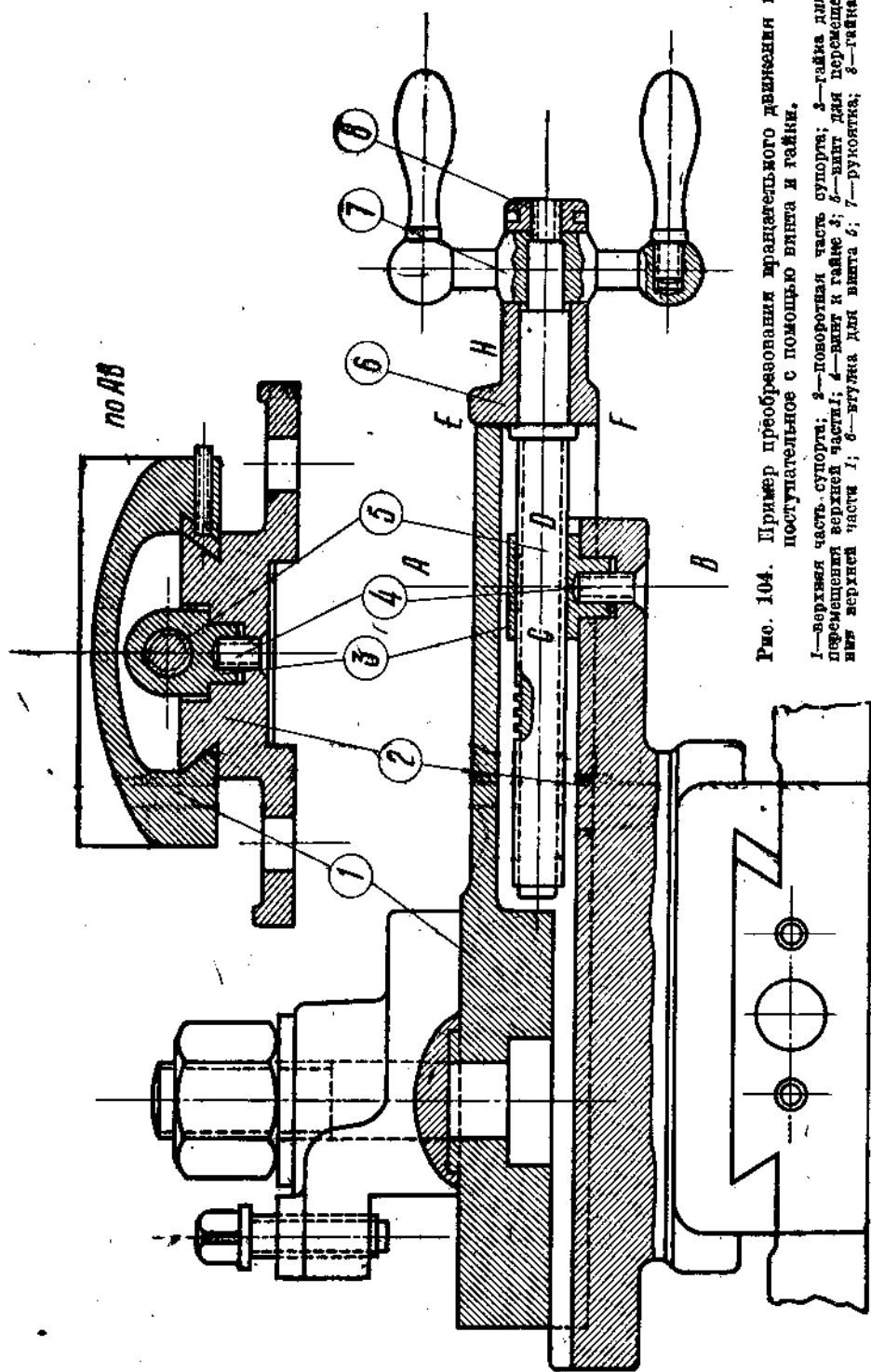


Рис. 104. Пример преобразования вращательного движения в поступательное с помощью винта и гайки.

1—вертикальная часть суппорта; 2—поворотная часть суппорта; 3—гайка для перемещения верхней части; 4—винт к гайке 3; 6—винт для перемещения верхней части 1; 6—штука для винта 6; 7—рукоятка; 8—гайка.

а на другом — левую резьбу. При вращении гайки в одну сторону концы стержней двигаются поступательно навстречу один другому. Вследствие этого происходит укорачивание тяги. Если требуется удлинить тягу, гайку вращают в противоположную сторону. Разница между изображенными на рис. 102 и 103 стяжками заключается в форме поперечного сечения.

Преобразование вращательного движения винта в поступательное движение гайки рассмотрим на примере верхней части супорта токарного станка (рис. 104).

Вращение винта 5 вызывает поступательное движение гайки 3, а вместе с ней и верхней части супорта 1. Правильная работа механизма будет иметь место при условии, что ось винта 5 и гайки 3 будут совпадать и будут параллельны направляющим верхней части супорта 1, а вместе с тем и направляющим поворотной части супорта 2, так как эти направляющие совпадают.

Вся предшествующая обработка деталей производится с расчетом, что при сборке не может произойти каких-либо затруднений и что собранный механизм будет работать вполне исправно. Но как при разметке, так и при обработке возможны ошибки, которые скажутся только при сборке.

Если ось винта 5 окажется не параллельной направляющим, то придется подпилить плоскость *EF* втулки 6. Результатом этого явится некоторое укорочение втулки, что вредных последствий не вызовет. Можно также подпалить или подшабрить ту часть поверхности детали 1, к которой прилегает втулка 6.

Остальное будет зависеть от гайки 3. Если она будет высока, то придется спилить плоскость *CD*, если же низка, то подложить под эту плоскость шайбу.

В случае непараллельности оси гайки и плоскости *CD* следует припилить или пришабрить эту плоскость, чтобы добиться параллельности. Правильное направление отверстия можно получить, пользуясь приспособлением, изображенным на рис. 105.

Правильное положение оси гайки в горизонтальной плоскости зависит от ее установки, так как ее можно вращать около вертикальной оси и закрепить в любом положении.

Порядок сборки этого механизма следующий. Поставить гайку 3 на место и слабо завинчивать винт 4.

Соединить детали 2 и 1, вложив клинья и завинтив установочные винты.

Собрать винт 5, втулку 6 и рукоятку 7, закрепив все это гайкой 8.

Завинтить винт 5 в гайку 3 до тех пор, пока втулка 6 не примкнет к верхней части 1, после чего прикрепить эту втулку винтами к верхней части супорта.

Завинтить окончательно винт 4.

В дополнение произвести испытание. Верхняя часть супорта должна ходить плавно, без заеданий и мертвого хода.

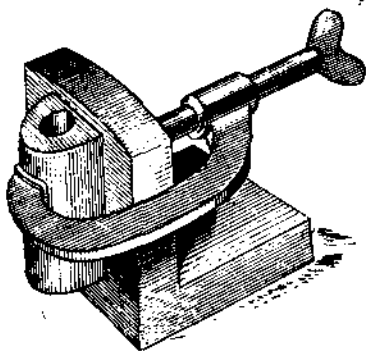


Рис. 105. Приспособление для сверления гайки верхней части супорта.

КЛИН И КЛИНОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

§ 44. Виды клиновых соединений

Различают два рода клиновых креплений: продольные клинья, или шпонки, и поперечные клинья, или чеки.

Шпонки служат для передачи вращательного движения от вала втулке насаженного на вал шкива или колеса или, наоборот, от втулки вала.

Чеки предназначаются для скрепления деталей, которые подвергаются растягиванию или сжатию.

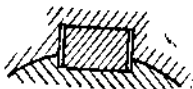
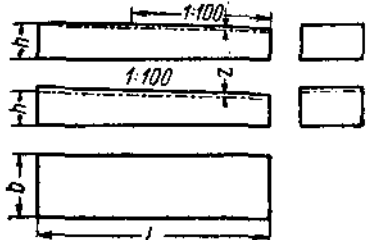
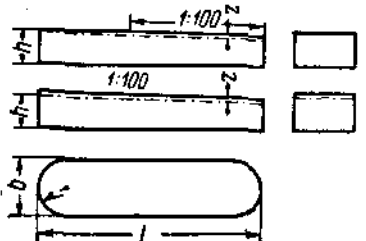
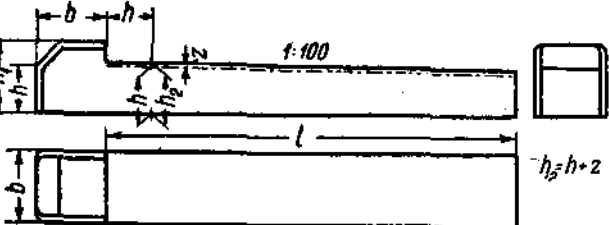
№ по пор.	Т и п	ОСТ	Название
1		289	Сечение шпонки и паза.
2		291	Шпонки клиновые врезные с плоскими торцами (забивные) из калиброванного материала и из поковки.
3		291	Шпонки клиновые врезные со скругленными торцами (закладные) из калиброванного материала и из поковки.
4		292	Шпонка клиновая врезная с головкой (высокая)

Рис. 106. Клиновые врезные шпонки.

§ 45. Типы шпонок

Шпонки бывают двух главных типов: клиновые, или затяжные, и призматические.

Клиновые шпонки дают соединение *напряженное*, когда создается трение на верхней и нижней поверхностях шпонки. Для получения такого соединения шпонка должна иметь форму клина с уклоном 1 : 100. При этом шпонка забивается в паз, или на нее с усилием нагоняется втулка. Шпонки первого типа называются *забивными*, а второго — *закладными*.

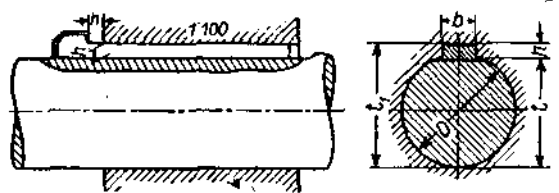
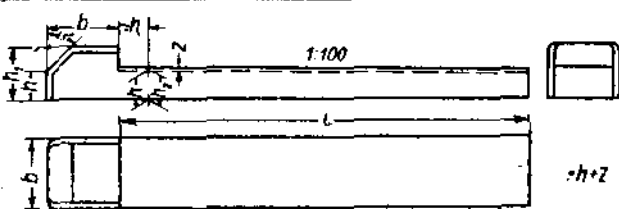
№ по пор.	Т и п	ОСТ	Название
1		293	Сечение шпонки в паз.
2		294	Шпонка клиновидная на лыске с головкой (низкая).

Рис. 107. Шпонка клиновидная на лыске с головкой (низкая).

По форме торцов шпонки бывают с *плоскими* и со *скругленными торцами*. Кроме того клиновые шпонки могут снабжаться головкой, которая облегчает вынимание шпонки.

Клиновые шпонки различаются трех типов: *врезные* (рис. 106), *на лыске* (рис. 107) и *фрикционные* (рис. 108). Врезные шпонки имеют прямоугольное сечение и помещаются в общий паз, образуемый пазами вала и втулки.

Шпонка на лыске также прямоугольного сечения, но высота ее примерно в $1\frac{1}{2}$ раза ниже врезной шпонки, одинаковой с ней ширины. Такая шпонка помещается в пазу втулки и примыкает нижней стороной к лыске, т. е. плоскости, образованной на валу.

Поперечное сечение фрикционной шпонки ограничено с трех сторон прямыми линиями, а с четвертой — дугой окружности, диаметр которой равен диаметру вала. Фрикционная шпонка целиком помещается в пазу втулки. Самое надежное скрепление получается на врезной шпонке, менее надежное — посредством шпонки на лыске и самое ненадежное — с помощью фрикционной шпонки.



Рис. 108. Получение фрикционной шпонки из заготовки клиновидной низкой шпонки.

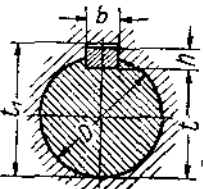
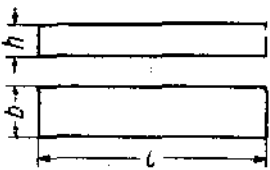
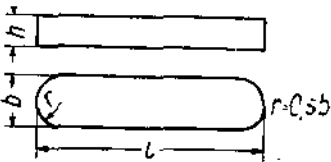
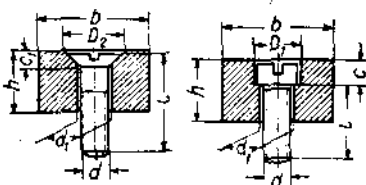
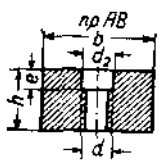
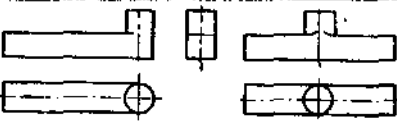
№ по пор.	Т и п	ОСТ	Название
1		295	Сечение и пазы призматических шпонок.
2		296	Шпонка призматическая обыкновенная закладная с плоскими торцами.
3		296 4154	Шпонка призматическая обыкновенная закладная со скругленными торцами.
4		297 4153	Шпонка призматическая направляющая (с креплением на валу) со скругленными торцами.
5		297	Шпонка призматическая направляющая (с креплением на валу) с плоскими торцами.
6		297	Винты для крепления призматических направляющих шпонок.
7		297	Отжимное отверстие.
8		4152	Шпонка призматическая скользящая.

Рис. 109. Шпонки призматические обыкновенные и направляющие.

Ослабление вала происходит в той же постепенности: больше всего у врезной шпонки и менее всего у фрикционной.

В качестве заготовки для получения фрикционной шпонки берется шпонка на лыске с головкой и дополнительно обрабатывается строжкой или опиловкой.

Призматические шпонки бывают обыкновенные, или *закладные*, т. е. без закрепления на валу, и *направляющие* — с креплением на валу (рис. 109). Крепление направляющих шпонок производится винтами по ОСТ 216 или 218 (рис. 109 — 6). Для облегчения вынимания шпонок делают в шпонке *отжимные отверстия с резьбой*, в которые завинчиваются винты. Когда винт упрется своим концом в дно паза, шпонка начнет подниматься, и ее легко можно вынуть из паза.

Призматическая *скользящая шпонка* (рис. 109 — 8) имеет цилиндрический выступ, которым она удерживается во втулке. Благодаря этому такая шпонка может перемещаться вместе со втулкой по пазу вала.

Все рассмотренные типы шпонок стандартизованы. Стандарты на шпонки указаны в табл. 4.

Таблица 4

Стандарты на шпонки

№ ОСТ	Содержание ОСТ
290	Сечение клиновых врезных шпонок
291	Размеры клиновых врезных шпонок: а) со скругленными торцами (закладных) и б) с плоскими торцами (забивных)
292	Размеры высоких клиновых врезных шпонок с головкой
293	Сечение низких клиновых врезных шпонок с головкой
294	Размеры низких клиновых шпонок на лыске
295	Сечение шпонок призматических: а) обыкновенных (без крепления на валу) и б) направляющих (с креплением на валу)
296	Размеры призматических шпонок обыкновенных: а) со скругленными торцами и б) с плоскими торцами
297	Детали крепления направляющих призматических шпонок
298	Допускаемые отклонения в размерах пазов и призматических шпонок
299	Допускаемые отклонения в размерах пазов и призматических шпонок
300	Размеры стали чистотой поверхности для шпонок
4152	Размеры призматических скользящих шпонок
4153	Размеры призматических направляющих шпонок
4154	Размеры призматических обыкновенных закладных шпонок

§ 46. Нестандартизованные шпонки

Тангенциальная шпонка (рис. 110' и 111) состоит из двух клиньев с одинаковым уклоном, равным 1 : 25. Если сложить оба клина скóшенными сторонами, то противоположные стороны *CD* и *FE* будут параллельны между собой (рис. 110). Шпоночный паз вала имеет форму двугранного угла *AOB*, у которого сторона *AO* направлена по радиусу вала, а *OB* — перпендикулярно к *AO*. Стороны паза втулки параллельны сторонам паза вала. Следовательно широкая сторона паза втулки является касательной по отношению к окружности вала. Поэтому такая шпонка называется также *касательной*.

Разница между клиновыми и тангенциальными шпонками заключается в том, что первые создают напряжение на широких сторонах шпонки, а вторые — на узких сторонах. В клиновых шпонках направление вращения вала или втулки не имеет значения. Тангенциальная же шпонка приспособлена к вращению вала или втулки в определенном направлении. Так например если движение передается от вала втулке, то при расположении шпонки так, как указано на рис. 111, вал должен вращаться по часовой стрелке. При этих условиях вал будет давить на узкую сторону шпонки, а шпонка другой узкой стороной будет оказывать давление на втулку. Если бы при такой установке шпонки движение передавалось от втулки валу, то втулка должна была бы вращаться против часовой стрелки. Хотя тангенциальная шпонка дает безусловно надежное крепление, но ослабляет вал в большей степени, чем другие шпонки. Кроме

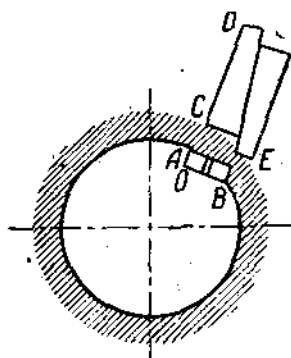


Рис. 110. Тангенциальная шпонка.

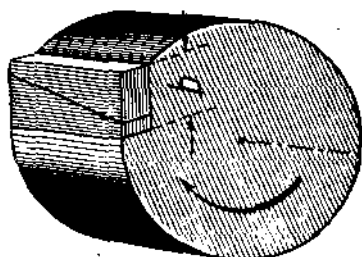


Рис. 111. Тангенциальная шпонка.

надежности скрепления эта шпонка обладает тем положительным качеством, что позволяет быстро производить разъем скрепления. Для этого достаточно нанести несколько ударов по узким концам клиньев, направляя удары вдоль клиньев.

Если по условию работы механизма направление вращения вала должно меняться, то можно поставить две шпонки с промежутком между ними в 120° , причем касательные должны быть направлены в разные стороны.

Ввиду того, что тангенциальные шпонки сильно ослабляют вал, их ставят на валах, имеющих диаметр не меньше 60 мм. В табл. 5 указаны размеры шпонок.

Таблица 5

Размеры шпонок

Диаметр вала	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
Ширина шпонки	19	21	24	26	29	30	32	35	38	39	51
Высота шпонки	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	14

Шпонка Вудруфа (рис. 112) имеет вид сегмента. Она вставляется в паз вала или втулки. Выступающая часть равна половине ширины шпонки. Пазы получаются посредством фрезерования. Шпонка Вудруфа дает надежное крепление, изготовление ее и пазов несложно, и вал или втулка ослабляются пазами в незначительной мере.

В табл. 6 приведены размеры шпонок Вудруфа по DIN, где d — диаметр вала, D — диаметр заготовки шпонки, H — высота шпонки, x — ширина и Q — величина окружного усилия в килограммах, которое шпонка безусловно может выдержать.

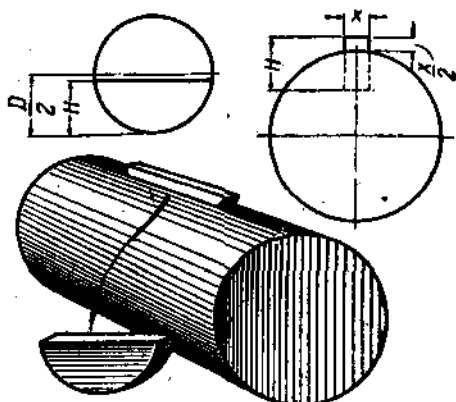


Рис. 112. Шпонка Вудруфа.

Таблица 6
Размеры шпонок Вудруфа

№ по пор.	d	D	H	x	Q	№ по пор.	d	D	H	x	Q
1	8—10	12,7	5,2	2	100	25	38—45	34,9	15,1	6	700
2	11—14	12,7	5,2	2,5	110	26	45—51	34,9	15,1	7	800
3	15—19	12,7	5,2	3	120	27	46—52	34,9	15,1	8	910
4	11—14	15,8	6,2	2,5	130	28	46—50	34,9	15,1	9	1 000
5	15—19	15,8	6,2	3	150	29	45—50	38,1	16,3	7	885
6	20—24	15,8	6,2	4	195	30	45—65	38,1	16,3	8	1 000
7	17—22	19	7,9	3	190	31	50—70	38,1	16,3	9	1 000
8	20—24	19	7,9	4	220	32	55—80	38,1	16,3	10	1 200
9	25—27	19	7,9	5	220	33	45—60	54	13,5	6	1 030
10	22—24	22	9,5	4	295	34	50—65	54	13,5	7	1 150
11	25—30	22	9,5	5	360	35	52—65	54	13,5	8	1 275
12	30—33	22	9,5	6	425	36	55—75	54	13,5	9	1 400
13	25—30	25,4	11,1	5	420	37	60—75	54	13,5	10	1 550
14	31—37	25,4	11,1	6	500	38	60—75	69,8	19,1	7	1 575
15	35—41	25,4	11,1	7	570	39	60—80	69,8	19,1	8	1 770
16	35—44	25,4	11,1	8	645	40	60—85	69,8	19,1	9	1 950
17	27—30	28,6	12,3	5	475	41	65—90	69,8	19,1	10	2 150
18	32—37	28,6	12,3	6	565	42	70—90	69,8	19,1	11	2 335
19	35—44	28,6	12,3	7	650	43	60—85	88,9	23,8	8	2 060
20	37—45	28,6	12,3	8	735	44	65—90	88,9	23,8	9	2 320
21	30—35	31,7	13,9	5	535	45	75—100	88,9	23,8	10	2 550
22	30—37	31,7	13,9	6	630	46	75—100	88,9	23,8	11	2 795
23	37—45	31,7	13,9	7	730	47	75—100	88,9	23,8	12	3 030
24	46—52	31,7	13,9	8	830						

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ШПОНОК И ШПОНОЧНЫХ ПАЗОВ

§ 47а. Машинное изготовление шпонок

Шпонки без головок изготавливаются из чистой стальной по ГОСТ 300, имеющей поперечные размеры от 3×3 до 36×20 , что в этих пределах соответствует размерам стандартизованных шпонок. Шпонки без головок больших размеров, а также шпонки с головками следует изготавливать из поковок.

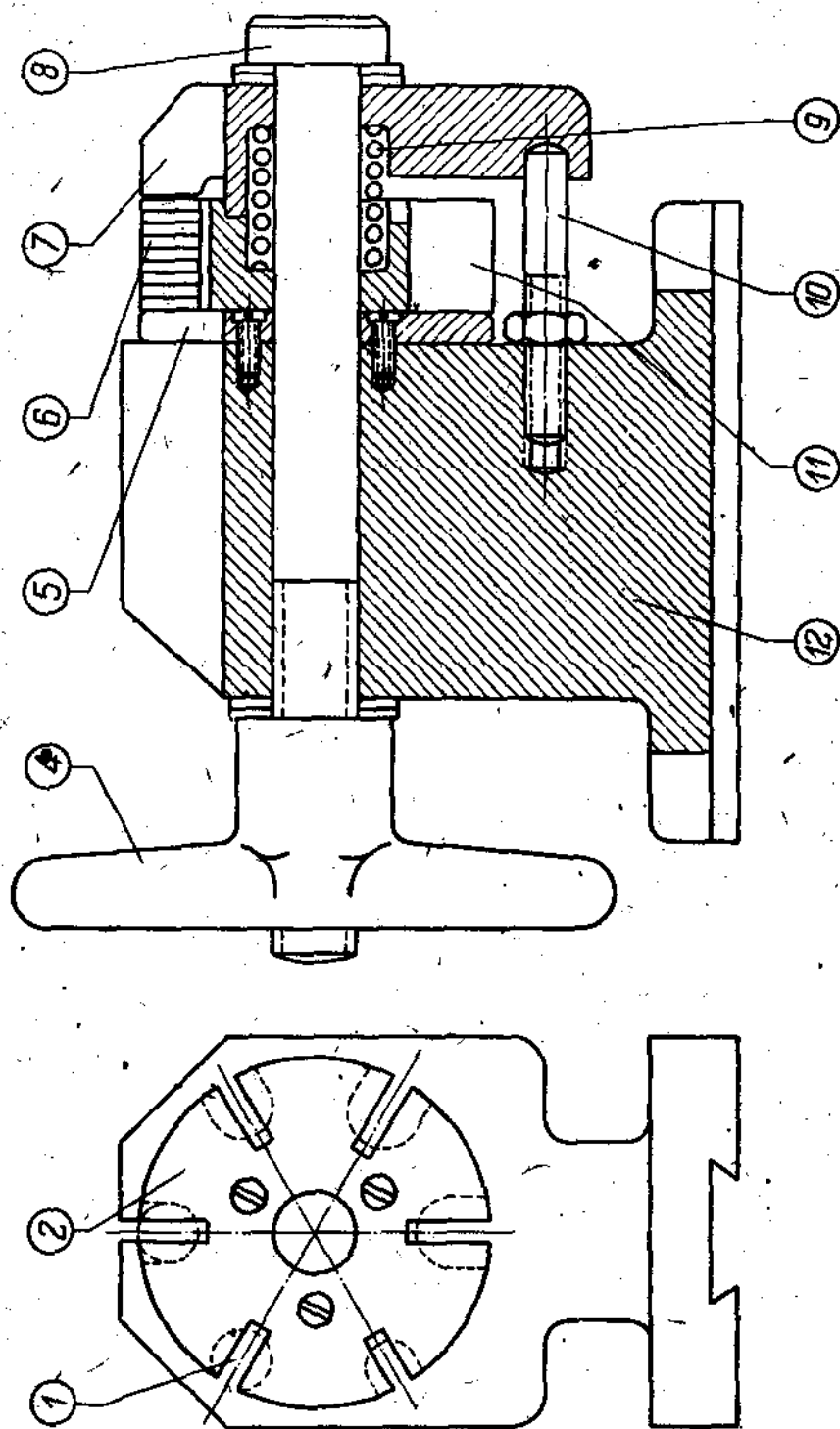


Рис. 118. Приспособление к фрезерному станку для изготовления шпонок Вудруфа.

1, 4—профиль шпонок; 5—шайба; 6—маховик; 7—винт; 8—болт; 9—пружина; 10—регулирующая шайба; 11—диск; 12—тело.

Обработка шпонок производится на строгальных и фрезерных станках. В ответственных случаях боковые стороны направляющих шпонок должны шлифоваться. При изготовлении нескольких шпонок одинакового размера их можно обрабатывать на станках одновременно, зажимая в приспособление. Этим удешевляется работа, и кроме того все шпонки получаются одинаковых размеров.

Для механического изготовления шпонок Вудруфа можно пользоваться приспособлением, показанным на рис. 113. Сначала из круглого стержня на токарном или револьверном станках изготавливается заготовка шпонок в виде цилиндров, диаметр которых равен диаметру шпонки и высота — толщине шпонки. После этого заготовки закладываются в приспособление, и каждая из них разрезается на две шпонки.

Приспособление состоит из тела 12, через которое проходит болт 8, затягиваемый маховичком 4. Заготовки шпонок закладываются по 10 штук в гнезда 6 диска 11, где и зажимаются посредством зажимной планки 7, на которую давит головка болта 8. Диск 11 имеет 6 гнезд разного диаметра соответственно номерам шпонок. Приспособление устанавливается на столе фрезерного станка. Заготовки разрезаются фрезой, толщина которой подобрана таким образом, чтобы полученные шпонки имели требуемую высоту.

§ 47b. Ручное изготовление шпонок

Работа по изготовлению шпонок вручную значительно облегчается при применении чистой стали. В этом случае нижняя, верхняя и боковые стороны шпонки могут совершенно не обрабатываться, конечно при условии, что поперечные размеры стали соответствуют размерам шпонки. Работа по изготовлению призматических шпонок состоит в отрезании от прутка куска стали соответствующей длины с небольшим припуском на обработку торцов, которые опиливаются плоско под угольник или закругляются.

Если требуется изготовить клиновую шпонку, то верхнюю сторону опиливают с уклоном 1 : 100. Положим, что нам требуется изготовить клиновую шпонку высотой 8 мм и длиной 70 мм. Это значит, что на одном конце высота шпонки должна быть 8 мм, а на другом — несколько меньше 8 мм с таким расчетом, чтобы получился нужный уклон. Уклон 1 : 100 означает, что на каждый 1 мм длины шпонки высота ее должна уменьшаться на 0,01 мм. Следовательно на длине 70 мм высота шпонки должна уменьшиться на $0,01 \cdot 70 = 0,7$ мм. Таким образом высота шпонки на одном конце будет равна 8 мм, а на другом конце — $8,0 - 0,7 = 7,3$ мм. Исходя из этого расчета, и следует опиливать верхнюю сторону шпонки.

Некоторую сложность представляет изготовление шпонок клиновой врезной с головкой, фрикционной и шпонки Вудруфа, что мы и рассмотрим на следующих примерах.

Пример 1. Изготовить шпонку клиновую врезную, с головкой $20 \times 12 \times 80$ ОСТ 292. Материал — поковка.

1. Опилить нижнюю сторону АВ под линейку или краску (рис. 114).
2. Опилить одну боковую сторону под угольник к нижней стороне.
3. Разметить вторую боковую сторону по ширине шпонки в 20 мм.
4. Опилить вторую боковую сторону, выдерживая размер 20 мм.
5. Разметить на боковой стороне торцы и плоскость КС, проведя риску КМ, а также риски по концам шпонки для указания степени опи-

[illegible]

74

1. Разметить торец для получения очертания вала. Положить на разметочную плиту шпонку *A* на боковую сторону, прижав ее впадной нижней стороной к какой-либо правильной призме *B* с правильно опиленным торцом (рис. 116). Торцы шпонки и призмы должны лежать в одной плоскости. Провести с помощью рейсмуса риску *CD* на высоте половины ширины шпонки. Отложить на этой оси от верхней стороны шпонки 29,5 мм. Как видно из рис. 116, это есть расстояние от верхней стороны

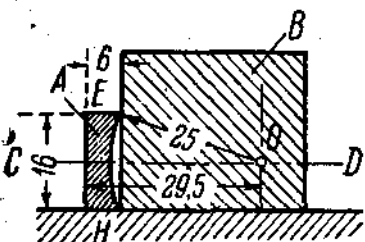


Рис. 116. Разметка торца фрикционной шпонки.

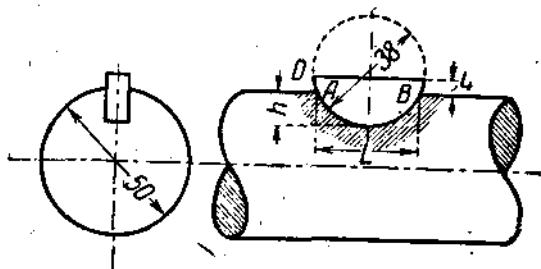


Рис. 117. Соотношение размеров шпонки Вудруфа.

шпонки до центра вала. Из полученной точки *O* описать на торце шпонки дугу, взяв за радиус величину, равную половине диаметра вала, что составляет $50/2 = 25$ мм.

2. По произведенной разметке выпилить углубление в нижней стороне шпонки, проверяя правильность выпиливания по валу под краску.

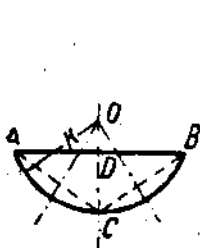


Рис. 118. Определение радиуса закругления шпонки Вудруфа по готовому пазу.



Рис. 119. Шаблон для проверки правильности шлифования шпонки Вудруфа.

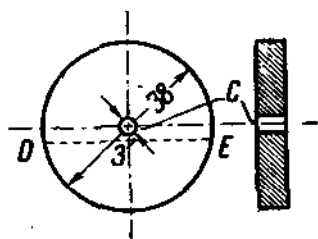


Рис. 120. Заготовка шпонки Вудруфа с отверстием для шаблона.

Пример 3. Изготовить шпонку Вудруфа для вала диаметром 50 мм (рис. 117). Ширина шпонки — 8 мм; высота — 16,3 мм, что соответствует высоте выступающей из вала части шпонки, равной половине ширины шпонки, т. е. 4 мм. Старая шпонка утеряна, требуется сделать новую по размеру паза.

1. Определить радиус закругления шпонки. Измерить величину *L* и *h* (рис. 117). Провести прямую *AB*, равную *L*, и *CD*, равную *h* (рис. 118). Найти построением центр и радиус дуги, которая проходила бы через точки *A*, *C* и *B*. Допустим, что *R* = 19 мм.

2. Взять листовую сталь подходящей толщины, около 10 мм, и начертить на ней дугу, равную половине окружности с найденным радиусом, т. е. 19 мм.

3. Обрубить и опилить размеченную дугу.

4. Провести через середину дуги радиус и отложить на нем от точки пересечения его с дугой отрезок, равный глубине паза h плюс половина ширины шпонки (рис. 117). Промерка h глубиномером дает 12,3 мм. Следовательно надо отложить: $12,3 + 4 = 16,3$ мм. Через помеченную точку провести хорду перпендикулярно ранее взятому радиусу.

5. Обрубить и опилить шпонку по найденной хорде. Получится верхняя сторона шпонки.

6. Опилить шпонку с боков до требуемой ее ширины соответственно ширине шпоночного паза. Опиливание правильной дуги легко производить с помощью шаблона, изображенного на рис. 119. В заготовке шпонки просверливается отверстие, соответствующее по размеру штифту шаблона B . Вставив штифт B в отверстие C , вращают шаблон, причем его ножка A указывает на правильность опиловки (рис. 120).

§ 48а. Машинное изготовление шпоночных пазов

Изготовление паза, начинающегося с конца вала, можно производить на фрезерном станке посредством цилиндрической фрезы (рис. 121). Вал зажимается в тисках, как указано на рисунке. Если же позволяет длина вала, то его можно установить на центрах. Установив фрезу по середине вала, пускают станок в ход. Направление вращения фрезы и подачи показаны на рисунке. Длина паза должна быть отмечена риской. Подходя к риске, выключают самоход и подводят фрезу до риски ручной подачей.

Производство той же работы на строгальном станке. Разметив паз, свер-

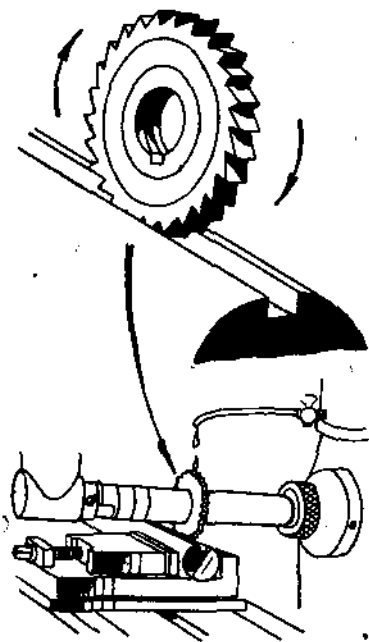


Рис. 121. Изготовление шпоночного паза на валу посредством фрезерования.

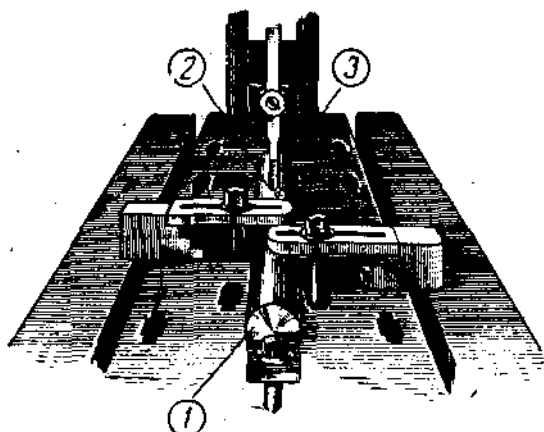


Рис. 122. Стругание шпоночного паза на валу.

1—вал; 2—глухое отверстие; 3—паз.

лят в его конце глухое отверстие 2 (не сквозное) для выхода резца. Вал 1 устанавливают на столе строгального станка (рис. 122), и строгание ведут резцом от конца вала до отверстия, постепенно увеличивая глубину паза 3. Если требуется прострогать паз во всю длину, то он устанавливается на столе, как указано на рис. 123.

Фрезерование шпоночного паза на валу для закладных шпонок (рис. 124). Работа выполняется с помощью торцевой фрезы. Вал зажимается в универсальный патрон, а другой его конец поддерживается центром. Посредством приспособления, изображенного на рис. 125, можно изготовить паз на трансмиссионном валу, не снимая его с места. Приспособление

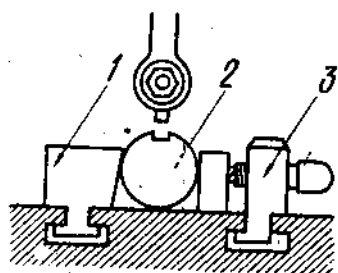


Рис. 123. Укрепление вала на столе строгального станка.

1—угольник; 2—вал; 3—штифт с нажимным болтом.

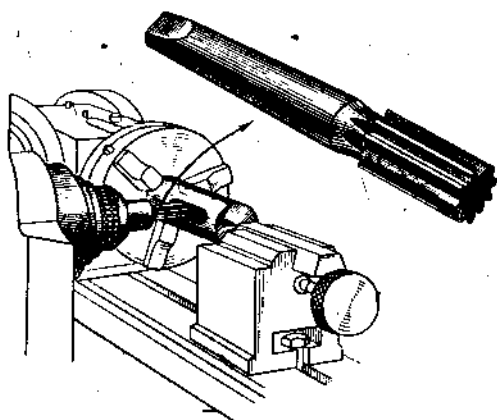


Рис. 124. Фрезерование шпоночного паза на валу для закладной шпонки.

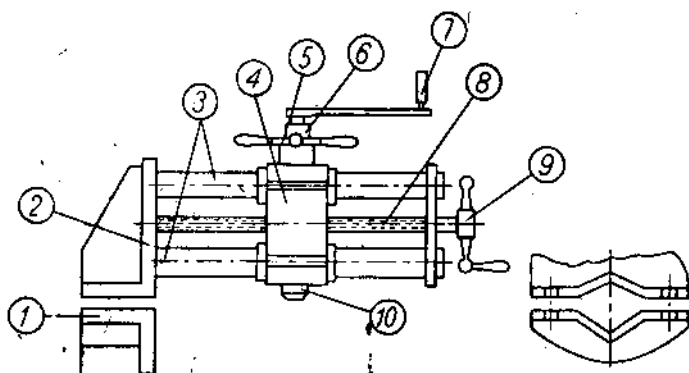


Рис. 125. Приспособление для фрезерования шпоночных пазов на трансмиссионном валу без снятия вала с места.

1—нижняя часть зажима; 2—верхняя часть зажима; 3—направляющие (трубы); 4—каретка; 5—маховичок для продольного перемещения шпинделя 10; 6—втулка для продольного перемещения шпинделя; 7—рукоятка для вращения шпинделя; 8—ходовой винт для перемещения каретки 4; 9—рукоятка для вращения ходового винта; 10—шпиндель для вставки фрезы.

укрепляется на валу зажимами 1 и 2. В шпиндель 10 вставляется торцевая фреза. Вращение фрезы производится вручную рукояткой 7. Подача в глубину получается вращением маховичка 5, а продольная подача — вращением ходового винта 8 рукояткой 9.

Изготовление шпоночного паза во втулке можно произвести на долбежном или строгальном станках. Сущность работы в обоих случаях одинакова. На рис. 126 указан способ строгания шпоночного паза во втулке.

Деталь 2, в которой требуется изготовить паз, зажимается в тиски 1. Резец вставляется в державку 3, изображенную отдельно на правой стороне рисунка.

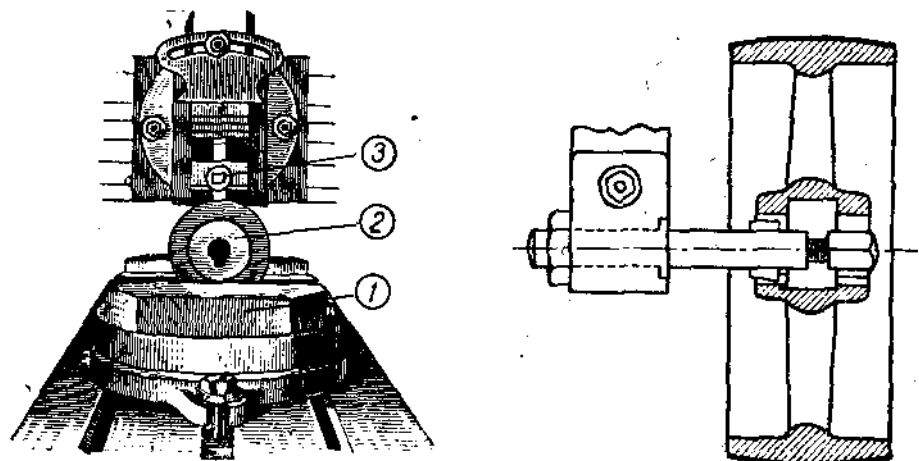


Рис. 126. Стругание шпоночного паза во втулке.

1—тиски; 2—втулка; 3—державка с резцом.

В случае необходимости образования в одном отверстии нескольких шпоночных пазов пользуются протяжкой (рис. 127). Работа ведется на специальном станке (рис. 128). Втулка 2 прижимается к фланцу. Про-

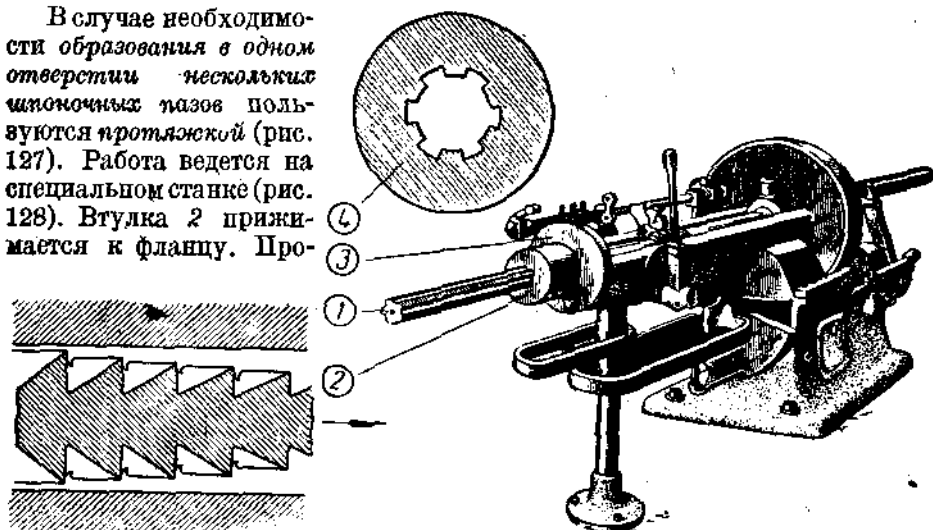


Рис. 127. Протяжка и схема ее работы.

Рис. 128. Изготовление шпоночного паза во втулке с помощью протяжки.

1—протяжка; 2—втулка; 3—фланец; 4—профиль втулки.

тяжка 1 тянется за правый конец и за один проход образует несколько пазов. В нашем примере получается 6 пазов.

§ 48b. Ручное изготовление шпоночных пазов на валах и во втулках

Пример 1. Требуется изготовить паз длиной 100 мм на валу, диаметром 50 мм, для клиновой врезной шпонки по ОСТ 290. Паз начинается с торца вала.

1. Разметить профиль паза на торце вала посредством линейки и угольника или на разметочной плите — с помощью рейсмуса (рис. 129). Провести радиус OC . По таблице определить глубину паза, которая в данном случае будет равна 5 мм. Отложить эту величину на радиусе OC от точки C . Через полученную точку A провести риску перпендикулярно радиусу OC . На этой риске по обе стороны от точки A отложить по половине ширины паза, т. е. по 8 мм. Через точки B и D провести риски, параллельные радиусу OC . Получится очертание профиля паза.

2. Разметить боковые стороны и длину паза. Это можно сделать с помощью угловой линейки или же посредством разметки на плите (рис. 130). Во втором случае следует уложить вал на подкладках и придать ему вращением такое положение, чтобы линия OC , указанная на рис. 129, была горизонтальна. Затем, установив конец иглы рейсмуса в точку E , провести риску EK . Таким же способом провести риску $NМ$ через точку H . Отложив на риске EK длину шпонки, будем иметь полную разметку требуемого шпоночного паза.

3. Надрубить зубилом канавки вдоль рисок EK и $NМ$, отступив несколько к середине паза. Это делается из предосторожности, чтобы не сделать паз шире, чем требуется по размерам шпонки. Таким образом расстояние между прорубленными канавками составит около 14 мм.

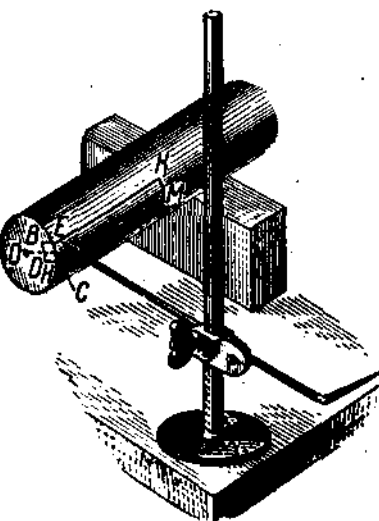


Рис. 130. Разметка боковых сторон шпоночного паза.

Шпонка удалена от торца вала. По ОСТ 295 находим, что шпонка паза должна быть в 12 мм и глубиной в 4,5 мм.

1. Произвести разметку паза, проведя среднюю линию EH и боковые риски AB и CD , каждую на расстоянии 6 мм от средней линии (рис. 131). Проводить ось и риски с помощью угольной линейки или рейсмуса.

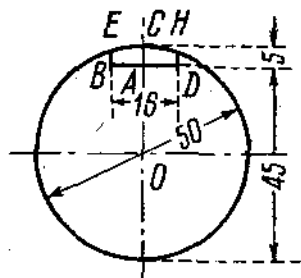


Рис. 129. Разметка профиля шпоночного паза на торце вала.

4. Прорубить паз посредством крейцмейселя шириной 14 мм, устанавливая его поперек паза.

5. Довести паз до требуемой ширины, работая зубилом, заточенным с одной стороны, и остро отточенным крейцмейселем шириной 8—10 мм. Закончить доводку напильником. Для проверки вогнать в паз шпонку, которая должна входить плотно и не шататься.

Если изготавливается паз для обыкновенной призматической шпонки, которая держит втулку боковыми сторонами, то в этом случае протонка должна быть более тугая.

Пример 2. Требуется изготовить шпоночный паз для врезной призматической шпонки с округленными торцами, без крепления на валу, по ОСТ 295. Вал диаметром 40 мм, длина шпонки — 45 мм.

Шпонка удалена от торца вала. По ОСТ 295 находим, что шпонка паза должна быть в 12 мм и глубиной в 4,5 мм.

1. Произвести разметку паза, проведя среднюю линию EH и боковые риски AB и CD , каждую на расстоянии 6 мм от средней линии (рис. 131). Проводить ось и риски с помощью угольной линейки или рейсмуса.

Отложить длину шпонки и провести циркулем половины окружностей. Получится очертание паза в плане.

Разметить центры глухих дыр, которые будут сверлиться. Этими центрами являются центры полуокружностей, соответствующих скругленным концам шпонки. Следующие центры размечаются на оси $ЕН$ в зависимости от длины шпонки. Необходимо иметь в виду, что просверливаемые отверстия не должны перекрывать и даже касаться одно другого. Наоборот, между их краями, если измерять по оси $ЕН$, должны оставаться нетронутые промежутки шириной в 1—2 мм. В нашем примере придется ограничиться тремя углублениями, т. е., кроме двух крайних, высверлить еще одно углубление, которое и берется по середине длины паза.

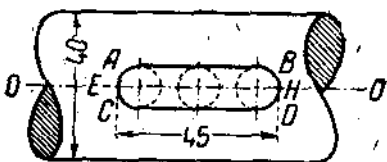


Рис. 181. Изготовление шпоночного паза на валу для врезной призматической шпонки со скругленными торцами.

При разметке необходимо внимательно следить за тем, чтобы намеченные и накерненные центры не уклонились от оси $ЕН$ в поперечном направлении.

2. Установить вал на сверлильном станке. Здесь особенно важно, чтобы вал был расположен горизонтально, а радиус $ОЕ$ — вертикально

(рис. 132). Горизонтальность вала проверяется рейсмуссом, установленным на стол станка. Проверка вертикальности линии $ОЕ$ производится угольниками, которые устанавливаются на стол с двух сторон вала, как указано на рис. 132. Точка $Е$ должна лежать по середине между точками $А$ и $С$. Можно ограничиться одним угольником, приложив его с одной стороны, например справа, и измерить расстояние $ЕС$, а затем перенести угольник на другую сторону и измерить расстояние $АЕ$. Оба эти расстояния должны быть одинаковыми. Если этого не произойдет, надо повернуть вал вокруг оси в соответствующую сторону и вновь проверить.

3. Высверлить углубления в намеченных точках. При этой работе можно пользоваться спиральным или центровым сверлом. В первом случае дно углубления будет иметь коническую форму, а во втором — оно получится плоским, однако приходится опасаться, увода сверла в сторону. Поэтому, если позволяет глубина паза, следует засверлить отверстие спиральным сверлом с таким расчетом, чтобы образовалась цилиндрическая часть отверстия на глубину хотя бы 1—2 мм, а затем продолжать до конца центровым сверлом.

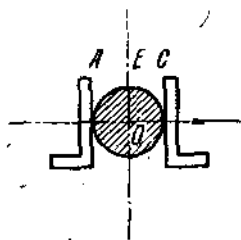


Рис. 132. Установка вала для сверления.

4. Вырубить крепейселем промежутки между углублениями.

5. Довести паз до требуемых размеров по шпонке.

Выпиливание пазов во втулках. Сначала размечают паз во втулке. Для этого к подрезанному торцу втулки шкива плотно прикладывают плечи таврового угольника (рис. 133) и проводят по внутренней поверхности втулки две параллельные риски на расстоянии друг от друга, равном ширине паза. Эти риски будут ограничивать паз по бокам. Глубина паза размечается на торце втулки. После разметки прорубают паз черне

крейцмейселем, беря небольшие стружки и оставляя на опиловку необходимый припуск.

Опиловка производится в следующем порядке: сначала опиляют дно паза с проверкой правильности под линейку, затем опиляют один бок и наконец переходят к другому боку, причем пригибают его под шпонуку. В последнем случае работу следует вести очень осторожно и возможно чаще производить проверку, имея в виду, что шпонки должны входить в паз плотно, без шатания.

§ 49. Поперечные клинья

Поперечные клинья служат: 1) для передачи усилий, 2) как установочные клинья и 3) для соединения деталей.

На рис. 134 показан пример клинового соединения для передачи усилий, причем действующая на стержни сила меняет свое направление, т. е. то сжимает, то растягивает их. В этой конструкции стержень имеет конический хвост, входящий в соответствующее гнездо втулки. Клин плотно вгоняется ударами молотка и, нажимая одной стороной на втулку, а другой — на хвост стержня, крепко соединяет их. Такое соединение называется *напряженным*, так как, кроме действия внешней силы, в материале втулки и стержня появляются добавочные усилия (напряжения) от давления клина. Чтобы клин не выпадал из своего гнезда от действия на него переменных толчков, он делается коническим с уклоном от 1 : 20 до 1 : 40, благодаря чему получается большая сила трения между опорными поверхностями клина и деталями. Опорные поверхности клина закруглены по радиусу, равному половине толщины клина.

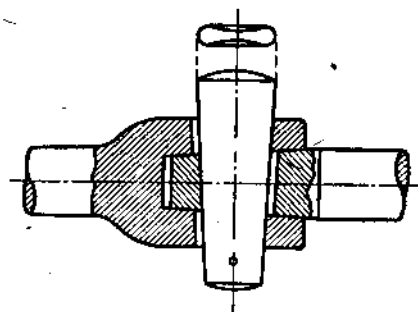


Рис. 134. Клиновое скрепление для динамической нагрузки.

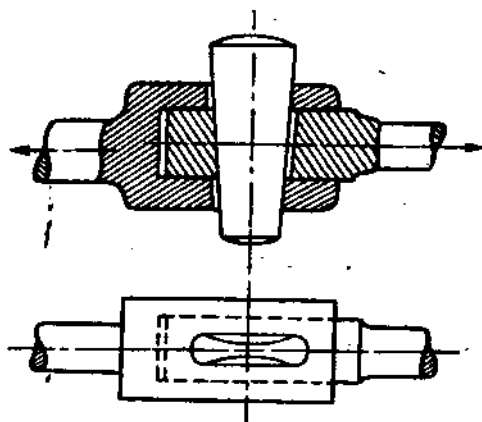


Рис. 135. Клиновое соединение для растягивающей статической нагрузки.

Установочные клинья употребляются, когда сила не меняет направления своего действия, а также в тех случаях, когда, кроме соединения деталей, требуется и точная их установка или регулировка. На рис. 136 показана конструкция простого установочного клинового соединения,

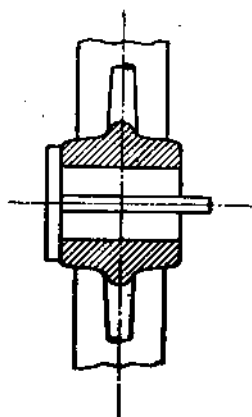


Рис. 133. Разметка шпоночного паза во втулке.

на рис. 136 — конструкция клинового соединения с одной *прической*, а на рис. 137 с двумя *причками*. Во всех этих последних конструкциях клин удерживается и регулируется установочной гайкой. Установочные клинья обыкновенно имеют прямоугольное сечение и уклон равный 1 : 10.

Клинья с параллельными опорными сторонами, т. е. имеющие уклон, равный нулю, называются *чеками*. Чеки употребляются для соединения

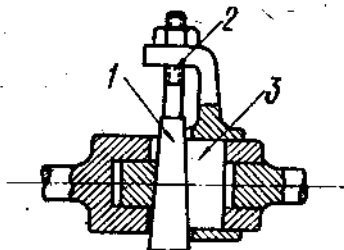


Рис. 136. Клиновое соединение с *чекой* 1 и одной *прической* для статической нагрузки.

1—*чека*; 2—натяжной винт; 3—*при-чека*.

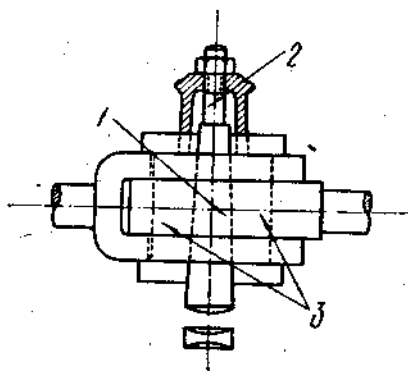


Рис. 137. Клиновое соединение с *чекой* 1 и двумя *причками* 3 для статической нагрузки.

1—*клин*; 2—натяжной винт; 3—*прички*.

деталей, когда действует только растягивающая сила, например в фундаментных болтах, где чеки ставятся вместо болтовых головок (рис. 138). Кроме того чеки применяются вместо шплинтов для предохранения от отвертывания гаек большого диаметра.

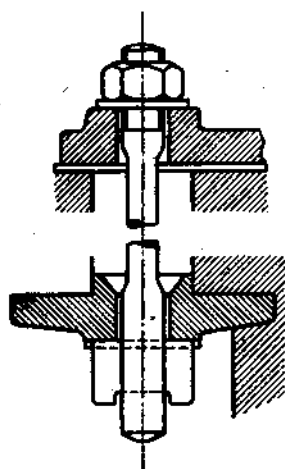


Рис. 138. Установка *чеки* вместо болтовой головки.

Соединения установочными клиньями и *чеками* являются ненапряженными, и для предупреждения возможного выпадения из гнезда в их внешних кольцах сверлятся отверстия и вставляются предохранительные шпильки или шплинты.

Изготовление поперечных клиньев. При машинном изготовлении клинья обрабатываются на строгальных или фрезерных станках. Если же приходится прибегать к ручной обработке, то работа ведется в той же последовательности, как и при ручной обработке клиновых шпонок. Узкие стороны клина закругляются с проверкой шаблоном.

Сборка клинового скрепления при динамической нагрузке. Конус стержня должен плотно, без малейшей качки, входить в отверстие наружной детали, что можно достигнуть притиркой. Зазор между концом конической части стержня и дном отверстия должен быть достаточно велик для того, чтобы можно было произвести не только затяжку клина при первоначальной сборке, но и в дальнейшем подтягивать его по мере износа деталей. Сначала вставляется конус стержня в отверстие наружной детали, а затем вставляется и забивается молотком поперечный клин, который наддежит

предварительно смазать маслом. Отверстие для клина должно быть изготовлено с таким расчетом, чтобы после его забивки оставались зазоры, позволяющие поджимать клин. Когда клин поставлен на место, выступающая широкая его часть должна быть достаточной длины, чтобы можно было затягивать клин, если он ослабнет во время работы.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

ЦАПФЫ И УСТАНОВОЧНЫЕ КОЛЬЦА

§ 50. Цапфы

Участки осей и валов, являющиеся местом соприкосновения с теми деталями, относительно которых происходит вращение и которые служат для установки осей и валов или вообще вращающихся деталей в определенном положении, носят общее название *цапф*, а детали, служащие ложем для этих цапф, называются *опорами*.

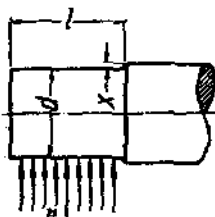


Рис. 139. Шип без запячков.

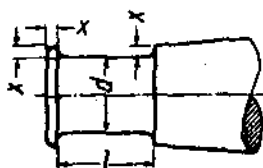


Рис. 140. Шип с запячками.

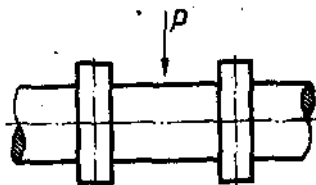


Рис. 141. Шейка вала.

В зависимости от направления действующего на цапфу опорного давления (реакции) различают два вида цапф.

1. Цапфы, в которых опорное давление перпендикулярно к оси вращения. Применяются два типа таких цапф: в виде *шпонов*, если они находятся на конце вращающейся детали (рис. 139 и 140), и в виде *шек*, если они расположены в средней их части (рис. 141). Опоры этих цапф называются *подшипниками*.

2. Цапфы, в которых опорное давление совпадает с осью вращения, — это так называемые *пята* (рис. 142). Опоры этих цапф носят название *подпятники*.

Кроме указанных бывают цапфы *конические*, когда опорное давление направлено под некоторым углом к оси вращения детали, и цапфы *шаровые*, когда, кроме вращения детали вокруг ее оси, требуется еще и отклонение в сторону вместе с осью вращения (рис. 144).

От цапфы требуется, чтобы она была достаточно прочной, т. е. не разрушалась от действующих на нее сил и не изгибалась. Кроме того поверхность цапфы должна иметь правильную форму тела вращения и быть возможно гладкой поверхностью. Давление между цапфой и вкладышем подшипника не должно превосходить определенной нормы, чтобы не было быстрого истирания и ухудшения состояния трущихся поверхностей. Последнее может произойти, если ввиду чрезмерного давления смазка будет выдавлена из зазора между цапфой и вкладышем подшипника. Ухудшение смазки вызывает нагре-

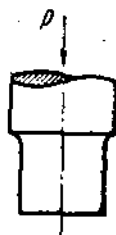


Рис. 142. Пята вала.

вание трущихся частей, что допустимо только до определенных пределов повышения температуры. Следовательно работа трения, превращающаяся в теплоту, не должна превосходить определенного количества, причем здесь необходимо учитывать теплоту, остающуюся после отвода ее в окружающую среду во время процесса образования.

§ 51. Разновидности шпиков

Различают шпик без заплечиков (рис. 139) и с заплечиками (рис. 140). Высота и ширина заплечиков x берется равной $d/10 + d/16 + 5$ мм, где d — диаметр вала (рис. 140). В тех случаях, когда вал делается полым, шпик также получается *полым* (рис. 143), в отличие от *массивных* шпиков (рис. 139 и 140).

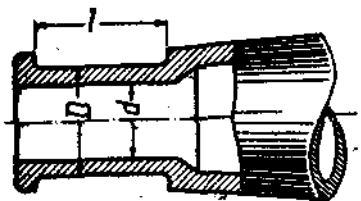


Рис. 143. Полая шпик.

§ 52. Расчет массивного шпика

Диаметр шпика d и длина его l (рис. 140) рассчитываются на основании данных сопротивления материалов. Но кроме того необходимо установить, не является ли давление на цапфу настолько большим, что смазка будет выдавливаться из зазора. Для суждения об этом пользуются понятием *удельного давления*, которое относится к 1 см^2 горизонтальной проекции шпика, равной $d \cdot l$. Если обозначить общее давление на цапфу через P и удельное давление через K , то:

$$K = \frac{P}{d \cdot l},$$

где d и l должны быть выражены в сантиметрах. Так например если $d = 22$ мм, или 2,2 см, $l = 30$ мм, или 3 см, и $P = 150$ кг, то:

$$K = \frac{150}{2,2 \cdot 3} = \frac{150}{6,6} \approx 23 \text{ кг/см}^2.$$

Величина удельного давления K зависит от материалов шпика и вкладышей подшипника, степени обработки их поверхности и надежности смазки.

Относительно действия смазки следует заметить, что необходимо стремиться к тому, чтобы металлические опорные поверхности шпика и вкладышей не соприкасались, а между ними находился слой смазочного вещества.

При рассматривании в микроскоп оказывается, что соприкасающиеся поверхности шпика и вкладышей в поперечном сечении представляются волнистыми линиями. У мягких металлов глубина волн больше, а у твердых меньше. При этом у одинаковых материалов ширина и глубина волн получается одинаковой, конечно при условии одинаковой обработки. Наиболее твердым материалом является закаленная сталь, у которой после обработки шлифованием волны почти отсутствуют. Таким образом следует стремиться к тому, чтобы шпик и вкладыши были из разного материала, иначе одинаковый размер волн может вызвать их заедание. При разных материалах величина волн различная, почему опасность заедания уменьшается. Так как у закаленной стали размеры волн наименьшие, то казалось бы, что следует изготавливать из нее как шпик, так и вкладыши. Однако это повело бы к одинаковому изнашиванию шпиков и вкладышей.

почему потребовалась бы сравнительно частая замена валов, что является невыгодным. Поэтому обычно ограничиваются изготовлением из закаленной стали только шипов, а для вкладышей применяют более мягкий металл. При этих условиях шипы изнашиваются в меньшей мере за счет скорейшего износа вкладышей. Замена износившихся вкладышей новыми или ремонт их являются операциями простыми и недорогими.

В зависимости от способа и точности обработки поверхностей выступов (волны) имеют различные величины, приведенные в табл. 7.

Таблица 7

Величина выступов в зависимости от способа и точности обработки поверхностей

№ по пор.	Способ обработки поверхности	Величина выступов мм
1	Обточенная	0,03—0,04
2	Обточенная и шлифованная полуплунным напильником	0,02—0,03
3	Обточенная и шлифованная личным напильником	0,01—0,02
4	Чисто обточенная и шлифованная наждачным полотном № 1	0,006—0,007
5	Шлифованная наждачным кругом	0,004—0,005
6	Закаленная и шлифованная наждачным кругом	0,003—0,004
7	Плоская чисто пришабренная по чугунной плите	0,001—0,003
8	Плоская, особо тщательно пришабренная по чугунной плите	0,001

Наиболее часто цапфы обрабатываются согласно № 4 — 6 таблицы, следовательно средняя высота выступов или волн $\delta \approx 0,005$ мм. Если принять, что и поверхность вкладыша будет иметь такую же шероховатость, то следует, что слой смазочного вещества должен быть не тоньше $2\delta = 2 \cdot 0,005 = 0,01$ мм, для того чтобы опорные поверхности цапфы и вкладыша подшипника непосредственно не соприкасались.

При непрерывно работающих цапфах, правильно установленных вкладышах и достаточной смазке величине K можно придавать следующие значения:

Закаленная сталь по закаленной стали	до 150 кг/см ²
Закаленная сталь по бронзе или баббиту	до 90 "
Незакаленная сталь по бронзе или баббиту	50—60 "
Кованое железо по бронзе	30—40 "
Чугун по бронзе	до 20 "
Железо по чугуну	до 25 "

В металлорежущих станках, работающих непрерывно, обычно K не превышает 50 кг/см². Что же касается периодически работающих станков, например эксцентриковых прессов, то здесь в цапфах величина K может доходить до 450 кг/см².

Для того чтобы избежать чрезмерного нагревания цапфы, вызывающего ее расширение и в результате заедание, приходится считаться с ок-

ружной скоростью цапфы. При непрерывной работе металлорежущих станков Kv не должно быть больше 40 кгм, где v — окружная скорость в м/сек.

Иногда шип переходит в конус с уклоном 1 : 20 и крепится с кривошипом посредством клина (рис. 144).

Шаровой шип рассчитывается на прочность так же, как и массивный цилиндрический шип. После этого по величине d_1 и l определяется d_2 .

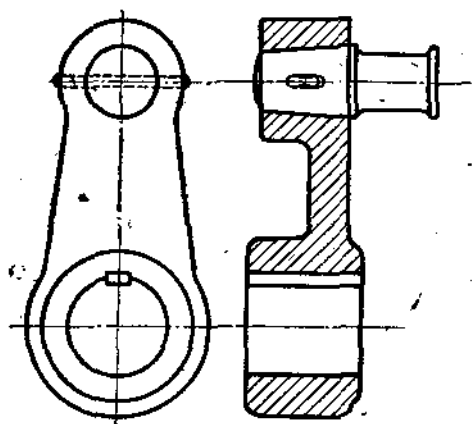


Рис. 144. Кривошип.

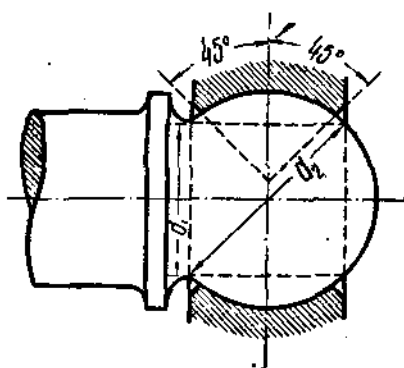


Рис. 145. Шаровой шип.

(рис. 145). Заднее сечение должно иметь диаметр, равный d_1 . Величина d_2 находится из d_1 и l по теореме Пифагора:

$$d_2 = \sqrt{d_1^2 + l^2}.$$

Например если d_1 равно 50 мм, а l — 80 мм, то:

$$d_2 = \sqrt{50^2 + 80^2} \approx 84 \text{ мм.}$$

§ 53. Шейки

Как указано выше, цапфа, находящаяся не на конце вала, называется шейкой. Она имеет заплечики, назначение которых заключается в том, чтобы не допускать продольного перемещения вала. Кроме того шейкой называют также цапфу коленчатого вала, сочлененную с шатуном.

Шейку можно получить посредством выточки на валу (рис. 141). Такая шейка ослабляет вал, почему пользование ею нецелесообразно. Лучшие результаты получаются посредством применения установочных колец.

Установочные кольца бывают *цельные* (рис. 146) и *разъемные* (рис. 147). Размеры колец можно вычислить по следующим формулам:

$$D = 1,5d + 10 \text{ мм,}$$

$$b = 0,33d + 20 \text{ мм,}$$

где D — наружный диаметр кольца, d — диаметр вала и b — ширина кольца.

Таким образом для вала диаметром 50 мм $D = 75 - 85$ мм и $b = 37$ мм.

Разъемные кольца соединяются двумя винтами А (рис. 147), имеющими квадратные головки, которые утоплены в теле кольца. Кольца обоих валов закрепляются на валу установочными винтами с квадратными головками, также утопленными в теле кольца. Наружный диаметр соединительных и установочных винтов равен $0,1d + 10$ мм. В нашем примере диаметр винтов равен 15 мм.

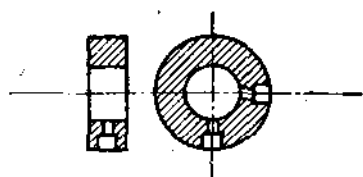


Рис. 146. Целое установочное кольцо.

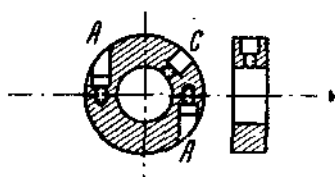


Рис. 147. Разъемное установочное кольцо.

Чтобы получить шейку с заклепками, надо поставить два установочных кольца на определенном расстоянии одно от другого, с небольшим зазором между их внутренними краями и торцами вкладышей. Для этого достаточно припустить по 0,25 мм на каждую сторону, или всего 0,5 мм. При установке колец необходимо следить за тем, чтобы их боковые стороны были перпендикулярны валу, что проверяется угольником в 90° .

Для более надежного соединения колец с валом следует слегка раззенковать вал в том месте, где будет упираться установочный винт (рис. 147С), конец которого рекомендуется закаливать.

Разметку места установки можно производить двумя способами. Установив кольца на месте с винченными установочными винтами, через отверстие для винта с помощью иглы размечают место расположения зенковки. Можно также предварительно установить кольца с винтами и закрутить винты. Оставшиеся от нажатия винта следы укажут место зенковки. По окончании зенковки следует снять заусенцы и затем уже окончательно установить кольца.

Вместо колец можно применять *полюски*, или *обварки*, изготавливаемые из железа. Они растачиваются с натягом и надеваются на вал в горячем состоянии под прессом или привариваются.

Ввиду отсутствия винтовых отверстий полюскам и обваркам можно придавать меньшие размеры сравнительно с установочными кольцами.

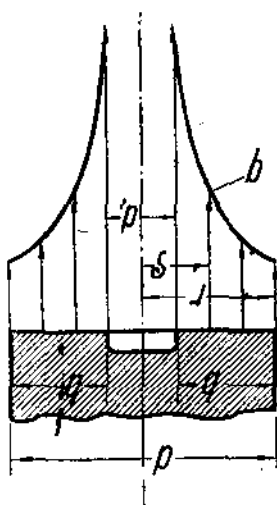


Рис. 148. Пята с кольцевой выемкой и распределение давления на ее поверхности.

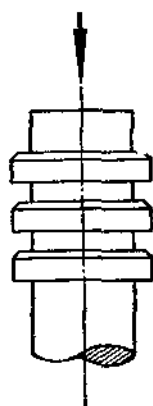


Рис. 149. Гребенчатая пята.

§ 54. Пяты

Самое большое давление получается в центре пяты (рис. 148).¹ По этому пяту делают с кольцевой выемкой, диаметр которой $d_1 = 0,5 d$, где d — диаметр пяты, а b — ширину опорного кольца — берут равной $0,25d$ (рис. 148).

Если давление пяты достигает очень больших размеров, то и диаметр ее приходится увеличивать. В связи с этим возрастает работа трения, почему изнашивание пяты ускоряется. Чтобы избежать этого применяют *гребенчатую пяту* (рис. 149), где давление распределяется на несколько колец, расположенных друг над другом.

ГЛАВА ПЯТАЯ

ПОДШИПНИКИ

§ 55. Подразделение подшипников

В зависимости от вида цапф, поддерживаемых подшипниками, последние называются собственно *подшипниками*, если они служат опорами для шипов и шеек, и *подпятниками*, если они поддерживают пяты.

По роду возникающего в них трения различают подшипники *скользящие* и *шариковые* или *роликовые*. В первом случае в подшипниках развивается трение скольжения, а во втором — трение качения.

¹ Это можно объяснить следующим образом. Наблюдение показывает, что у приработавшейся пяты форма ее опорной поверхности остается неизменной. На этом основании можно заключить, что работа трения имеет одинаковую величину во всех точках опорной поверхности. Эта работа:

$$T = qvf,$$

где q — Давление на единицу поверхности (на 1 см^2), называемое *удельным давлением*, v — окружная скорость и f — коэффициент трения.

Но окружная скорость:

$$v = \omega r,$$

где ω — *угловая скорость* вращения пяты, а r — радиус вращения точки, для которой ищется q .

Подставив в первое выражение значение v , получим:

$$T = q\omega rf.$$

При постоянной величине коэффициента трения f работа трения T пропорциональна $q\omega r$, а при данной угловой скорости ω она пропорциональна qr . Чем больше r , тем меньше q , и наоборот. Следовательно q будет иметь наименьшее значение у наружной окружности опорной поверхности пяты. В центре опорной поверхности, где $r = 0$, величина q будет наибольшей.

Определим величину q у наружной поверхности, где $r = r$; тогда (рис. 148):

$$q = \frac{T}{\omega rf},$$

т. е. величина определенная и конечная, так как все величины, входящие в это уравнение, вполне определены и конечны.

Теперь возьмем $r = 0$, т. е. в самом центре пяты; тогда:

$$q = \frac{T}{\omega f 0} = \infty.$$

т. е. величина бесконечно большая. Следовательно в центре пяты смазка будет выдавливаться, а пята — нагреваться.

§ 56. Основные требования, предъявляемые к подшипникам

От подшипников требуется, чтобы работающие с ними цапфы изнашивались возможно меньше. Кроме того стремятся к тому, чтобы уменьшить трение, возникающее между цапфами и вкладышами, и таким образом сберечь энергию и предупредить нагрев цапф и вкладышей. Это достигается выбором соответствующего материала для вкладышей, установлением правильного зазора между цапфой и вкладышами и рациональной смазкой.

Относительно выбора материалов для цапф и вкладышей сказано в гл. IV.

Что же касается зазора, то в машинах-орудиях в большинстве случаев следует руководствоваться степенью обработки поверхности цапф и вкладышей, а также числом оборотов цапфы и родом смазки.

§ 57. Смазка подшипников

Вопрос о смазке подшипников имеет решающее значение. Необходимо стремиться к тому, чтобы не допускать непосредственного соприкосновения трущихся поверхностей, между которыми должен быть *устойчивый* слой смазочного вещества. Этого можно достигнуть при правильном зазоре выбором соответствующего смазочного вещества с учетом скорости скольжения.

Схематический вид поперечного зазора цапфы и подшипника показан на рис. 150. Около цапфы и вкладыша образуются прилипшие *неподвижные* слои смазочного вещества *b* и *a*. Между неподвижными слоями располагаются *подвижные* слои *c*, скользящие один по другому и по не подвижным слоям.

При наличии какого-либо зазора между цапфой и вкладышем центр цапфы не будет совпадать с центром вкладыша. Если вал находится в покое, то центр цапфы будет находиться ниже центра вкладыша, т. е. ниже оси *CD*. Когда же вал придет во вращательное движение, то центр цапфы переместится влево или вправо от оси *AB* — в зависимости от направления вращения вала. На рис. 150 вал показан вращающимся по часовой стрелке, почему центр цапфы переместится влево, а также поднимется несколько вверх. В результате нагрузка на подшипники сконцентрируется на участке *E*. При этих условиях смазочный слой примет форму клина, а давление внутри его будет увеличиваться от основания клина, т. е. от его широкой части к вершине *E*, где и должен получиться устойчивый слой смазки.

Тот участок вкладыша, где образуется устойчивый слой, называется *поддерживающим участком*. В данном примере этот участок расположен в нижней части подшипника, но смещен влево от вертикальной оси *AB*. Если бы вал вращался против часовой стрелки, то он сместился бы вправо от вертикальной оси *AB*. В обоих случаях нагрузка, действующая на вал, направлена вертикально. Эта нагрузка при нахождении вала в покое

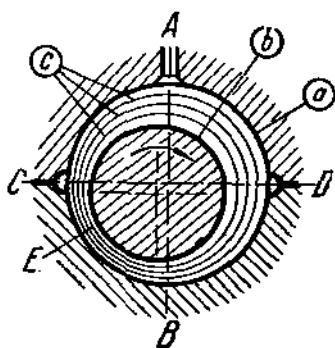


Рис. 150. Слой смазочного вещества при вращательном движении.

получается под действием тяжести вала с находящимися на нем деталями, а при движении вала к этому давлению присоединяются силы, развивающиеся при работе станка.

Но возможны и такие случаи, когда нагрузка при работе будет направлена снизу к горизонтальной оси под углом, меньшим 90° , и при вращении вала произойдет смещение центра цапфы в сторону вращения, как указано стрелкой Q на рис. 151. Тогда поддерживающий участок подшипника будет находиться в верхней его части.

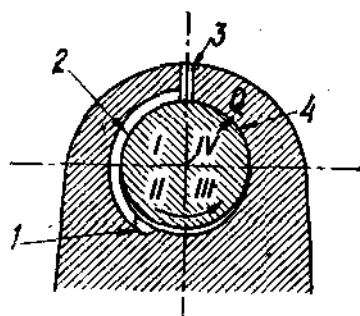


Рис. 151. Нагрузка подшипника в его верхней части.

1—продольная канавка; 2—канавка для подвода смазки в канавку 1; 3—ввод смазки в подшипник; 4—поддерживающий участок.

цапфы, для чего делаются *продольные канавки*. Эти канавки не должны доходить до концов вкладыша или цапфы в зависимости от того, где они будут находиться. В противном случае создадутся неблагоприятные условия для образования устойчивого слоя.

В одном случае смазочное вещество следует подводить сверху (рис. 150), а в другом — снизу (рис. 151), когда продольная канавка располагается в ненагруженной части подшипника.

§ 58. Различные состояния трения

Если удастся достигнуть такого состояния, что трущиеся поверхности совершенно не будут соприкасаться, то мы будем иметь случай *жидкостного трения*. Но часто смазочное вещество не воспринимает всего давления, часть которого передается через непосредственное соприкосновение цапфы и вкладыша. В результате получается *полужидкостное трение*.

Остается еще упомянуть о встречающемся на практике *полусухом трении*, имеющем место при начале движения после остановки станка, когда смазочное вещество выдавливается из зазоров. В полном смысле *сухое трение* на практике не встречается.

§ 59. Смазка при подвижной нагрузке

На практике бывают случаи, когда нагрузка на цапфу не имеет определенного направления, и последнее меняется в процессе работы механизма. Например в кривошипном механизме мы имеем случай *вращающейся нагрузки*. При этих условиях поддерживающий участок подшипника также будет менять свое место, следуя за направлением нагрузки, а в связи с этим должно меняться и место подвода смазочного вещества.

Этого можно достигнуть двумя способами. Можно производить подачу смазки через вкладыш подшипника (рис. 152) и распределять ее по окружности вкладыша посредством кольцевой канавки. Что же касается распределения смазочного вещества вдоль цапфы, то оно производится по продольной канавке А. Можно подавать смазку через цапфу сначала по каналу, просверленному вдоль оси цапфы, а потом по радиальному

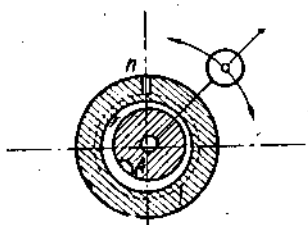


Рис. 152. Подвод смазочного вещества при вращающейся нагрузке через отверстие во вкладыше подшипника.

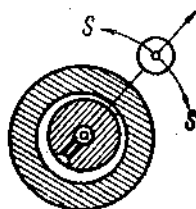


Рис. 153. Подвод смазочного вещества при вращающейся нагрузке через отверстие в цапфе.

каналу (рис. 153). По длине цапфы смазочное вещество распределяется по канавке, расположенной вдоль вкладыша. В обоих случаях подача смазочного вещества происходит на ненагруженном участке подшипника, но в первом случае в момент направления нагрузки вертикально вверх устойчивость слоя должна падать ввиду того, что он сообщается с каналом *n* (рис. 152).

КОНСТРУКЦИИ ПОДШИПНИКОВ

Рассмотрим устройство наиболее часто встречающихся типов подшипников.

§ 60. Нормальный подшипник

Нормальный подшипник (рис. 154) состоит из следующих частей: 1 — тело, или подушка; 2 — два крыпечных болта; 3 — две гайки к болтам 2; 4 — крышка; 5 — масленка; 6 — верхний вкладыш; 7 — нижний вкладыш; 8 — два фундаментных болта с гайками и 9 — поддон для сбора масла.

Тело подшипника и крышка изготовляются из чугуна, а вкладыши — из бронзы. По мере изнашивания вкладышей их сначала подтягивают, а под конец заменяют новыми.

В настоящее время часто применяют вкладыши, залитые белым металлом (баббитом). Такие вкладыши можно ремонтировать вновь, заливая баббитом, что значительно упрощает и удешевляет работу. В этом случае вкладыши могут быть чугунными, и таким образом еще более уменьшается их стоимость. Толщина слоя баббита у небольших подшипников делается равной $0,05d + 3$ мм, а у больших с чугунными вкладышами — $0,02d + 3 \div 5$ мм.

Относительно баббита следует указать, что он обладает почти тем же коэффициентом трения, как и бронза. Значение его как антифрикционного

сплав заключается главным образом в том, что он гарантирует более надежную смазку, предупреждающую чрезмерное расширение вала от нагревания. Преимущество баббита перед бронзой состоит также в том, что в случае плохой смазки бронза может «задираться» и портить цапфу, а баббит только «засаливается», т. е. в нем пропададут мельчайшие канавки, способствующие хорошему распространению смазочного вещества по вкладышам. В худшем случае баббит может расплавиться.

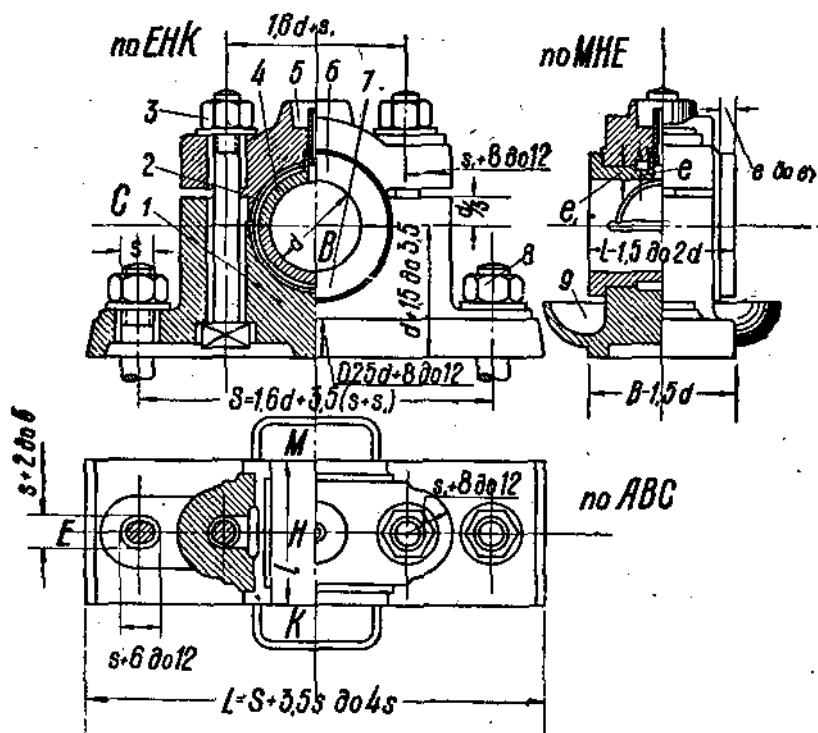


Рис. 154. Нормальный подшипник.

Состав баббита стандартизован (ОСТ 88 по редакции 1932 г.). По своему строению баббит представляет пластичную массу олова, меди и свинца, в которую вкраплены твердые зерна химических соединений сурьмы с оловом или сурьмы со свинцом. При работе подшипника мягкая основа вырабатывается быстрее, чем твердые вкрапления, почему и образуются мельчайшие канавки, способствующие надежной смазке.

Медь добавляется к баббиту с целью воспрепятствовать ликвации, т. е. разделению твердых кристаллов и мягкой основы. Без этого твердые кристаллы, как имеющие меньший удельный вес, всплывают на поверхность сплава.

ОСТ 88 установлено 5 марок баббита. Они обозначаются буквой В с цифрами, а именно: В 83, В 40, В 16, В 10 и ВС. В первых номерах больше олова, а в последних — свинца; в В 83 нет свинца, а в ВС отсутствует олово.

Оловянные баббиты дороже вследствие высокой стоимости олова. Они применяются при большом числе оборотов вала (1000 об./мин. и более).

Свинцовые баббиты дешевле и находят применение при малом числе оборотов.

Для удобства пригонки наружных стенок вкладыши делаются неодинаковой толщины, причем снаружи обрабатываются только те части, которые соприкасаются с телом или крышкой подшипника. В этих местах толщина стенок вкладышей $e_1 = e + 3$ мм, где e — толщина стенок в местах, где вкладыши не соприкасаются с телом или крышкой подшипника. Здесь e берется равной $0,07 d + 3$ мм.

Число крышечных и фундаментных болтов устанавливается в зависимости от диаметра вала d . Если d не более 100 мм, то берется по одному соединительному и по одному фундаментному болту с каждой стороны подшипника. Если же d более 100 мм, то с каждой стороны ставится по два болта обоих типов.

Диаметры фундаментных и соединительных (крышечных) болтов зависят от диаметра вала. Соотношение их видно из табл. 8.

Таблица 8

Соотношение диаметров фундаментных и крышечных болтов нормального подшипника

Диаметр вала мм	Диаметр фундаментных болтов мм.	Диаметр крышечных болтов мм.	Диаметр вала мм	Диаметр фундаментных болтов мм.	Диаметр крышечных болтов мм.
30—35	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	70—80	$\frac{7}{8}$	$\frac{3}{4}$
40—50	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	90	1	$\frac{7}{8}$
60	$\frac{3}{4}$	$\frac{5}{8}$	—	—	—

Во избежание их продольного перемещения вкладыши снабжаются *закраинами*. Чтобы удерживать вкладыши от вращения вместе с валом, на верхнем вкладыше делается *выступ*, входящий в соответствующую впадину крышки. Выступа у нижнего вкладыша делать не следует, так как последний удерживается от вращения верхним вкладышем. Кроме того этот выступ мешал бы осматривать вал, не снимая его с места. Для осмотра вала снимается крышка подшипника, и удаляется верхний вкладыш, после чего нижний вкладыш проворачивается по валу и также удаляется. Наличие выступа на нижнем вкладыше не дало бы возможности удалять его указанным способом.

Крышечные болты берутся с квадратной головкой, которая входит во впадины соответствующей формы в подошве подшипника. Благодаря этому болт удерживается от вращения при заворачивании гаек. Между нижним и верхним вкладышами ставятся латунные прокладки, что позволяет регулировать зазор между вкладышами и цапфой. Для предупреждения отвинчивания гаек здесь целесообразно применение контргаек.

Смазывание подшипника производится подводом масла из масленки. Во избежание протекания масла между вкладышами и телом подшипника в отверстие масленки вставляется трубка, проходящая насквозь через крышку подшипника и на пол вину толщины стенки в верхний вкладыш. В трубку вставляется фитиль, по которому масло подается из масленки на поверхность вала. Масленка этого типа называется *фитильной*. Не-

¹ Крышечные болты можно брать одинакового диаметра с фундаментными.

достаток такого способа смазки состоит в том, что масло расходуется не только во время работы вала, но и тогда, когда последний находится в покое. Для предупреждения разбрызгивания вытекающего из зазоров между валом и вкладышами масла подшипник снабжен чугунными поддонами 9.

Пригонка подшипника заключается главным образом в пригонке его вкладышей, что производится посредством пришабривания. Для правильной смазки между вкладышами и валом должен быть зазор по ОСТ 1023. Поэтому диаметры новых вкладышей следует проверять предельными калибрами. Это имеет смысл конечно лишь в том случае, если валы новые, т. е. точно калиброванные.

Главный недостаток нормального подшипника заключается в неподвижности его вкладышей. Поэтому при прогибах вала масло выдавливается, а трение сильно увеличивается.

Большой шаг вперед в отношении усовершенствования подшипников представлял собой подшипник Селлерса.

§ 61. Подшипник Селлерса

Этот тип подшипника (рис. 155) имеет чугунные вкладыши 1 и 4, снабженные шаровыми выступами 5, которые входят в соответствующие

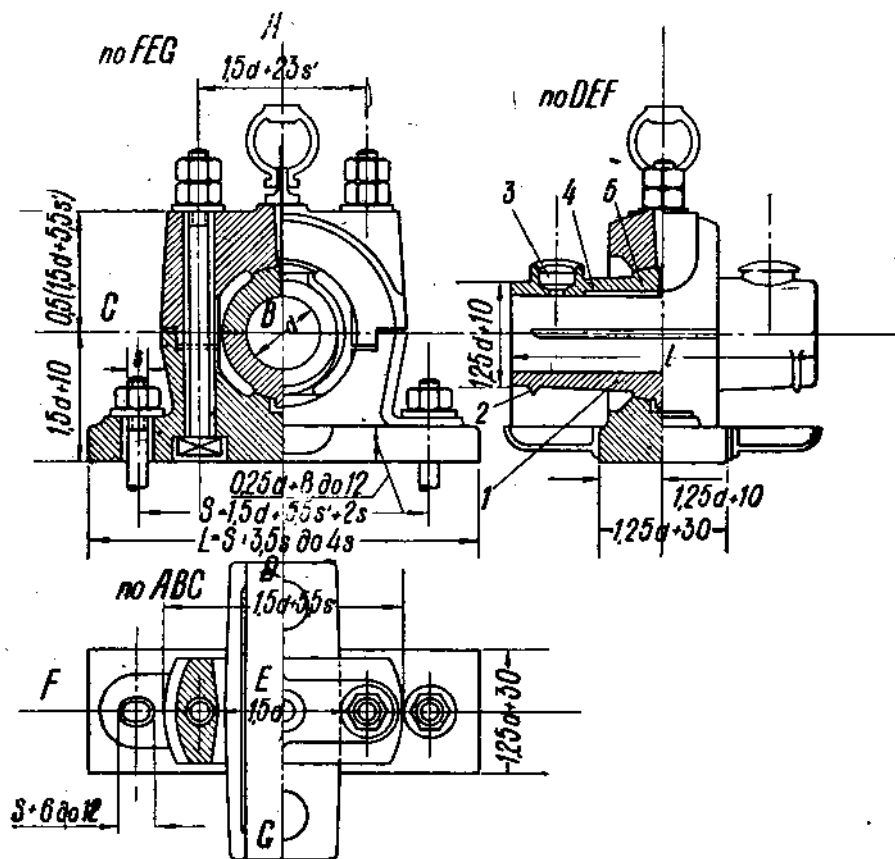


Рис. 155. Подшипник Селлерса.

впадины тела и крышки подшипника. Благодаря этому вкладыши могут в известных пределах перемещаться и следовать за движениями вала. Это обстоятельство позволяет делать вкладыши более длинными, имеющими большие опорные поверхности. При этом вкладыши могут изготавливаться целиком из чугуна.

Необходимо отметить, что при трении железного вала о бронзовые вкладыши допустимо удельное давление $30-40 \text{ кг/см}^2$. Если же вкладыши чугунные, то удельное давление понижается до 25 кг/см^2 . Следовательно при замене бронзовых вкладышей чугунными размер последних необходимо увеличить в $\frac{30}{25} = \frac{40}{25}$ раз. Это возможно сделать только при подвижных вкладышах. Следует еще иметь в виду, что длинные и открытые на большей части своей длины вкладыши быстрее передают в воздух развивающуюся в них теплоту. Поэтому длина вкладыша берется равной $3-4 d$, благодаря чему удельное давление снижается до $7-10 \text{ кг/см}^2$.

Для удобства сбора вытекающего из зазоров масла по краям нижнего вкладыша имеются бороздки 2, по которым масло стекает в поддоны. Масло подается из масленки внутрь подшипника по трубочке, внутри которой помещается игла, упирающаяся своим концом в вал. От сотрясения трущихся частей игла также приходит в сотрясение, в результате чего из масленки вытекают капельки масла. Следовательно такая масленка подает масло только при работе трансмиссии. Она носит название *игольчатой*.

На случай недостаточной подачи масла в верхнем вкладыше имеются два запасные резервуара 3, наполняемые густой смазкой (солидолом). При нагревании вала и подшипника смазка начинает плавиться и стекает через отверстие на вал. Следует указать, что у густой смазки внутреннее трение все же значительно больше, чем у жидкого масла, поэтому на густую смазку следует смотреть как на запасную, а не пользоваться ею постоянно.

§ 62. Подшипники с кольцевой смазкой

Дальнейшее усовершенствование подшипников Селлерса выразилось в обеспечении их надежной и обильной смазкой. Это достигается тем, что внутри подшипников помещаются кольца, надеваемые на вал, внутренний диаметр которых в 2 раза больше диаметра подшипника. В нижней части подшипника имеется резервуар с маслом, в котором постоянно купается нижняя часть кольца. При вращении вал увлекает за собой кольцо с прилипшим к нему маслом. В верхней части подшипника масло стекает на вал и заполняет зазор между валом и вкладышами. Отработанное масло вновь стекает в резервуар, и его можно использовать при дальнейшей работе подшипника. Такой способ смазки может применяться, когда окружная скорость вала не менее $1,5 \text{ м/сек}$. За время нахождения вала в покое масло стекает вниз, и работа начинается при полусухом трении.

На рис. 156 изображен подшипник с *кольцевой смазкой*, имеющий два смазочных кольца 2. Резервуар 1 наполняется маслом, которое при вращении вала подается непрерывно на его верхнюю часть. Отработанное и загрязнившееся масло выпускается через отверстие 3 и заменяется свежим.

Ввиду того, что смазочные кольца трутся о вал, последний подвергается износу в местах нахождения колец. Кроме того при сгустившейся от холода или от других причин смазке кольца могут перестать вращаться.

Поэтому в новейших конструкциях подшипников применяются неподвижные кольца, которые вращаются вместе с валом и делают одинаковое с ним число оборотов. Вследствие этого изнашивания вала не происходит.

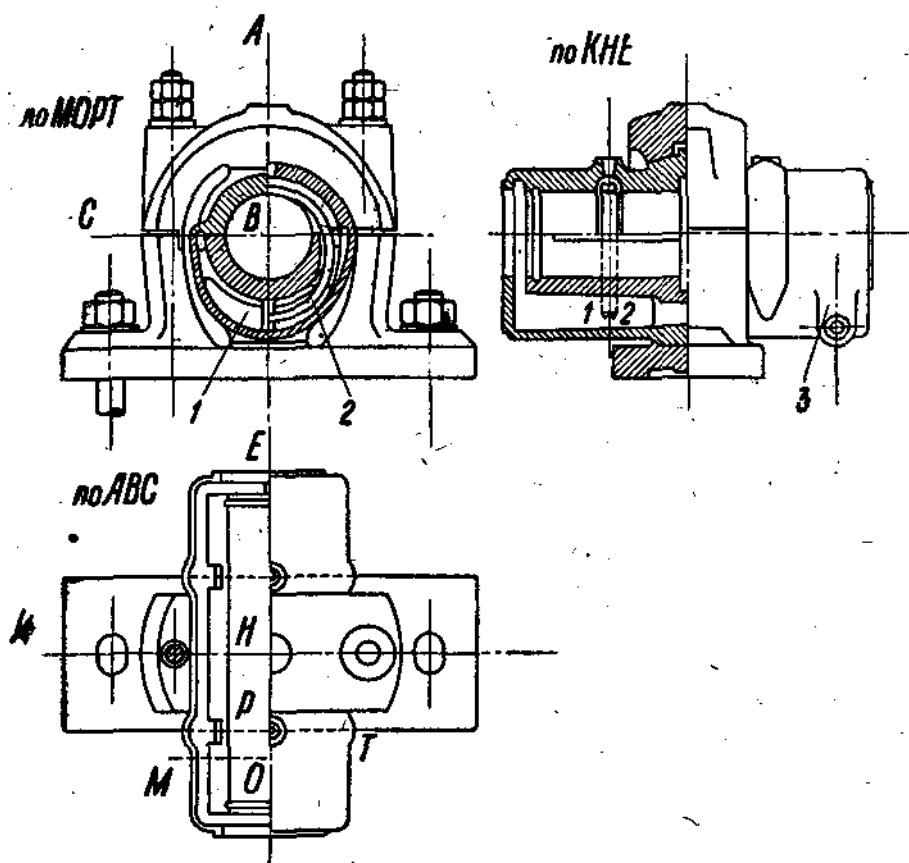


Рис. 156. Подшипник с кольцевой смазкой.

§ 63. Подшипник типа Вюльфель

На рис. 157 изображен в собранном и разобранном виде подшипник завода Вюльфель с шаровым движением, кольцевой смазкой и видимой циркуляцией масла. Особностью его является применение *неподвижных* смазочных колец, которые бывают двух разных устройств.

Кольца, устанавливаемые на валах диаметром до 95 мм, удерживаются от вращения листовыми пружинами 3 и 5 (рис. 158). Соединение половинок колец производится посредством штифтов 2 с кольцевой заточкой, в которую входит кольцевая пружина 1, находящаяся внутри отверстия для штифта.

В кольцах для диаметров более 95 мм с целью удержания колец от вращения ставятся спиральные пружины 8. Внутри пружин вставляются бронзовые штифты с головками 9, которые при сборке прилегают к валу. Половинки колец соединяются штифтами 7, удерживаемыми на местах шплинтами 6.

Сборка колец с листовыми пружинами (рис. 158). Половина кольца с пружиной подводится под вал, после чего на последний накладывается вторая половина. Кольцо вращают по валу до тех пор, пока отверстие для соединительного штифта не окажется паверху. После этого прижимают половинки кольца одну к другой при помощи пологих клиньев 11, загоняемых между кольцом и телом вкладыша. При этом отверстия в половинках кольца должны точно совпасть. Через образовавшееся общее отверстие с помощью ключа 10 вводят штифт до тех пор, пока пружина 1 не войдет в кольцевую заточку кольца. Затем вынимают клинья, поворачивают кольцо так, чтобы паверху оказалось другое отверстие, и повторяют все указанные операции.

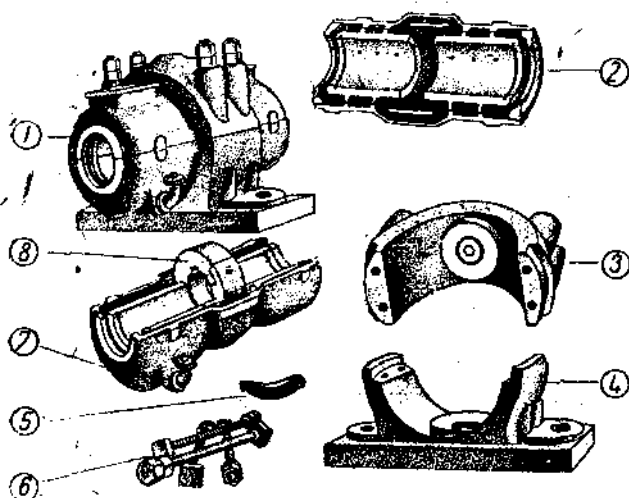


Рис. 157. Подшипник Вюльфеля с шаровым движением, кольцевой смазкой и видимой циркуляцией масла.

1—общий вид; 2—верхний вкладыш; 3—крышка; 4—тело; 5—листовая пружина; 6—болты; 7—нижний вкладыш; 8—смазочное кольцо.

Сборка колец с винтовыми пружинами осуществляется таким же способом, но закрепление штифтов производится посредством шплинтов, которые при разборке колец следует вынимать в первую очередь.

Те подшипники, которые должны удерживать валы от продольного перемещения, снабжаются вместо смазочных колец установочными кольцами.

Обе половинки чугунных вкладышей имеют шаровые выступы, входящие в соответствующие углубления тела и крышки подшипника. Следовательно подшипник до известной степени может автоматически приспособляться к прогибам вала.

Масло, захватываемое смазочным или установочным кольцами, снимается с них скребком в виде скобочки, находящимся в верхней части подшипника, и направляется в масленки, расположенные по бокам кольца. Отсюда через отверстия в верхнем вкладыше оно поступает на вал.

Контроль количества масла осуществляется с помощью указателя. Открывая крышки масленок, легко убедиться в правильной циркуляции масла. Неподвижные кольца начинают подавать масло в достаточном количестве уже при 30 об./мин.

§ 64. Подшипники с целыми коническими вкладышами

Такие вкладыши (рис. 159) применяются для точного регулирования подшипника. Шейка шпинделя — цилиндрическая. Внутри вкладыш 4

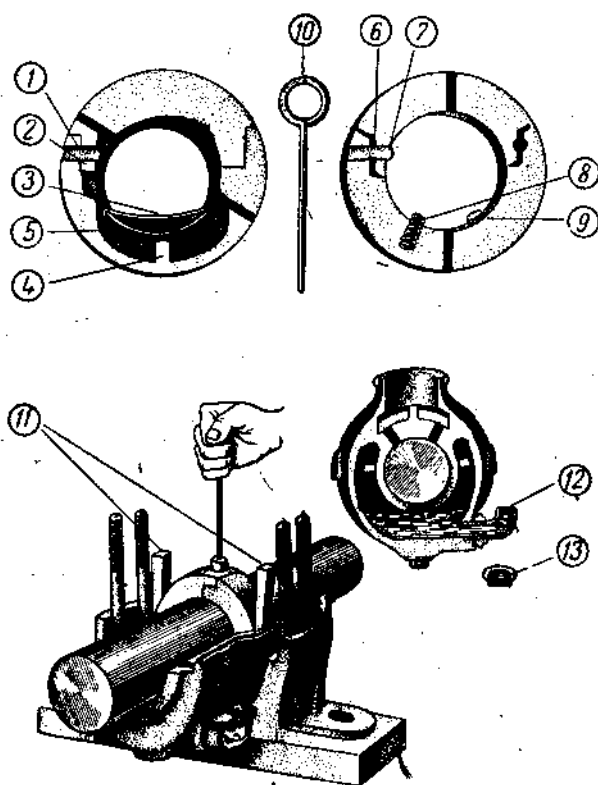


Рис. 158. Сборка подшипников Вольфеля.

1 — кольцевая пружина; 2 — штифт; 3 и 5 — листовые пружины; 4 — стенка; 6 — шплинт; 7 — штифт; 8 — спиральная пружина; 9 — бронзовый штифт с головкой; 10 — ключ; 11 — клинья для сборки; 12 — трубка для добавления масла; 13 — крышка и трубка 12.

гайки 1 и 5. При хлябании шпинделя следует ослабить гайку 5 и подтянуть гайку 1. Если же шпиндель окажется сильно затянутым, надо ослабить гайку 1 и подтянуть гайку 5. Таким образом регулировка осуществляется легко и быстро. Что же касается устройства смазочных приспособлений, то его целесообразно применить при направлении действия усилия снизу вверх, что имеет место в токарном станке.

§ 65. Уход за скользящими подшипниками

Неправильная работа подшипника может выразиться в стуке и нагреве. Если нет основания предполагать, что цапфа или

также имеет цилиндрическую форму, а снаружи — коническую. Тело бабки 2 расточно соответственно наружной форме вкладыша, т. е. конически. Вкладыш снабжен одним продольным сквозным разрезом b и тремя надрезами на половину толщины стенок (рис. 159, боковой вид).

Смазка подшипника производится через средство кольцевой выемки 3 в его теле, по которой масло стекает в резервуар 7. Против этого резервуара в расширенную щель вкладыша закладывается кусочек войлока 6. Масло поступает с войлока на вал.

Сборка и регулировка подшипника производится в следующем порядке. Вкладыш 4 с кусочком войлока 6 вставляется в тело подшипника 2. В отверстие вкладыша вставляется шпиндель. На концы вкладыша навинчиваются

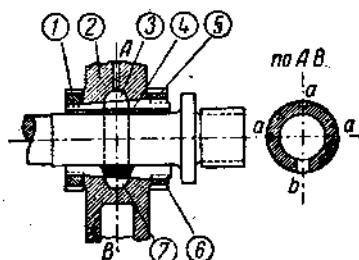


Рис. 159. Подшипник с целыми коническими вкладышами.

вкладыши потеряли цилиндрическую форму, то стук можно прекратить разборкой и чисткой подшипника с последующей правильной сборкой или только подтяжкой вкладышей. Последняя производится в разрезных подшипниках путем подвинчивания гаек на крышечных болтах, а на целых подшипниках с прорезью — посредством ослабления одной гайки и подвинчивания другой гайки с противоположного конца.

Если вкладыши сильно сработались, то вынимают прокладку между ними, спиливают ее или ставят более тонкую и вновь затягивают болты так, чтобы после затяжки остался необходимый зазор между цапфой и вкладышем. Если прокладок нет, то немного спиливают вкладыши.

При плохом уходе за подшипниками, выразившемся в сильной затяжке, плохой смазке или наличии грязи, вкладыши начинают нагреваться, и залитый металл может расплавиться, что совершенно недопустимо.

По тем же причинам иногда от вкладыша начинает отделяться стружка, выступающая через отверстие для смазки или с боков подшипника. Это может вызвать порчу и заедание вала, а в результате порчу станка или машины.

Если подшипник начинает нагреваться, следует увеличить подачу смазки, немного ослабить болты и усилить наблюдение за подшипником. Прибегать к наружному охлаждению холодной водой надо с большой осторожностью и применять его можно только до того, как подшипник сильно нагреется. При несоблюдении этого вкладыши могут покоробиться, дать трещину и даже лопнуть.

Подшипники необходимо периодически осматривать. Вкладыши подшипников заливаются баббитом либо заменяются запасными в тех случаях, если они сильно сработались или сработались неравномерно или если их внутренние поверхности стали неровными и покрылись кольцевыми бороздками.

§ 66. Изготовление канавок

Сначала канавки вырубаются по размеченным рискам крейцмейселем особой формы (рис. 160 и 161), а затем производится сглаживание прорубленных канавок посредством прочистки (рис. 162), если обрабаты-

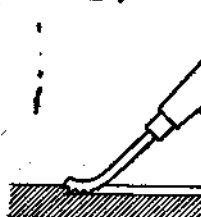
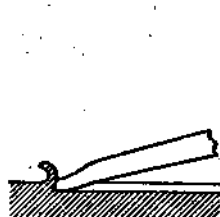
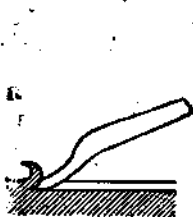


Рис. 160. Крейцмейсель для вырубания смазочных канавок.

Рис. 161. Крейцмейсель для вырубания смазочных канавок.

Рис. 162. Прочистка для сглаживания смазочных канавок в баббитовых вкладышах.

Рис. 163. Изогнутый круглый напильник для сглаживания смазочных канавок в бронзовых вкладышах.

вается баббит, или изогнутым круглым напильником (рис. 163), если обрабатывается бронза. Для этого быстро нагревают конец напильника и нажатием на наковальню производят его изгибание. Затем вторично нагревают напильник до светлокрасного каления и закалывают его в воде.

§ 67. Заливка подшипников

Чтобы предохранить цапфы от истирания, вкладыши подшипника заливаются баббитом. Целых же вкладышей из баббита изготовлять нельзя ввиду его недостаточной прочности. Поэтому целые вкладыши изготовляются из чугуна, бронзы или стали, а внутренние их поверхности заливаются баббитом на толщину $0,05d + 3$ мм, где d — диаметр вала.

Для более прочного сцепления заливаемого баббита со вкладышами подшипника в последних делаются кольцевые и продольные канавки в форме ласточкина хвоста (рис. 164). Кольцевые канавки вытачиваются на токарном станке, для чего половинки вкладышей предварительно собираются и скрепляются хомутом, а продольные — выстрагиваются на строгальном станке.

Если подготовки для устройства пазов при отливке вкладышей

не было сделано, то их назначение до известной степени могут выполнять глухие отверстия, просверленные во вкладышах с внутренней стороны на $\frac{1}{3} - \frac{1}{2}$ их толщины. Можно подготовить вкладыш для заливки следующим образом: вставить во вкладыш цилиндр из листового железа с просверленными отверстиями и укрепить его шурунами A (рис. 165). Затем вкладыш заливается способом, указанным ниже.

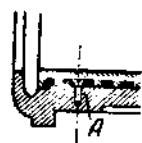


Рис. 165. Подготовка вкладыша для заливки баббитом.



Рис. 166. Шпика для заливки подшипника.

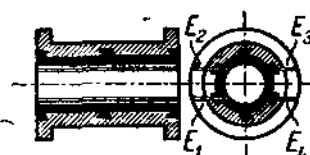


Рис. 167. Расположение жестяных прокладок для предупреждения спайки частей вкладыша.

Перед заливкой вкладышей надо *вылудить* их внутренние поверхности чистым оловом. Проводя параллель между заливкой подшипника и литейным делом вообще, следует отметить, что для получения пустотелого изделия необходимо применить *шпик*. В качестве шпика применяется железный или деревянный стержень, диаметр которого меньше диаметра вкладыша на две толщины заливаемого слоя.

Рассмотрим заливку вкладыща, состоящего из 4 частей. Внутренний стержень должен быть снабжен 4 бороздками A , B , C и D (рис. 166). В эти бороздки должны входить своими краями жестяные листы E_1 , E_2 , E_3 и E_4 (рис. 167), прокладываемые между частями вкладыша и служащие для того, чтобы последние при заливке не спаялись друг с другом.

Собрав части вкладыша и проложив между ними жестяные листы, свивают вкладыш двумя хомутами AB и CD (рис. 168). Для предупреждения разбрызгивания металла собранный вкладыш и внутренний стержень

жень, если последний железный, предварительно нагревают на раскаленном коксе. Затем вкладыш ставится торцом на металлическую плиту. Чтобы избежать вытекания металла, низ подшипника обмазывается глиной с песком. После расплавления баббита следует тщательно перемешать, чтобы получилась однородная масса. Затем заливают баббит в полученную форму, причем он занимает пространство между стержнем (шпикой) и внутренней поверхностью вкладыша. После остывания вкладыша производят его дальнейшую обработку: расточку и пригонку по валу.

Заливка подшипников на валу. Иногда приходится заливать подшипники на валу, что упрощает работу. Заливка сюда производится в промежуток между валом и вкладышами, которые должны быть соответствующим образом подготовлены для этого, т. е. очищены от баббита и подвергнуты лужению. Для предупреждения вытекания баббита зазоры с боков замазываются глиной. В результате получается комбинированная форма с литником, куда и заливается металл. При горизонтальном расположении вала приходится опасаться образования раковин. Во избежание этого следует производить уплотнение заливаемого металла, что можно выполнить механическим путем. Для этого берут металлический стержень и как бы трамбуют им остающийся в литнике излишек расплавленного металла. Эту операцию надо продолжать до тех пор, пока баббит не начнет затвердевать.

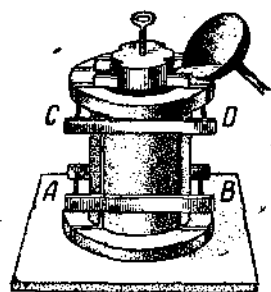


Рис. 168. Заливка подшипника.

§ 68. Припайивание вкладышей подшипников

Сильно изношенные вкладыши подшипников заменяются новыми. В этом и заключается смысл устройства подшипников с легко заменяемыми вкладышами. Производя замену вкладышей, мы сохраняем другие части подшипника.

Рассмотрим процесс изготовления и припайивания вкладышей передней бабки токарного станка (рис. 169). В данном случае вкладыш изготовляется разрезной, т. е. он состоит из двух половинок. Каждую из половинок принято называть вкладышем верхним или нижним в зависимости от положения, занимаемого ими, когда подшипник находится в собранном виде. Вкладыши отливаются в целом виде, после этого предварительно обрабатываются на токарном станке и затем разрезаются вдоль оси на две половинки. Последняя работа выполняется на фрезерном станке. После обработки поверхности разреза обе половинки спаиваются оловом и окончательно обрабатываются на токарном станке. Это делается для удобства обработки. В таком виде вкладыши поступают к слесарю.

Далее будем рассматривать работу в порядке отдельных операций.

1. В первую очередь надо распаять вкладыши, чтобы получить две отдельные половинки. Это следует делать осторожно, не допуская резкого нагрева вкладышей во избежание их коробления. Лучше всего нагреть железную плиту и установить на нее вкладыш. Через сравнительно короткое время олово расплавится, и вкладыши можно будет разделить на две половинки. Пока олово находится в расплавленном состоянии, его надо снять с вкладышей посредством обтирания тряпкой. Для предупреждения

коробления вкладышей им следует дать остынуть постепенно, не допуская ускорения процесса остывания действием холодной воды.

2. У остывших вкладышей припабриваются по плите плоскости соприкосновения. Фактически эти плоскости в большинстве случаев не будут соприкасаться, так как между новыми вкладышами помещаются прокладки 7 (рис. 169), толщина которых по мере износа вкладышей уменьшается. Иногда ставится не одна прокладка, а набор прокладок разной толщины, которые по мере надобности вынимаются. Наконец в прокладках совсем не будет надобности, и только тогда вкладыши соприкоснутся друг с другом. Тем не менее плоскости соприкосновения у вкладышей все же должны быть припабрены. Если таким же образом обработать

прокладки, причем каждая из них должна быть одинаковой толщины, то после сборки вкладыш составит одно целое, и в нем не будет щелей, вредно влияющих на образование клинового смазочного слоя.

3. Пригнать нижний вкладыш 5 в тело подшипника, а верхний 1 — в крышку 2. Пригонка производится под краску, которой намазываются гнезда для вкладышей.

4. Насадить нижний вкладыш 5 на штифт 6. Сначала сверлится отверстие для штифта в теле подшипника и в нижнем вкладыше с таким расчетом, чтобы при правильном положении вкладыша оси обоих отверстий совпадали. Для этого надо точно разметить отверстие в нижнем вкладыше.

Это можно сделать с помощью бумажного шаблона. Вырезают из листочка бумаги шаблон прямоугольной формы, представляющий собой развернутую поверхность наружной цилиндрической части нижнего вкладыша. Гнезда для вкладыша намазываются краской. Можно ограничиться сравнительно небольшим участком, намазав краской вокруг отверстия для штифта 6. Затем шаблон аккуратно обертывается вокруг цилиндрической части вкладыша, и в таком виде последний вставляется в гнездо.

Для лучшего прилегания вкладыша к телу подшипника его заколачивают легкими ударами свинцового молотка. В результате на бумажном шаблоне будет виден белый кружок на фоне приставшей краски. Этот кружок по своему положению и размерам будет соответствовать отверстию штифта 6. Вынув вкладыш, находят на шаблоне центр кружка.

В заключение шаблон обертывается вокруг вкладыша, и в найденном центре кружка набивается кернером центр для сверла. Если, пользуясь этим центром, просверлить во вкладыше сквозное отверстие, то оно будет удовлетворять предъявляемым к нему требованиям, т. е. при правильном положении вкладыша оси отверстий во вкладыше и в теле подшипника будут совпадать.

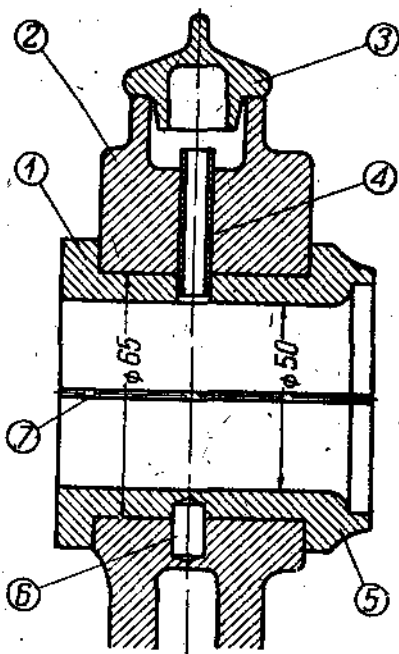


Рис. 169. Подшипник передней бабки винторезно-токарного станка.

5. Просверлить в верхнем вкладыше отверстие для трубки 4, подающей масло. Эта трубка должна не допускать проникновения масла в зазор между верхним вкладышем 1 и крышкой подшипника 2. Для этого она должна проходить через крышку и вкладыш, немного не доходя до шейки шпинделя. Предварительно сверлится отверстие в крышке 2 для трубки 4. Требуется просверлить отверстие такого же диаметра в верхнем вкладыше, причем оси отверстий в крышке и вкладыше должны совпадать. Это проще всего сделать, если при сверлении отверстия в верхнем вкладыше придать крышке значение кондуктора. Затем производится сборка подшипника. Нижний вкладыш 5 вгоняется в тело подшипника, причем следят за тем, чтобы штифт 6 вошел в отверстие вкладыша. После этого на нижний вкладыш накладывают верхний, а на последний надевают крышку 2. Гайки завинчиваются постепенно и равномерно, как указывалось выше. В заключение, пользуясь отверстием в крышке подшипника для трубки 4 как кондуктором, просверливают отверстие в верхнем вкладыше.

6. Пригнать штифт 6 к отверстию во вкладыше и теле подшипника.

7. Залить по краям вкладышей выемки, являющиеся резервуарами для масла и предупреждающие защемление шпинделя при охлаждении подшипников.

8. Разметить и сделать в верхнем вкладыше канавки для распределения масла. Сначала надо расчертить канавки иглой, а затем вырубить их крепчайшим, заточенным по форме профиля канавки. Вырубание вести, начиная от середины вкладыша, что облегчает исправление, если канавка примет неправильное направление. Вырубленные канавки зачищаются пилой или прочисткой, как указывалось выше. Края канавок закругляются. Концы канавок не должны выходить наружу.¹

9. Припаять нижние вкладыши. Припайвание производится по шпинделю, а в массовом производстве — по калибру. Сначала припайваются только нижние вкладыши, которые аккуратно вгоняются в свои гнезда. Шпиндель намазывается краской продольными мазками, укладывается во вкладыши обоих подшипников, и ему придается вращательное движение. Окрашенные места снимаются трехгранным или полукруглым шабером. Если приходится снимать много металла, можно сначала применить ошловку под краску, а затем перейти на шабровку. При этом не следует стремиться к тому, чтобы краска равномерно покрывала поверхность вкладыша. Достаточно, если хорошо припаяна нижняя часть вкладыша, соответствующая 120° . Такая пригонка сразу дает надлежащий зазор, требующийся для правильной смазки, и не придется ждать, когда зазор установится естественным путем как результат разрабатывания, т. е. истирания вкладышей.

10. Припаять верхние вкладыши. Эта работа протекает медленнее, чем в предыдущем случае. Для проверки под краску приходится каждый раз собирать подшипники, т. е. укладывать шпиндель на нижние вкладыши, накладывать сверху верхние вкладыши с прокладками и, надев крышу, завинчивать гайки. Чтобы получить от окрашивания правильные указания, надо завинчивать гайки с соблюдением указанных выше предосторожностей. Припайвание верхних вкладышей ведется до такого состояния, когда вся поверхность вкладыша будет равномерно покрываться

¹ До сих пор рассматривались работы по отношению к одному подшипнику. На практике работа ведется одновременно в обоих подшипниках. Поэтому все, что было изложено об одном подшипнике передней бабки (переднем или правом), относится и к другому подшипнику (заднему).

пятнами. Во время этой работы расположение пятен на нижнем подшипнике может измениться. На это вначале не следует обращать внимания, однако после окончания приабравивания верхних вкладышей необходимо произвести исправление нижних вкладышей. Такие колебания в расположении пятен возникают вследствие не вполне равномерного затягивания гаек. При этом имеет значение затягивание гаек на шпильках при установке бабки на станке. Поэтому последняя проверка приабравивания должна производиться после окончательной установки бабки на станке.

Необходимо добавить, что при подгонке баббитовых вкладышей нет надобности прибегать к напильнику, так как вследствие мягкости баббита работа шабером протекает в достаточной мере быстро.

Во время приабравивания вкладышей подшипников шпинделя токарного, фрезерного или какого-либо другого станка необходимо тщательно следить, чтобы ось шпинделя была параллельна направляющим станины. О способе достижения этого говорится в гл. IX.

§ 69. Шарикоподшипники

Дальнейшим этапом в усовершенствовании подшипников является замена трения скольжения трением качения, т. е. введение *шариковых подшипников* вместо скользящих подшипников, которые рассматривались до сих пор. У шариковых подшипников потери на трение примерно в 10 раз меньше, чем у скользящих.

Необходимо отметить, что шариковые подшипники, давая возможность увеличить число оборотов трансмиссии, тем самым позволяют до известной степени уменьшать диаметр вала, что в общем удешевляет стоимость трансмиссии. Наконец следует указать, что шариковые подшипники короче скользящих и занимают меньше места на валу.

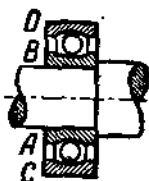


Рис. 170.
Шариковый элемент.



Рис. 171.
Обойма шарикоподшипника.

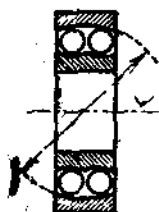


Рис. 172.
Элемент двухрядного шарикоподшипника.

Основной шарикового подшипника является *шариковый элемент*, состоящий из внутреннего кольца *АВ*, наружного *СД* и шариков, расположенных в кольцевой канавке между внутренним кольцом и обоймой (рис. 170). Шарик изготовляется из специальной хромистой стали, сильно закаливается и полируется. Наименьшее трение получается в том случае, когда шарик точно отполирован, а также правильно расположены, что достигается применением *боковой обоймы*, изготовляемой штамповкой из листового стали (рис. 171).

Обоймы, или клетки, являются необходимым злом. Подшипник без обоймы может вместить большее число шариков, и поэтому для него до-

пускается большая нагрузка. Зато в таких подшипниках шарики быстро изнашиваются вследствие взаимного трения. Назначение ободья — разъединить шарики друг от друга и равномерно распределить их по окружности шарикового элемента.

Классификация шарикоподшипников. По числу рядов шариков шарикоподшипники бывают *однорядные* и *двухрядные* (рис. 172), а по направлению давления — *радиальные* и *упорные*. Может быть и смешанный тип — *радиально-упорный*. Радиальные подшипники (ОСТ 2204 — 2215) рассчитываются на давление, направленное по радиусу, упорные (ОСТ 2217 — 2228) — на давление вдоль оси вала и радиально-упорные — на смешанное давление. Кроме того различают *самоустанавливающиеся* подшипники, у которых наружное кольцо обточено по шару и устанавливается в кольце, имеющем шаровую поверхность (ОСТ 2007 — 2209 — для однорядных подшипников и ОСТ 2213 — 2215 — для двухрядных).

Все перечисленные типы шарикоподшипников указаны в ОСТ 2201 (приложение 1).

Сборка шарикоподшипников. Правильная работа шарикоподшипника может быть достигнута только при бережном обращении с ним и правильной сборке. Новые подшипники не следует вынимать из упаковки, пока не будет подготовлен вал для их установки. Непосредственно перед установкой посредством промывания в бензине надо удалить с частей подшипника состав, предохраняющий их от ржавления. Керосин в данном случае менее пригоден, так как он часто содержит воду, которая может вызвать ржавчину. Особенно тщательно следует предохранять от ржавчины шарики. В противном случае они быстрее изнашиваются, и подшипник работает неэкономично вследствие возрастания трения.

Допуски для шарико- и роликоподшипников установлены ОСТ 2202. **Крепление шарикового элемента на валу** можно выполнить несколькими способами. Простейший способ заключается в том, что элемент нагревают до 60 — 70° (целесообразнее — в масле) и в нагретом состоянии насаживают на вал. Для этого нагревают в каком-либо сосуде масло до указанной температуры и затем на 10 — 15 мин. опускают в сосуд элемент подшипника. Насаживание подшипника производится посредством ударов медным молотком, причем удары необходимо наносить исключительно по внутреннему кольцу, а ни в коем случае не по наружному кольцу или по шарикам. При отсутствии медного молотка можно пользоваться обыкновенным слесарным стальным молотком: в этом случае удары наносятся по деревянному или медному клину, упираемому своим концом в бок внутреннего кольца. Удары должны быть не сильные, и наносить их надо по всей окружности кольца. Когда покажутся 3 — 4 нитки нарезки, навинчивают гайку и дальнейшее продвижение кольца до упора его в уступ вала производят посредством подвертывания гайки (рис. 173). После полного охлаждения подшипника гайку следует окончательно подтянуть.

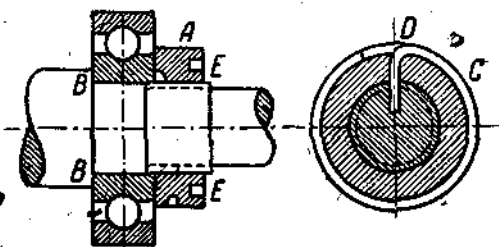


Рис. 173. Крепление шарикоподшипника с помощью гайки.

Гайка *A* применяется круглая с углублениями *E—E* для отвинчивания и завинчивания с помощью ключа специальной формы (рис. 174).

Применяется также способ крепления шарикового элемента на валу с помощью конической втулки (рис. 175). Эта втулка *A—A* снабжена сквозным разрезом вдоль оси *D—D*. Ее можно устанавливать в любом месте вала. Снаружи втулка обточена на конус и кроме того на одном конце имеет нарезку. Внутреннее кольцо шарикового элемента также расточено на конус, причем конусности втулки и внутреннего кольца совпадают. Для сборки внутреннее кольцо надевается на втулку *A—A*, после чего на нее навинчивается гайка *C—C*, которая

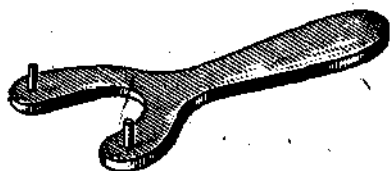


Рис. 174. Ключ для круглой гайки.

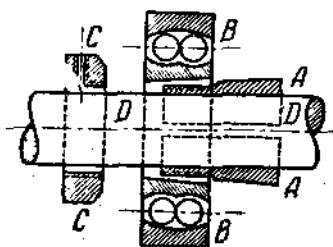


Рис. 175. Крепление шарикоподшипника на валу с помощью конической втулки.

одновременно закрепляет втулку на валу и внутреннее кольцо на втулке. Гайку *C—C* необходимо предохранить от развинчивания посредством упорного винта или контргайки.

При закреплении шарикоподшипника с помощью конической разрезной втулки надо стремиться к тому, чтобы внутреннее кольцо при работе подшипника способствовало завинчиванию гайки. Для этого при установке подшипника следует располагать втулку так, чтобы гайка завинчивалась против направления вращения вала.

Условия, которым должен удовлетворять корпус шарикового подшипника. Сиденье в корпусе для помещения шарикового элемента должно иметь строго круглую форму. Если это условие не выполнено, кольцо подшипника после зажатия его в корпусе примет овальную форму. Такой подшипник будет

Рис. 176. Трансмиссионный шарикоподшипник.

работать неправильно и быстро испортится. Ширина сиденья должна быть такова, чтобы дать подшипнику некоторую возможность перемещаться в осевом направлении. Для этого достаточно, чтобы с каждой стороны были зазоры величиной около 1 мм.

Правильная работа и долговечность шарикоподшипника в большой мере зависят от степени предохранения его от песка и пыли, вызывающих более быстрое изнашивание подшипника и увеличивающих трение, а также от воды или других жидкостей, способствующих появлению ржавчины. Поэтому верхние и нижние части корпуса должны быть пригнаны возможно плотнее. Кроме того особенного внимания требуют зазоры между валом и корпусом.

На рис. 176 изображен трансмиссионный шарикоподшипник. В верхней и нижней частях его корпуса имеются кольцевые канавки *a*, куда помещаются войлочные прокладки. Предварительно эти прокладки должны быть пропитаны в теплом вазелине или масле. Только при этих условиях они выполняют свое назначение. Свежее масло заливается через отверстие *b*, а отработанное — выпускается через отверстие *c*.

Масло наливается до высоты центра самого нижнего шарика.

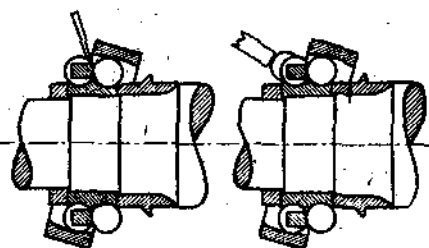


Рис. 177. Разборка элемента шарикоподшипника.

Рис. 178. Сборка элемента шарикоподшипника.

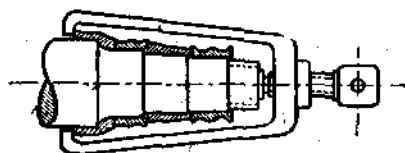


Рис. 179. Приспособление для снятия внутреннего кольца элемента шарикоподшипника.

Уход за шарикоподшипниками. Правильно установленные шарикоподшипники могут работать без ухода 6 — 12 месяцев. При появлении ржавчины подшипник разбирается, промывается бензином и осматривается. Для разборки наружное кольцо поворачивается, как указано на рис. 177, после чего шарики выталкиваются заостренным медным стержнем. Затем совершенно свободно вынимается клетка. В случае порчи хотя бы одного шарика следует заменять весь комплект шариков. При несоблюдении этого условия шарики окажутся разных диаметров, что вызовет их неравномерный износ и ускорит их порчу.

Для сборки подшипника надо вставить клетку и держать наружное кольцо в повернутом положении, как указано на рис. 178. Сначала вставляют первые шарики от руки, а затем применяют деревянную палочку, которой наносят легкие удары. Внутреннее кольцо удаляется ударами медного или стального молотка с применением деревянной или медной подкладки. Если же кольцо сидит близко к концу вала, то можно воспользоваться приспособлением, изображенным на рис. 179.

Существуют практические приемы определения неправильной работы шарикоподшипника. Если приложить к корпусу подшипника отвертку, а к ручке последней — ухо, то в случае разрушения одного или нескольких шариков будут слышны удары. Свист в подшипнике указывает на недостаточную смазку. Твердая пыль (опилки, песок) вызывает паразитные в подшипнике, а появление ржавчины сопровождается глухим шумом. Точное определение причины дефекта в работе подшипника по внешним косвенным признакам может быть произведено лишь весьма опытными людьми. Тем не менее в случае обнаружения

указанных признаков имеются все данные для разборки и полного осмотра подшипника.

Смазка шариковых подшипников не должна быть обильной. Достаточно, чтобы нижний шарик был погружен наполовину в масло; в противном случае шарики перестанут вращаться, и трение качения перейдет в трение скольжения, т. е. исчезнет основное преимущество шариковых подшипников сравнительно со скользящими.

Пришедшие в негодность большие шариковые подшипники исправляются расшлифовкой каналов во внутреннем кольце и наружной обойме и заменой шариков новыми, большего размера. В маленьких подшипниках проще заменить сработавшиеся шариковые элементы новыми.

Кожух шарикового подшипника имеет назначение предохранять подшипники от пыли и грязи. Целые кожухи лучше удовлетворяют этому требованию, а разъемные удобнее для сборки при установке их не на концах валов. Шариковые подшипники с малым числом оборотов могут смазываться салом или техническим вазелином.

§ 70. Роликоподшипники

Применение роликоподшипников уменьшает потери от трения и дает экономию в смазочном материале. Сравнительно с шариковым подшипником роликовый обладает существенными преимуществами: коэффициент трения его не больше, чем у шарикового, но зато он допускает большую нагрузку и обладает большой долговечностью. Последние два свойства объясняются тем, что шарик воспринимает давление в одной точке, точнее — небольшой части шаровой поверхности, а ролик — на протяжении линии, точнее — части цилиндрической поверхности. Поэтому удельное давление у ролика меньше, чем у шарика.

Различают роликовые подшипники с длинными и короткими роликами. Основные размеры роликоподшипников стандартизованы, причем они разбиты на 3 группы: радиальные (ОСТ 2229—2243), самоустанавливающиеся (ОСТ 2244—2247) и конусные (ОСТ 2248—2251). Типы роликоподшипников указаны в ОСТ 2201 (приложение 1).

На рис. 180 изображен элемент роликоподшипника, где ролики направляются по крайним внутреннему кольцу. Каждый ролик надет на стержень, концы которого проходят через боковые диски. Такое устройство устраняет перекашивание роликов.

Бочковидный роликовый подшипник. Сравнительно недавно появились бочковидные роликовые подшипники (рис. 181). Ролики этих подшипников имеют бочковидную форму; после закалки они тщательно отполированы. Радиус закругления наружного кольца имеет свой центр на оси вала. Внутреннее кольцо вместе с валом может несколько поворачиваться в вертикальной плоскости, причем ролики скользят по внутренней шаровой выемке наружного кольца (рис. 182).

Ролики углублены в гнезда внутреннего кольца с минимальными зазорами, их положение при работе точно зафиксировано и во время работы они не перекашиваются.

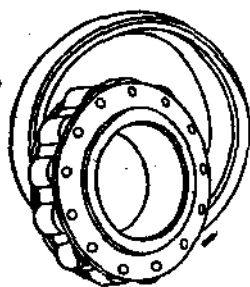


Рис. 180. Элемент роликоподшипника.

Испытание роликовых подшипников показало, что при одинаковых размерах бочковидные подшипники выдерживают нагрузку на 30% больше, чем обыкновенные роликовые подшипники.

Надевание внутреннего кольца на вал производится в нагретом состоянии (до 70°). Для предупреждения расшатывания подшипников на валу можно прижимать внутреннее кольцо к уступу вала и удерживать его в таком положении с помощью гайки.

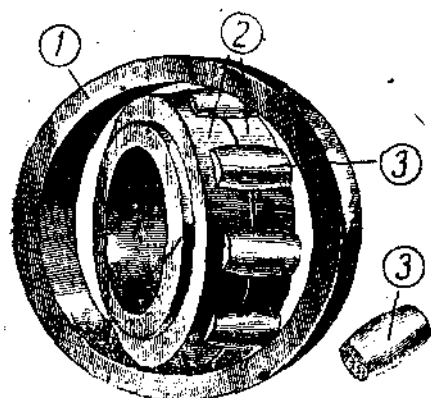


Рис. 181. Бочковидный роликовый подшипник.

1—обойма; 2—половинки внутреннего кольца; 3—бочковидный ролик.

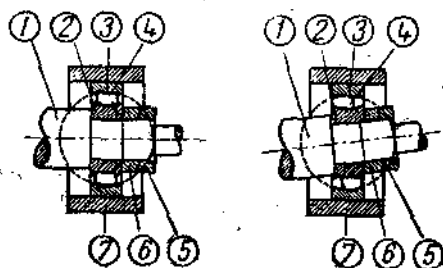


Рис. 182. Бочковидный роликовый подшипник с правильно расположенным валом (слева) и со смещенным валом (справа).

1—вал; 2—внутреннее кольцо; 3—наружное кольцо; 4—бочковидный ролик; 5—контргайка; 6—гайка; 7—корпус подшипника.

Значение роликовых подшипников можно охарактеризовать словами проф. Баха: «Эволюция в области шариковых и роликовых подшипников в последнее время идет повидимому в том направлении, что роликовые подшипники в значительной мере вытесняют шариковые в тех областях, где последние прежде господствовали безраздельно».

§ 71. Подпятники

Подпятником называется деталь, служащая для поддержания вала, на который действует давление вдоль оси.

На рис. 183 показана конструкция обыкновенного подпятника. Он состоит из чугунного корпуса 2, в котором вставлен бронзовый вкладыш 4, служащий для восприятия боковых давлений вала. Это является необходимым ввиду того, что, кроме продольного давления, всегда имеются силы, действующие в поперечном направлении. Собственно подпятником, в который упирается вал, является стальная пластина 3, имеющая сверху плоскую поверхность, а снизу — шаровую. Последнее обстоятельство имеет значение, если торец вала не представляет правильную плоскость или же хотя и имеет правильную форму, но расположен не под прямым углом к оси.

Главной частью шарикового подпятника (рис. 184) является шариковый элемент 2, который устанавливается на сферическую шайбу 3. Благодаря этому шариковый элемент до некоторой степени обладает самоустанавливаемостью, что имеет значение при неправильном вращении вала, а также небольших изменениях направления оси вала.

Длинные вертикальные валы поддерживаются не только подпятниками, но и промежуточными подшипниками (рис. 185). Последние со-

стоят из тела 2, в которое свободно вставлены три вкладыша 3, удерживаемые установочными винтами 1. Такое устройство дает возможность легко производить сборку и центровку вала и регулировать давление вкладыша на вал.

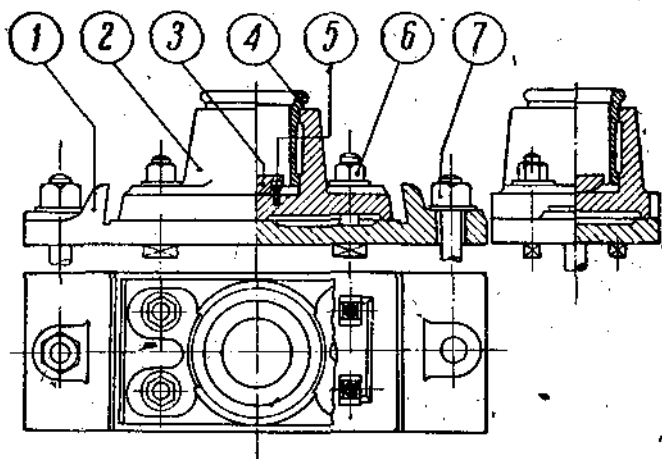


Рис. 183. Обыкновенный скользящий подшипник.

1—фундаментная плита; 2—тело подшипника; 3—подкладка (подпятник); 4—вкладыш; 5—винт для удерживания подкладки 4 от вращения; 6—винт для соединения подкладки с фундаментной плитой; 7—винт для соединения фундаментной плиты с подкладкой.

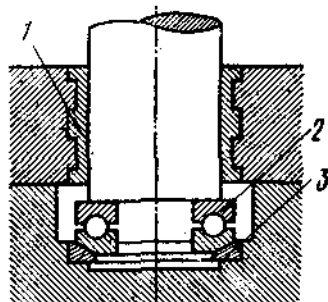


Рис. 184. Шариковый подшипник.

1—вкладыш; 2—шариковый элемент; 3—сферическая шайба.

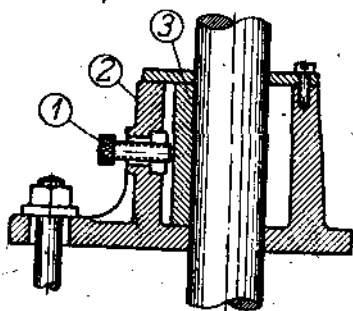


Рис. 185. Промежуточный подшипник.

1—установочный винт; 2—корпус подшипника; 3—вкладыш.

ОПОРЫ ДЛЯ ПОДШИПНИКОВ ТРАНСМИССИИ И ИХ УСТАНОВКА

§ 72. Типы опор для подшипников трансмиссии

В большинстве случаев трансмиссии располагаются под *потолком* на *балках*, на *стенах* или на *колоннах*.

Потолочные опоры для подшипников называются *подвесками*. На рис. 186 изображена *одноплечая подвеска*, допускающая вертикальное перемещение подшипника. Это достигается тем, что обе половинки подшипника имеют шаровые впадины, в которые входят головки регулиру-

ющих винтов. Благодаря этому можно перемещать подшипник по высоте. Кроме того вал имеет возможность несколько уклоняться от правильного положения, причем вкладыши могут следовать за его движениями. Этим исключаются опасность выдавливания смазочного вещества из зазоров между валом и вкладышами, а также поломка подшипника. Во избежание

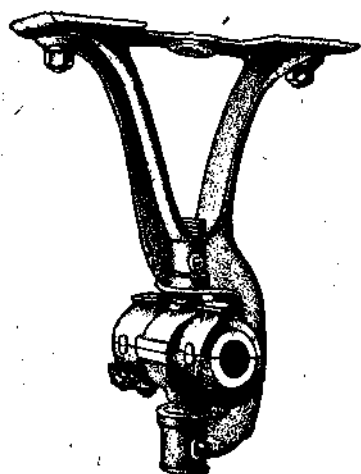


Рис. 186. Одноплечая подвеска без связи.

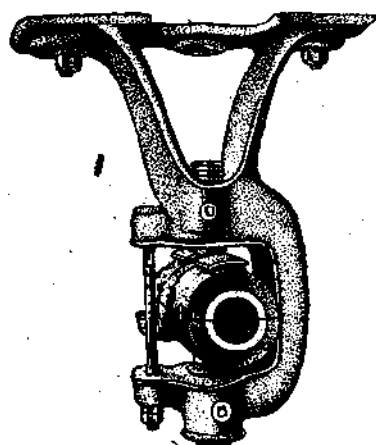


Рис. 187. Одноплечая подвеска с боковой связью.

отвинчивания во время работы подвески регулирующих винтов они закрепляются стопорными винтами.

Существует одноплечая подвеска с боковой связью (рис. 187), которая применяется в тех случаях, когда от ремня происходит сильное давление на вал.

Открытые подвески обладают тем удобством, что в них можно укладывать вал сбоку.

При большой нагрузке валов, происходящей от размещения на них шкивов, муфт и зубчатых колес или вследствие большого давления ремней, применяются *дву-плечие подвески* (рис. 188). Подшипники устанавливаются своим основанием на строганую поверхность подвески и закрепляются болтами. Небольшая регулировка по высоте возможна только за счет прокладок между подшипником и подвеской, а также между подвеской и балкой, на которой укреплена подвеска. В отношении установки вала двуплечие подвески менее удобны сравнительно с одноплечими, так как не допускают установки вала с боку, и последний приходится пропускать через ряд подвесок вдоль направления трансмиссионной линии.

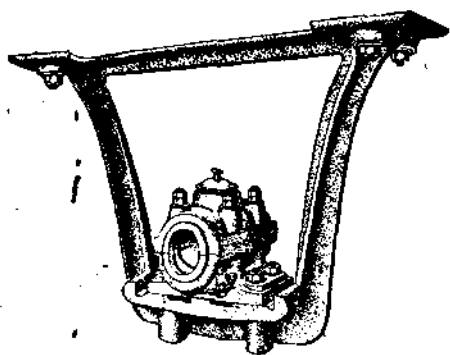


Рис. 188. Двуплечая подвеска.

Укрепление подвесок производится следующим образом. Как правило, подвеска укрепляется на балках зданий или на специально устанавливаемых для этой цели балках. На деревянной балке укрепление осуществляется посредством болтов (рис. 189). Для предохранения балки

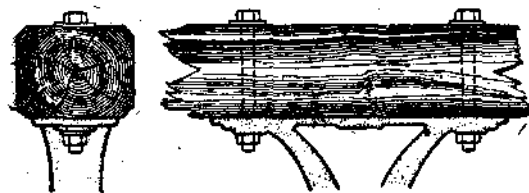


Рис. 189. Укрепление подвески на деревянной балке.

от смятия под головку болтов подкладываются широкие шайбы. Головки болтов направляются вверх, что дает удобство при завинчивании гаек. Чтобы предохранить балки от порчи, в них сначала просверливаются отверстия диаметром немного меньше болта, которые затем прожигаются раскаленным кру-

тым стержнем точно по диаметру болта. Обугленная поверхность отверстия предупреждает появление гнили в балке.

Железные балки, применяемые для установки подвесок, могут быть *двутавровые* или *швеллерные*. При расположении подвески *вдоль* балок укрепление производится на двутавровой балке согласно рис. 190, а на швеллерных — как указано на рис. 191. В первом случае применяются болты и *лапки*, а во втором — одни болты. Лапками называются угольники, которые прижимаются болтами одновременно к полке балки и к подошве подвески, чем достигается их надежное скрепление.

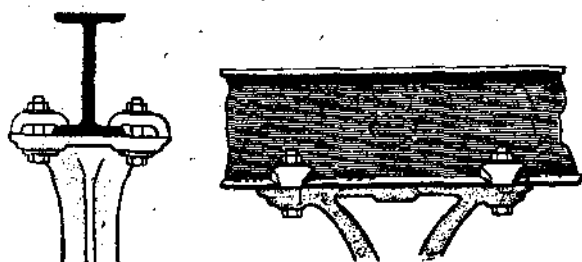


Рис. 190. Укрепление подвески на железной балке вдоль балки.

Если требуется установить подвеску *поперек* балок, то кладутся параллельно две тавровые или швеллерные балки, на которых подвеска укрепляется с помощью болтов и лапок (рис. 192).



Рис. 191. Укрепление подвески на двух швеллерных балках вдоль балок.

пространение, что объясняется стремлением железа.

Деревянные доски можно прикрепить к двутавровым балкам, как указано на рис. 193, а к бетонным балкам — согласно рис. 194. Во втором случае болты *В*, поддерживающие доски *А*, пропускаются через

При расположении подвесок в пролетах между балками, поддерживающими потолок (черный пол), к имеющимся балкам прикрепляются специальные балки — швеллерные или из толстых деревянных досок. Последнее устройство в настоящее время получает распространение, что объясняется стремлением обойтись без применения

бетонный потолок. Так как пробивание дыр в бетоне связано с трудностями и чтобы не портить бетонной кладки, следует при заливке бетона оставлять в потолке отверстие, для чего в нужных местах потолка вставляются отрезки железных труб. Вполне понятно, что

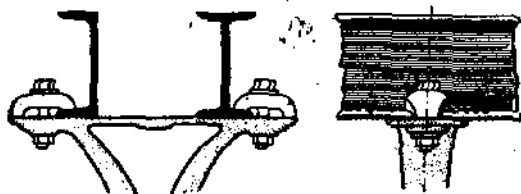


Рис. 192. Укрепление подвески на двух швеллерных балках поперек балок.

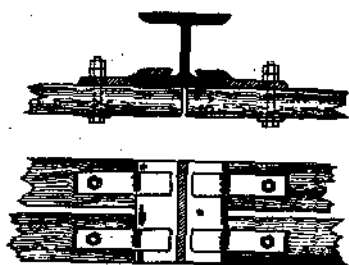


Рис. 193. Укрепление деревянных досок на железных балках.

это можно сделать при условии, что места расположения болтов известны к моменту заливки потолка бетоном.

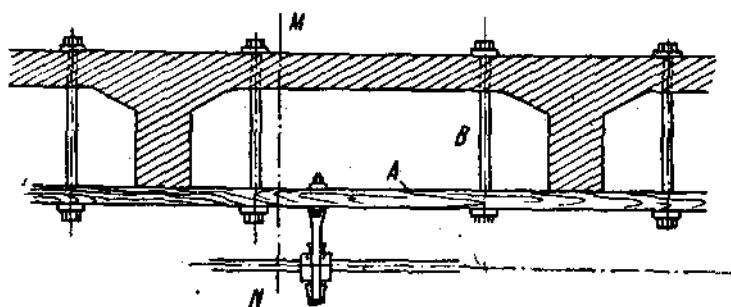


Рис. 194. Укрепление деревянных досок на бетонных балках.

Поперечная и продольная установки подвесок на бетонных балках могут быть произведены с помощью отрезков угловых и швеллерных балок (рис. 195 и 196).

Настенные кронштейны, предназначенные для установки на них подшипников настенной трансмиссии (рис. 197), укрепляются на стене посредством трех болтов: двух сверху *D* и одного снизу *E*. Болты пропускаются сквозь отверстия, пробиваемые в стене, и под их головки подкладываются анкерные плиты (рис. 70). В некоторых случаях можно ограни-

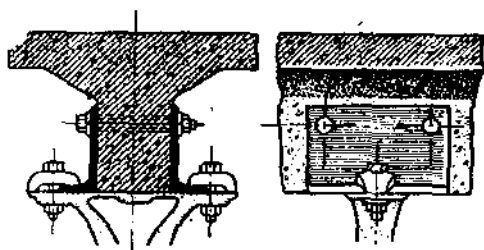


Рис. 195. Укрепление подвески на бетонной балке поперек балки с помощью балок из углового железа.

чится пробиванием в стенах зданий несквозных гнезд, куда укладываются анкерные болты, заливаемые цементом. Подшипники укреп-

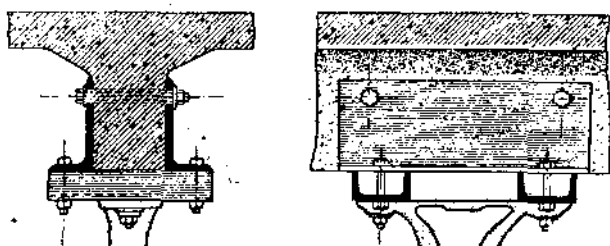


Рис. 196. Укрепление подвески на бетонной балке вдоль балки с помощью швеллеров.

няются на кронштейнах болтами. Регулировка по высоте возможна в небольшой мере за счет зазоров в отверстиях для опорных болтов или с помощью прокладок между подшипником и кронштейном.

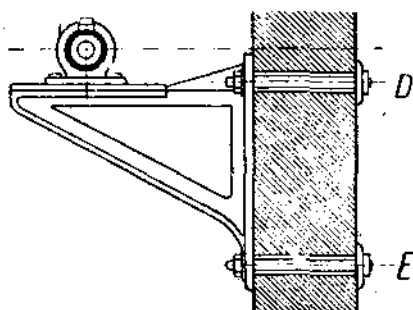


Рис. 197. Укрепление настенного кронштейна на стене.

Наколонные кронштейны поддерживают подшипники наклонной трансмиссии. Они отличаются от настенных кронштейнов только способом крепления на колоннах. По этому признаку различают кронштейны с плоским основанием (рис. 198) и с хомутами (рис. 199). В первом случае кронштейн прилегает своим основанием к плоской площадке на колонне обработанной стороной и укрепляется болтами, проходящими сквозь колонну. Во втором случае кронштейн

удерживается на колонне двумя хомутами, состоящими из двух половинок, стягиваемых болтами. В месте установки кронштейна колонна

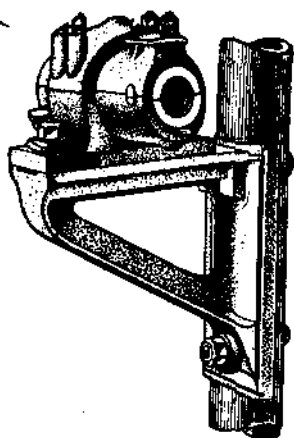


Рис. 198. Наколонный кронштейн с плоским основанием.

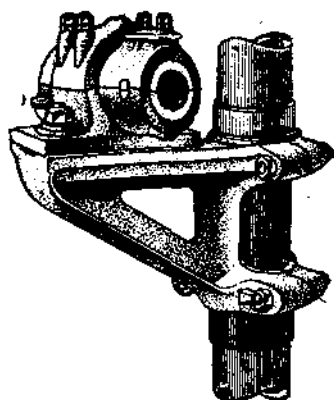


Рис. 199. Наколонный кронштейн с хомутом.

обтачивается по цилиндру, для чего на ней должно быть утолщение. Более надежное скрепление получается по первому способу, однако при этом колонна ослабляется отверстиями для прохода болтов.

§ 73. Принципы разметки трансмиссии

Разметка трансмиссии заключается в нанесении геометрических осей трансмиссионной линии и указании мест для болтов. При потолочной трансмиссии геометрические оси наносятся на потолок, а при настенной — на стене. Основанием для разметки является чертеж. Разметка на стене не встречает каких-либо затруднений. Что же касается разметки на потолке, то здесь приходится применять особые приемы.

Ввиду неудобства производства разметки на потолке сначала ведут ее на полу, а затем уже проектируют нужные точки на потолок. На чертеже должны быть указаны стены здания и расположение трансмиссии с обозначением расстояния трансмиссионной линии от стен. На этом основании на полу наносятся геометрические оси трансмиссионной линии, а на ней отмечаются места подвесок. Построения ведутся с помощью шнура. Прямые линии намечаются натягиванием шнура между требуемыми точками, после чего оттягивают шнур за середину и отпускают его, вследствие чего он наносит удар по полу по всей своей длине. Будучи предварительно натерт краской или мелом, шнур оставляет на полу след в виде прямой линии. Перпендикуляры восстанавливаются посредством большого деревянного угольника или с помощью шнура, из которого строится треугольник с длиной сторон в 3, 4 и 5 каких-либо одинаковых единиц длины. В результате получается прямоугольный треугольник.

Проектирование осей с пола на потолок производится отвесом (рис. 200). Для этого по краям прямой берутся две точки A и B , которые проектируются на потолок, и полученные их проекции A_1 и B_1 соединяются прямой линией, получающейся «отбиванием» шнура, как указало выше. Проектирование точки производится двумя рабочими.

Возьмем для примера точку A . Один из рабочих стоит на лестнице и прижимает шнур к потолку с таким расчетом, чтобы острое отвеса приходилось против точки A на высоте около 5 мм от пола. Другой рабочий, находящийся внизу, указывает, куда надо переносить шнур, чтобы острое отвеса точно совпало с точкой A . После этого первый рабочий делает пометку на потолке в том месте, где он прижимал шнур. Эта точка и будет проекцией точки A .

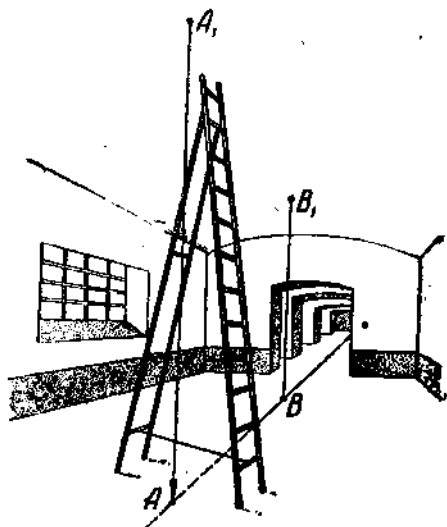


Рис. 200. Проектирование оси трансмиссии с пола на потолок с помощью отвеса.

Для удобства разметки болтовых отверстий пользуются шаблоном (рис. 201) из картона, фанеры или листового железа. На шаблоне имеются

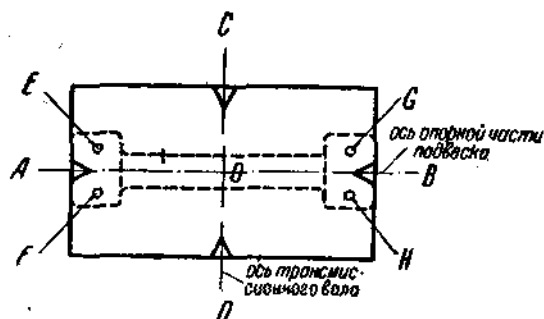


Рис. 201. Шаблон для разметки болтовых отверстий.

клиновые вырезы, соответствующие осям трансмиссионного вала CD и опорной части подвески AB . Шаблон накладывают так, чтобы вырезы оси трансмиссионного вала совпали с размеченной осью трансмиссионной линии, а вырезы оси AB — с размеченной осью опорной части подвески. После этого через отверстия шаблона $EFGH$ размечаются отверстия для болтов.

§ 74. Проверка установки подвесок и валов

Ось подшипника должна лежать в вертикальной плоскости, проходящей через ось трансмиссии. В этом можно убедиться с помощью отвеса (рис. 202). Шнур отвеса прижимается к потолку в какой-либо точке размеченной оси трансмиссии, взятой вблизи подшипника. Если шнур будет проходить через центр подшипника, — значит

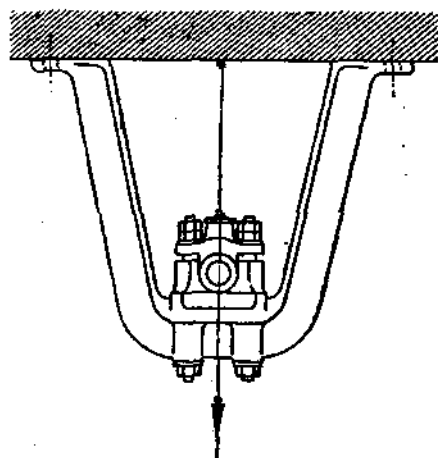


Рис. 202. Проверка вертикального направления оси подвески с помощью отвеса.

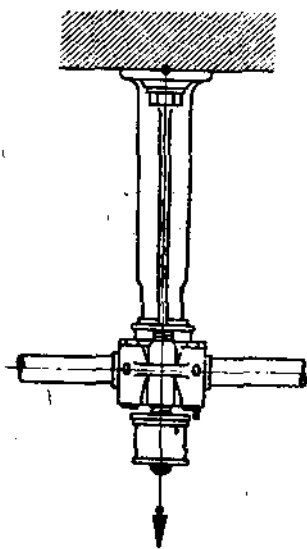


Рис. 203. Проверка правильности расположения подвески в плоскости, перпендикулярной оси трансмиссионного вала.

подвеска установлена правильно. В противном случае надо ослабить болты, которыми укреплена подвеска, и легкими ударами переместить ее в пужную сторону, и затем закрепить болты и повторить проверку.

Если приходится иметь дело с самоустанавливающимися подшипниками, то необходимо следить за тем, чтобы подвеска была правильно

расположена в плоскости, перпендикулярной оси трансмиссии (рис. 203). В этом случае проверка ведется также с помощью отвеса, как указано на рисунке. Исправление производится посредством железных клиньев, забиваемых между опорной плоскостью подвески и балкой, к которой она прикреплена.

Правильность установки вала проверяется в двух отношениях. Ось вала должна находиться в вертикальной плоскости, проходящей через размеченную на полу ось трансмиссионной линии. Для проверки

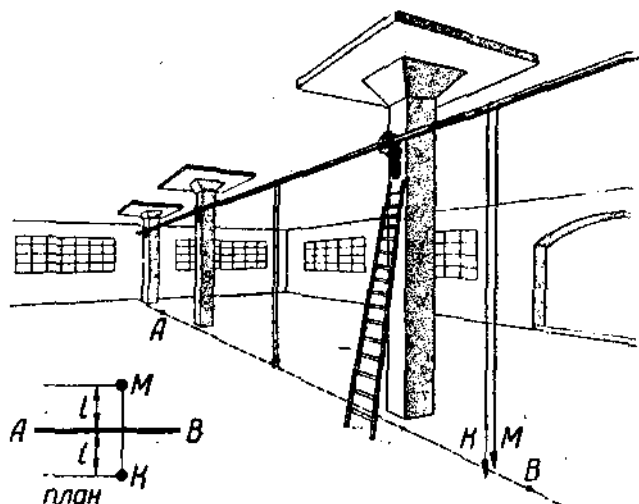


Рис. 204. Проверка правильности расположения трансмиссионного вала по отношению к проекции оси трансмиссии, размеченной на полу.

пользуются шнуром с двумя отвесами (рис. 204), который в разных местах перекидывается через вал, как указано на рисунке. Острые отвесов должны находиться на одинаковых расстояниях от оси трансмиссии. Кроме того вал должен быть расположен в горизонтальной плоскости. Проверка горизонтальности вала производится с помощью ватерпаса, который устанавливается на вал в каждом пролете между подвесками 3 раза: у подшипников и в середине. Все показания записываются, и после этого составляется общий план регулировки всего вала.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОДШИПНИКОВ ТРАНСМИССИИ

В зависимости от диаметра вала и степени его загруженности шкивами, муфтами или зубчатыми колесами расстояние между подшипниками может несколько колебаться. При нормальной нагрузке вала расстояние между подшипниками $l = 100 \sqrt{d}$, где d — диаметр вала в сантиметрах. Величина l получается также в сантиметрах. Для

сильно загруженных валов $l = 110 \sqrt{d}$, где d и l также выражаются в сантиметрах. По этим формулам составляются таблицы, которыми пользуются на практике.

§ 75. Соединение валов муфтами

Для соединения двух валов трансмиссии, а также для передачи движения от двигателя машине-орудию применяются разного рода приспособления, называемые *соединительными муфтами*.

На практике часто встречаются муфты: дисковые, продольно-свертные, створчатые, муфты Селлера и подвижные кулачковые. Новостью в этой области являются муфты: с цепью Галля, резиновая шариковая и фрикционная с порошком.

Соединительная муфта с цепью Галля (рис. 205) очень удобна, потому что не имеет мелких деталей и допускает быструю сборку и разборку. Она состоит из двух половин 2 и 4 и цепи Галля 3. На концах половин муфты имеются цепные колеса. Сложенные вместе эти колеса

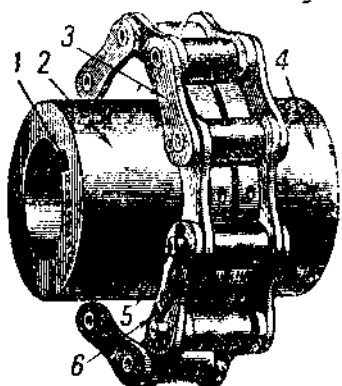


Рис. 205. Соединительная муфта с цепью Галля.

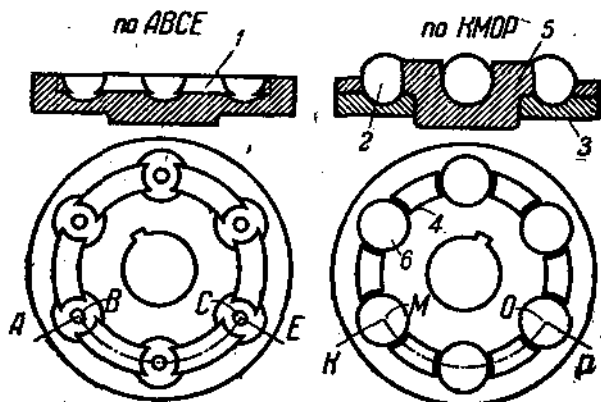


Рис. 206. Резиновая шариковая муфта.

образуют одно общее колесо, на которое и надевается цепь. Звенья цепи соединены шарнирно пеньками 5 со шпильками 6. Половинки муфты надеваются на концы соединяемых валов, где и закрепляются шпилькой, сидящей в пазу 1.

Резиновая шариковая муфта (рис. 206) обладает тем преимуществом, что смягчает толчки, чем достигается более плавный ход и сохраняются механизмы. Она состоит из двух половин 1 и 5, насаживаемых на концы вала, и крышки 3, навинчиваемой на вторую половину муфты 5. Одна половина муфты 1 снабжена кольцевой канавкой и полусферическими углублениями. На второй половине 5 имеется такое же число полусферических углублений, между которыми выступают язычки 4. При сборке половин муфты в углубление кладутся резиновые шары 6. С началом движения язычки сжимают резиновые шары и передают через их посредство движение другой половине муфты. Разборку муфты можно произвести, не снимая ее с места. Для этого снимается крышка 3, и через отверстие 2 выталкиваются резиновые шары.

Муфта фрикционная с порошком (рис. 207) представляет собой фрикционную муфту, в которой сцепление между половинами происходит вследствие трения, создаваемого порошком или стальной дробью. Она состоит из трех главных частей: ведущей, ведомой и передающей движение.

Ведущей частью является половина муфты 2 с двумя гребнями 4. Она насаживается на шпонке на ведущем валу 1. Ведомая часть состоит из наружного кожуха 6, который в данном случае является шкивом. Внутренняя поверхность кожуха рифленая, т. е. она вся покрыта мелкими канавками, параллельными оси вала. Существуют муфты, у которых ведомая часть имеет форму стакана. В дне стакана имеется втулка, которая и насаживается на шпонке на ведомый вал.

Передача движения от ведущей половины муфты ведомой происходит посредством порошка или стальной дробь 7. Выбор рода передаточного порошка зависит от характера работы муфты и величины передаваемого ею усилия.

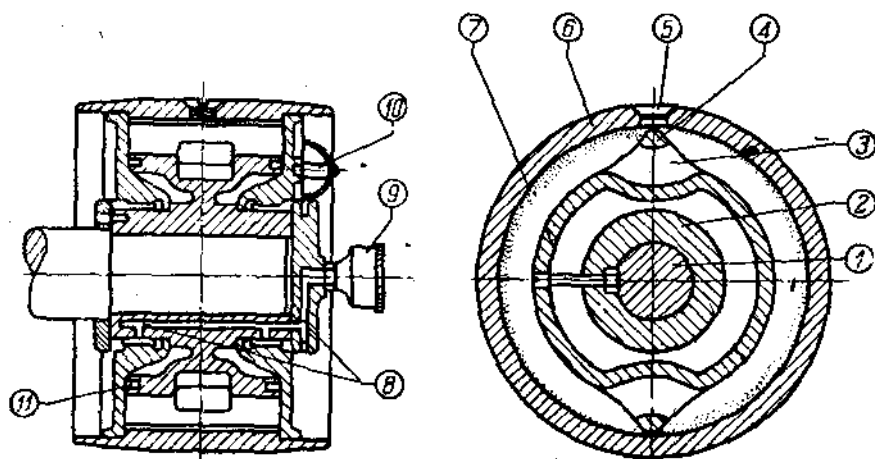


Рис. 207. Муфта фрикционная с порошком.

1—вал; 2—ведущая половина муфты; 3—отверстие в половине муфты 2; 4—гребень половины муфты 2; 5—отверстие для засыпания порошка; 6—ведомая половина муфты; 7—стальная дробь; 8—каналы для смазки; 9—крышка масленки; 10—сигнальный звонок; 11—диск.

Внутренняя половина муфты плотно закрыта по бокам крышками.

Муфта работает следующим образом. Когда ведущий вал не вращается, ведущая половина муфты совершенно не сцепляется с ведомой. При вращении вала крылья ведущей половины приводят во вращательное движение порошок или дробь. Когда скорость вала доходит до известного предела, в порошке или дроби начинает развиваться центробежная сила, прижимая их к рифленой поверхности ведомой половины. Вследствие этого между крыльями ведущей и ведомой половин происходит сцепление, и последняя начинает вращаться. Сначала это сопровождается проскальзыванием, т. е. ведомая половина делает меньшее число оборотов сравнительно с ведущей половиной. Но по мере уплотнения слоя сыпучего материала и усиления сцепления его с рифленой поверхностью число оборотов обеих половин сравнивается.

Такая муфта весьма эластична, что во многих случаях является ценным свойством. Например при перегрузке ведомого вала порошок или дробь начинают скользить по рифленой поверхности, почему скорость вращения ведомого вала становится меньше, а между тем мотор в это время может продолжать работать с нормальной скоростью без перегрузки.

§ 76. Контрпривод, его разметка и установка

Если станок не имеет одиночного привода, а работает от трансмиссии, то движение ему передается через специальное устройство, называемое *контрприводом*. Назначение контрпривода заключается в том, чтобы останавливать станок, не останавливая трансмиссии. Кроме того в некоторых случаях можно изменять скорость движения станка, для чего контрпривод и станок снабжаются ступенчатыми шкивами.

Контрпривод может быть установлен на самом станке, как например у продольно-строгальных станков, или же он помещается отдельно между трансмиссией и станком. В первом случае положение его по отношению к станку определяется конструкцией последнего. Во втором случае контрпривод представляет самостоятельный механизм, который следует правильно установить по отношению к трансмиссии и станку.

Прежде всего располагаются станки, причем имеется в виду рациональное использование площади цеха и удобство обращения со станком. Трансмиссии размещаются в зависимости от станков. Контрприводы связываются с трансмиссией и со станком.

При расположении контрприводов считаются с обеспечением условий, наиболее благоприятных для ременной передачи. Здесь необходимо принимать во внимание *расстояние между валами* трансмиссии и контрпривода, которое для *открытых ремней* должно быть не меньше $2(D + d)$, где D — диаметр большого шкива, а d — диаметр малого шкива. Если расстояние между валами окажется меньше указанного, то следует опасаться самопроизвольного соскальзывания ремня со шкивов.

Для предупреждения этого приходится сильно натягивать ремень, что делает затруднительным надевание его на шкивы. Кроме того туюто натянутый ремень быстро теряет свою упругость и вытягивается. Потеря упругости увеличивает проскальзывание ремня, вследствие чего ведомый шкив делает меньшее число оборотов сравнительно с расчетным. Уменьшение числа оборотов считается нормальным в пределах до 1 — 3%, но оно может доходить и до 20%, когда ремень сильно нагревается и может соскочить со шкива. Кроме того сильное натягивание ремня увеличивает давление на подшипники и ухудшает условия смазки, в связи с чем увеличивается износ подшипников и повышаются потери от трения. Поэтому иногда приходится передавать движение станкам от более удаленной трансмиссии.

Для *перекрестных ремней* расстояние между валами (по Геркенсу) не должно быть больше $20b$, где b — ширина ремня. У перекрестных ремней угол охвата больше, чем у открытых, при всех прочих одинаковых условиях в отношении диаметров шкивов и расстояния между валами. Но вследствие создающихся напряжений на скручивание и трения в месте скрещения ремней перегретые ремни способны передавать усилие на 10 — 30% меньше сравнительно с открытыми одинаковой с ними ширины. Срок службы перекрестных ремней в 3 раза меньше открытых. Перекрестная передача допускается при окружной скорости до 10 м/сек. Все сказанное в отношении перекрестной передачи заставляет применять ее только в действительно необходимых случаях, когда требуется изменить направление движения ведомого шкива по отношению к ведущему шкиву.

Второе условие благоприятной работы ременной передачи заключается в *направлении* передачи. Лучшие результаты получаются в том

случае, если направление передачи *горизонтальное*, причем ведущая ветвь ремня расположена внизу, а ведомая — наверху, благодаря чему увеличивается угол охвата. При вертикальном направлении передачи приходится натягивать ремень сильнее, чем при горизонтальном и наклонном положениях, что создает неудобства, отмеченные выше. Наклонное положение передачи занимает среднее место между горизонтальной и вертикальной передачами. Если же наклонное направление передачи применяется в последнем звене, т. е. между контрприводом и станком, то приходится считать с изгибающим моментом, под действием которого станок будет раскачиваться.

Поэтому на практике мы видим, что там, где это возможно, применяется горизонтальное направление передачи, как например от трансмиссии к контрприводу. Что же касается передачи от контрпривода к станку, то здесь чаще встречается вертикальное направление или наклонное по отношению к вертикальному направлению в пределах $10 - 15^\circ$. Больший уклон затруднительно давать ввиду того, что ремни загоривались бы проходы, которые бы пришлось расширять.

Наклонное расположение передачи от контрпривода к станку иногда вызывается необходимостью удобнее расположить отводки, чтобы рабочему не приходилось тянуться через станок для его пуска и остановки.

Все приведенные соображения необходимо принимать во внимание при выборе места для установки контрпривода.

Устройство контрпривода. Возьмем для примера контрпривод для токарного станка (рис. 208). Он состоит из вала 2, который поддерживается двумя подвесками 1. На вал насажены следующие шкивы: 1) ступенчатый шкив 10, сидящий на шпонке; 2) рабочий шкив 5, также посаженный на шпонке; 3) холостой шкив 3 для открытого ремня и 4) холостой шкив 7 для перекрестного ремня. Перемещение ремней производится с помощью вилок 4 и 6, которыми они переводятся с холостых шкивов на рабочий и обратно. Вилки устанавливаются на штанге 8, укрепленной в приливах подвесок. Штанга может перемещаться в продольном направлении с помощью отводки 12, укрепленной шарнирно на потолке, или точнее на одной из балок, служащих для укрепления подвесок. Отводка соединена шарнирно с тягой 9, укрепляемой на штанге с помощью болта.

Кулачки 11 служат для ограничения перемещения штанги в ту или другую сторону. Если штанга расположена так, как указано на рисунке, то оба ремня находятся на холостых шкивах, и движение станку не передается. Переместив нижний конец отводки вправо, мы переместим и штангу в том же направлении. При этом открытый ремень перейдет на рабочий шкив 5, а перекрестный — останется на холостом шкиве. Если переместить отводку и штангу влево за нейтральное положение, то на рабочий шкив перейдет перекрестный ремень, почему станок будет вращаться в противоположную сторону.

Устанавливая контрпривод, следует наблюдать за тем, чтобы вилки переводили набегающий конец ремня. Данная конструкция контрпривода не создает в этом отношении каких-либо затруднений, так как каждая вилка состоит из двух пальцев, вращающихся на штанге. Поэтому вилка легко устанавливается в нужном направлении, т. е. так, чтобы она охватывала набегающую ветвь ремня, и в этом положении пальцы ее закрепляются на штанге нажимными болтами.

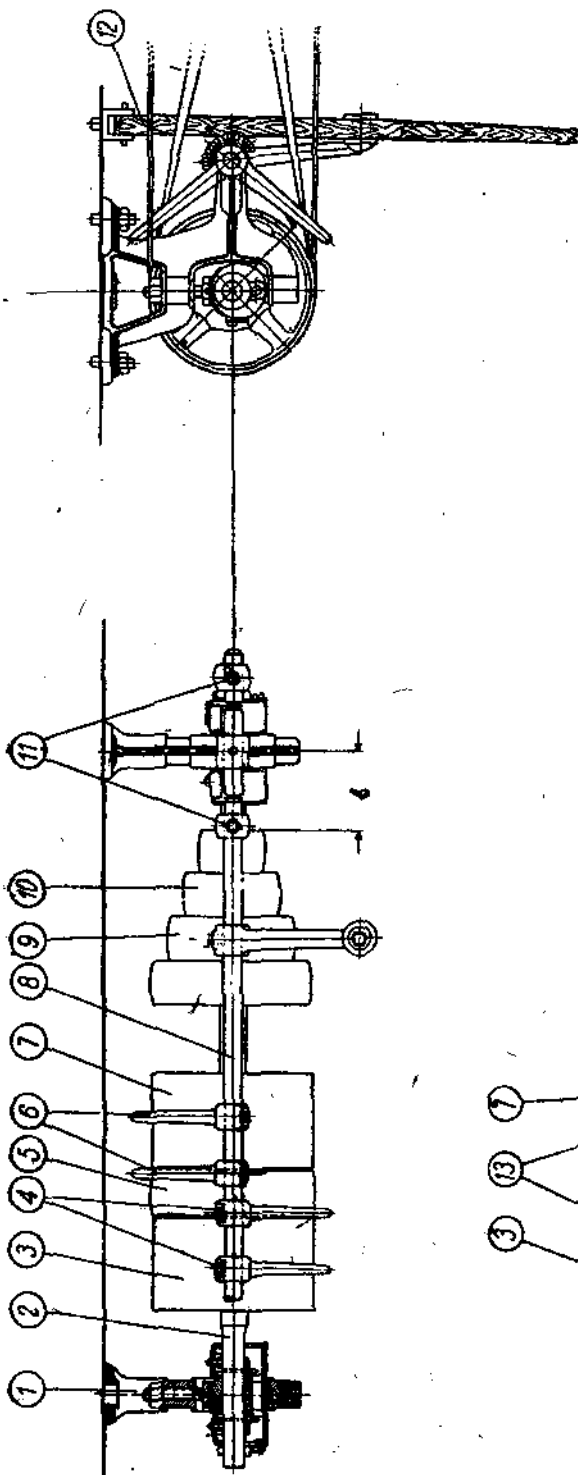


Рис. 208. Контрпривод винторезно-токарного станка.
 1—подвеска; 2—вал; 3—холостой шкив для открытого ремня; 4—вилка для открытого ремня; 5—рабочий шкив; 6—вилка для перекрестного ремня; 7—холостой шкив для перекрестного ремня; 8—стержень для перемещения вала; 9—тага; 10—ступенчатый шкив; 11—кулачки (отражающие тела); 12—отводная; 13—ступень для шкивов.

Разметка контрпривода. Разметка контрпривода заключается в том, чтобы установить место его расположения в *вертикальной плоскости*, или в *профиле*, и в *горизонтальной плоскости*, или в *плане*. При этом требуется, чтобы геометрические оси вала трансмиссии, вала контрпривода и центральной линии станка были параллельны между собой. Кроме того

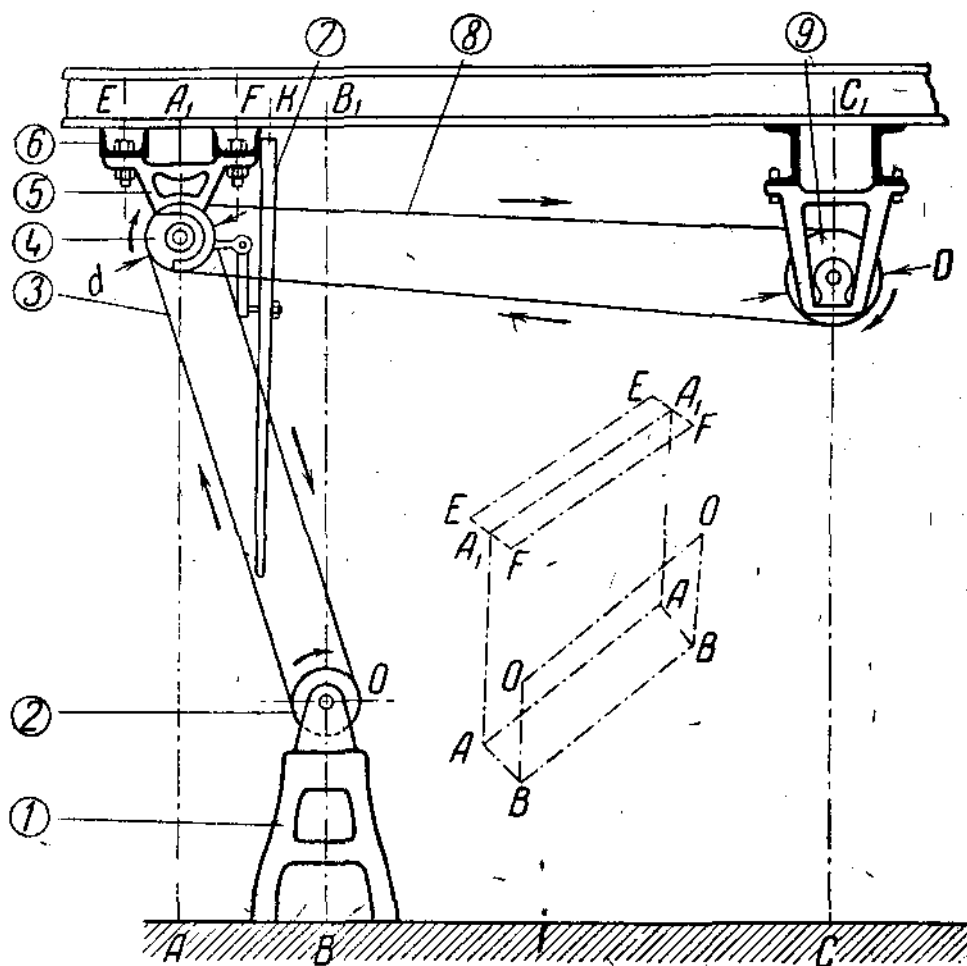


Рис. 209. Разметка контрпривода в профиле.

1—станок; 2—шкив станка; 3—ремень от контрпривода к станку; 4—шкив контрпривода; 5—подвеска контрпривода; 6—швеллерные балки для установки контрпривода; 7—отводка; 8—ремень от трансмиссии к контрприводу; 9—шкив трансмиссии.

средние плоскости рабочих шкивов должны совпадать, а расстояние между осями валов и направление передачи должны быть наиболее благоприятными для работы передачи.

Разметка в профиле. Удаление оси контрпривода от оси станка равно: $AB = A_1B_1 = A_1K + KB_1$ (рис. 209). Величина A_1K берется с натуры по имеющемуся контрприводу. Что же касается величины KB_1 , то ее берут равной около 250 мм, исходя из тех соображений, что

более близкое расположение отводки может мешать рабочему, а более далекое затрудняет перевод отводки. При таком расположении трансмиссии и контрпривода рабочий должен стоять вправо от станка.

Проектируем ось станка OO (центральную линию) на пол с помощью отвеса (рис. 209). Получаем точки $B-B$. Восстанавливаем в этих точках перпендикуляры и откладываем на них отрезки AB . Полученные точки $A-A$ проектируем с помощью отвеса на потолок и получаем точки A_1-A_1 . Соединив их прямой линией, получим проекцию оси контрпривода на потолок. Отложив от точек A_1-A_1 отрезки, равные половине расстояния между центрами отверстий в подвеске A_1E и A_1F на перпендикулярах к прямой A_1-A_1 , получим точки $E-E$ и $F-F$. Прямые линии EE и FF дадут нам линию болтов, служащих для укрепления подвесок контрпривода на балках. Если эти балки еще не установлены, их располагают с таким расчетом, чтобы средние линии их совпали с прямыми EE и FF .

Измерив расстояние между осями трансмиссии и контрпривода, т. е. длину прямой A_1C_1 , мы убеждаемся в том, что она больше $2(D + d)$, где D и d — диаметры шкивов трансмиссии и контрпривода. В противном случае мог бы возникнуть план передачи движения данному контрприводу от другой более удаленной трансмиссии.

Разметка в плане заключается в том, чтобы правильно расположить совместно работающие шкивы, а также достигнуть параллельности осей трансмиссии, контрпривода и станка. При установке контрпривода мы обычно уже имеем правильно расположенные трансмиссии и станки. В горизонтальной плоскости это достигается разметкой на полу осей, которые являются проекциями геометрических осей трансмиссии и некоторых линий станков и должны быть параллельны между собой. Проверка в вертикальной плоскости производится посредством ватерпаса.

Устанавливая контрпривод, достаточно придать его валу направление, параллельное валу трансмиссии. Если мы правильно разметили линии болтов EE и FF (рис. 209), то после установки контрпривода его вал будет расположен достаточно правильно. Чтобы убедиться в этом, применяют железные стержни (рис. 210), которыми проверяют в нескольких местах расстояния между валами по касательным к последним, как указано на рисунке, располагая стержни перпендикулярно к направлению валов. Стержни в таком виде пригодны только для одного определенного расстояния между валами. Можно изготовить стержни, пригодные и для разных расстояний, для чего следует снабдить их передвижной ножкой, укрепляемой винтом на требуемом расстоянии от конца стержня. Кроме того вал контрпривода проверяется посредством ватерпаса, который накладывается на него сверху. Проверку вала удобно производить до полной сборки контрпривода. Для этого вал без шкивов ставится на место, после чего производится проверка.

Правильная установка шкивов достигается разметкой с последующей регулировкой после сборки контрпривода и установки его на место.

Разметка указывает место расположения подвесок. Чтобы совместно работающие шкивы совпадали, требуется правильно расположить подвески. Для этого к краю шкива 8 (рис. 210) прикладывают шнур и натягивают его до точки, взятой на размеченной уже линии болтов. При этом шнур должен представлять прямую линию. От найденной точки откладывают вправо величину b (рис. 208) и через полученную точку проводят

перпендикулярную линию, которая и будет продольной осью подошвы правой подвески. Положение левой подвески получается откладыванием длины подвески.

После установки контрпривода на место в собранном виде производят проверку с помощью шнура, который, будучи натянут и приложен к краям шкива 7 и 8, должен представлять собой прямую, а не ломаную линию CD (рис. 210). Если шкив 7 немного не совпадает со шкивом 8, его можно переместить в соответствующую сторону и затем окончательно закрепить упорным винтом.

Шкив 1 на валу трансмиссии устанавливается по шкивам контрпривода 3, 4 и 5. Проверка производится посредством шнура AB , после чего положение шкива 1 фиксируется установочными кольцами.

Установка и сборки контрпривода. В балках, служащих для укрепления подвесок, просверливаются отверстия для болтов, после чего подвески устанавливаются на место. Для удобства работы болты вставляются сверху, а гайки навинчиваются снизу. В установленные подвески вводится вал 2 с установленными на нем шкивами 3, 6, 7 и 10 и подшипниками (рис. 208). Подшипники закрепляются в подвесках болтами. С целью предупреждения продольного перемещения вала по краям подшипников ставятся установочные кольца, закрепляемые установочными винтами.

После этого устанавливается штанга 8. Вставив штангу в отверстие правой подвески приблизительно на половину ее длины, надевают на нее кулачок 11, тягу 9 и пальцы вилки 4 и 6. Затем штанга пропускается через отверстие левой подвески. В заключение на правый конец штанги надевается второй кулачок. Отводка 12 укрепляется болтом на балке и соединяется с тягой 9.

Теперь остается закрепить пальцы вилок и кулачки с таким расчетом, чтобы при перемещении отводки ремни перемещались соответствующим образом, а кулачки ограничивали движение штанги до нужных пределов.

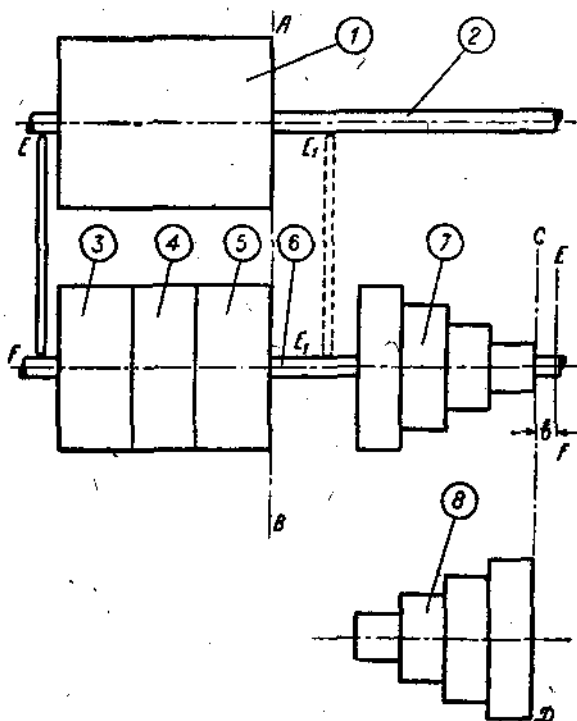


Рис. 210. Разметка контрпривода в плане.

1—рабочий шкив трансмиссии; 2—вал трансмиссии; 3—холостой шкив контрпривода для прямого ремня; 4—рабочий шкив контрпривода; 5—холостой шкив контрпривода для перекрестного ремня; 6—вал контрпривода; 7, 8—ступенчатые шкивы.

Перед окончательным креплением болтов подвесок надо указанным выше способом тщательно проверить ватерпасом горизонтальное положение вала контрпривода и его параллельность по отношению к валу трансмиссии. Н. точности установки исправляются посредством передвижения подшипников в подвесках и самих подвесок с помощью прокладок.

КРИВОШИПНЫЙ МЕХАНИЗМ

§ 77. Назначение и устройство кривошипного механизма

Кривошипный механизм служит для преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное или, наоборот, возвратно-поступательного движения во вращательное. Пример первого преобразования можно видеть в устройстве воздушного компрессора (черт. 1),¹ где вращательное движение кривошипного вала преобразуется в возвратно-поступательное движение поршня, а пример второго — в паровой машине, когда возвратно-поступательное движение поршня преобразуется во вращательное движение коленчатого вала. Разумеется, что эти примеры не единственные, их можно привести очень много.

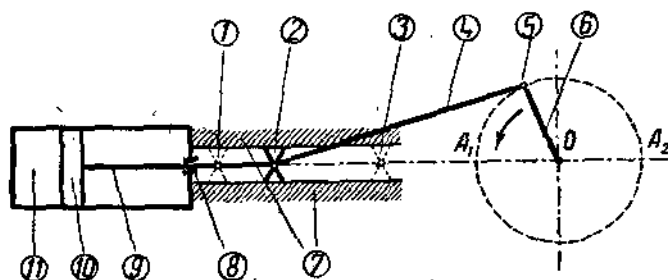


Рис. 211. Схема кривошипного механизма.

1—крайнее левое положение кривокопфа; 2—кривокопф; 3—крайнее правое положение кривокопфа; 4—шатун; 5—головка шатуна кривошипа; 6—кривошип; 7—направляющие для кривокопфа; 8—сальник; 9—шток; 10—поршень; 11—цилиндр.

Схема кривошипного механизма изображена на рис. 211. В данном случае вращательное движение кривошипа 6 преобразовывается в возвратно-поступательное движение кривокопфа 2. Кривокопф 2 и кривошип 6 сочленены шатуном 4, который представляет собой стержень с двумя головками для шарнирного соединения с кривокопфом и кривошипом. Расстояние между крайними положениями кривокопфа 1 и 3 равняется диаметру A_1A_2 окружности, описываемой около точки O осью кривошипа или кривошипной головкой шатуна 5.

Конструкция кривошипного механизма вместе с поршнем и штоком изображена на черт. 1.

¹ См. в конце книги.

§ 78. Шатун

Шатун служит для соединения штока поршня с пальцем кривошипа. Это делается через посредство *крейцкопфа*, который соединяется неподвижно со штоком и шарнирно — с шатуном. В результате благодаря крейцкопфу сообщается прямолинейное движение концам штока и шатуна.

Шатун состоит из стержня и двух головок. Одна из них служит для соединения шатуна с крейцкопфом, а другая — для соединения с пальцем кривошипа. Условимся в дальнейшем называть первую головку *крейцкопфной*, а вторую — *кривошипной*.

Кривошипные головки бывают двух основных типов: *закрытые*, или *замкнутые*, и *открытые*, или *разрезные*. В первом случае головка составляет одно целое со стержнем, а во втором — она является составной.

Закрытая головка (рис. 212) состоит из хомута 4, в который вставляются два вкладыша 3. Подтягивание вкладышей производится посредством клина 1, перемещаемого вращением болта 2. Закрепление болта 2 производится гайкой 5.

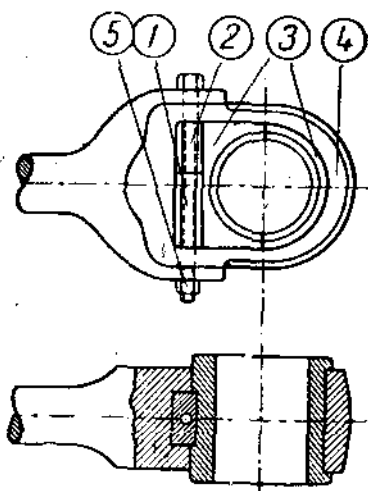


Рис. 212. Закрытая головка шатуна.

1—клин; 2—болт для перемещения клина 1; 3—вкладыш; 4—хомут; 5—гайка к болту 2.

§ 79. Открытые головки

Открытые головки могут быть *вилчатые*, со скобой и морского типа.

Вилчатая головка имеет вид, показанный на рис. 213. Концы шатуна переходят в вилку 1, концы которой стягиваются болтом 2. Вкладыши 5 подтягиваются клином 6 посредством вращения болта 3. Между концами вилки помещается распорка 9, имеющая сверху и снизу упоры 10.

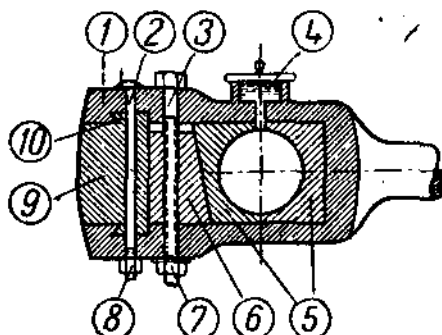


Рис. 213. Открытая вилчатая головка шатуна.

1—вилчатый конец шатуна; 2—болт для стягивания концов вилки; 3—болт для подтягивания клина 6; 4—гайка к болту 2; 5—вкладыш; 6—клин; 7—гайка к болту 3; 8—гайка к болту 2; 9—распорка между концами вилки; 10—упоры для распорки.

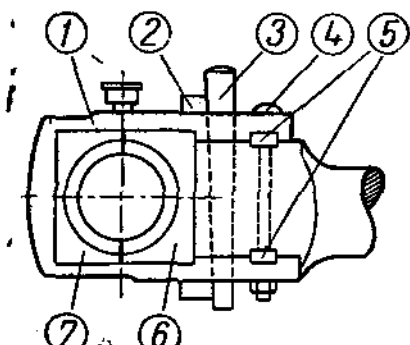


Рис. 214. Открытая головка шатуна со скобой.

1—скоба; 2—прическа; 3—клин (чека); 4—болт для соединения скобы со стержнем шатуна; 5—шпонки; 6, 7—вкладыши.

которыми она удерживается в соответствующих впадинах вилки. Вместе с болтом 2 они дают надежное соединение, образуя собственно говоря замкнутую головку.

В открытых головках типа рис. 214 скоба составляет отдельную деталь, которая соединена со стержнем шатуна болтом 4. Для предупреждения продольного скольжения скобы и для разгрузки болта от среза служат шпонки 5. В скобу вставляются два вкладыша 6 и 7, которые удерживаются клином 3 и причекой 2. Подтягивание вкладышей производится посредством забивания клина 3.

§ 80. Головка морского типа

Эта головка имеет форму нормального подшипника. Рассмотрим головку шатуна воздушного компрессора (рис. 215). Она состоит из тела головки 7 и крышки 9, что соответствует телу и крышке подшипника. Посредством болтов 10 части 7 и 9 соединяются вместе. Кроме того они соединяются с расширенным концом стержня шатуна.

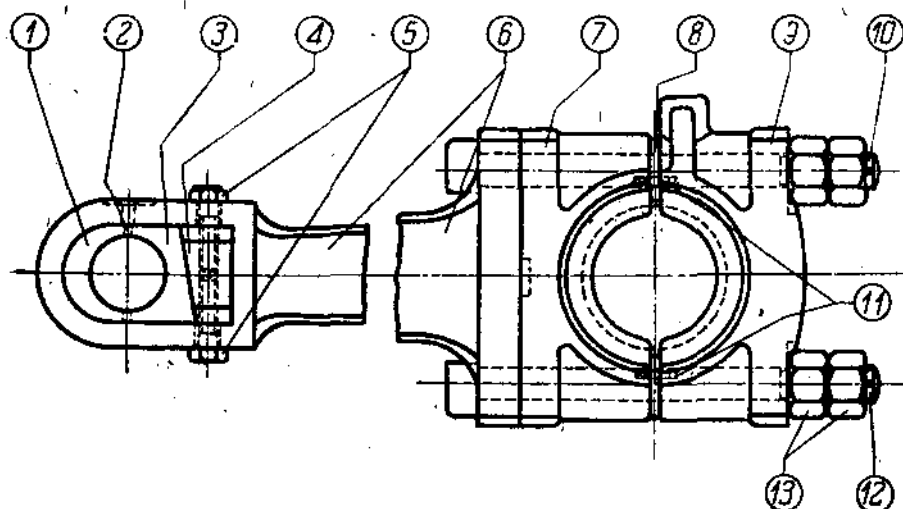


Рис. 215. Шатун воздушного компрессора типа Бородино.

1—передний вкладыш кривошипной головки (бронза); 2—прокладка между вкладышами кривошипной головки (латунь); 3—задний вкладыш кривошипной головки (бронза); 4—клин кривошипной головки (сталь); 5—болты для затягивания клина 4 (сталь); 6—стержень шатуна кривошипной головки (сталь); 7—задняя половина кривошипной головки шатуна (чугун с заливной баббитом); 8—прокладка между частями кривошипной головки шатуна (латунь); 9—передняя половина кривошипной головки шатуна (чугун с заливной баббитом); 10—болт для соединения частей кривошипной головки шатуна (сталь); 11—шпилька для предупреждения изменения взаимного расположения частей кривошипной головки (сталь); 12—шпилька; 13—гайка и контргайка к болту 10.

Для предупреждения отвинчивания гайки 13 ставятся контргайка 13 и шпилька 12. Между телом и крышкой 7 и 9 кладутся прокладки 8, посредством которых можно регулировать внутренний диаметр головки, т. е. затяжку подшипника, а прокладками между деталями 6 и 7 регулируют длину шатуна, считая ее от центра пальца кривошипа до центра пальца кривошипа.

Смазка шейки кривошипа производится из масленки 7, откуда масло проходит по каналам 8 на поверхность вкладышей, где оно и распространяется по смазочным канавкам 3 (рис. 216).

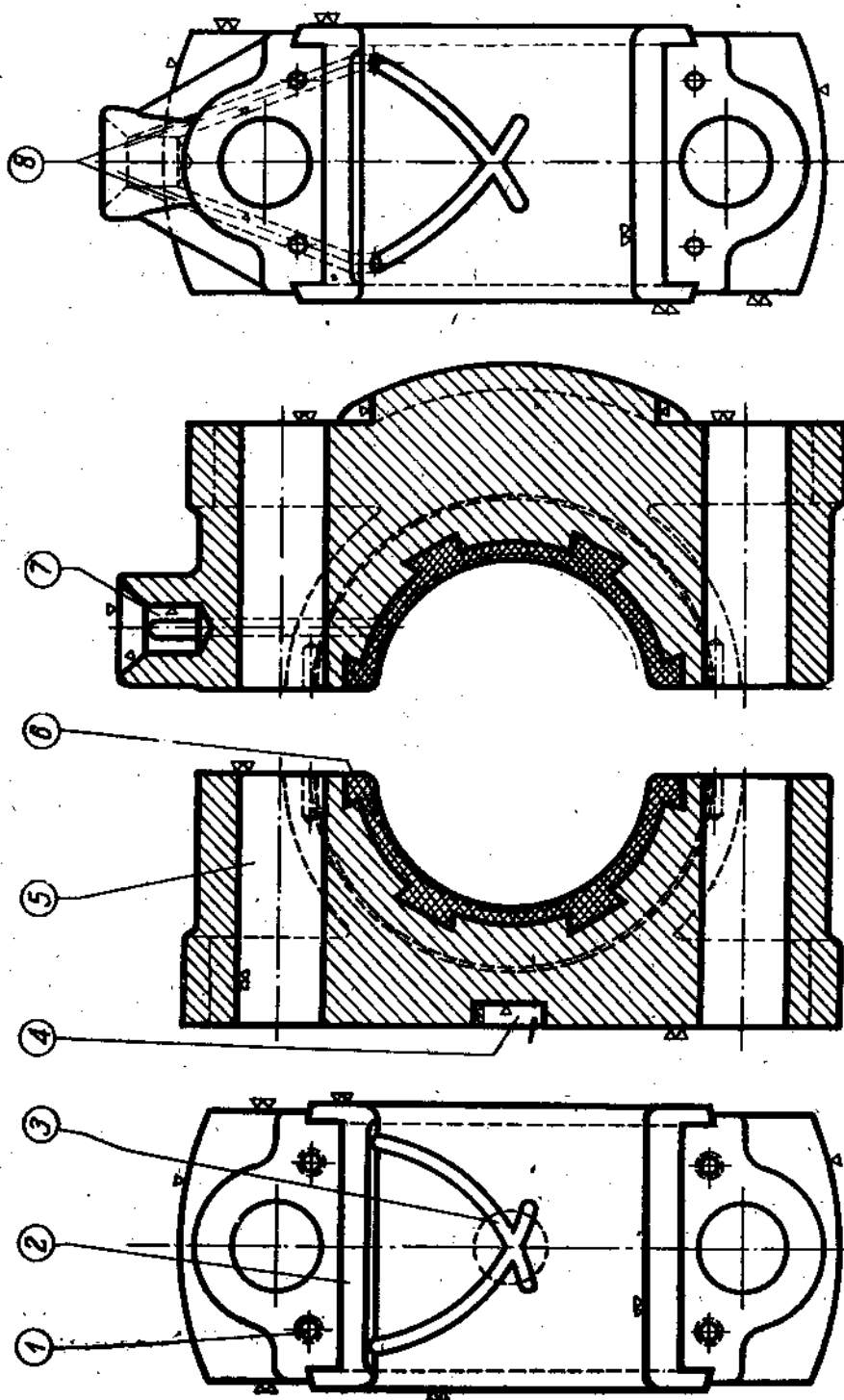


Рис. 216. Тело и крышка кривошипной головки шатуна воздушного компрессора типа Бородино.

В данной конструкции шатуна при износе вкладышей кривошипной головки 1 и 3 подтягивание их производится посредством клина 4, который перемещается вниз, для чего ослабляют верхний болт 5 и подвинчивают нижний болт 5. Вследствие этого длина шатуна увеличивается. Для того чтобы она осталась прежней, следует заменить в кривошипной головке прокладку между деталями 6 и 7 на более тонкую.

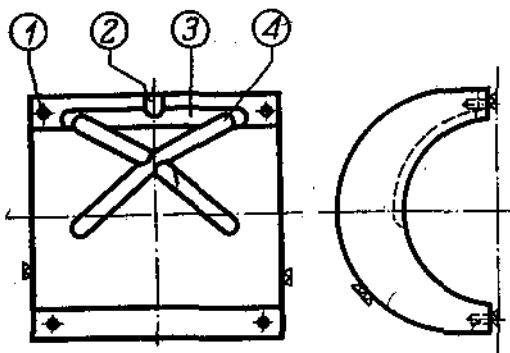


Рис. 217. Передний вкладыш кривошипной головки шатуна.

Для возможности подтягивания вкладышей кривошипной головки между ними помещается набор латунных пластинок разной толщины (рис. 219). В данном примере имеется 8 пластинок, из которых 5 пластинок толщиной по 0,1 мм, 1 пластинка — 0,5 мм, 1 пластинка — 1 мм и 1 пластинка — 2 мм. Комбинируя эти пластинки, можно получить толщину прокладки от 0,1 до 4 мм.

По углам вкладышей имеются глухие отверстия 1 (рис. 217 и 218). В отверстия переднего вкладыша туго забиваются штифты, выступающие концы которых входят при сборке в соответствующие отверстия заднего вкладыша. Пластинки прокладок также имеют отверстия для прохода штифтов. В результате оба вкладыша и пластины прокладок

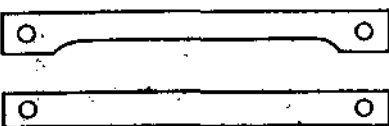


Рис. 219. Прокладки между вкладышами кривошипной головки шатуна.

состоят из одного целого. Клин для подтягивания вкладышей изображен отдельно на рис. 220. Головка шатуна морского типа может иметь другое устройство (рис. 221). Тело головки 6 составляет одно целое со стержнем шатуна. Крышка 1 соединяется с телом болтами 4 с усом во избежание их провер-

Вкладыши показаны отдельно: передний — на рис. 217 и задний — на рис. 218. Смазка кривошипного пальца производится через отверстие 2, распределяется вдоль пальца по канавке 3 и далее по канавкам 4.

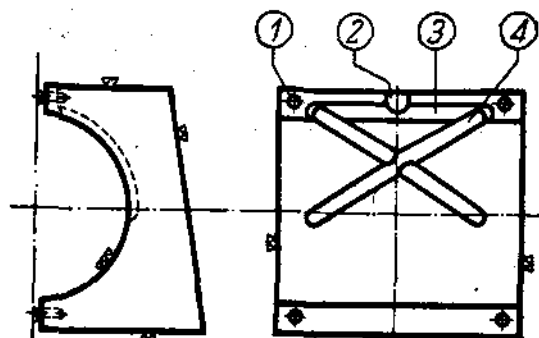


Рис. 218. Задний вкладыш кривошипной головки шатуна.

тывания. Для предупреждения отвинчивания гайки 2 ей придается фасонная форма. В кольцевую выточку гайки входит конец винта 3, который препятствует гайке отвинчиваться. Такое устройство в целом

может иметь другое устройство (рис. 221). Тело головки 6 составляет одно целое со стержнем шатуна. Крышка 1 соединяется с телом болтами 4 с усом во избежание их провер-

называется газечным замком *Пемма*. Вкладыши 7 и 9 имеют снаружи цилиндрическую форму. Во избежание провертывания вкладыш 9 снабжен выступом 10. Вкладыши изготавливаются из бронзы и заливаются слоем баббита 8.

Для большей надежности применяются болты 4 типа *Парсона*. Их особенность заключается в том, что сечение ненарезанной части болта равняется сечению нарезанной части. Это достигается obtачиванием ненарезанной части болта до внутреннего диаметра нарезки, с оставлением небольших нетронутых участков (15—20 мм) у головки болта и у места соприкосновения скрепляемых частей. Применяется также более сложный способ, заключающийся в продольном просверливании болта со стороны головки с таким расчетом, чтобы его сечение в ненарезанной части, имеющее кольцевую форму, равнялась сечению нарезанной части.



обработка кругом ∇

Рис. 220. Клин для подтигивания вкладышей крейцкопфной головки.

§ 81. Форма стержня шатуна

Стержень шатуна обычно имеет круглое двутавровое или прямоугольное сечение. В первом случае он иногда бывает пустотелым, т. е. трубчатой формы. Во втором случае ребра стержня закругляются.

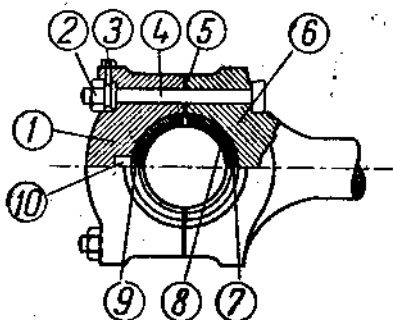


Рис. 221. Открытая головка шатуна морского типа.

1—передняя часть головки; 2—фасонная гайка к болту 4; 3—стойлорный винт для удерживания гайки 2; 4—болт для стягивания частей головки; 5—прокладка; 6—задняя часть головки; 7—вкладыш задний; 8—заливка баббитом; 9—вкладыш передний; 10—выступ для удерживания вкладышей от провертывания.

Круглый шатун имеет у крейцкопфной головки диаметр, равный $0,7—0,9 d$, а у кривошипной — $1,1—1,3 d$, если d — диаметр по середине.

В случае прямоугольного сечения высота h по середине стержня равна $1,75—2 b$, где b — ширина шатуна. У крейцкопфной головки высота шатуна равна $0,8 h$, а у кривошипной — $1,2 h$. При наличии больших кривошипных головок, а также в тех случаях, когда круглое сечение стержня переходит к головке в плоское, наибольший размер по высоте дается у кривошипной головки с постепенным уменьшением по направлению к крейцкопфной головке.

Длина шатуна бывает равна $4—6$ радиусом окружности, описываемой пальцем кривошипа.

§ 82. Материал для шатуна и деталей головок

Шатун для тихоходных машин может изготавливаться из мартеновской стали. В ответственных случаях пользуются никелевой или хромоникелевой сталью с содержанием $0,3—0,4\%$ углерода. Временное сопротивление таких сталей в среднем равняется 88 кг/мм^2 .

В автомобильных двигателях применяется хромоникелевая сталь с временным сопротивлением 42 — 48 кг/мм². Находят также применение марганцевокремнистые стали с временным сопротивлением до 95 кг/мм². В редких случаях употребляют ковкий чугун.

Вкладыши крейцкопфной головки изготавливаются из бронзы; клин для затягивания вкладышей — из машиноподелочной стали. Части кривошипной головки делаются из того же материала, как и стержень шатуна, если они составляют с ним одно целое, или же берется стальное литье, а также чугунное литье (воздушный компрессор). Заливаются вкладыши баббитом (ОСТ 88). Для более ответственных машин берется высшая марка Б83, для менее ответственных — более низкие по содержанию олова марки. Болты, в особенности для кривошипной головки, должны быть изготовлены из лучшего вязкого железа и чисто обработаны. Для предупреждения вредных влияний наклепа их надлежит не реже 1 раза в год отжигать.

Стремление удешевить производство шатунов, а также понизить их вес привело к изготовлению их из стального литья или из ковкого чугуна. В этих случаях поперечному сечению придается тавровая, двутавровая или крестообразная форма. У таких шатунов обработка заключается только в шлифовке ребер с целью удаления заусенцев.

§ 83. Крейцкопфы

Крейцкопфы служат для сообщения концу шатуна прямолинейного возвратно-поступательного движения. При этом движение может передаваться от крейцкопфа кривошпиу (например у паровых машин) или от кривошипа крейцкопфу (воздушный компрессор).

Крейцкопф движется в направляющих параллелях, которые испытывают давление, направленное вверх или вниз при одностороннем

давлении на поршень. В таких горизонтальных машинах всегда стараются направить давление вниз, чтобы материал направляющих крейцкопфной головки испытывал только сжатие, а не работал на растяжение. При перемене направления движения кривошипа будет меняться направление давления. Если этого не предвидится, можно применять *односторонний* крейцкопф.

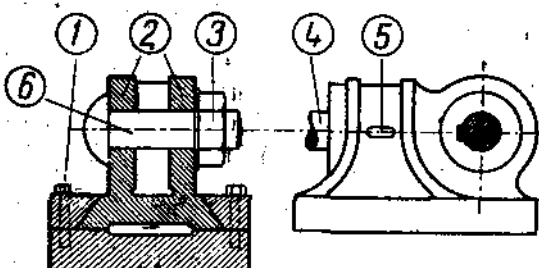


Рис. 222. Односторонний крейцкопф.

1—планка для направления ползуна; 2—ползун; 3—гайка к болту 6; 4—шток; 5—клин; 6—болт (палец) крейцкопфа.

Односторонний крейцкопф состоит из ползуна 2 (рис. 222), соединенного со штоком 4 с помощью клина 5. Палец 6 закрепляется гайкой 3 и удерживается от вращения шпонкой. Направление движения ползуна дается нижней плоскостью и боковыми клиновыми параллелями 1, которые удерживаются болтами.

Материалом для ползунов является стальное или чугунное литье. Трущиеся поверхности иногда заливаются баббитом или снабжаются бронзовыми накладками.

Двусторонние кресткопфы применяются для машин с двусторонним давлением на поршень, а также с прямым и обратным ходом при одностороннем давлении.

На рис. 223 изображен кресткопф для горизонтальной паровой машины. Головка кресткопфа 3 соединяется со штоком клином 4. Направляющие башмаки 1 соединяются с головкой болтами 2. Снаружи башмакам придается цилиндрическая форма соответственно направляющим параллелям, имеющим такую же форму. Башмаки могут поворачи-

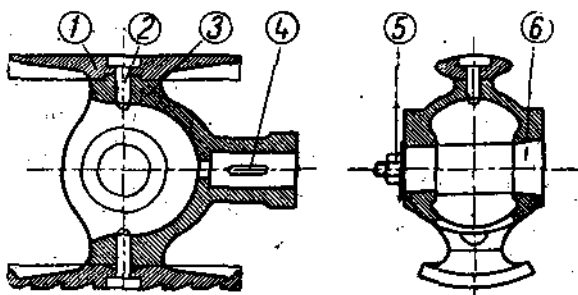


Рис. 223. Двусторонний кресткопф.

1—башмак; 2—болт к башмаку; 3—средняя часть кресткопфа; 4—клин для соединения со штоком; 5—гайка пальца; 6—палец кресткопфа.

чиваться около вертикальной оси, совпадающей с осью болтов 2. При сборке их устанавливают вдоль направляющих, наблюдая, чтобы не было перекоса, т. е. чтобы цилиндрические поверхности башмаков и направляющих точно совпадали. Смазка вкладышей шатуна производится через продольное отверстие в болте 2.

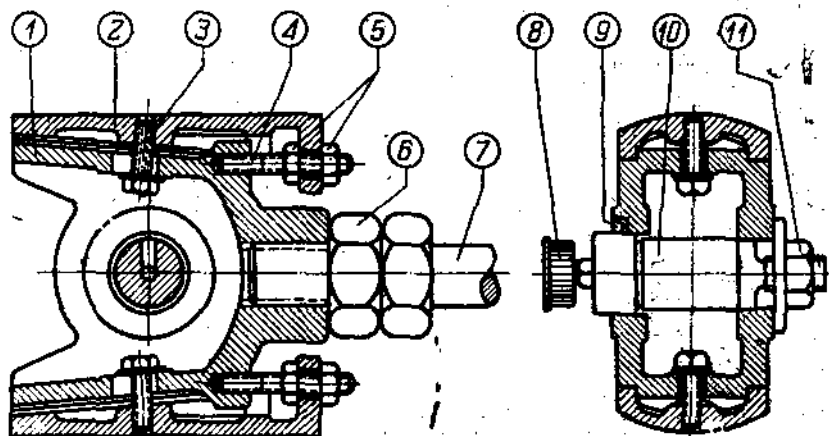


Рис. 224. Кресткопф воздушного компрессора типа Бородино.

1—тело; 2—башмак; 3—болт для закрепления башмака; 4—установочные шпильки; 5—гайка к установочной шпильке; 6—гайка для закрепления штока; 7—шток; 8—крышка масляни; 9—шпонка пальца; 10—палец; 11—гайка пальца.

Кресткопф воздушного компрессора. Башмаки 2 имеют клиновую форму, что позволяет их подтягивать, для чего служат установочные шпильки 4 с двумя гайками 5 (рис. 224). Перемещая башмаки влево (если смотреть на рисунок), мы увеличиваем высоту кресткопфа, а потому уменьшаем зазор между наружной поверхностью башмаков и направляющими и наоборот. Болты 3 служат для закрепления башмаков; при подтягивании их следует ослаблять.

Смазка пальца производится из масленки 8 по центральному и затем по радиальному каналам (рис. 224 и 225). Вращение башмаков около вертикальной оси не должно допускаться.

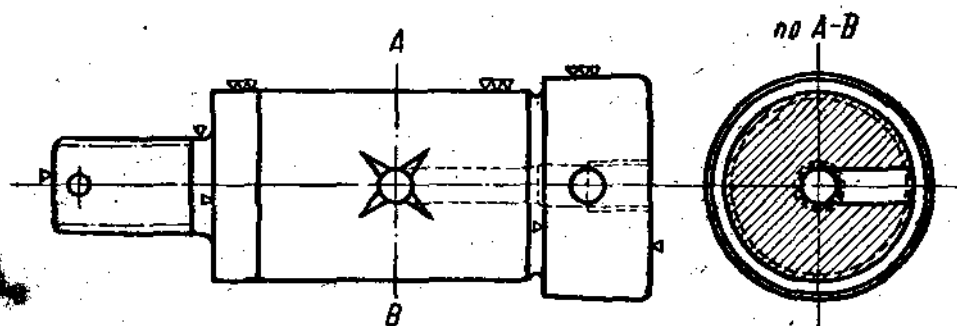


Рис. 225. Палец крестцового воздушного компрессора типа Бородино.

§ 84. Направляющие

Направляющие имеют плоскую или цилиндрическую форму: плоские применяются у локомотивов, локомотивов, и т. п., а цилиндрические у быстроходных машин. Общий вид цилиндрических направляющих 22 показан на черт. 1. В первом случае направляющие должны быть параллельны оси штока, а во втором — оси цилиндрических поверхностей направляющих и штока должны совпадать.

Жидкостное трение создается легче, если нижний башмак будет снабжен выемками, образующими слой смазки.

§ 85. Поршни

Поршнем называется часть машины, которая воспринимает давление и получает движение от жидких или газообразных тел, заключенных в цилиндре (паровая машина, двигатель внутреннего сгорания), или наоборот передает этим телам давление и движение (воздушный компрессор, насос).

Поршни чаще всего имеют прямолинейное возвратно-поступательное движение. Этот случай мы и будем рассматривать.

Различают поршни простого действия, когда тело, заключенное в цилиндре, действует только на одну сторону поршня, и поршни двойного действия, если тело попеременно действует на обе стороны поршня.

Для предохранения от проникновения жидкости или газа через зазоры между стенками цилиндра и поршня обычно применяются уплотнения в виде кожаных манжет или порицевых колец.

Поршень с кожаной набивкой. На рис. 226 изображен поршень к калифорнийскому насосу. Он состоит из средней части 3 и двух шайб 2. Между средней частью и шайбами

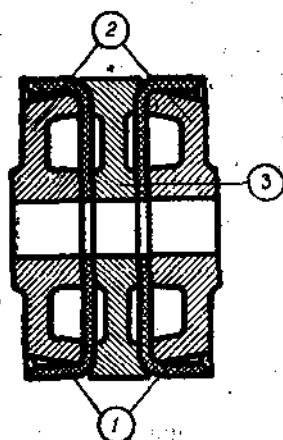


Рис. 226. Поршень калифорнийского насоса с кожаными манжетами.

закрываются кожаные манжеты 1. Средняя часть и шайбы изготавливаются из чугуна литья. Такие поршни пригодны для водяных насосов двойного действия.

Кожа растительного дубления применима в качестве уплотняющего материала при температуре воды, не превышающей 30° . Для кожи животного дубления температура может быть повышена до 70° .

Изготовление манжет ведется следующим образом. Кожу сострагивают с внутренней (бахтарменной) стороны до одинаковой толщины, составляющей от 3 до 5 мм. Затем размягчают ее в теплой воде, придерживаясь указанных выше температур, на что требуется 2—3 часа, или в расплавленном парафине, что потребует 20—30 мин. После этого обтягивают кожу на деревянном болване, имеющем ту форму, которую

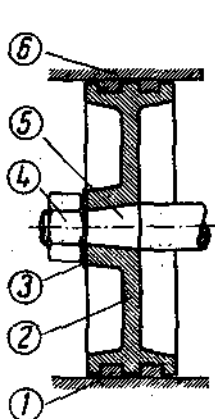


Рис. 227. Открытый поршень паровой машины.

1—поршневое кольцо;
2—тело поршня; 3—шайба;
4—гайка; 5—шток;
6—стенка цилиндра.

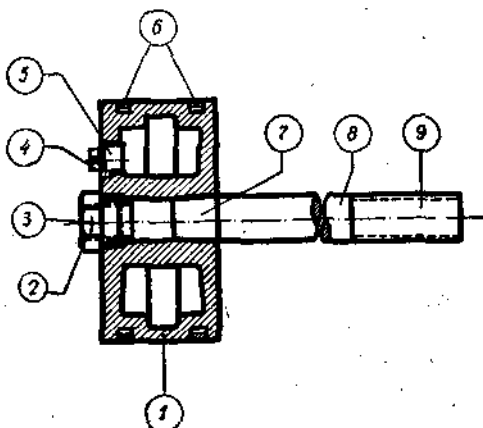


Рис. 228. Поршень со штоком воздушного компрессора типа Бородино.

1—тело поршня; 2—гайка; 3—шайба; 4—шток;
5—пробка; 6—поршневые кольца; 7—коническая часть штока; 8—цилиндрическая часть штока; 9—нарезанная часть штока.

требуется придать коже, причем укладывают ее бахтармой наружу и стремятся к тому, чтобы она легла без складок. Это достигается вытягиванием кожи и обколачиванием ее молотком. В заключение надевают на края кожи обруч и оставляют ее просохнуть в течение ночи. Сушить надо при комнатной температуре, иначе могут образоваться трещины.

После просушки края кожи обрезаются. При хранении запасных манжет их следует покрывать слоем парафина или держать в сосуде с салом. Перед употреблением манжеты промываются в теплой воде для удаления сала или парафина. Затем их пропитывают маслом и устанавливают на место.

При большой потребности в манжетах их изготавливают посредством прессования. Просушка манжет производится в форме, если размягчение велось в воде, или вне формы — при размягчении в расплавленном парафине.

Края манжеты срезаются наискось, как указано на рис. 226.

Поршни с металлическими кольцами. При повышении температуры до $30—40^{\circ}$ для уплотнения применяются поршневые кольца.

Различают поршни *открытого типа* (рис. 227) и *закрытого типа* (рис. 228 и 229). В пользу первой конструкции (рис. 227) говорит уменьшение веса поршня, что имеет значение для быстроходных машин. Недостатком этого типа является большое сравнительно с закрытыми поршнями вредное пространство. Уменьшение вредного пространства достигается особой формой крышек цилиндра, которые должны иметь кольцевые выступы, соответствующие впадинам поршня.

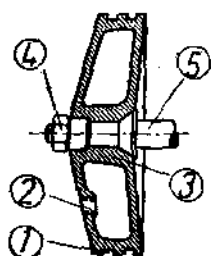


Рис. 229. Закрытый поршень паровой машины.

1—канавка для колец; 2—нарезанное отверстие для пробки; 3—тело поршня; 4—гайка на шток 5; 5—шток.

Закрытый поршень (рис. 228) предназначен для воздушного компрессора и отливается из чугуна пустотелым. Для возможности удлинения шейки в начале в отливке имеются три отверстия, которые после выбивания шпек рассверливаются, нарезаются и заворачиваются нарезанной пробкой 5 со стопором 4. Квадрат на пробке после ее заворачивания удаляется, и шов зачеканивается. Пробка делается стальная, а иногда и чугунная, во избежание вредных последствий от различного теплового расширения чугуна и стали.

Закрытый поршень паровой машины (рис. 229) отливается из чугуна пустотелым. После удаления шпек отверстия 2 нарезаются и закрываются пробками. Канавки для поршневых колец сначала протачиваются на токарном станке, а затем доводятся на шлифовальном. Проверка размеров канавки производится калиброванным вкладышем.

Автомобильный поршень делается (рис. 230) значительной длины, ввиду того что он заменяет кресткопф, давая направление концу шатуна. Палец поршня вставляется в отверстие уширенной части 2 и застопоривается винтом, заворачиваемым в отверстие 4.

В автомобильных и авиационных двигателях часто применяются так называемые *плавающие пальцы*, которые могут свободно вращаться в поршне и шатуне, но лишены возможности перемещаться в продольном направлении. Вследствие постоянного вращения около своей оси плавающий палец изнашивается равномернее неподвижно закрепленного пальца.

Материалом для поршней чаще всего служит чугун. Сталь применяется для облегчения веса поршня, так как стальному поршню можно придать меньшие размеры.

В последнее время для изготовления поршней автомобильных и авиационных двигателей все чаще пользуются *алюминиевыми сплавами*, что уменьшает вес поршня, а вместе с тем и силу инерции движущихся масс. Кроме того получают лучший отвод тепла и уменьшение потерь на трение. Из алюминиевых сплавов применяется сплав с содержанием 9 — 15% меди и небольшой присадкой цинка (0,5 — 1,2%) и никеля (до 2%). В двигателе Бенца поршень состоит из алюминиевого сплава с содержанием 6%

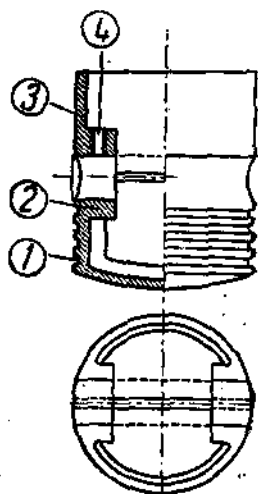


Рис. 230. Автомобильный поршень.

1—канавка для колец; 2—утолщение для пальца; 3—тело поршня; 4—нарезанное отверстие для стопора.

меди, 12% цинка, 1,5% железа и 0,3% кремния. Более легкие поршни могут быть изготовлены из *алюмина*, представляющего собой сплав 91% магния и 8% меди (остальные примеси — 1%).

Размеры поршня. Для того чтобы тело поршня не защемлялось в цилиндре при расширении поршня от нагревания, ему дают размеры по наружному диаметру на 0,1 — 0,2% меньше внутреннего диаметра цилиндра.

Ввиду большой разницы в нагревании днища и остальной части поршня в автомобильных и авиационных моторах поршень сжимается на $\frac{1}{4}$ своей длины по направлению к днищу. Уменьшение диаметра у днища составляет 0,3%. Так как в области гнезда для пальца легко происходит заедание поршня от нагревания, то в этом месте дается зазор около 0,5 мм, что уменьшает поверхность соприкосновения поршня с цилиндром.

§ 86. Поршневые кольца

Кольца изготавливаются из материала более мягкого, чем материал стенок цилиндра. Благодаря этому при работе скорее изнашиваются кольца, которые легко заменить, а не цилиндр. Чаще всего они изготавливаются из *серого чугуна*.

Заготовки для колец (отливки) должны быть совершенно плотные, без раковин и пор. Чугун удовлетворяет этому требованию, потому что, наряду с достаточной вязкостью, он обладает надлежащей упругостью, необходимой для плотного прилегания кольца к цилиндру. Бронзовые кольца применяются в тех случаях, когда приходится ожидать каких-либо химических воздействий. При этих условиях чугунные кольца оказываются недостаточно стойкими. Стальные кольца вообще применяются редко. Поэтому мы ограничимся рассмотрением лишь чугунных колец.

Состав чугуна для колец, как впрочем и вообще всех чугунных отливок, зависит от толщины стенок. Количество углерода остается постоянным в пределах 3,25 — 3,5%. Количество кремния у тонких колец несколько больше (2%), у толстых — меньше (1,75%). Марганца, наоборот, у тонких колец меньше (0,7%), а у толстых — больше (0,8%). Серы допускается 0,05%, а фосфора берется для тонких колец 0,6%, а для толстых — 0,5%. Фосфор повышает жидкоплазность чугуна. Большое значение для качества отливки имеет обессеривание чугуна.

Обычно для изготовления колец сразу отливают полый цилиндр, который обтачивают на токарном станке внутри и снаружи, а затем разрезают на кольца. Благодаря такому способу изготовления кольца получают наибольшую упругость, свойственную чугуну.

Отливка заготовки для колец может производиться *центробежным способом*, т. е. в постоянные чугунные формы, которые во время заливания металла вращаются, вследствие чего происходит наплавление чугуна на стенки формы. При этом способе отливки заготовки приобретают закаленную поверхность. Поэтому их необходимо подвергать отжигу. В результате получается отливка, наиболее подходящая для изготовления колец.

Заготовки для колец большого диаметра (более 300 мм) с успехом отливаются в земляных формах, которые обязательно должны быть просушены для удаления влаги, чем уменьшается количество газов (паров), подлежащих удалению из формы. Для этого берутся две опоки: нижняя —

высокая 1 и верхняя — низкая 2 (рис. 231). Сверху устанавливается заливочная опока 3. В нее заливается расплавленный чугун, откуда через литник 5 он попадает в форму 10, для чего поднимаются затyczки 4. Благодаря некоторой выдержке расплавленного чугуна в заливочной опоке улетучивается часть серы. Кроме того шлаки и другие посторонние примеси могут подняться на поверхность чугуна, почему их легче задержать и не допускать в отливку. Чтобы усилить вентиляцию формы, в ней устраиваются кольцевые дренажные каналы 6, имеющие выходы 8 наружу формы или внутри формы 7. Вентиляция в вертикальном направлении усиливается дырчатыми железными трубками 9.

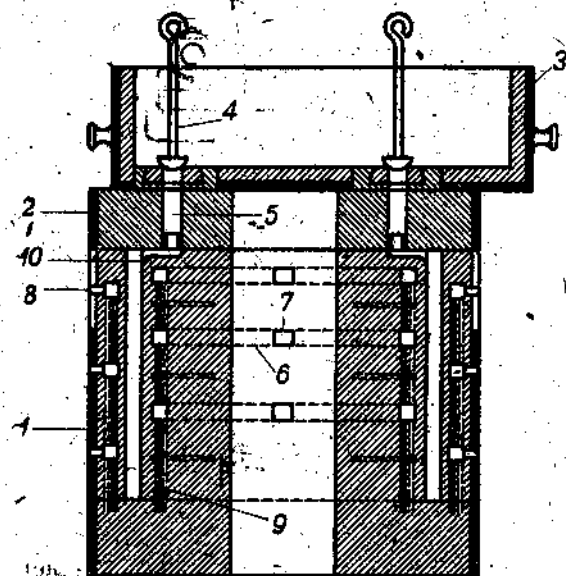


Рис. 231. Отливка заготовки для поршневых колец в опоках.

толщине колец. Лезвия резцов расположены на одной прямой под углом в 20° к оси шпинделя. Кольца отрезаются постепенно, причем одновременно работает 4 — 5 резцов.

Торцевая обточка колец. Отрезанные кольца доводятся до нужного размера по толщине на токарном станке. Во избежание образования внутренних напряжений целесообразно не зажимать кольца кулачками в патроне, а пользоваться для этого магнитным патроном (рис. 234).

Окончательная доводка колец производится вручную шабровкой или же на плоско-шлифовальном станке, для чего применяют приспособление, изображенное на рис. 235. Приспособление представляет собой плиту с цилиндрическими отверстиями по размеру колец неразрезанных или разрезанных. В последнем случае размер берется в сжатом состоянии. Диаметр отверстия берется с зазором в 0,25 мм. Плита устанавливается на магнитный патрон и притягивается к нему вместе с кольцами. Благодаря такому приспособлению кольца могут шлифоваться с максимальным усилием. После окончания работы плита вместе с кольцами снимается

Более совершенная обработка заготовки показана на рис. 232. Заготовка укрепляется на планшайбе 1 планками 4 с болтами 5. Для этого ее следует снабжать фланцами. Если же зажимать заготовку кулачками патрона, то в ней образуются напряжения, что вредно отзывается на качестве близ расположенных колец. Обточка и расточка ведутся одновременно резцами с державками 3 и 2. После этого заготовка разрезается на отдельные кольца посредством приспособления, показанного на рис. 233.

Это приспособление представляет собой ряд резцов, между которыми помещаются прокладки толщины, соответствующей

с размагниченного патрона. Такое усовершенствование дает возможность получить большое число колец одинаковой толщины.

Размеры колец. В чисто обточенном виде наружный диаметр заготовки берется больше диаметра цилиндра на величину $\frac{a}{\pi} + y$, где

Рис. 232. Расточка и обточка заготовок для поршневых колец.

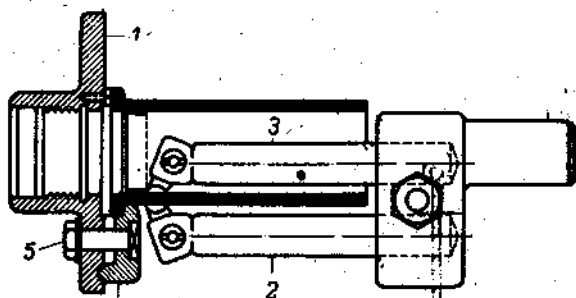
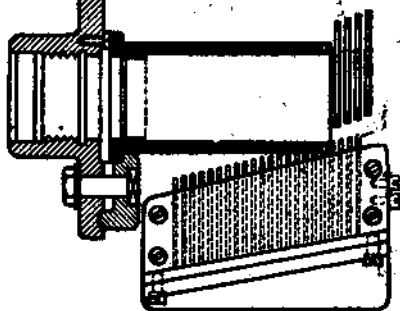


Рис. 233. Приспособление для отрезания от заготовки поршневых колец.



y — припуск на окончательную обточку кольца. Обычно y составляет от 3 до 8 мм в зависимости от диаметра кольца. Что же касается

величины a , то она берется от $D/12$ для малых колец (до 250 мм) до $D/8$ для больших колец (300 мм и больше). Величина a является зазором, за счет которого происходит сжатие кольца перед тем, как вставить его в цилиндр, в результате чего кольцо благодаря своей упругости будет прижиматься к стенкам цилиндра.

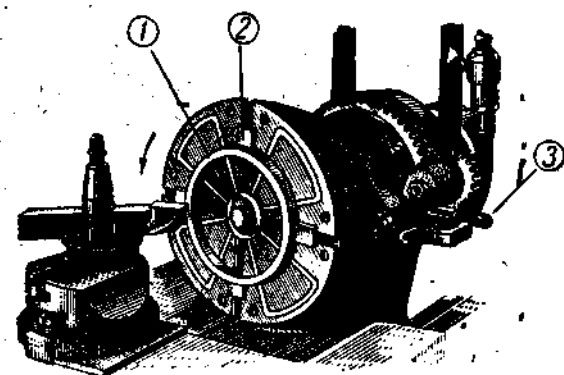


Рис. 234. Обточка поршневого кольца в магнитном патроне.

1 — кольцо; 2 — установочные планки.

Вырез в кольце делается для малых колец по косым линиям под углом в 45° , как указано на рис. 236, а для больших колец —

уступом согласно рис. 237. Вырез по косым линиям производится ручной или механической ножовкой и доводится напильником. Вырез уступа

производится на фрезерном станке торцевой фрезой. Ту же работу можно выполнить на строгальном станке или вручную, предварительно просверлив ряд отверстий (рис. 237).

После установки кольца на место должен оставаться зазор a_1 для возможности расширения кольца от нагревания.

по 4-8

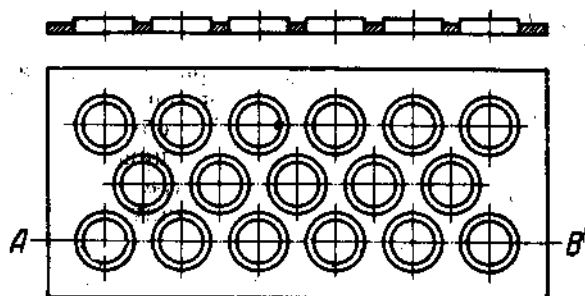


Рис. 235. Припособление для шлифования поршневых колец.

Толщина колец (чугунных) S берется равной $D/30 - D/35$. Ширина колец в зависимости от их числа колеблется от $1\frac{1}{4} S$ до $2S$. Кольца обычно изготавливаются постоянной толщины. Но иногда их делают более тонкими к концам (к замку). В этом случае толщина колец равномерно убывает до 0,7 наибольшего значения, соответствующего той точке кольца, которая расположена против стыка.

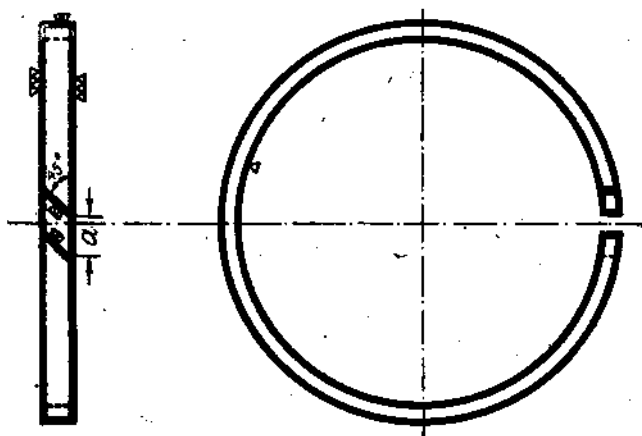


Рис. 236. Поршневое кольцо с косым замком.

Ввиду трудности изготовления таких колец они встречаются редко.

Число колец на одном поршне бывает разное. Оно зависит от разности давления по обеим сторонам поршня. Чем больше эта разность, тем больше колец. Обычно для паровых машин и компрессоров низкого давления берется 2 — 4 кольца, для двигателей внутреннего сгорания и компрессоров высокого давления — 6 — 8 колец и для автомоторов и авиамоторов — 3 — 4 кольца.

Вообще следует отметить, что лучшее уплотнение достигается в случае применения большого числа узких колец, чем малого числа широких колец.

Вторичная обточка колец. Если кольцо с вырезанным замком вставить в цилиндр после первой обточки, то оно, приняв эллипсоидную форму, не плотно прилегает к стенкам цилиндра. Поэтому кольца подвергают *вторичной обточке*, для чего предварительно сжимают их настолько, чтобы в замке получился зазор a_1 такой величины, какая оставляется для возможности расширения колец от нагревания.

Вторичная обточка колец небольшого диаметра при массовом их изготовлении производится с помощью приспособления (рис. 238), состоящего из оправки 1 с шайбой 2 и гайкой 3. Подлежащие обточке кольца с вырезанными замками вставляются в цилиндр, являющийся частью приспособления. Диаметр этого цилиндра больше диаметра цилиндра, для которого изготавливаются поршневые кольца, на величину припуска

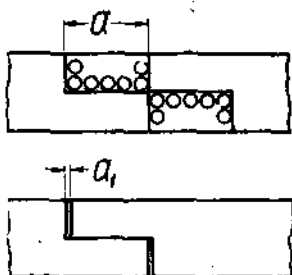


Рис. 237. Замок поршневого кольца уступом.

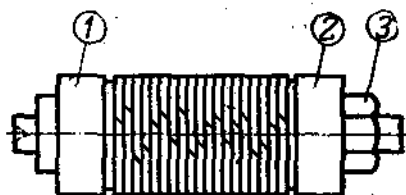


Рис. 238. Приспособление для вторичной обточки поршневых колец.

на доводку. Когда кольца заполняют весь цилиндр, внутрь их вставляется оправка 1, после чего надевается шайба 2 и заворачивается гайка 3. Оправка имеет центровые гнезда, которыми она устанавливается на центра токарного станка. После обточки колец до диаметра цилиндра они вполне подходят по размерам к цилиндру и получают круглую, совпадающую с поверхностью цилиндра форму.

Кольца крупных диаметров стягиваются перед вторичной обточкой хомутами и спаиваются оловом или третником, после чего закрепляются на планшайбе и обтачиваются с двух установок. После обточки спаянные кольца расплавляются, и концы их зачищаются.

Расположение стыков колец. Так как поршень имеет несколько колец, то во избежание просачивания жидкости, газа или пара кольца следует располагать так, чтобы их стыки были расположены равномерно по окружности поршня.

Ввиду того, что под влиянием силы веса, а также давления газа или жидкости кольца провертываются, стыки их могут расположиться по одной прямой линии. Чтобы предупредить это явление, в дне кольцевых канавок устанавливаются штифты, а кольца снабжаются отверстиями, которыми они и надеваются на штифты. Необходимо отметить, что стыки колец с косыми стыками могут расположиться по прямой линии, хотя и будут расположены разбросанно. Это произойдет в том случае, если направление стыка одного кольца расположится на продолжении направления стыка другого кольца, чего надо избегать.

§ 87. Поршневые штоки

Поршневым штоком называется деталь машины, которая передает усилие и движение от поршня другим деталям (крейцкопфу) или, наоборот, — усилие или давление на поршень.

Нормальный поршневой шток имеет круглое поперечное сечение. У больших машин шток бывает пустотелым, т. е. имеет кольцевое сечение. Материалом для изготовления штока обычно служит литая сталь, подвергнутая проковке.

При сборке поршня со штоком необходимо стремиться к тому, чтобы оси поршня и штока совпадали. Кроме того соединение должно быть *напряженным* как в продольном направлении, так и в перпендикулярном к оси штока. Для получения таких результатов соединение штока с поршнем производится с помощью конического хвоста с винтом и гайкой (рис. 227 и 228). Иногда вместо гайки применяется клин.

Конические поверхности штока и поршня должны быть притерты порошком наждака, который по окончании работы следует тщательно удалить, чтобы он не попал между трущимися поверхностями машины и не послужил причиной быстрой порчи (износа) этих поверхностей.

Следует отметить, что короткий конический буртик (рис. 229) не гарантирует совпадения осей штока и поршня. В этом отношении более надежным является конус во всю толщину поршня (рис. 227 и 228).

Иногда коническая часть штока делается несколько толще остальной части. Это особенно целесообразно в тех случаях, когда вместо гайки применяется клиновое соединение. Хвосту штока иногда придают цилиндрическую форму, что вызывает необходимость в коротком цилиндрическом буртике, который входит в соответствующую выемку поршня. Благодаря этому достигается совпадение осей штока и поршня.

Изнашиваемость штока от трения об сальник значительно уменьшается при наличии гладкости поверхностей штока. Поэтому отделка этих поверхностей должна быть весьма тщательной. Цилиндрическая форма штока также должна быть правильно выполненной.

У больших, особенно горизонтальных, паровых машин шток проходит через обе крышки цилиндра. Этим достигается более надежное направление поршня. С другой стороны собственный вес штока и вес поршня заставляют шток прогибаться. Поэтому ему дают увеличенную толщину, с тем чтобы прогиб не превышал допустимого значения. Для уменьшения веса в этих случаях шток делается пустотелым. Искривление штока можно предупредить, если заранее изготовить его искривленным с таким расчетом, чтобы под влиянием силы тяжести он сделался прямым.

§ 88. Сальники

Сальник служит для уплотнения зазора между поступательно-движущимся штоком и отверстием в крышке цилиндра. Вообще сальники применяются в тех случаях, когда необходимо предупредить проникновение жидкости или газа через зазоры между стержнем и отверстием в какой-либо стенке, которая является границей между двумя пространствами.

Сальник состоит из следующих частей (рис. 239): буксы 1, крышки 2, втулки 4, болтов для прижимания крышки 3, набивки 6 и грунд-буксы 7. Грунд-букса 7 и втулка 4 изготавливаются из бронзы и в случае износа могут быть заменены новыми.

В качестве набивки применяются пенька, джут, лен, хлопчатая бумага, кожа, асбест, полуметаллическая набивка; тальковая набивка и металлические кольца. Неметаллические набивки изготавливаются в виде жгутов, навиваемых на шток спирально, или же жгут разрезается на куски, которые свертываются в отдельные кольца. Стыки колец должны быть смещены относительно друг друга. Профиль жгутов бывает круглый или квадратный со скругленными углами. Иногда жгуты имеют сечение треугольника. Тогда их кладут попарно вершинами в разные стороны, благодаря чему получается общее сечение в виде трапеции.

Хлопчатобумажная набивка сравнительно с пеньковой имеет то преимущество, что допускает применение при больших давлениях пара (до 10 ат, при пеньковой — до 7 ат). Перед закладкой шнуры из хлопчатобумажной ткани смазываются салом или насквозь пропитываются расплавленным салом. Асбестовые шнуры применяются для пара или газов высоких температур.

Внутренние торцевые поверхности гнуд-буksы и крышки имеют по направлению к штоку скаты под углом в 20 — 30°. Благодаря этому набивка сильнее прижимается к штоку, создавая более надежную непроницаемость.

Отверстие в гнуд-буksе делают диаметром на 1 — 2 мм больше диаметра штока. Этим предупреждается задиранье поверхностей и заедание штока, который от нагревания может сильно расширяться. Такой же зазор оставляется между штоком и отверстием в крышке для прохода штока. Для предупреждения выжимания через зазоры набивочного материала иногда внутри сальника вставляются два кольца, более точно пригнанные к штоку. Сосуд 3 является приемником и собирателем масла.

§ 89. Закрытый сальник

У свободных стержней с небольшим продольным перемещением, например у золотниковых тяг небольших паровых машин, сальники делаются закрытыми, без набивки (рис. 240).

Крышка сальника удерживается 2 или 3 болтами. В первом случае она имеет в плане овальную форму, во втором — делается круглой. Три болта дают лучшее направление, но такое устройство обходится дороже. Кроме того сальники с тремя болтами имеют большие размеры (круглая форма), и их не всегда можно разместить из-за недостатка места. Наконец при трех болтах требуется более свободный доступ к сальнику для завинчивания и отвинчивания гаек.

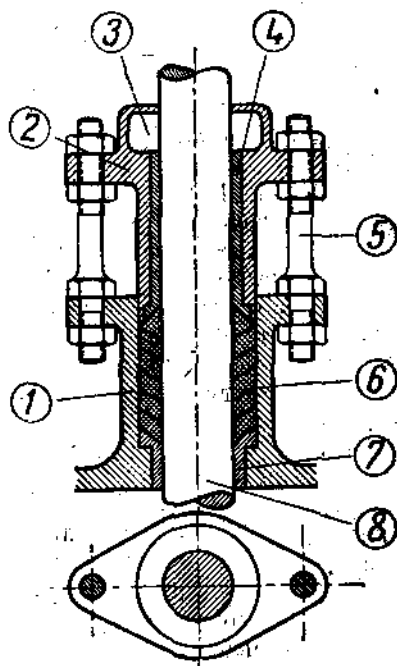


Рис. 239. Сальник с мягкой набивкой.

1—буksа или станок; 2—крышка; 3—маслособиратель; 4—штука крышки; 5—болт для крышки; 6—набивка; 7—гнуд-буksа; 8—шток.

Лучшее направление крышки дает подтягивание ее гайкой, что и применяется у небольших сальников (рис. 241). Сальник с гайкой обходится дороже. Поэтому чаще применяются сальники с болтами. При подтягивании крышки сальника следует наблюдать, чтобы она не защемила на штоке. Проходные отверстия для болтов должны иметь зазор по ОСТ 439.

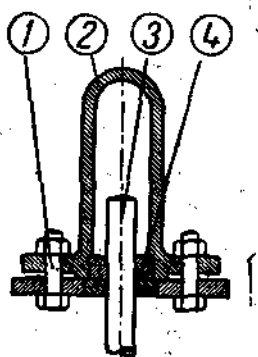


Рис. 240. Закрытый сальник.

1—болт; 2—крышка; 3—шток; 4—уплотнительное кольцо.

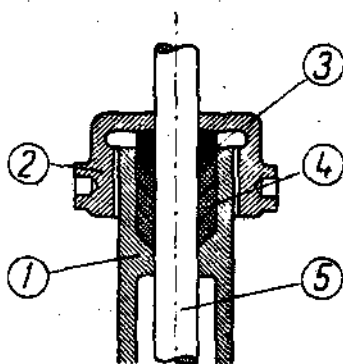


Рис. 241. Сальник с завинчивающейся крышкой.

1—бунса; 2—крышка; 3—кольцо; 4—набивка; 5—шток.

Во время работы набивка сальников изнашивается, вследствие чего ее следует периодически уплотнять, подтягивая крышку. Кроме того набивка теряет свой жир, которым она была пропитана перед закладыванием, почему его надо заменять новым.

Подвод смазки производится снаружи через отверстие в стене бункера (стакана).

Повышение рабочих давлений и применение перегретого пара вызвало употребление как более стойких *металлических набивок с мягкой сердцевинкой* и *чисто металлических набивок*. Первые представляют собой кольца мягкого металла, пустоты которых заполнены смесью асбеста и графита, прографиченным асбестом или графитовой замазкой. Иногда кольца снабжаются небольшими отверстиями, через которые смазывающее вещество может попадать на вал (рис. 242).

Чисто металлические кольца состоят из сплава 30% свинца, 12—13% олова и 2—3% сурьмы с температурой плавления около 190°.

Бывают сплавы, состоящие из тех же металлов, взятых в других пропорциях, благодаря чему температура плавления повышается до 240°.

Металлические кольца имеют сечение в виде треугольника. Они укладываются по очереди вершинами в разные кольца, вследствие чего 2 кольца дают в сечении квадрат. Каждое кольцо состоит из 2 половин. Обычно в сальнике помещается по 4 ряда колец квадратного сечения, для чего требуется 8 колец треугольного сечения, а так как каждое кольцо состоит



Рис. 242. Поперечные сечения полу-металлической набивки для сальников.



1—круглое сечение с асбестом; 2—квадратное сечение с прографиченным асбестом; 3—квадратное сечение с асбестом; 4—квадратное сечение с графитовой замазкой; 5—квадратное сечение с кожей или хлопчатой бумагой.

из 2 полуколец, то для одного сальника требуется 16 полуколец. Для удобства их вкладывания и вынимания полукольца снабжены нарезанными отверстиями, куда ввинчиваются стерженьки с нарезкой на конце.

СБОРКА КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА

Проследим эту работу на примере сборки воздушного компрессора (черт. 1).

§ 90. Подготовительные работы

Обработанные цилиндр и обе крышки — передняя 7 и задняя 1 — собираются для производства гидравлического испытания. После этого испытания цилиндр и крышки разбираются.

Станина обрубается, и к ней пригоняется кожух. Направляющие 22 предварительно шабруются для удаления следов реза. Вкладыши коренных подшипников кривошипного вала 14 пригоняются под краску в гнезда. Тело кривокофа 10 скрепляется болтами с подушками 11 и передается для проточки наружной поверхности подушек на токарном станке. Кривошипный подшипник после заливки вкладышей баббитом собирается на временных болтах и передается под расточку.

Дальше уже идут работы по сборке. Эти работы удобнее вести на *станде*, т. е. специально приготовленном возвышении, подобно фундаменту, показанному на черт. 2. Фундамент В изготавливается из бетона. В него заблаговременно вставляются фундаментные болты А. Выступающая наружная часть фундамента С по своим размерам должна соответствовать раме компрессора и иметь горизонтальную поверхность.

От стада не требуется такой прочности, как от фундамента, на котором компрессор должен работать. Стант представляет собой возвышение; соответствующее по размерам выступающей части С фундамента. Он кладется из кирпича или рубится из бревен. Верхняя поверхность его должна представлять горизонтальную плоскость с выступающими наружу концами болтов, число и расположение которых соответствует фундаментным болтам. Для удобства работы высота стада над полом должна составлять около 800 мм.

Хорошо оборудованный стант имеет 2 или 4 продольных металлических паза таврового сечения. По этим пазам ходят поперечные пазы, к которым прикрепляется рама собираемой машины. Передвижные пазы дают возможность производить крепление станин болтами с различными расстояниями между отверстиями.

§ 91. Сборка цилиндра, передней крышки и станины

Перед установкой на стант следует собрать цилиндр с передней крышкой и станиной. Они скрепляются 8 шпильками с гайками. Цилиндр устанавливается вертикально на полу мастерской, передней частью вверх, и в него завинчиваются шпильки. Сверху кладется крышка 7 с таким расчетом, чтобы шпильки вошли в соответствующее ей отверстие. После этого устанавливается станина. Завинчивание гаек производится попарно, причем в каждой паре берутся гайки, расположенные на одном диаметре. Работа ведется в два приема. Сначала гайки завинчиваются до соприкосновения их с фланцами станины, а затем производится их окончательное затягивание.

Сборку указанных деталей выгодно производить в вертикальном положении, потому что в этом случае можно воспользоваться подъемными приспособлениями в виде крана или тали. Если же вести сборку в горизонтальном положении, то это сделать труднее, и приходится больше помогать вручную.

§ 92. Установка цилиндра с рамой на stand

Захватив собранный комплект стропом (канатом), поднимают его с помощью крана или тали, подводят к standу и осторожно спускают, наблюдая, чтобы концы фундаментных болтов вошли в соответствующие отверстия фланцев рамы. После этого завинчивают гайки, придерживаясь указанного выше порядка, т. е. попарно. В данном случае берутся гайки, расположенные на первой и второй диагоналях, а затем средние гайки. Завинчивание производится в два приема. При этом надлежит следить за тем, чтобы направляющие и ось коленчатого вала были расположены горизонтально.

Горизонтальность направляющих можно проверить ватерпасом, укладываемым вдоль нижней направляющей. Что же касается оси коленчатого вала, то для проверки ее горизонтальности следует воспользоваться двумя деревянными полуцилиндрами, которые плотно укладываются в нижние вкладыши коренных подшипников, а поверх их кладется линейка с уложенным вдоль ее ватерпасом. Проверку горизонтальности следует производить после предварительного завинчивания гаек, с тем чтобы при окончательном затягивании их внести исправления.

§ 93. Пригонка коренных подшипников

Пригонка заключается в пришабривании вкладышей по коленчатому валу, цапфы которого для этой цели смазываются краской, наносимой нетолстым слоем продольными мазками. В зависимости от его веса вал поднимается вручную или с помощью механического приспособления и очень осторожно укладывается в нижние вкладыши. Провернув вал за колено 2 — 3 раза, поднимают его и производят шабровку. Затем операция повторяется и в общем протекает так, как это указано для пригонки вкладышей передней бабки токарного станка. Сначала ведется пригонка только нижних вкладышей, без надевания верхних, а затем уже с верхними вкладышами.

После окончания шабровки цапфы вала очищаются от краски и смазываются маслом, вал укладывается в подшипники, ставятся прокладки, верхние вкладыши и крышки, и производится завинчивание гаек.

При пришабривании подшипников надо следить, чтобы вал лежал горизонтально, проверяя его ватерпасом.

§ 94. Установка противовесов

Противовесы, в количестве 2 штук, предназначаются для уравновешивания колена вала (рис. 243). Они изготовляются из чугуна и укрепляются на валу шпильками 4 (рис. 244).

§ 95. Установка маховика и шкива

Для удобства сборки втулки маховика и шкива сделаны разрезными (рис. 245 и 246), благодаря чему надевание и снятие их не встречает затруднений. Маховик и шкив, каждый в отдельности, захватываются стропом, подводятся к валу и насаживаются на него. После этого поло-

винны втулок стягиваются болтами в 2 приема — сначала слабо, а затем туго. Окончательное закрепление маховика и шкива производится посредством шпонок.

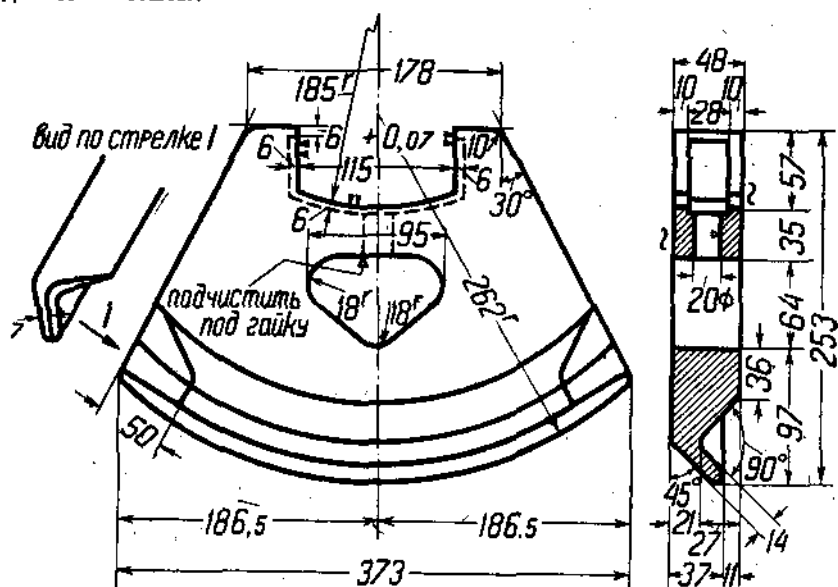


Рис. 243. Противовес к коленчатому валу воздушного компрессора типа Бородино.

Установив маховик и шкив, надо произвести их проверку. Для этого пользуются рейсмуссом, который подводится к наружной и боковой поверхностям обода во время вращения маховика и шкива, что производится вручную. Очень незначительные отклонения можно исправить легкими ударами мягким молотком по спицам. Если же отклонения значительны, то регулировка маховика и шкива производится комбинированием подтягивания или ослабления болтов и забивания или ослабления шпонок.

§ 96. Сборка крейцкопфа и соединение его с шатуном

Перед установкой крейцкопфа с шатуном надо пригнать вкладыши крейцкопфной головки 1 и 3 (рис. 215) к пальцу крейцкопфа 10 (рис. 224). Цилиндрические поверхности башмаков 2 (рис. 224) должны быть обточены на токарном станке по внутреннему диаметру направляющих.

Для сборки его с шатуном крейцкопф без пальца вставляется в направляющие открытой стороной по направлению к коленчатому валу. После этого шатун вкладывается крейцкопфной головкой в открытую часть крейцкопфа, причем вкладыши не должны быть затянуты. Удержи-

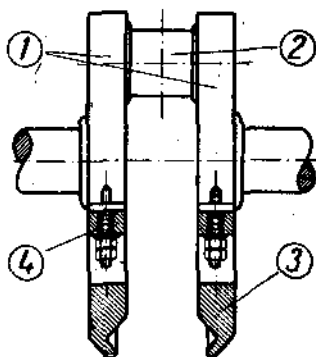


Рис. 244. Коленчатый вал воздушного компрессора типа Бородино с противовесами. 1 — шее колена; 2 — шейка; 3 — противовес; 4 — шпилька.

вая шатуна навесу с таким расчетом, чтобы отверстие подшипника в головке совпадало с отверстием для пальца в крейцкопфе, пропускают палец через крейцкопф и головку шатуна. Затем надевают на палец шайбу, закручивают гайку 11 и устанавливают шплинт 12 (рис. 224).

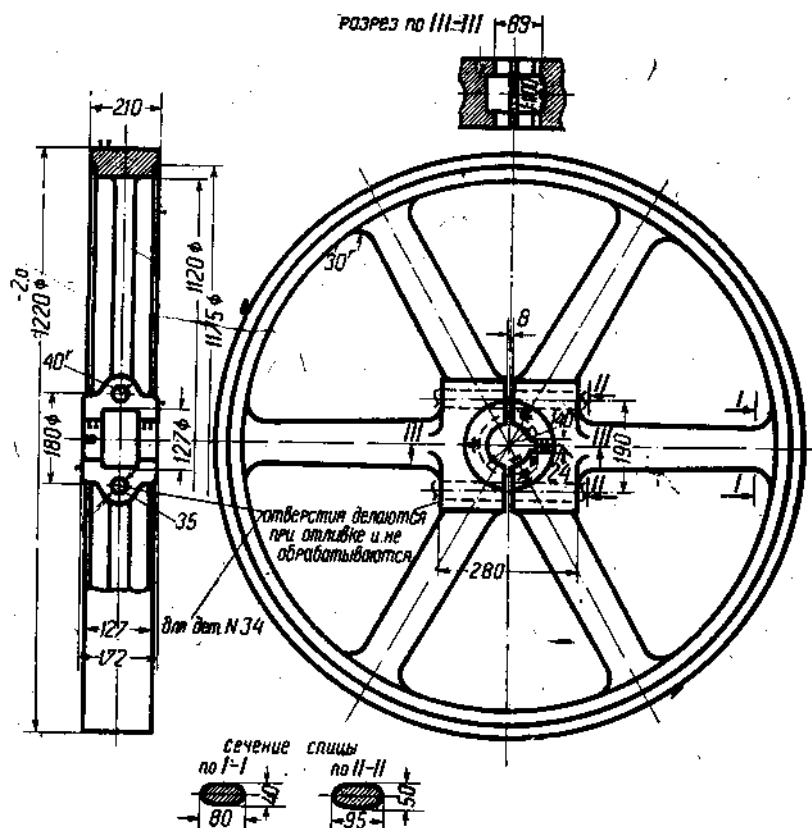


Рис. 245. Маховик воздушного компрессора типа Бородино.

§ 97. Сборка шатуна с коленчатым валом

При сборке коленчатый вал устанавливается примерно в такое положение, как на черт. 1, причем шейка его ложится на вкладыш тела головки 7 (рис. 215). Для этого надо приподнять шатун примерно до положения, указанного на черт. 1, приложить к стержню шатуна б тело головки 7 и после этого повернуть коленчатый вал до упора во вкладыш. Во избежание перемещения крейцкопфа в сторону цилиндра следует поставить между крейцкопфом и передней крышкой цилиндра деревянную распорку. При таком положении шатуна удобно производить дальнейшую сборку кривошипной головки.

Через расширенную часть стержня шатуна и тело головки пропускаются болты 10, кладутся прокладки 8, и на болты надевается крышка головки с вкладышем. В заключение ставят гайки и контргайки 13.

Затем следует произвести прицабривание вкладышей к шейке вала. Для этого еще перед сборкой нужно намазать шейку вала краской, а

после сборки головки провернуть вал вручную 2—3 раза. Разобрав головку, производят пришабривание трехгранным или сердцевидным шабером. Эта операция повторяется до тех пор, пока вкладыш не будет равномерно покрываться пятнами.

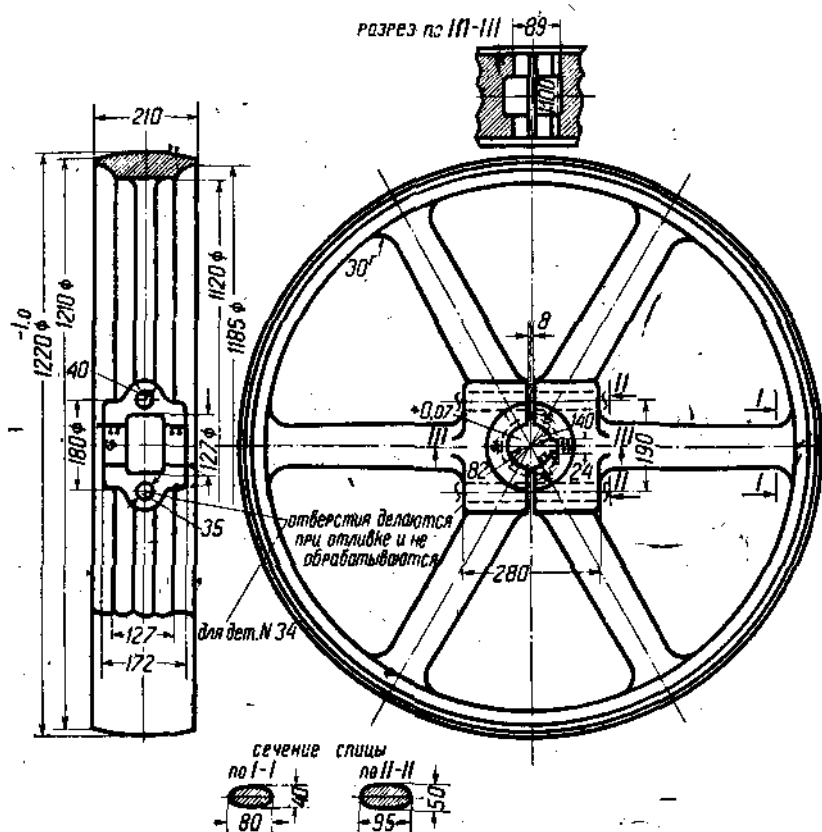


Рис. 246. Шкив воздушного компрессора типа Бородино.

Отверстие для подводки смазки 8 и смазочные канавки 3 (рис. 216) должны быть сделаны до прищипывания вкладышей крейцкопфной головки.

§ 98. Сборка поршня с поршневыми кольцами

Надевание колец на поршни производится с помощью нескольких тонких железных полосок 1, изогнутых на одном конце (рис. 247). Эти пластинки устанавливаются, как указано на рисунке. Концы кольца 3 разводятся настолько, чтобы его можно было надеть на пластинки. Кольцо перемещается по пластинкам до тех пор, пока не расположится против предназначенной для него канавки. Тогда начинают по одной вытаскивать пластинки, в первую очередь с тех, которые расположены близ стыка.

Если в поршне имеются штифтики для удержания колец от вращения, то кольцо при надевании его на пластинку следует расположить так,

чтобы отверстие в нем для штифта пришлось против штифта. Сначала надо надевать крайнее кольцо, а затем последовательно и остальные. Так например если поршень расположен согласно рис. 247, первым надевается нижнее кольцо и последним — верхнее кольцо.

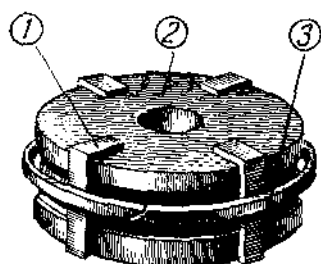


Рис. 247. Приспособление для надевания поршневых колец на поршень.

1 — стальной штифт; 2 — поршень; 3 — поршневое кольцо.

В том случае, когда конец штока имеет коническую форму (рис. 228), следует заранее проверить плотность притирки конической части штока к отверстию поршня,

§ 99. Сборка штока с поршнем и крейцкопфом (черт. 1)

Предварительно вставляется шток 7 в поршень 1, и закручивается гайка 2 с установочной шпилькой 3, для чего просверливают отверстие одновременно в гайке и в конце штока (рис. 228). Так как кольца вследствие своей упругости не будут входить в цилиндр, то их перед постановкой поршня в цилиндр надо сжать. Иногда это производится с помощью обыкновенной веревки,

в особенности если приходится иметь дело с поршнями больших диаметров.

Более удобно приспособление, состоящее из стальной ленты, концы которой можно стягивать болтом (рис. 248). Лента должна покрывать все кольца, причем у кольца, которое будет входить в диаметр первым, захватывается только часть по его ширине.



Рис. 248. Приспособление для сжатия поршневых колец при установке поршня в цилиндр.

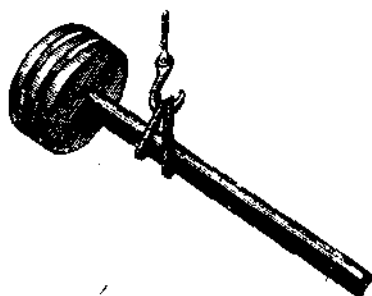


Рис. 249. Захват стропом поршня со штоком при установке их в цилиндр.

В зависимости от их веса поршень со штоком подносятся к цилиндру вручную или с помощью подъемного приспособления, для чего вал захватывается стропом (рис. 249). Место захвата стропом должно приходится у центра тяжести, в данном случае ближе к поршню. Шток с поршнем осторожно вводится в цилиндр, причем свободный конец его пропускается через отверстие в передней крышке. При выходе конца штока из отверстия крышки на него надевается крышка сальника 9 (черт. 1).

Когда поршень подойдет к краю цилиндра, его следует особенно осторожно направить в цилиндр. Так как между поршнем и цилиндром имеется зазор, то поршень сравнительно легко входит в цилиндр. Вместе с тем войдет и часть первого кольца, не перекрытая приспособлением (рис. 248), которое упрется в край поршня и конечно не будет иметь возможности в него войти.

В дальнейшем, толкая поршень, выжимают его из приспособления, причем последующие кольца свободно войдут в цилиндр, а приспособление соскользнет с поршня. Если пользоваться веревкой, то, вставив первое кольцо, следует веревку снять и стянуть следующее кольцо. Так поступают со всеми кольцами. Вполне понятно, что сборка сильно затягивается.

Для соединения штока с крейцкопфом удерживают поршень примерно на середине длины цилиндра и поворотом вручную кривошипного вала надвигают крейцкопф на шток. Часто шток кончается конусом, который и входит в коническое отверстие крейцкопфа. Окончательное закрепление производится клином.

В воздушном компрессоре марки Бородин шток соединяется с крейцкопфом с помощью винтовой нарезки. Поэтому здесь приходится несколько видоизменить порядок сборки. В этом случае сначала пропускают через отверстие в передней крышке один шток до упора его в крейцкопф, а затем, вращая шток, завинчивают его в крейцкопф и окончательно затягивают гайкой. После этого вставляют в цилиндр один поршень, который надвигается отверстием на конец штока, а затем завинчивают гайку 2 с установкой шплинта 3 (рис. 228). Чтобы удобнее производить последнюю работу, надо переместить крейцкопф в крайнее левое положение 2. Тогда поршень расположится в заднем конце цилиндра.

§ 100. Сборка сальника

Отодвинув крышку сальника по штоку вправо, укладывают набивку в виде асбестового шнура, который обматывается вокруг штока и уплотняется деревянной палочкой. После этого ставят крышку 9 на ее место и притягивают болтами (черт. 1). Перед укладыванием шнура его следует пропитать тальком или графитом, а затем смочить маслом.

§ 101. Установка задней крышки

Задняя крышка удерживается шпильками с гайками. Шпильки завинчиваются в тело цилиндра. Крышку ставят на ее место, после чего завинчивают гайки с соблюдением правил для многоболтового крепления.

По окончании сборки ставят кривошип коленчатого вала в мертвые положения и по краю крейцкопфного балмака наносят чертилкой на направляющих параллелях риски, которые затем усиливают острым зубилом. Эти риски называются *контрольными*, и по ним проверяют ход поршня, когда ремонтируют или заменяют новыми подшипники кривошипа, крейцкопфа или коленчатого вала.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ

ТРУБОПРОВОДЫ И ИХ СБОРКА

Чаще всего приходится иметь дело с *чугунными и железными трубами*, которые мы и рассмотрим. Трубы служат для проводки пара, газа, воды и других жидкостей. Они изготовляются отрезками определенной длины.

Из этих отрезков, пользуясь различными соединительными частями, составляют трубопроводы требуемой формы и длины. При этом приходится разрезать трубы на части, а железные — кроме того и изгибать.

§ 102. Чугунные трубы

Чугунные трубы получают отливкой из серого мягкого чугуна и легко поддаются обработке режущим инструментом. Отдельные трубы соединяются специально изготовленными фасонными частями или с помощью болтов.

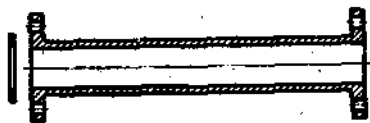


Рис. 250. Чугунная труба с фланцевым соединением.

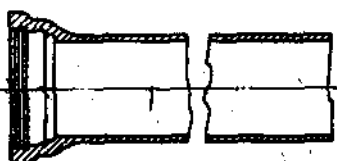
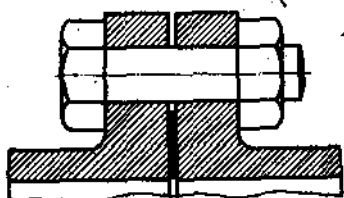


Рис. 251. Чугунная труба с раструбным соединением.



Водопроводные трубы изготавливаются длиной от 2 до 5 м и диаметром от 50 до 1200 мм, причем от 50 до 150 мм диаметр увеличивается через 25 мм, от 150 до 500 мм — через 50 мм и от 500 до 1200 мм — через 100 мм (ОСТ 4941). Паропроводные трубы

бывают диаметром от 10 до 250 мм. Водопроводные трубы должны выдерживать при гидравлическом испытании пробное давление в 20 — 30 кг/см², а паропроводные — до 125 кг/см².

По способу соединения чугунные трубы бывают *фланцевые* (рис. 250) и *раструбные* (рис. 251). Кроме того фланцы могут иметь на обеих соединяемых поверхностях кольцевые выступы (рис. 252), или на одном из соединяемых фланцев делается узкий кольцевой выступ, а на другом — соответствующая кольцевая впадина (рис. 253).

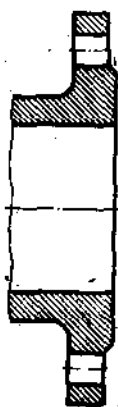


Рис. 252. Фланцевые соединения чугунных труб с кольцевыми выступами на фланцах.

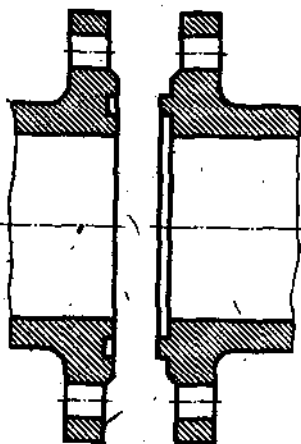


Рис. 253. Фланцевые соединения с кольцевым выступом и впадиной.

§ 103. Изготовление чугунных труб

Чугунные трубы получают отливкой в специальных опоках или центробежным способом. При отливке в опоках трубы располагаются вертикально. Если же их распо-

лагать горизонтально, то часть трубы, которая при отливке придется наверху, окажется худшего качества вследствие образования в ней шлаковых включений и газовых пузырей.

Отливки, полученные центробежным способом, обладают лучшим качеством, так как получаются более плотными, т. е. без раковин и газовых пузырей, что повышает их механические свойства. Кроме того центробежный способ и экономически выгоднее, чем отливка в опоках, по следующим соображениям. Ввиду ненужности шпшек, которые требуются при литье в опоках, работа сокращается почти на 50%. Расход металла уменьшается на 25%. Совершенно не требуется формовочная земля, а вследствие чистоты поверхности отпадает надобность в очистке труб.

Центробежное литье требует специальных машин, в которых металлическая форма в виде горизонтально расположенного барабана при заливке металла вращается со скоростью 250 — 300 об./мин. Установка этих машин вызывает значительные расходы, но все же окупается перечисленными преимуществами центробежного способа. Вследствие этого центробежный способ отливки труб быстро распространяется и вытесняет способы отливки в опоках.

От чугунных труб требуется, чтобы металл имел однородный, плотный и мелкозернистый излом; поверхность труб должна быть чистой и гладкой, без швов и следов форм, без плен, раковин, шлаковых включений и других дефектов, влияющих на прочность труб.

В водопроводных трубах допускаются следующие размеры раковин на обточенных фланцах, раструбах и на стенках труб и фасонных частей:

Диаметр труб	Глубина	Раковины Наибольшее измерение
мм	мм	мм
50 — 150	3	10
200 — 450	4	15
500 — 800	5	20
900 — 1 200	6	25

В трубах диаметром в 400 — 1200 мм при обнаружении более глубоких или скрытых раковин допускается сквозное просверливание и ввинчивание пробок из красной меди на трубной резьбе с расклепкой концов пробок. Наибольший диаметр пробки не должен превышать толщины трубы, или фасона. На одной трубе разрешается ставить не более 3 пробок. В случае установки пробок давление при гидравлическом испытании повышается на 25%.

Допускается также заварка раковин, если их наибольший размер в поперечнике не превышает толщины стенок, а глубина не больше указанной выше.

У фланцевых труб отверстия для болтов должны быть просверлены, причем оси болтовых отверстий в противолежащих фланцах одной трубы должны совпадать.

Искривление труб допускается в следующих пределах:

Длина трубы	Искривление
мм	мм
2 000	до 10
3 000 — 4 000	„ 12
5 000	„ 15

Для предохранения чугунных труб от ржавления они подвергаются *асфальтировке*, которая должна быть прочной, иметь гладкий и блестящий вид, не быть липкой и не растворяться в воде. Прочность слоя асфальтировки проверяется легкими ударами стального молотка весом в 0,5 кг.

Чугунолитейные заводы могут выпускать трубы и в черном виде, т. е. не асфальтированными. В случае надобности такие трубы покрываются внутри и снаружи асфальтом, суриком или смолой.

Соединения чугунных труб. Для получения трубопровода требуемых размеров и формы пользуются трубами и разного рода соединительными частями (рис. 254). Соединение труб между собой, а также труб с соединительными частями может быть *фланцевое* и с помощью *раструбов*.

§ 104. Фланцевое соединение чугунных труб

Фланцы труб могут иметь разную форму, как показано на рис. 250, 252 и 253. Вообще фланцевое соединение применяется при высоких давлениях, причем фланцы с поясками (рис. 253) дают особенно надежное соединение.

От соединения требуется *прочность*, что достигается надлежащими размерами труб, соединительных частей и болтов, при наличии определенных требований к материалу, из которого они изготовлены. Кроме того соединение должно быть *плотным*, т. е. не пропускать того вещества, которое проходит по трубам. Для получения требуемой плотности применяются *прокладки*, располагаемые между фланцами и стягиваемыми вместе с фланцами болтами.

Прокладки для фланцевых трубопроводов. В качестве уплотняющих материалов применяются: картон, клингерит, кожа, резина, асбест, медно-асбестовые прокладки, парусина, фибра и медные кольца.

Клингерит является особым видом картона. Он плотнее и тверже картона и годится только для фланцев с плоскими поверхностями соприкосновения. *Асбест* применяется в прессованном виде, в форме листов. *Медно-асбестовые* прокладки представляют собой листы картона с запрессованной внутри медной сеткой. *Парусина* применяется, смазанная белилами.

В *холодной водопроводной сети* можно делать прокладки из кожи, резины или клингерита. Необходимо отметить, что от длительного пребывания в воде кожа загнивает.

Для *горячего водопровода* лучше всего подходит пропитанный вареным маслом картон и смазанная белилами парусина. Клингерит в данном случае менее пригоден. Асбест в чистом виде не ставится, но можно ставить его с медной сеткой.

Воздухопровод низкого давления допускает применение любых уплотняющих средств; для *воздухопровода высокого давления* применяются асбестовые, медно-асбестовые и клингеритовые прокладки, а также медные кольца.

В *паропроводе* ставятся асбестовые и медно-асбестовые прокладки или клингерит.

В *маслопроводе* имеют применение кольца красной меди или промасленный картон. Кроме того можно ставить фибру. Такие материалы, как кожа, резина, клингерит и асбест, для маслопровода не годятся, так как под действием масла они теряют свои уплотняющие свойства.

Эскиз	Условное обозначение на схемах	Сокращенное название	Наименование	ОСТ
1		ЧВР	Труба раструбная	4943
2		ЧВФ	Труба фланцевая	4944
3		ТФФ	Тройник фланцевый	4945
4		ТРР	Тройник раструбный	4946
5		ТРФ	Тройник раструб—фланец	4947
6		КФФ	Крест фланцевый	4945
7		КРР	Крест раструбный	4946
8		КРФ	Крест раструб—фланец	4947
9		ВФ	Выпуск фланцевый	4948
10		ВР	Выпуск раструбный	4948
11		УФФ	Колено фланцевое	4950
12		УРР	Колено раструбное	4950
13		УРГ	Колено раструб—гладкий конец	4950
14		ОФФ	Отвод фланцевый	4951
15		ОРР	Отвод раструбный	4951
16		ОРГ	Отвод раструб—гладкий конец	4951
17		ПР	Переход раструбный	4952
18		ПФ	Переход фланцевый	4952
19		ПФР	Патрубок фланец—раструб	4953
20		ПФГ	Патрубок фланец—гладкий конец	4953
21		ДР	Двойной раструб	4954
22		МН	Муфта подвижная	4955

Рис. 254. Чугунные водопроводные трубы и их соединительные части.

Вырезание прокладок. Уплотняющие вещества имеют форму листов. Из них вырезаются или вырубаются прокладки по форме соприкасающихся поверхностей фланцев с отверстиями для болтов и центральным отверстием, диаметр которого равен внутреннему диаметру трубы.

Прокладки из картона можно получить посредством «отбивания» молотком. Для этого фланец слегка покрывается краской, на него на-

кладывают лист картона и по контуру наносят легкие удары молотком. Болтовые отверстия можно получить, нанося удары шаровой головкой молотка. Плотный картон, клингерит и асбест сначала отбиваются, а потом прокладки обрезаются ножницами или ножами.

Центральные отверстия и наружный контур можно вырезать посредством особого приспособления, представляющего собой циркуль, у которого одна ножка имеет форму резца. При массовом производстве прокладки вырезаются с помощью штампов.

Пропитывание картона маслом. Плотный картон следует предварительно смочить в воде, чтобы раскрыть поры, что ускоряет процесс впитывания масла. Рыхлый картон можно не смачивать.

Олифа подвергается кипячению, после чего ее снимают с огня и опускают в нее на 20 — 30 мин. приготовленные прокладки. При сжатии прокладка болтами излишек олифы выжимается из картона. Оставшаяся часть олифы заполняет все неровности соприкасающихся поверхностей фланцев и со временем образует с картоном хорошо затвердевшую массу, благодаря чему соединение делается герметическим.

Сборка фланцевых соединений. Фланцы труб или соединительных частей подводят один к другому, оставляя зазор такой ширины, чтобы можно было пропустить между ними прокладку. Пропуская прокладку, следует вставить болты. После этого сдвигают фланцы вплотную, чтобы они сжали прокладку.

Завинчивание гаек производится по правилам многоболтового крепления. Сначала гайки завинчиваются до соприкосновения их с фланцем, а затем уже затягиваются окончательно.

§ 105. Соединение раструбных чугунных труб

Гладкий конец одной трубы вставляется в раструб другой трубы (рис. 255). Затем берут подходящей толщины веревку или крученую прядь из смоляной пакли и обматывают ее ровными рядами вокруг конца трубы. Набивка из веревки или пакли должна доходить до дна раструба, и вообще ее надо укладывать совершенно плотно, что достигается с помощью деревянной конопатки. Набивка оканчивается на расстоянии 20 — 30 мм от наружного края раструба.

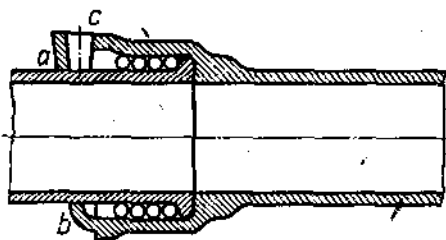


Рис. 255. Соединение чугунных раструбных труб.

После этого делают из глины форму *ab* с литником *c*. Расплавленный свинец заливается через литник *c* и заполняет весь зазор. После остывания свинца удаляют глину, срубают зубилом излишек свинца и производят расчеканку свинцового шва, чтобы он плотно прилегал к соединенным трубам.

Хорошие результаты получаются при пользовании чугунной замазкой. Берут 20% толченой серы и 40% нашатыря. Перемешав их, добавляют 40% чугунных опилок. Все это разбавляют водой настолько, чтобы получилась плотная замазка. Конец внутренней трубы обматывается веревкой или паклей, как и при заливке свинцом, но в этом случае набивка может быть короче. Затем зазор с помощью деревянной лопаточки

заполняется свежее приготовленной замазкой. Такая замазка может держаться несколько лет, причем она делается настолько твердой и так прочно соединяется с трубой, что иногда ее не удается отделить от последней.

Придание трубопроводу из чугунных труб требуемой формы производится с помощью соединительных частей (рис. 254).

§ 106. Соединение железных труб

Железные трубы готовят из литого железа и бывают *сварные* и *цельнотянутые*. Сварные получают из полос, которые загибаются в трубку, после чего кромки их свариваются. Сварка может быть произведена встык и внапуск. В последнем случае получают более прочные трубы. Если от труб требуется особая прочность, то они делаются цельнотянутыми, т. е. без шва.

Железные трубы обозначаются по их внутреннему наименьшему диаметру, выражаемому в дюймах. Длина отдельных концов труб доходит до 5 м. Трубы бывают черные, а также оцинкованные или луженые.

Соединение железных труб диаметром до 4" производится посредством соединительных частей, или *фиттингов* (рис. 256). Фиттинги изготовляются из ковкого чугуна и снабжены *трубной резьбой* по ОСТ 266. Такой же нарезкой снабжены концы труб. Резьба по ОСТ 266 имеет профиль резьбы Витворта, но значительно мельче ее, что вызывается тонкими стенками труб. Если бы на трубах нарезать резьбу по ОСТ 33, т. е. нормальную резьбу Витворта, то стенки их сильно ослабились бы. Шаг *трубной резьбы* мельче шага резьбы Витворта: например резьба Витворта в 1" имеет шаг 3,175 мм, а шаг *трубной резьбы* того же размера равен 2,309 мм.

Следует отметить, что в таблицах *трубной резьбы* размеры труб характеризуются внутренним диаметром трубы, а не наружным диаметром нарезки, как это принято при всех других системах резьб. Поэтому у железных труб *наружный диаметр нарезки* больше обозначенного диаметра трубы на две толщины стенок трубы.

Соединение железных труб фиттингами. Различная форма фиттингов дает возможность производить соединение труб как одинаковых, так и разных диаметров, производить повороты и ответвления, а также заглушать трубы. Форма фиттингов указана на рис. 256.

Соединение труб одинакового диаметра производится *прямой муфтой* (ОСТ 769). Если же трубы разных диаметров, то берется *переходная муфта* (ОСТ 770). Поворот трубы под прямым углом производится с помощью *прямого* или *переходного угольника* (ОСТ 755 и 756). Ответвления в одну или две стороны делаются посредством *тройников* и *крестов* (ОСТ 757 — 762 и 763 — 768). Заглушка труб производится с помощью *коллаков* или *пробок* (ОСТ 775 и 776). Коллаки имеют внутреннюю резьбу и могут навинчиваться на трубу, а пробки снабжены наружной резьбой, почему их завинчивают в фиттинг, имеющий внутреннюю резьбу.

Для надежного соединения труб необходимо, чтобы оси соединяемых труб составляли одну прямую линию. При этих условиях достаточная герметичность легко достигается, если смазать нарезку *свинцовым суриком*. Железный сурик менее пригоден, так как он не обладает достаточной вязкостью. Свинцовый сурик можно заменить свинцовыми белилами,

но не цинковыми белилами, которые не пригодны по той же причине, как и железный сурик. Иногда суриковая замазка не дает достаточного уплотнения. В этом случае берется льняная или пеньковая прядь с суриковой замазкой. Прядью обматывают нарезку и навинчивают фиттинг.

Для приготовления суриковой замазки берутся 2 весовые части сурика на 1 весовую часть вареного масла и тщательно растираются.

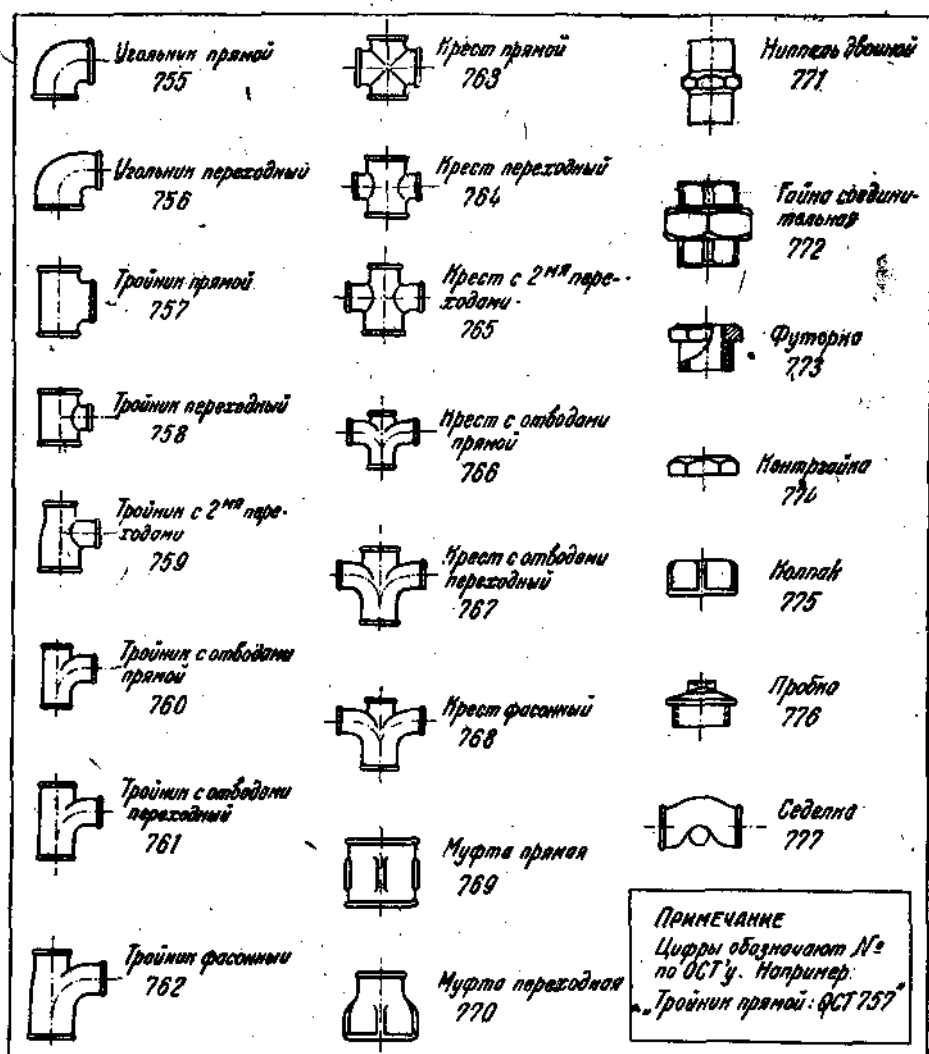


Рис. 256. Фиттинги для соединения железных труб.

При сборке железных труб с помощью фиттингов для зажима труб употребляют особые тиски, или прижимы. Завинчивание фиттингов производится газовыми клещами и цепными ключами.

Соединение железных труб с фланцами. Железные трубы большого диаметра, а также предназначенные для высоких давлений снабжаются

фланцами, которые привариваются к трубам. В этом случае трубы соединяются болтами с применением для уплотнения прокладок, как это было указано для чугунных фланцевых труб.

§ 107. Приспособления для быстрого соединения железных труб

Хомут для водопроводной магистрали (рис. 257). Он допускает быструю сборку и разборку водопроводной магистрали. На концах труб посредством развальцовки укрепляются фланцы 1 и 2 со скошенными краями. Один из них имеет на поверхности соприкосновения кольцевой выступ, а другой — впадину. Хомут состоит из трех частей 3, 4 и 5, соединенных шарнирно. Он может стягиваться болтом 6. Когда хомут собран, внутри его получается кольцевая канавка со скошенными соответственно фланцам краями. Будучи надет на фланцы, хомут при завинчивании болта 6 плотно

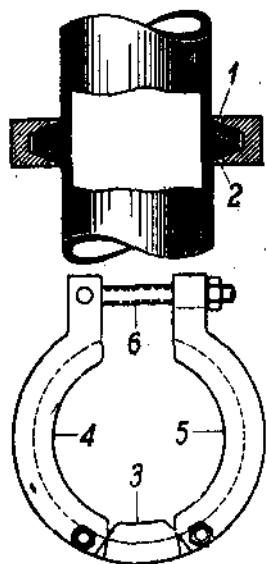


Рис. 257. Хомут для водопроводной магистрали.

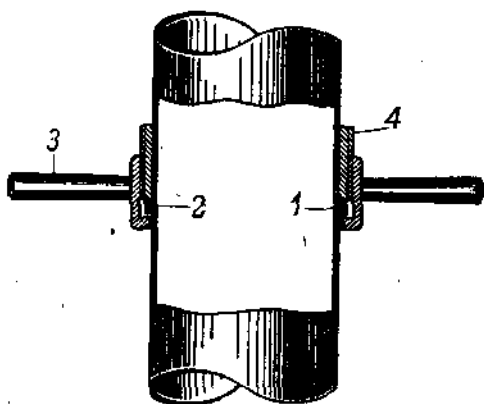


Рис. 258. Соединение труб воздухопровода.

стягивает их. Наличие кольцевого выступа и впадины увеличивает плотность. Такое приспособление применимо там, где приходится переносить водопроводную магистраль с одного места на другое, как например на торфоразработках. Быстрота сборки достигается тем, что вместо 4 — 8 болтов требуется завинчивать только 1 болт.

Соединение труб воздухопровода (рис. 258). На конце одной трубы укрепляется буртик без нарезки 1, а на конце соединяемой с ней трубы — буртик с нарезкой 4. Между ними помещается картонная прокладка 2. При завинчивании фасонной гайки с рукоятками 3 трубы плотно стягиваются. Такое устройство применяется в каменноугольных шахтах.

РАЗРЕЗАНИЕ И ИЗГИБАНИЕ ТРУБ

§ 108. Разрезание труб

Разрезание железных труб диаметром до 3" производится *труборезом с рамкой*, имеющим 1 или 3 ролика. При диаметре труб выше 3" пользуются *труборезом с цепью или с хомутом*.

Чугунные трубы *перерубаются*; для этого зубилом, устанавливаемым поперек трубы, прорубают канавку, а затем переламывают трубу ударами молотка. В толстых трубах сначала прорубают канавку крейцмейселем, после чего забивают в одном месте зубило, которое, действуя как клин, разламывает трубу.

Перерубка труб удается не всегда. Иногда труба раскалывается не в требуемых направлениях. Если подобные работы встречаются часто, можно сконструировать станок по типу токарного, где труба укрепляется неподвижно вдоль станка, а укрепленные на кулачках планшайбы 4 резца вращаются, имея подачу по направлению радиуса.

Сравнительно тонкие трубы можно разрезать дрожковой. Ножовочное полотно должно иметь 85 — 95 зубьев на 100 мм длины. Следует делать не больше 50 — 60 ходов в минуту, при размахе в 200 — 300 мм. Это обеспечивает работу всего полотна и отсутствие засаждения полотна в металле.

При разрезании труба зажимается в прижиме или в тисках. Когда свободный конец свисает, то происходит расклинивание прореза, что предупреждает защемление полотна. Но в последний момент следует свисающий конец подпереть, так как он может неожиданно обломаться и сломать полотно. Кроме того сварная труба может при этом лопнуть по шву.

После разрезки труб остаются *заусенцы*, которые необходимо удалить круглым напильником.

§ 109. Изгибание труб

Несмотря на наличие фиттингов, все же иногда приходится изгибать железные трубы.

В холодном состоянии можно гнуть тонкие трубы диаметром до $\frac{1}{2}$ ". При большем диаметре трубы набиваются песком, и изгибание производится только в горячем состоянии. Тонкие трубы при изгибании зажимаются не туго в тиски, а более толстые — закладываются в специальные приспособления (рис. 259).

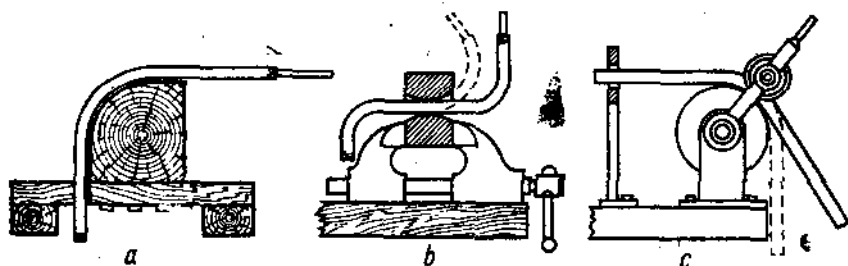


Рис. 259. Приспособления для изгибания железных труб.

а—деревянное, б—чугунное; с—с роликами.

Набивка песком делается для того, чтобы при изгибании труба не сминалась и не выпучивалась, т. е. сохраняла по всей длине одинаковое сечение. Песок для изгибания труб берется речной. Он должен быть сухим, чистым и не крупным, размерами в поперечнике не более 2 мм. Более крупные камешки удаляются просеиванием через решето. Речной песок обеспечивает свободное перемещение песчинок, имеющих сравни-

тельно с горным песком гладкую поверхность. Соединение камешков необходимо ввиду того, что они могут продавить нагретую трубу.

Если трубу набить сырым песком, то образовавшийся пар может разорвать ее. Чтобы не терять времени на просушивание песка, следует сохранять бывший в употреблении песок, хранив его в чистом сухом месте.

Набивка труб песком производится следующим образом. Один конец трубы забивается деревянной пробкой, а в другой засыпается совком песок. При этом постукивают по трубе для большего уплотнения песка. Когда труба наполнится песком, забивают вторую пробку.

Разметка. Радиус закругления трубы берется равным 4 — 5 ее диаметрам. Длина нагреваемого участка трубы зависит от угла изгиба и диаметра трубы. При угле в 90° нагреваемый участок равен 6 диаметрам трубы. При изгибании на меньшие углы длина нагреваемого участка уменьшается. Если труба изгибается на 60° , то нагреваемый участок равен 4 диаметрам трубы, на 45° — 3 диаметрам и на 30° — 2 диаметрам.

Разметка производится мелом, которым наносится поперек трубы черта, соответствующая вершине будущего угла, и от нее откладывается по половине длины подлежащей нагреву части, что также отмечается меловой чертой. На раскаленной трубе меловая черта хорошо видна.

Нагрев трубы производится до вишнево-красного цвета. В зависимости от диаметра трубы нагрев ведется в горне, на жаровне или над костром.

Во время нагревания надо следить, чтобы накаливалась только намеченная часть трубы. Если нагревание будет распространяться за пределы намеченного участка, следует охлаждать трубу водой: иначе трудно получить желаемый изгиб.

Нагревание ведется до того момента, как нагреется песок. В этом можно убедиться по откакивающей от трубы окалины. Если песок не прокалится, то труба быстро остынет, и при изгибании могут получиться трещины, или же изгибание не будет закончено в один нагрев, и придется вторично нагревать трубу.

В качестве топлива следует брать древесный уголь, торф или кокс. Кузнечный уголь менее пригоден ввиду содержания в нем серы, которая может перейти в трубу и вызвать образование трещин.

Производство работы по изгибанию трубы. Перед изгибанием следует проверить длину нагретой части и излишек охладить. Закладывая трубу со швом в тиски или приспособление, надо наблюдать, чтобы шов пришелся сбоку, а не сверху или снизу. В противном случае труба может лопнуть по шву, который при расхождении сверху будет растягиваться, а при расположении снизу — сжиматься. Тянуть надо за верхний конец трубы плавно, без рывков, стараясь согнуть трубу с одного нагрева. Повторные нагревы могут вызвать в трубе явление перегрева, что приводит к исправлять отжигом.

Правильность изгиба проверяется шаблоном. Если часть трубы уже получила требуемый изгиб, следует ее охладить и продолжать гнуть. При короткой трубе для увеличения длины рычага производят надставку трубой большего диаметра, которая надевается на изгибаемую трубу.

В приспособлении для изгибания труб, изображенном на рис. 259 с, ролики должны быть сменны с желобками по размерам наружного диаметра трубы.

После окончания изгибания трубы следует вынуть пробки и выколотить песок.

§ 110. Компенсаторы

При расширении труб от нагревания весь трубопровод испытывает удлинение, в результате чего может произойти изгибание труб, поврежде-



Рис. 260. Лирообразный компенсатор.

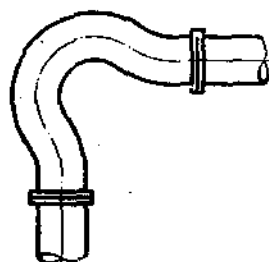


Рис. 261. Угловой компенсатор.

ние фланцев или отрыв ответвлений. Во избежание этого трубопровод делят на участки, устанавливая на них предохранительные приспособления, называемые **компенсаторами**. Последние должны быть достаточно упругими, чтобы сжиматься во время удлинения трубопровода и не препятствовать сжатию трубопровода при его охлаждении.

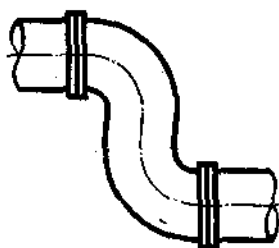


Рис. 262. Компенсатор для труб, лежащих в разных параллельных плоскостях.

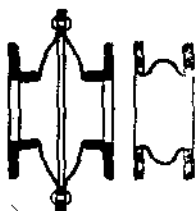


Рис. 263. Компенсатор, предупреждающий дрожание труб.

устанавливаемый на прямых участках трубопровода. При удлинении трубопровода он сгибается еще больше, а при укорочении — распрям-

ляется. Если компенсатор устанавливается *в угол*, то ему придется вид, показанный на рис. 261. В тех случаях, когда компенсатор соединяет трубы, лежащие *в разных плоскостях*, он имеет вид, изображенный на рис. 262. Такие компенсаторы хорошо выполняют свое назначение, предохраняя трубопровод от повреждений, но при их применении происходит заметное дрожание труб, что расстраивает места соединений. Компенсатор, *предупреждающий дрожание труб*, изображен на рис. 263. Он изготавливается из листовой меди и благодаря своей форме обладает настолько большой упругостью, что не дает возможности двигаться трубопроводу.

Компенсаторы изготовляются из красной меди и имеют различную форму. На рис. 260 изображен *лирообразный компенсатор*,

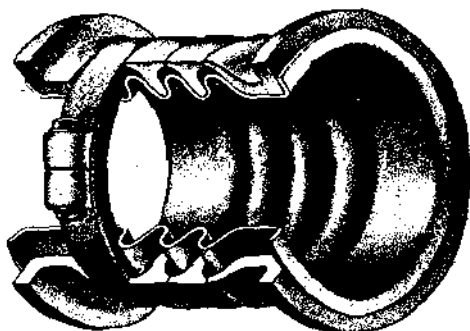


Рис. 264. Волнистый компенсатор.

Улучшенный тип компенсатора для паропроводов показан на рис. 264. Он изготавливается из сплава 96% меди, 3% кремния и 1% марганца. Ему придается волнистая форма, причем для прочности он охватывается стальными кольцами. Эти кольца состоят из двух половин, соединяемых болтами. Сечение колец имеет Т-образную форму, не вполне совпадающую с формой волнистой трубы. Вследствие этого кольца не препятствуют волнистой трубе удлиняться и укорачиваться.

ГЛАВА ВОСЬМАЯ

ЗАПОРНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Запорные приспособления можно подразделить на 3 основные группы: 1) *вентили и клапаны*, 2) *завдвижки* и 3) *краны*.

§ 111. Вентили и клапаны

Особенность вентилей и клапанов заключается в том, что при прохождении через них жидкость или пар сильно меняют свое направление. В корпусе вентилей и клапанов имеется горизонтальная стенка, делящая их внутренность пополам. Круглое отверстие, или *седло*, в этой стенке закрывается *золотником*, или *клапаном*. Для открывания клапан поднимается, а для закрывания опускается. Это достигается вращением маховичка, надетого на конец выступающего из корпуса шпинделя, на другом конце которого укреплен клапан.

§ 112. Вентиль запорный фланцевый чугунный (ОСТ 1770)

Тело, или корпус, 1 (рис. 265) имеет поперечную стенку 8, в которую запрессована бронзовая втулка 2, являющаяся в верхней части седлом. Клапан 3 составляет одно целое со шпинделем 7, имеющим нарезку и проходящим через крышку 4. Шпиндель вращается с помощью маховичка 5. Для уплотнения служит сальник, крышка которого 6 навинчивается на крышку вентили 4.

Вентили такого типа бывают бронзовые и чугунные. Соединение с трубами производится посредством фланцев или же трубной резьбы. Такие вентили применяются для труб, имеющих проход от 13 до 76 мм (см. ОСТ 1770 — приложение 2).

Для труб большего прохода используются вентили несколько иного устройства (рис. 266), хотя принцип их конструкции остается прежний. Чтобы дать ему лучшее направление, клапан 3 снабжен направляющими ребрами. Шпиндель также имеет луч-

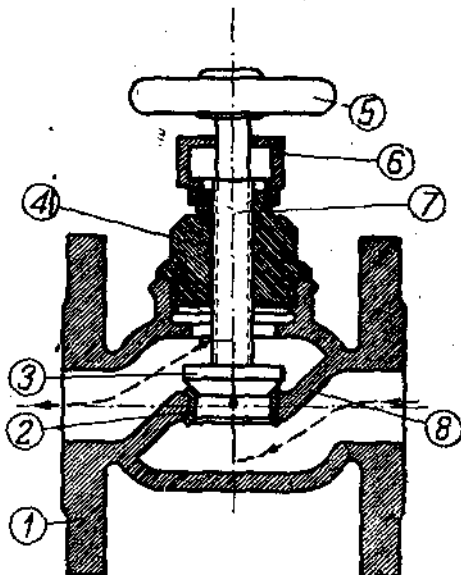


Рис. 265. Вентиль запорный фланцевый чугунный.

нее направление, так как он охватывается грунд-буксой 17, крышкой сальника 14 и втулкой 13 мостика 12. Сальник отличается вполне надежным устройством. Между телом вентиля 1 и крышкой вентиля 16 помещаются для уплотнения картонные или клингеритовые прокладки 6. Крышка привинчивается к корпусу 6 болтами. Головка шпинделя 4 входит в выем клапана, где удерживается штифтом 5. При вращении маховичка 9 шпиндель вывинчивается или завинчивается, в связи с чем клапан поднимается или опускается.

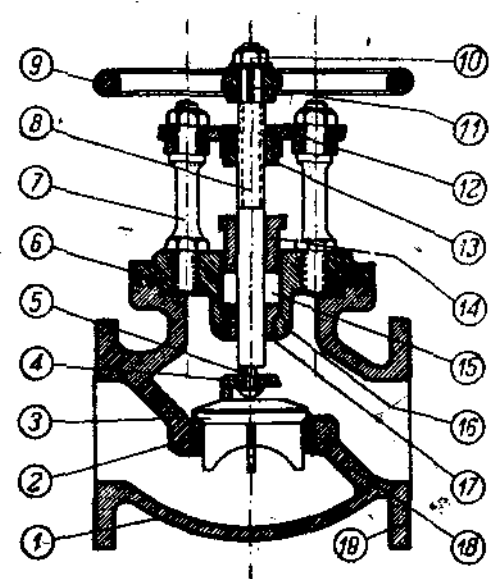


Рис. 266. Запорный вентиль.

1—тело; 2—седло; 3—клапан; 4—головка шпинделя; 5—штифт для удерживания; 6—прокладка; 7—колонка; 8—шпиндель; 9—маховичок; 10—гайка для заперения маховичка; 11—шпонка; 12—мостик; 13—втулка мостика; 14—крышка сальника; 15—набивка; 16—крышка вентиля; 17—грунд-букса; 18—поперечная стойка; 19—фланец.

На шпиндель 8 надевают крышку сальника 14; навинчивают на него мостик 12 со втулкой 13; завинчивают колонки 7 в крышку 16. Вставляют в крышку вентиля 17 грунд-буксу 17 и пропускают через отверстие в грунд-буксе шпиндель 8 с навинченным на него мостиком. Укрепляют на нижнем конце шпинделя клапан 3, для чего сажают клапан на головку шпинделя 4 и закрепляют ее штифтом 5. На верхний фланец корпуса шпинделя кладут прокладки 6. Крышку вентиля вместе со вставленным в нее шпинделем падают на корпус и притягивают болтами, проходящими через верхний фланец и крышку корпуса. На верхний конец шпинделя 8 надевают маховичок 9 и завинчивают гайкой 10. Вращая шпиндель и удерживая мостик 12 от вращения, ставят мостик на колонки 7, после чего завинчивают гайки колонок. В заключение производят набивку сальника и затягивание его крышки с помощью двух болтов.

При установке вентиля и клапанов требуется следить за тем, чтобы жидкость или пар давили на клапан снизу, а не сверху. В противном случае клапан иногда прикипает к седлу, и его бывает трудно сдвинуть с места. Кроме того оказывается невозможным регулировать количество пропускаемого газа или жидкости, так как клапан, имея некоторую свободу на шпинделе, будет сразу подниматься на значительную высоту. В этом случае давление жидкости или пара снизу облегчает открывание клапана, а шпинделем оно регулируется. Кроме того при условии давле-

Корпус вентиля, крышка его и мостик изготовляются путем отливки из чугуна или стали. Клапан, седло его, грунд-букса, крышка сальника и втулка мостика — из бронзы. Остальные детали — стальные. Шпиндель иногда изготавливается также из бронзы, что предохраняет его от окисления. Тот же результат получается при изготовлении шпинделя из нержавеющей стали.

§ 113. Сборка запорных вентилях

Рассмотрим для примера сборку вентиля, изображенного на рис. 266. На шпиндель 8 надевают крышку сальника 14; навинчивают на него мостик 12 со втулкой 13; завинчивают колонки 7 в крышку 16. Вставляют в крышку вентиля 17 грунд-буксу 17 и пропускают через отверстие

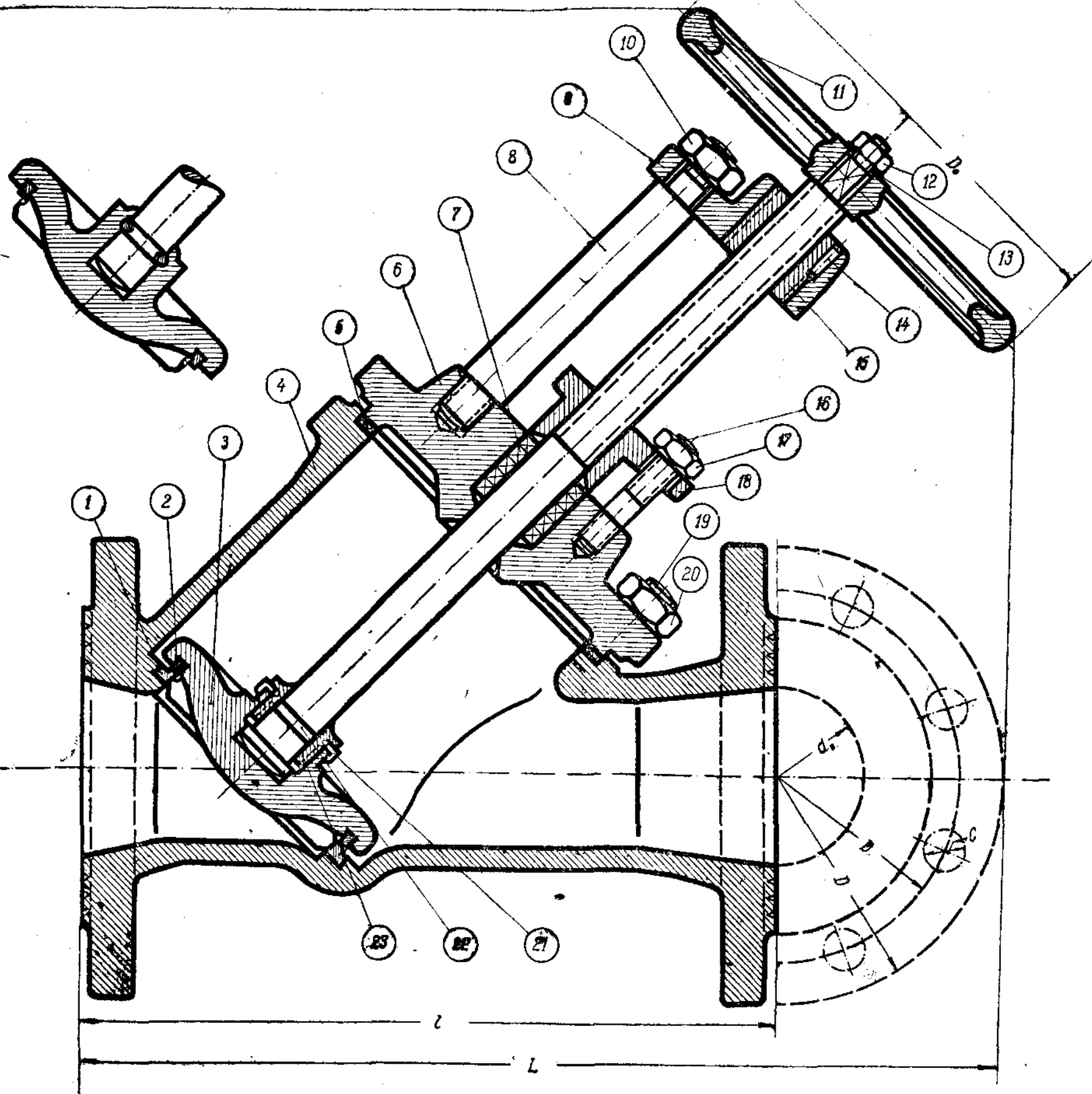


Рис. 267. Вентиль Косы.

1—корпус и корпус 4; 2—кольцо в золотник 3; 3—золотник; 4—корпус; 5—прокладка из картона; 6—крышка; 7—асбестовая набивка; 8—колонка; 9—мостик; 10—гайка на колонку 8; 11—шарик; 12—гайка на шарик; 13—шарик; 14—шарик; 15—штулка; 16—штулка и шарик; 17—штулка и шарик; 18—штулка; 19—штулка; 20—штулка; 21—штулка; 22—штулка; 23—штулка.

15—штулка; 16—штулка и шарик; 17—штулка и шарик; 18—штулка; 19—штулка; 20—штулка; 21—штулка; 22—штулка; 23—штулка.

ния сверху жидкость или пар, все время действуя на резьбу шпинделя, разведдали бы его и просачивались бы через сальник.

Плотное прилегание клапанов к седлам достигается притиркой.

§ 114. Притирка клапанов

Притирка заключается в обработке поверхности изделия шлифующими порошками. Для притирки клапанов применяются *мелкий наждак* и *толченное стекло*.

Клапаны и седло притираются непосредственно друг к другу. Клапан смазывается маслом и посыпается *наждаком* или *толченым стеклом*, причем наблюдают, чтобы порошок лег равномерным слоем. Затем вставляют клапан в седло и начинают вращать его в разные стороны. При этом необходимо стремиться к тому, чтобы клапан и седло терлись *не одной какой-либо стороной*, а по всей своей поверхности, т. е. чтобы не было перекоса клапана относительно седла. Для притирки берутся только корпус с впрессованным в него седлом и клапаном. Чтобы облегчить работу, прикрепляют клапан к коловороту или к специальному приспособлению, напоминающему по своему устройству дрель с конической передачей. Дрель устроена таким образом, что при вращении рукоятки в одну сторону шпиндель вращается попеременно в разные стороны.

Работа ускоряется, если сначала притирка ведется с наждаком, а потом с толченым стеклом. Для приготовления толченого стекла пользуются конвертом из листового (кровельного) железа, в который закладывают куски оконного стекла, после чего закрывают конверт, загнывая его края. Положив конверт на наковальню, наносят по нему удары ручником, затем вскрывают конверт и просеивают стекло через мелкое сито.

Клапан вентиля для холодной воды, вместо притирки его к седлу, снабжается иногда кожаной прокладкой.

§ 115. Вентиль Косва

Существенным недостатком вентиля и клапанов является торможение прохождения жидкости или пара, получающееся вследствие *разных изменений направления движения* их внутри вентиля или клапана. Вентиль Косва (рис. 267) почти свободен от этого недостатка. Достигается это тем, что шпиндель его расположен к оси трубопровода под углом в 45° ; поэтому, поднимаясь, золотник 3 уходит за пределы трубы. Таким образом жидкость или пар проходят по прямому направлению.

Для достижения герметичности в корпус вентиля впрессовывается кольцо 1, а в золотник — кольцо 2, причем кольца тщательно пришлифовываются.

§ 116. Клапан без сальника для кислотных жидкостей

Запирание клапана (рис. 268) производится посредством резиновой мембраны, которая имеет полушаровую форму, направленную выпуклостью вверх. При нажатии полушарового конца шпинделя

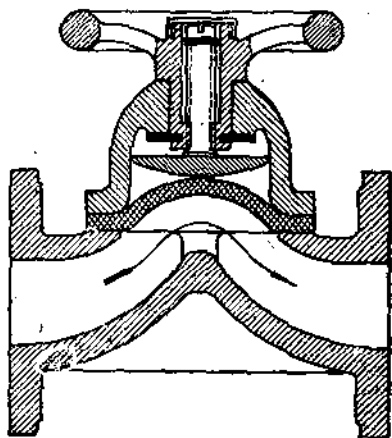


Рис. 268. Клапан без сальника для кислотных жидкостей.

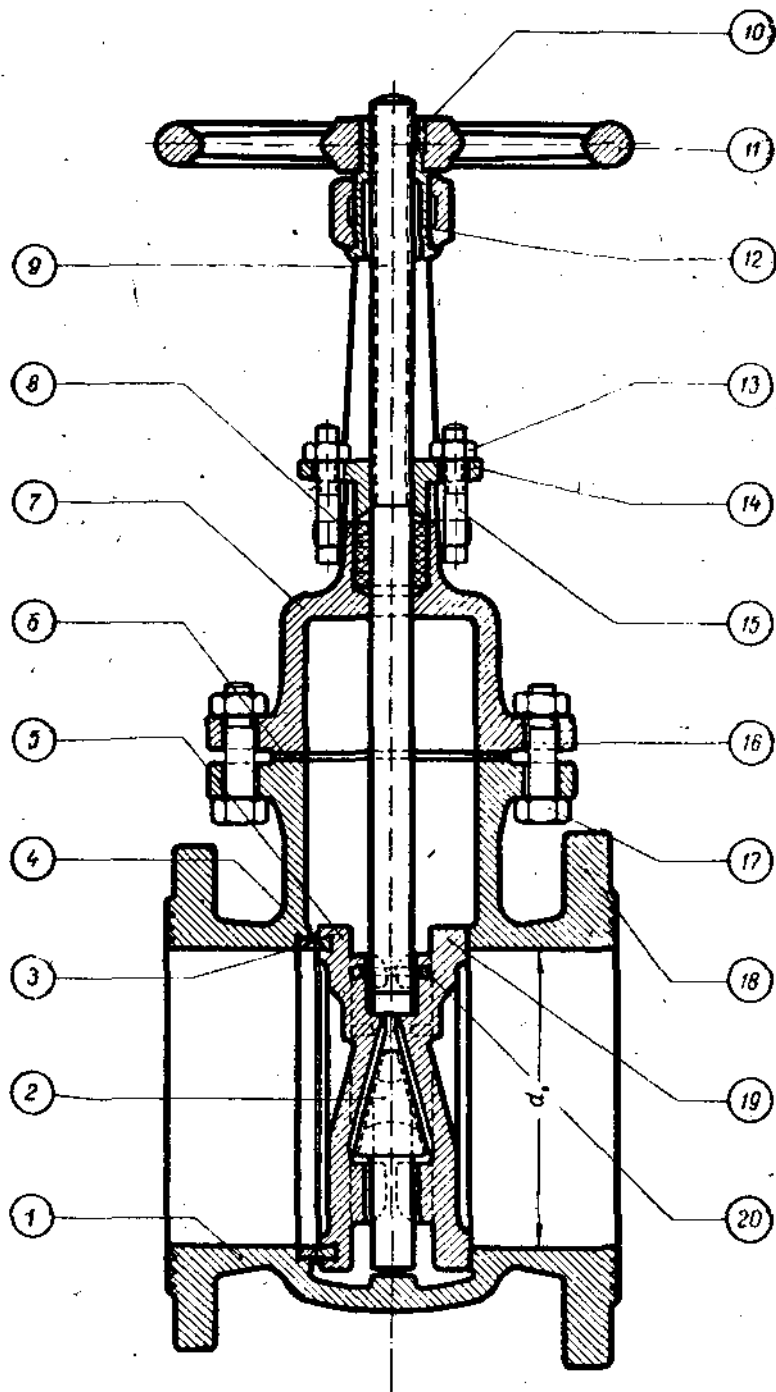


Рис. 269. Задвижка Лудло.

1—корпус для воды (чугун); 2—клин (чугун); 3—кольцо в корпус для воды (чугун); 4—кольцо в штифт для воды (чугун); 5—диск штифта для воды (чугун); 6—прокладка (нартон); 7—крышка (чугун); 8—сальниковая набивка (асбестовый шнур); 9—шпиль (сталь); 10—винт стопорный (железо); 11—маховичок (чугун); 12—штука (бронза); 13—гайка и болт 15 (железо); 14—сальник (чугун); 15—болт анкерный (железо); 16—болт (железо); 17—гайка (железо); 18—корпус для масляных жидкостей (чугун); 19—диск штифта для масляных жидкостей (чугун); 20—хомут (оцинкованная проволока).

на мембрану она опускается, и клапан закрывается. Когда же шпindel поднимается, мембрана вследствие своей упругости принимает прежнее положение, как это указано на рисунке. Благодаря этому клапан открывается.

Удобство этого клапана заключается в том, что он не требует сальника. Изменение направления движения жидкости хотя и происходит, но плавно и сравнительно в небольшой степени. Резина является достаточно стойкой при работе с кислотными жидкостями, а замена мембраны производится легко и быстро.

§ 117. Задвижки

Особенность задвижек заключается в том, что они не меняют направления жидкости. Такого типа арматура называется *проходной*. Сюда относятся главным образом *проходные краны*.

Рассмотрим *задвижку Лудло* (рис. 269). Открывание и закрывание ее производится подтягиванием и опусканием *шибера*. При поднимании шибера целиком уходит в выемку крышки 7 и не мешает прохождению жидкости.

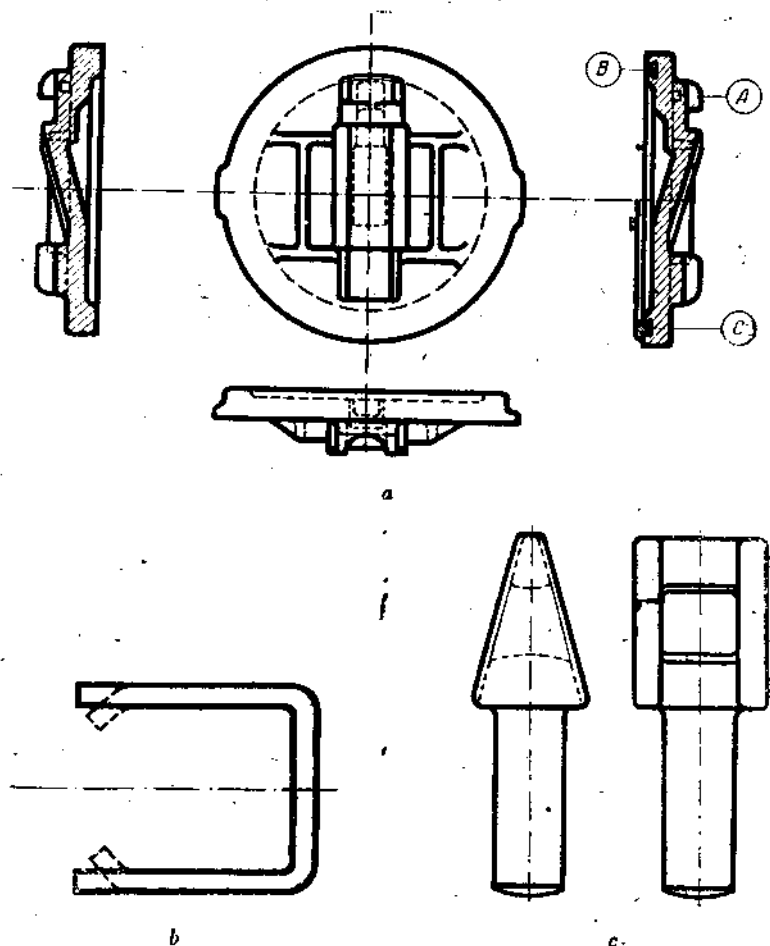


Рис. 270. а — диски шибера к задвижке Лудло; б — хомутин; с — клин.

Шибер состоит из двух чугунных дисков 5 или 19, насаженных на головку шпинделя 9. Диски показаны отдельно на рис. 270а, где В—С—впрессованное кольцо, а А—отверстие для проволоки, которой диски укрепляются на шпинделе (рис. 270б). При опускании диски шибера расширяются клином 2, упирающимся своим хвостом в дно корпуса. Клин показан отдельно на рис. 270с.

Для достижения герметичности в диски шибера и в корпус впрессовываются бронзовые кольца, которые прищавливаются друг к другу. Такое устройство применяется для воды. Если же задвижки предназначаются для маслянистых жидкостей, то шибер прищавливается непосредственно к корпусу. Задвижка Лудло не пригодна для пара, так как вследствие образования накипи на шиберах последние начинают неплотно закрываться.

§ 118. Проходные краны

Проходные краны состоят из корпуса и конической пробки с резьбой. Вращением пробки около ее оси кран можно открывать или закрывать. При этом жидкость протекает свободно без изменения направления и ударов. По способу достижения герметичности краны бывают *натяжные* и *муфтовые*. Корпус и пробка кранов изготавливаются из чугуна или бронзы. Соединение с трубами производится посредством фланцев или муфт.

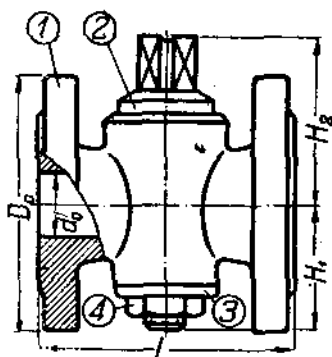


Рис. 271. Кран проходной фланцевый натяжной чугунный.

1—корпус; 2—пробка; 3—шайба; 4—гайка.

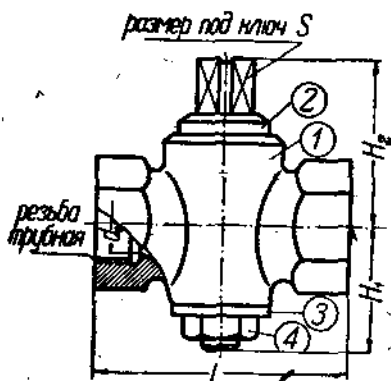


Рис. 272. Кран проходной муфтовый натяжной чугунный.

1—корпус; 2—пробка; 3—шайба; 4—гайка.

Кран проходной фланцевый натяжной чугунный (ОСТ 1766) состоит из корпуса 1, пробки 2, шайбы 3 и гайки на пробку 4 (рис. 271). Пробка натягивается гайкой. Нажим на конце производится непрерывно независимо от того, открыт кран или закрыт. Поэтому плотность соединения ненадежна.

Между фл. нцами крана и трубы кладутся прокладки, и фл. нцы стягиваются болтами.

Кран проходной муфтовый натяжной чугунный (ОСТ 1764) отличается от предыдущего только тем, что соединение его с трубами производится посредством муфт, имеющих на концах корпуса (рис. 272).

Такие же краны изготавливаются из бронзы и из ковкого чугуна (ОСТ 1757 — приложение 4).

Кран проходной фланцевый сальниковый чугунный (ОСТ 1765) состоит из корпуса 5 (рис. 273), куда вставляется пробка 3, не проходящая сквозь корпус, как у натяжных кранов. Плотность соединения достигается давлением сальника 4 через посредство набивки на пробку. Сальник удерживается болтами 1 с гайками 2. Соединение с трубами фланцевое, но существует кран и с муфтовым соединением (ОСТ 1763 — приложение 3).

§ 119. Уход за кранами

Чаще всего у кранов прикипают пробки. Причиной этого является нечистая, недостаточно гладкая или сухая поверхность соприкосновения пробки и корпуса и слишком тугое или одностороннее затягивание пробки и сальника. Поэтому пробки перед сборкой надлежит смазывать жиром.

Пробки бронзовых и чугунных кранов должны притираться к корпусу мелким наждаком или толченым стеклом. При этом пробку поворачивают в корпусе на $\frac{1}{3}$ оборота, приподнимают и опять делают часть оборота, все время поворачивая ее по окружности. Повертывание пробки в корпусе во время притирки на несколько оборотов ведет к круговым рискам и к браку. Чтобы получить гладкие матовые поверхности после притирки стеклом, надо протереть пробку мазью для чистки бронзовой арматуры. Признаком хорошей притирки служат ровные, без царапин, матовые поверхности соприкосновения пробки и корпуса.

У кранов с проходом более 38 мм для предупреждения застревания пробки иногда в дне корпуса под пробкой ставятся установочные винты, с помощью которых можно сдвинуть пробку с места в вертикальном направлении, после чего она будет легко поворачиваться. Опасность застревания пробки уменьшается, если подложить на дно корпуса под пробку асбестовые или кожаные прокладки.

Если кран начинает пропускать вследствие износа пробки, ее следует проточить и затем притереть к корпусу.

Во избежание образования буртиков на пробке, верхней части пробки и нижней части корпуса придается цилиндрическая форма.

§ 120. Разновидности клапанов

Створчатый клапан (рис. 274) применяется для холодных жидкостей. Клапан 4 изготавливается из кожи. Подъем клапана производится давлением жидкости, а опускание происходит под действием противовеса 3. Доступ к клапану очень удобен через снимающуюся крышку 5.

Шаровой клапан (рис. 275) пригоден для густых жидкостей. Клапан 2 имеет форму шара, движение которого ограничивается направляющими 1 в виде дуг. Седло 3 отточено по шаровой поверхности. Во избежание заедания клапана в седле угол θ не должен превышать 90° . С течением времени такие клапаны перестают давать вполне плотное закрытие клапан-

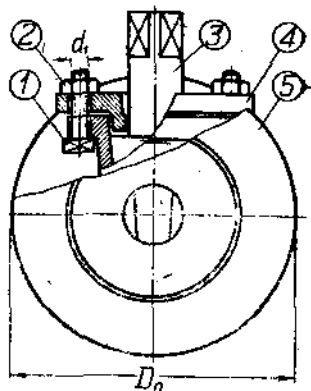


Рис. 273. Кран проходной фланцевый сальниковый чугунный.

1—болты; 2—гайки; 3—пробка; 4—сальник; 5—корпус.

ного седла, вследствие того что форма опорной поверхности шаров меняется.

Шаровые клапаны изготавливаются из бронзы. Кроме того находят применение полые резиновые шары со свинцовым сердечником. Бронзовые пары большой величины делаются пустотелыми. Изготовление их пред-

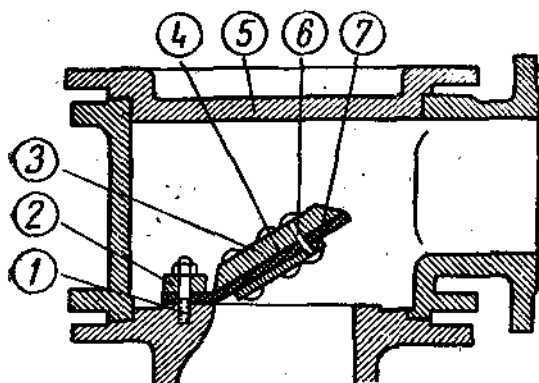


Рис. 274. Створчатый клапан.

1—шпилька к клапану; 2—планка; 3—противовес; 4—командный клапан; 5—крышка; 6—защелка; 7—планка клапана.

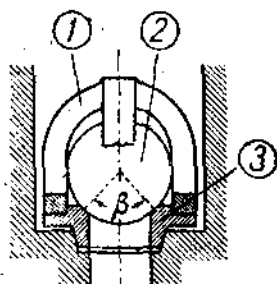


Рис. 275. Шаровой клапан.

1—направляющие; 2—шаровой клапан; 3—седло клапана.

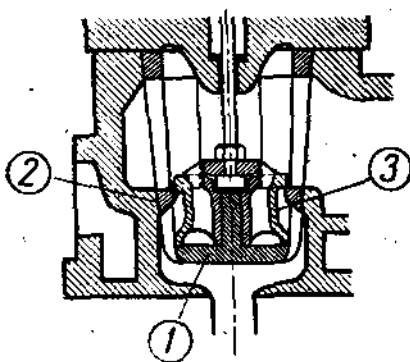


Рис. 276. Паровой двухседельный клапан.

1—нижнее седло; 2—верхнее седло; 3—клапан.

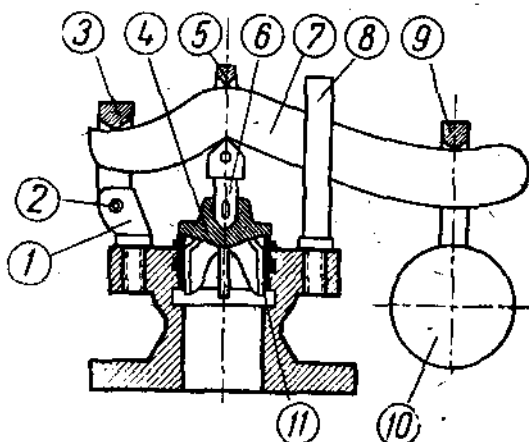


Рис. 277. Предохранительный клапан.

1—пружина к штобу; 2—шарнир; 3—упорная шпилька; 4—клапан; 5—шпилька и прижим; 6—призма для подъема рычага; 7—рычаг; 8—предохранительная шпилька; 9—шпилька противовеса; 10—противовес; 11—седло клапана.

ставляет большие затруднения, так как необходимо следить за тем, чтобы центр тяжести клапана совпадал с центром наружной шаровой поверхности.

Паровой двухседельный клапан (рис. 276) принадлежит к группе автоматически закрывающихся клапанов от распределительного механизма в той форме, в какой он применяется в паровой машине. Устройство двух

седла 1 и 2 служит для разгрузки клапана от давления пара при его подъеме. Высота подъема двухседельного клапана почти в 2 раза меньше, чем у односедельного клапана с одинаковой пропускной способностью.

Для уменьшения подъема клапана последний иногда делается четырехседельным. При многоседельных клапанах плотность зависит от теплового расширения металла. Поэтому седла должны составлять одно целое, и не только клапан следует отливать из металла того же химического состава, что и седла, но и отливку необходимо производить из одного ковша.

После предварительной обточки седло и клапан необходимо отжечь, чтобы уничтожить внутренние напряжения, а затем уже приточить окончательно и в заключение произвести притирку клапана к седлам.

В предохранительных клапанах прижимание клапана к седлу производится давлением груза или пружины. На рис. 277 показан предохранительный клапан стационарного парового котла. Клапан 4 прижимается противовесом 10 через посредство рычага 7. Предохранительная скоба 8 ограничивает высоту подъема рычага, а следовательно и клапана.

ГЛАВА ДЕВЯТАЯ

ПРОВЕРКА СТАНКОВ НА ТОЧНОСТЬ РАБОТЫ

§ 121. Практическое значение испытания станков на точность работы

В каждом обрабатываемом предмете различают *точность формы* и *точность размеров*. В первом случае внимание обращается только на форму, а во втором — и на форму и на размер. В этом же направлении ведется проверка обработанных деталей.

Точность размера зависит от многих условий, как например от качества станка, степени квалификации рабочего, качества обрабатываемого и измерительного инструмента, свойств материала, конструктивной формы изделия и т. д.

Что же касается *точности формы* изделий, то она почти исключительно обуславливается точностью работы станка. *Точностью работы станка* называется та точность, с которой можно получить те геометрические формы, для воспроизведения которых станок предназначен.

Стоимость изготовления изделий складывается из *стоимости предварительной обработки деталей* и *стоимости обработки*. Чем точнее выполнена предварительная обработка, тем ниже будут расходы на сборку, так как сокращаются работы по окончательной пригонке деталей. Однако такая зависимость продолжается до известного предела, после которого повышение точности предварительной обработки является экономически невыгодным.

Следовательно детали изготавливаются с большей или меньшей точностью соблюдения форм и размеров в зависимости от требований, предъявляемых к изделию. Соответственно этому выбираются и станки для обработки изделий, которые обладают различной степенью точности, устанавливаемой при их изготовлении. Чтобы получить изделие заданной точности, надо правильно выбрать станок не только в отношении мощности, но и в отношении его точности, а также знать, на какие части станка и в какой мере должна распространяться точность.

Станкостроительные заводы подвергают проверке изготавливаемые ими станки как в процессе их изготовления, так и в готовом виде перед выпуском с завода. Тем не менее каждый новый станок, после установки его на место, необходимо подвергнуть проверке, так как часто он не дает проектируемой точности вследствие неправильной сборки или установки.

Во время службы станка его точность уменьшается в худшую сторону, почему следует проверять и старые станки. После произведенного ремонта также необходимо проверить станок на точность работы.

Все это подчеркивает важность проверки станков, и отсюда понятна необходимость твердо знать, какие приспособления и инструменты применяются при проверке и как производится сама проверка.

Здесь мы отметим лишь типичные приборы, которые находят постоянное применение при проверке станков. Что же касается разных специальных приспособлений, то с ними мы будем знакомиться при рассмотрении отдельных примеров проверки.

§ 122. Ватерпасы

Монтажные работы не мыслимы без *ватерпаса*. Опыт показывает, что очень часто станки, собранные вполне правильно, отказываются работать или работают неудовлетворительно только вследствие того, что они установлены негоризонтально.

Ватерпас представляет собой стеклянную запаянную с обоих концов трубку, наполненную водой или спиртом с таким расчетом, чтобы внутри нее оставался небольшой пузырек воздуха (рис. 278). Трубка согнута в

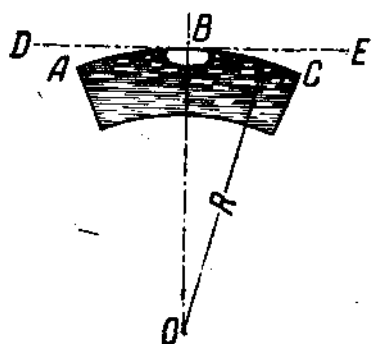


Рис. 278. Схема ватерпаса.

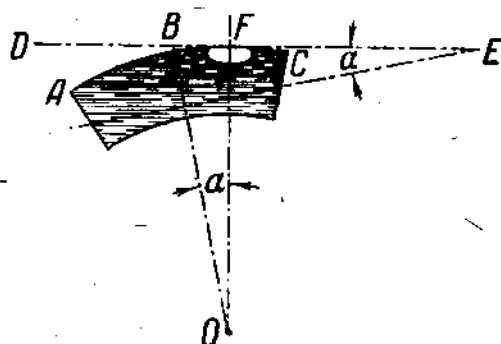


Рис. 279. Соотношения углов наклона ватерпаса и центрального.

дугу и обращена выпуклостью вверх. Длина радиуса R дуги ABC колеблется и доходит до 250 мм. Чем больше радиус, тем чувствительнее ватерпас, т. е. при небольшом уклоне пузырек отклоняется на значительную величину. Воздушный пузырек постоянно занимает в жидкости высшее положение, причем середина его совпадает с точкой касания горизонтальной прямой DE , касательной к дуге ABC .

При наклоне ватерпаса на некоторый угол (рис. 279) пузырек переместится в сторону высшего положения трубки (в данном случае вправо), причем середина его совпадет с точкой дуги F , являющейся точкой касания дуги ABC с горизонтальной прямой DE . Угол между радиусами AB и OF будет равен углу α , т. е. углу наклона ватерпаса.

Следовательно угол наклона ватерпаса равен центральному углу между радиусами дуги профиля трубки, проведенными в середину пузырька в двух его положениях. Это обстоятельство дает возможность посредством ватерпаса не только устанавливать наличие отклонения от горизонтального направления, но и определять величину этого отклонения, т. е. величину угла α .

Стеклянная трубка заключается в деревянную или металлическую обойму с вырезом наверху и плоским основанием. На трубке, поперек ее, вытравливается черта. Если основание расположено горизонтально, то середина воздушного пузырька должна совпадать с чертой на стеклянной трубке.

Для проверки горизонтальности ватерпас укладывается непосредственно на проверяемую плоскость или на линейку. Линейка применяется в том случае, если приходится проверять горизонтальность расположения двух точек, находящихся друг от друга на расстоянии большем длины ватерпаса. В этом случае можно также воспользоваться, как указывалось выше, линейкой с ватерпасом. Полезно также при проверке больших плоскостей сначала класть на плоскость линейку на узкое ребро, а поверх ее ватерпас. В этом случае необходимо, чтобы линейка не прогиблась, а противоположные ребра ее были параллельны. При проверке плоскости ватерпас надо прикладывать не менее, чем в двух разных направлениях, и лучше в разных местах плоскости.

Ватерпас необходимо периодически проверять. Неверность ватерпаса проявляется в том, что при наложении его на горизонтальную плоскость середина пузырька не совпадает со средней чертой трубки. Для проверки ватерпас кладут на какую-нибудь плоскость и посредством подкладки приводят ее в такое положение, чтобы середина пузырька совпадала со средним делением трубки. После этого поворачивают ватерпас вокруг вертикальной оси на 180° и кладут на то же самое место плоскости. Если на этот раз указанные линии не совпадут, то ватерпас не верен.

Допустим, что мы имеем неверный ватерпас, у которого середина пузырька при наложении ватерпаса на горизонтальную плоскость отклоняется от среднего деления трубки OB на a делений влево, причем пузырек будет занимать положение 1 — 1 (рис. 280). Если ватерпас положить на плоскость, у которой имеется наклон вправо (см. на рисунок), то пузырек переместится еще несколько влево, например на b делений, заняв положение 2 — 2. Вследствие этого общее отклонение L_1 середины пузырька от средней линии OB трубки будет равно $a + b$. Повернем ватерпас около вертикальной оси на 180° . Тогда из-за неверности ватерпаса пузырек будет стремиться переместиться на a делений вправо от OB , а под влиянием наклона плоскости — на b делений влево от OB (рис. 281).

Таким образом перемещение L_2 будет равно $b - a$. Возьмем среднее из полученных двух показаний:

$$L = \frac{L_1 + L_2}{2} = \frac{a + b + b - a}{2} = b.$$

т. е. получим такой же результат, как если бы мы работали с верным ватерпасом. Следовательно можно получить правильный результат и с помощью неверного ватерпаса.

Отсюда сделаем практический вывод для всех случаев работы с ватерпасом. Во избежание ошибок от случайной порчи ватерпаса следует не ограничиваться получением результата от одного наложения ватер-

паса, а накладывать его вторично в том же направлении, с поворотом вокруг вертикальной оси на 180° , и за окончательный результат брать среднее из двух полученных показаний.

До сих пор мы говорили о совпадении или расхождении середины пузырька и средней линии трубки. Не будет также ошибкой вести наблюдение за отклонением пузырька по отношению к обоим краям трубки и брать среднее из двух показаний. Для этого на трубке должны иметься две черты, соответствующие краям пузырька.

Посредством ватерпаса можно также определить толщину подкладки для приведения плоскости в горизонтальное положение. Для этой цели надо знать чувствительность ватерпаса, которая выражается в миллимет-

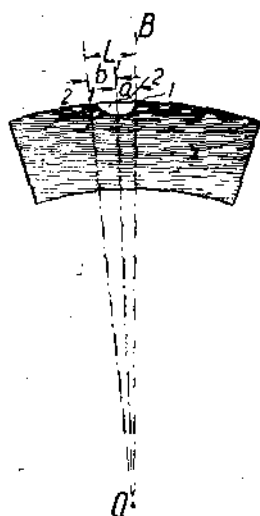


Рис. 280. Первое положение пузырька воздуха неверного ватерпаса.

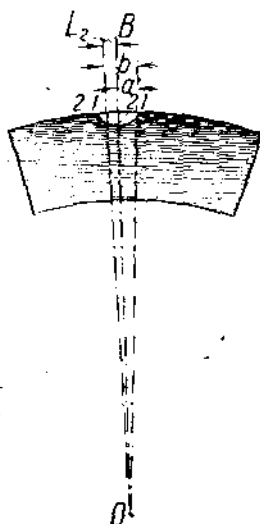


Рис. 281. Второе положение пузырька воздуха неверного ватерпаса (после поворота его на 180°).

рах и показывает, насколько надо поднять один конец ватерпаса определенной длины, чтобы пузырек переместился на 1 деление. Разумеется ватерпас может быть и меньше расчетной длины, но данные относятся к определенной длине. Например чувствительность ватерпаса равна 0,25 м на 300 мм. Это значит, что если бы ватерпас был длиной 300 мм, то при поднятии его конца на 0,25 м пузырек переместился бы на 1 деление. Нам требуется установить плиту длиной в 1500 мм в горизонтальное положение. После установки плиты начерно ватерпас показал отклонение на 4 деления в какую-либо сторону. Тогда под противоположный конец плиты надо положить подкладку, равную толщиной: $\frac{1500}{300} \cdot 0,25 \cdot 4 = 5$ мм.

Простейший ватерпас представляет собой деревянную колодку АВ (рис. 282), в которую вделаны две стеклянные трубки С и D с воздушными пузырьками. Трубка С служит для проверки горизонтальности в направлении колодки АВ, а трубка D — для предварительного определения наклона, являясь по существу круглым ватерпасом. Деревянный ватер-

пасы могут портиться от высыхания или стирания дерева, почему для точных работ они не пригодны.

Ватерпас-нивеллир (рис. 283) служит для производства нивелировки, т. е. горизонтальной наметки. Он представляет собой ватерпас, подобный описанному выше, к которому могут прикрепляться две визирки *A* и *B*. Визирка *A* имеет коническое углубление, оканчивающееся маленьким круглым отверстием, а визирка *B* — круглое же отверстие, значительно большего диаметра, с горизонтальной натянутой нитью, проходящей через центр отверстия. Центры отверстий обеих визирок расположены на одной высоте над нижней плоскостью ватерпаса.

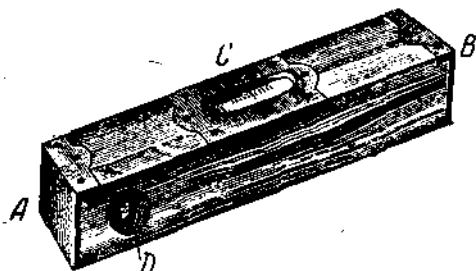


Рис. 282. Ватерпас с деревянной колодкой.



Рис. 283. Ватерпас-нивеллир.

Для визирования ватерпас устанавливается горизонтально на требуемой высоте, после чего смотрят через отверстие визирки *A* на волосок визирки *B*. Тогда луч зрения пойдет по горизонтальному направлению. Поставив на его пути вехи, следует сделать на них отметки и соединить их шнуром, который и дает требуемое направление. Этот способ целесообразно применять при длине визируемой линии не короче 5 м.



Рис. 284. Ватерпас в металлической оправе.

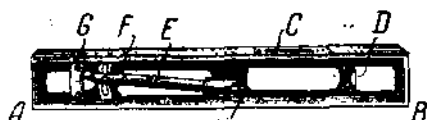


Рис. 285. Тройной ватерпас для измерения углов.

Ватерпас в металлической оправе (рис. 284) отличается от предыдущего только тем, что у него стеклянная трубка заключена в металлическую оправу с таким же основанием. Благодаря этому ватерпас претерпевает меньше изменений и не так скоро портится, как деревянный. Иногда в основании делается продольный вырез в виде тупого двугранного угла, что даст преимущество при проверке круглых предметов, например трансмиссионных валов.

Тройной ватерпас (рис. 285) дает возможность проверять не только горизонтальное направление, но и вертикальное, а кроме того — наклон по отношению к горизонтальному направлению. Последнее конечно осуществимо в ограниченных пределах. В чугунную раму вставлены три трубки *C*, *D* и *E*. Трубка *C* служит для проверки горизонтальности, для чего ватерпас прикладывают к проверяемому предмету стороной *AB*. Трубкой *D* пользуются для проверки вертикального направления, прикладывая ватерпас к предмету той же стороной *AB*.

Трубка *E* сделана подвижной. Она может вращаться на шарнире *H*, причем указатель *F* на другом конце трубки движется по шкале *G* и отмечает угол, образовавшийся между трубкой и плоскостью *AB*. Чтобы определить угол наклона по отношению к горизонту, прикладывают ватерпас к предмету стороной *AB*, после чего перемещают трубку *E* до тех пор, пока она не примет горизонтального положения, что будет видно по положению пузырька. Тогда указатель *F* покажет по шкале угол наклона в градусах.

Необходимо помнить, что при проверке вертикальных валов надо прикладывать ватерпас несколько раз, перемещая его вокруг вала.

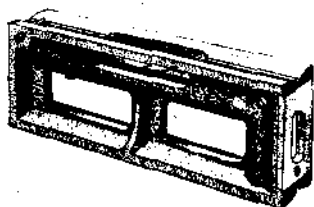


Рис. 286. Рамочный приводной ватерпас.

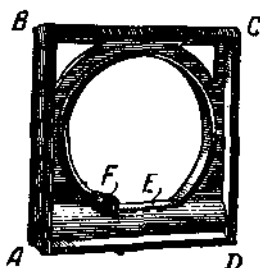


Рис. 287. Ватерпас с квадратной рамкой.

Рамочный приводной ватерпас (рис. 286) обладает тем преимуществом, что его можно прикладывать как сверху, так и снизу, причем и в том и в другом случае пузырек доступен для наблюдения.

Ватерпас с квадратной рамкой (рис. 287) дает возможность проверять как горизонтальное направление, причем его можно прикладывать сверху и снизу, так и вертикальное направление. В первом случае его прикладывают сторонами *BC* или *AD*, а во втором — стороной *AB*. Все эти стороны имеют выемки для удобства прикладывания к цилиндрическим поверхностям. Ватерпас снабжен двумя трубками *E* и *F*. Первая служит для проверки вертикального и горизонтального направлений, а вторая, расположенная перпендикулярно к первой, служит для установки рамки ватерпаса в вертикальной плоскости.

§ 123. Индикатор

При проверке станков иногда нужно знать не самый размер, а отклонение от размера или формы. Это достигается посредством *индикатора* (фьюльгелея), причем результат получается сразу, без всяких вычислений. Всякий индикатор только тогда даст правильные показания, если будет работать без мертвого хода и будет прочно закреплен; подвижность прибора скажется на результате показания. Индикатор необходимо периодически проверять, для чего его закрепляют неподвижно, а к упору подводят правильный микрометрический винт или микрометр.

На практике чаще всего встречаются два типа индикаторов: рычажные и действующие на принципе часового механизма, т. е. с помощью зубчатых колес.

Обыкновенный *рычажный индикатор* (рис. 288) представляет собой двуплечий рычаг *ABC*, вращающийся около оси *B*. Соотношение плеч *AB* и *BC* делается как 1 : 10 или 1 : 20. Конец *A*, имеющий вид луговки,

называется *упором* и служит для соприкосновения с проверяемым предметом. Другой конец *C* называется *указателем*. Благодаря соотношению плеч рычага *ABC* конец указателя перемещается на расстояние в 10 или 20 раз большее сравнительно с упором. В этом и заключается сущность устройства прибора. Указатель двигается по шкале *DE*, где нанесены деления, соответствующие 0,2 мм или 0,05 мм перемещения упора.

Остальные части прибора служат для закрепления его при работе и придания ему удобного положения. Сюда относятся: основание *KL*, ввинчивающаяся в него стойка *MN* и состоящий из двух дисков зажим *F*, укрепляющий индикатор на стойке, около которой он может вращаться на 360° .

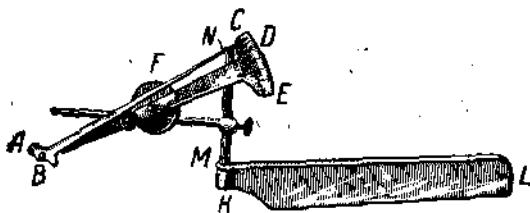


Рис. 288. Рычажный индикатор.

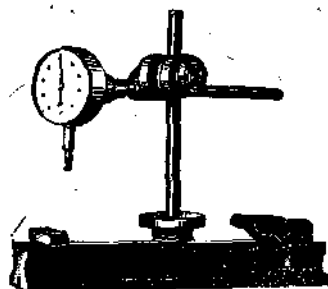


Рис. 289. Индикатор с циферблатом.

Длинное плечо рычага *BC* прижимается пружиной вниз, благодаря чему упор *A* все время прижимается к изделию и воспроизводит его очертания.

Индикатор с циферблатом по своему внешнему виду напоминает карманные часы (рис. 289). Из него выступает наружу упор. Показание прибора отмечается стрелкой, движущейся по циферблату. Одно деление циферблата обычно соответствует перемещению кнопки упора в 0,01 мм, а в более точных приборах — 0,005 мм. Это и есть точность индикатора.

Кроме того при проверке станков находят применение *поперечные плиты, линейки, угольники и щупы*.

§ 124. Проверка плоскостей

Обработка плоскостей может производиться посредством строгания, фрезерования, шлифования и шабровки. Взаимно трущиеся плоскости обычно подвергаются прицабриванию. Заграничная практика показывает, что в этих случаях можно обойтись строжкой с последующим удалением стружек и заусенцев легкой шабровкой. Кроме того иногда направляющие станин делаются вставными, причем они изготовляются из стали и обрабатываются шлифованием.

Плоскости, не подвергшиеся шабровке, проверяются линейками, на просвет или лучше с помощью тонких листочков папиросной бумаги толщиной около 0,05 мм и шириной около 5 мм, которые подкладываются под линейку в разных ее местах. По величине усилия, требуемого для выдерживания листа бумаги из-под линейки, можно сделать заключение о правильности плоскости. Необходимо отметить, что этот прием не указывает величины отклонения. Если требуется знать эту величину, то применяют щуп, которым можно определить зазор не менее 0,02 мм.

Проверка плоскостей на просвет при достаточном опыте дает хорошие результаты, но и этот способ также не указывает величины отклонения.

Проверка шаброванных плоскостей производится с помощью поверочной плиты. При этом сравнительно мелкие предметы двигаются по поверочной плите, в случае крупных предметов, например станин, плита двигается по проверяемой плоскости.

Степень пришабривания характеризуется числом цветных пятен на единицу площади и равномерностью их распределения. Желательно, чтобы размеры пятен были меньше, но число их на единицу площади больше. За единицу площади при проверке шабровки берется 1 кв. дм. Нормальным числом пятен на 1 кв. дм. считается для токарных станков 16, для фрезерных — 10, для строгальных — 8 и для сверлильных — 8. Для подсчета пятен пользуются шаблоном размером в 1 кв. дм. (рис. 290). Хорошие результаты шабровки не исключают наличия прогибов и выпуклостей на данных плоскостях.

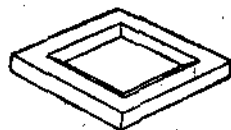


Рис. 290. Шаблон для определения степени пришабривания.

Более надежные результаты получаются с помощью индикатора. Схема проверки показана на рис. 291. На проверяемую плоскость кладется в разных направлениях поверочная линейка, по которой перемещается штатив индикатора, пуговка которого упирается в плоскость. Как указано выше, точность индикатора доходит до 0,005 мм.

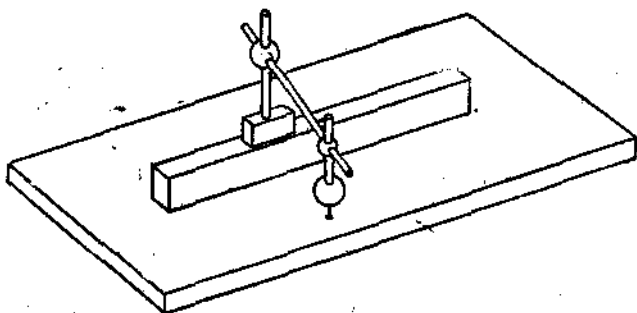


Рис. 291. Проверка плоскости индикатором.

- Нормы точности направляющих станины на длине 1000 мм составляют для токарных, фрезерных и сверлильных станков 0,02 мм, а для строгального — 0,03 мм.

Обычно на практике принято проверять плоскости, служащие для установки на них частей станка, с помощью линейки на просвет и с бумажками, а плоскости, служащие направляющими, — индикатором.

§ 125. Проверка параллельности

Проверка параллельности направляющих токарного станка. Требуется проверить параллельность направляющих токарного станка американского типа. Проверка производится, как указано на рис. 292. Штатив индикатора имеет основание с вырезом по профилю направляющей (призмы). Кроме того требуется вспомогательный брусочек С формы, показанной на рис. 293. Этот брусочек устанавливается на направляющую D, а основание штатива индикатора — на направляющую В. Индикатор и брусочек одновременно передвигаются вдоль направляющих,

при этом кончик индикатора должна все время упираться в брус. Стороны брусочка имеют форму очень пологой пирамиды, причём вершина ее срезана правильной плоскостью небольшого размера. В эту плоскость должна упираться пуговка индикатора. Отклонение стрелки индикатора указывает на степень параллельности направляющих.

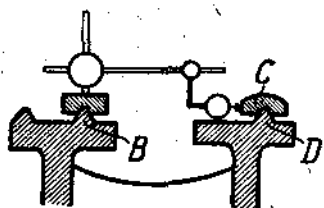


Рис. 292. Проверка параллельности направляющих индикатором.

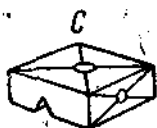


Рис. 293. Брусочек для проверки направляющих станины.



Рис. 294. Брусочки для проверки направляющих супорта.

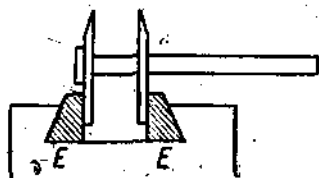


Рис. 295. Проверка параллельности наружных направляющих.

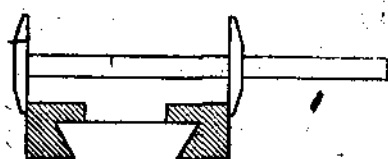


Рис. 296. Проверка параллельности внутренних направляющих.

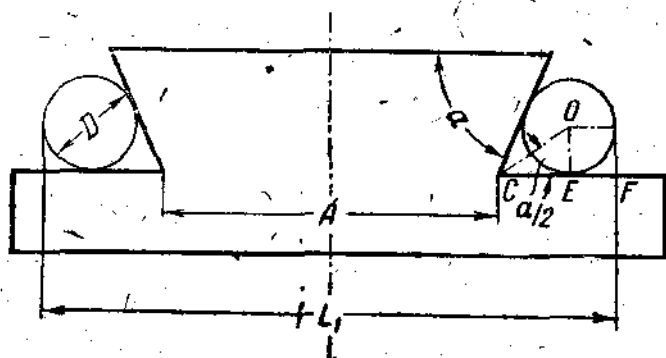


Рис. 297. Проверка параллельности внутренних направляющих в форме ласточкина хвоста с помощью калиброванных стержней.

Проверка параллельности направляющих в форме ласточкина хвоста. Строго говоря здесь проверяется одинаковость профиля внутренней и наружной направляющих по всей их длине. Для примера рассмотрим направляющие супорта токарного станка. Проверка ведется с помощью брусочков E и F (рис. 294) и штангенциркуля. Брусочки устанавливаются, как указано на рис. 295 (для наружной направляющей) и рис. 296 (для внутренней направляющей). Установив штангенциркуль, перемещают брусочки вдоль направляющих и наблюдают за изменением расстояния

между плоскостями, к которым примыкают ножки штангенциркуля. Эти расстояния по всей длине направляющих должны быть одинаковыми.

Проверка направляющих в форме ласточкина хвоста с помощью круглых стержней и штангенциркуля. Для проверки цилиндрические калиброванные стальные стержни закладываются, как указано на рис. 297

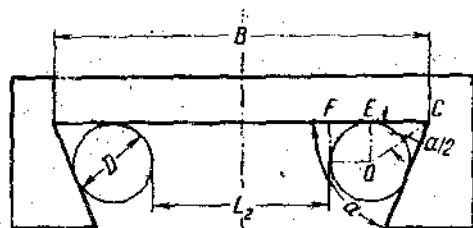


Рис. 298. Проверка параллельности наружных направляющих в форме ласточкина хвоста с помощью калиброванных стержней.

роче направляющих, то они также перемещаются вдоль последних. Величины L_1 и L_2 получаются вычислением. Отправные данные для вычисления получаются с чертежа или с натуры.

Для внутренних направляющих требуется знать величину A , угол α и диаметр калиброванного стержня D (рис. 297).

Из рисунка видно, что:

$$L_1^2 = A + 2CF = A + 2(CE + EF). \quad (1)$$

Из прямоугольного треугольника видно, что:

$$CE = OE \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} = \frac{D}{2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}.$$

Отрезок $EF = D/2$.

Подставив значения CE и EF в формулу (1), получим:

$$L_1 = A + 2 \left(\frac{D}{2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} + \frac{D}{2} \right).$$

Вынесем $D/2$ за скобки:

$$L_1 = A + D \left(\operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} + 1 \right). \quad (2)$$

Пример 1. При измерении оказалось, что $A = 70$ мм; $\angle \alpha = 60^\circ$ и $D = 15$ мм. Чему равняется L_1 ?

$$\operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} = \operatorname{ctg} 30^\circ = 1,73205 \text{ (находим по таблице),}$$

$$L_1 = A + D \left(\operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} + 1 \right) = 70 + 15(1,73205 + 1) = 70 + 40,98 = 110,98 \text{ мм.}$$

Для проверки направляющих раздвигаем штангенциркуль на величину 110,98 мм и производим промеры по всей длине направляющих. Если ножки штангенциркуля будут проходить во всех случаях с одинаковым усилием, то следовательно форма направляющих правильная, и они имеют по всей длине одинаковый профиль.

Для наружных направляющих требуется знать величину B , угол α и диаметр калиброванного стержня D (рис. 298).

Из чертежа видно, что:

$$L_2 = B - 2CF = B - 2(CE + EF). \quad (3)$$

Треугольник OEC прямоугольный, поэтому:

$$CE = OE \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} = \frac{D}{2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}.$$

$$\text{Отрезок } EF = \frac{D}{2}.$$



Рис. 299. Брусочек для проверки индикатором направляющих продольно-строгольного станка.

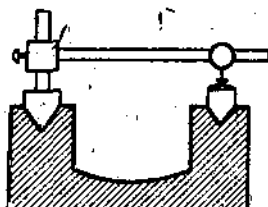


Рис. 300. Проверка индикатором высоты направляющих продольно-строгольного станка.

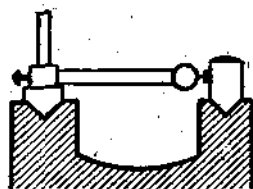


Рис. 301. Проверка индикатором параллельности направляющих продольно-строгольного станка.

Подставив значения CE и EF в формулу (3), получим:

$$L_2 = B - 2 \left(\frac{D}{2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} + \frac{D}{2} \right).$$

Вынесем $D/2$ за скобки:

$$L_2 = B - D \left(\operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} + 1 \right). \quad (4)$$

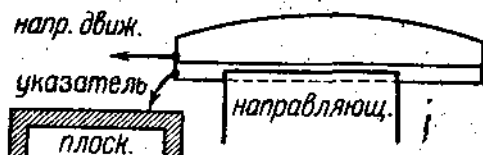


Рис. 302. Проверка индикатором взаимного положения плоскости и параллельной ей направляющей.

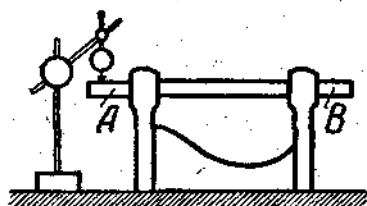


Рис. 303. Проверка индикатором параллельности оси шпинделя и направляющих станины винторезно-токарного станка.

Пример 2. $B = 90$ мм; $\angle \alpha = 60^\circ$ и $D = 15$ мм.

Вычислить величину L_2 .

$$L_2 = B - D \left(\operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} + 1 \right) = 90 - 15 \left(\operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} + 1 \right), \quad (4)$$

$$\operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} = \operatorname{ctg} 30^\circ = 1,73205 \text{ (находим в таблице),}$$

$$L_2 = 90 - 15 (1,73205 + 1) = 90 - 40,98 = 49,02 \text{ мм.}$$

Промер производится штангенциркулем (путромером) таким же порядком, как это указано в примере для внутренних направляющих.

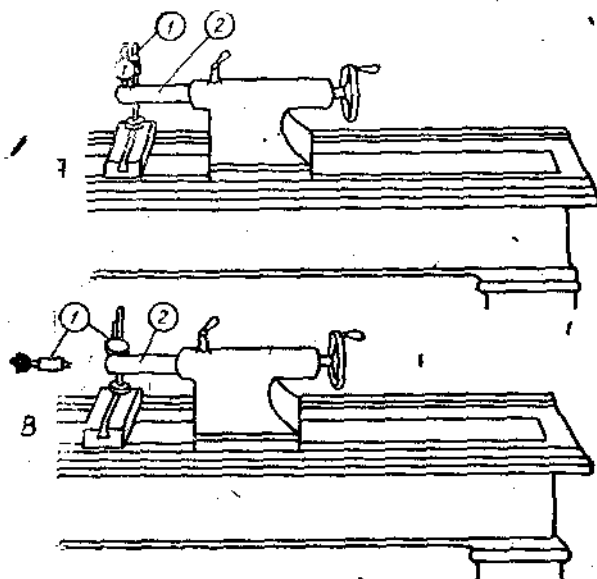


Рис. 304. Проверка параллельности оси шпинтона задней бабки токарного станка направляющим станины.

А—проверка в вертикальной плоскости; В—проверка в горизонтальной плоскости. 1—индикатор; 2—калиброванный вал.

Схема установки показана на рис. 302.

Проверка параллельности оси шпинделя передней бабки токарного станка направляющим станины. Вместо шпинделя в бабку вставляется калиброванный стальной валик АВ (рис. 303), концы которого, имея одинаковый диаметр, выступают за пределы бабки. Индикатор устанавли-

вается для проверки направляющих продольно-строгального станка. Пользуются индикатором со специальным штативом и вспомогательными брусочками (рис. 299). Индикатор укрепляется на солидном штативе, чтобы избежать прогиба. Установив штатив и брусочек, как показано на рис. 300 и 301, перемещают их вдоль направляющих, наблюдая за показаниями индикатора.

Проверка параллельности направляющих шпининга к верхней плоскости стола. Вместо резца в суппорте укрепляется индикатор, кнопка которого упирается в верхнюю плоскость стола. Продвигая медленно ползун, следят за показаниями индикатора.

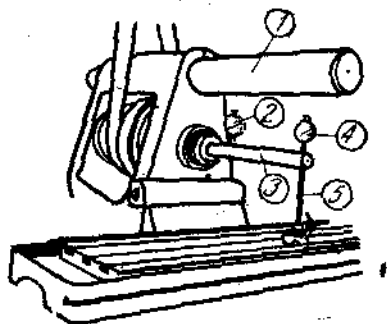


Рис. 305. Проверка параллельности оси шпинделя верхней плоскости стола.

1—хобот; 2—индикатор (2-е положение); 3—калиброванный валик с конической пробой; 4—индикатор (1-е положение); 5—стойка индикатора.

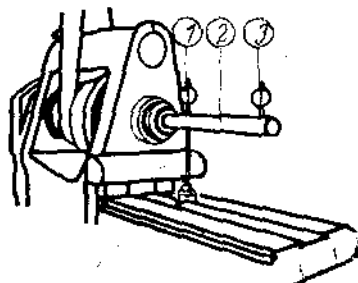


Рис. 306. Проверка параллельности оси шпинделя верхней плоскости кронштейна.

1—индикатор (1-е положение); 2—цилиндр с конической пробой; 3—индикатор (2-е положение).

вается сначала по одну сторону бабки, а потом переносится и устанавливается по другую ее сторону. Проверка производится по ранее выверенной станине, на которую устанавливается проверяемая бабка.

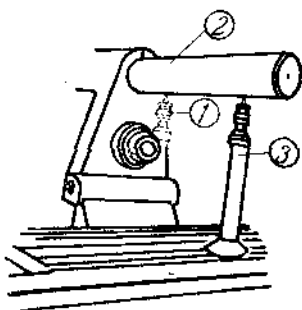


Рис. 307. Проверка параллельности оси хобота верхней плоскости стола.

1—индикатор (1-е положение);
2—хобот; 3—индикатор (2-е положение).

Проверка параллельности оси шпинтона задней бабки токарного станка направляющим станины (рис. 304). Вместо шпинтона в заднюю бабку вставляется калиброванный стальной валик 2 цилиндрической формы. На направляющих устанавливается на штативе индикатор 1. Проверка производится в вертикальной и горизонтальной плоскостях, причем индикатор устанавливается близ тела бабки и на конце валика.

Проверка параллельности оси шпинделя горизонтально-фрезерного станка верхней плоскости стола (рис. 305). Калиброванный валик 3 вставляется своим коническим хвостом в коническое отверстие шпинделя. Штатив индикатора устанавливают на стол и подводят кнопку индикатора к верхней образующей валика близ шпинделя и на конце валика. Таким же способом

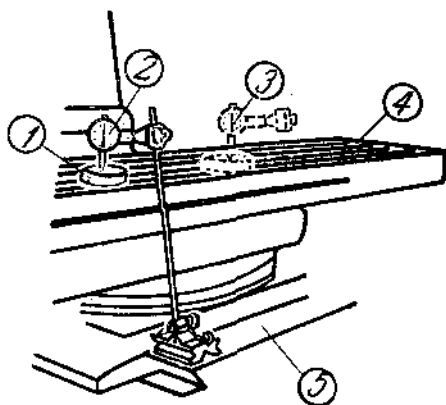


Рис. 308. Проверка параллельности верхней плоскости стола верхней плоскости кронштейна.

1—брус; 2—индикатор (1-е положение); 3—индикатор (2-е положение); 4—стол; 5—кронштейн.

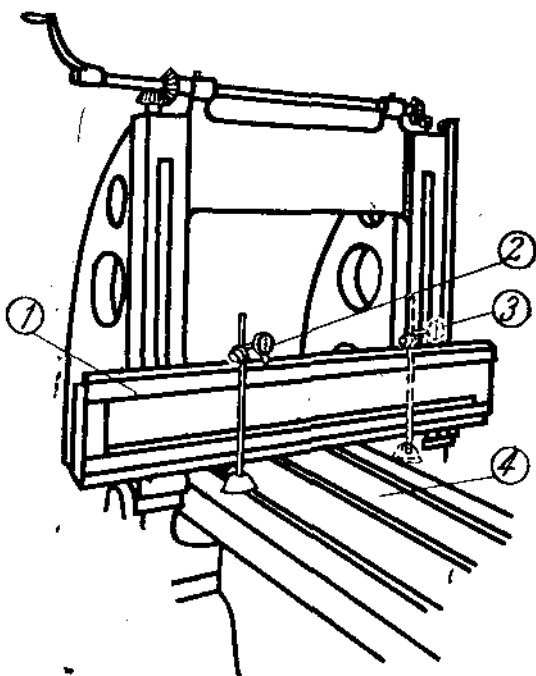


Рис. 309. Проверка параллельности направляющих подвижной поперечины плоскости стола.

1—подвижная поперечина; 2—индикатор (1-е положение); 3—индикатор (2-е положение); 4—стол.

производится проверка параллельности оси шпинделя верхней плоскости кронштейна (рис. 306).

Проверка параллельности оси хобота горизонтально-фрезерного станка верхней плоскости стола (рис. 307). Индикатор укрепляется на штативе с таким расчетом, чтобы кнопка его была направлена вверх, и упиралась в хобот 2, после чего он устанавливается в двух положениях 3 и 1, как показано на рисунке.

Проверка параллельности верхней плоскости стола горизонтально-фрезерного станка верхней плоскости кронштейна (рис. 308). Индикатор укрепляется на специальном штативе и устанавливается в двух положениях 2 и 3, причем под кнопку его подкладывают брусок 1.

Проверка параллельности направляющих подвижной поперечины продольно-строгального станка плоскости стола (рис. 309). Поперечина устанавливается на разной высоте, и проверка производится посредством индикатора, устанавливаемого в двух крайних положениях 2 и 3.

§ 126. Проверка перпендикулярности

При наличии двугранного угла можно воспользоваться для проверки перпендикулярности угольником, причем одна сторона угольника прикладывается к одной из плоскостей вплотную, а между другой его стороной

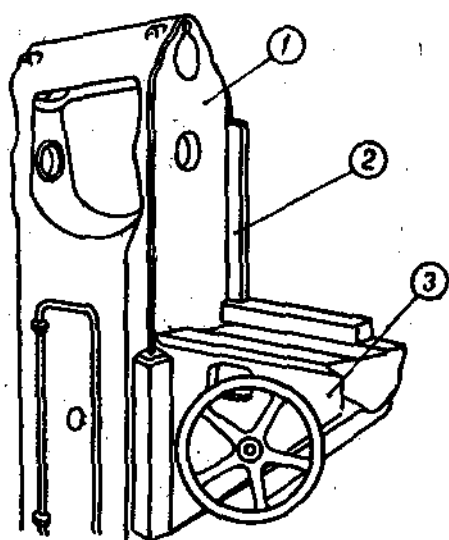


Рис. 310. Проверка перпендикулярности направляющих кронштейна вертикальным направляющим станины с помощью угольника.

1—направляющие станины; 2—поверочный угольник; 3—кронштейн.

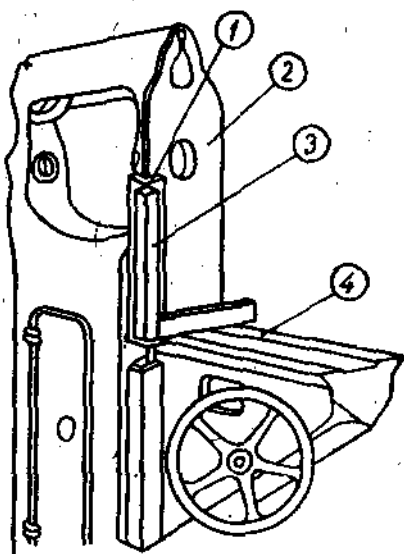


Рис. 311. Проверка перпендикулярности верхней плоскости направляющих кронштейна вертикальным направляющим станины с помощью угольника.

1—вспомогательный брусок; 2—передняя плоскость станины; 3—поверочный угольник; 4—кронштейн.

и другой плоскостью прокладываются тонкие бумажки. По величине усилий, которые потребуются для выдергивания бумажек, можно сделать заключение о правильности измеряемого угла. Чтобы получить точные размеры зазора, пользуются щупом.

Проверка угольником перпендикулярности верхней плоскости направляющих кронштейна горизонтально-фрезерного станка направляющим станины (рис. 310). На верхнюю плоскость кронштейна 3 ставится угольник 2 и подводится к направляющей станины 4. Проверка производится в разных положениях кронштейна по высоте. Этим способом проверяется перпендикулярность направляющих кронштейна направляющим станины в продольном направлении по отношению к оси шпинделя.

Проверка угольником перпендикулярности тех же направляющих в поперечном направлении по отношению к оси шпинделя (рис. 311). На ребро направляющей станины накладывается вспомогательный брусок 1, к которому прикладывается угольник 3. В этом случае требуется анклажный угольник, т. е. такой, у которого одна сторона представляет собой линейку, а другая — брусок, в который вставлена линейка.

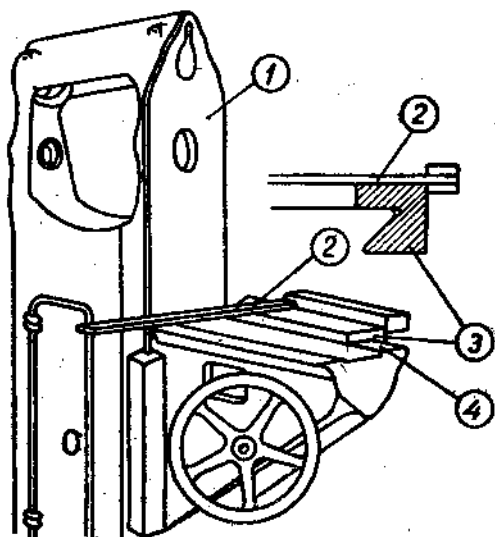


Рис. 312. Проверка перпендикулярности направляющих кронштейна передней плоскости станины с помощью угольника.

1—передняя плоскость станины; 2—поверочный угольник; 3—вспомогательный брусок; 4—направляющие кронштейна.

Проверка угольником перпендикулярности направляющих кронштейна

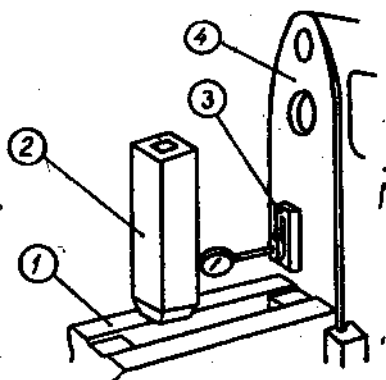


Рис. 313. Проверка перпендикулярности верхней плоскости кронштейна вертикальной плоскости станины с помощью индикатора и вспомогательной призмы.

1—кронштейн; 2—вспомогательная призма; 3—индикатор; 4—вертикальная плоскость станины.

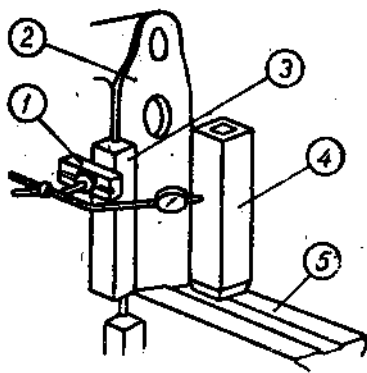


Рис. 314. Проверка перпендикулярности вертикальных направляющих станины верхней плоскости кронштейна с помощью индикатора и призмы.

1—индикатор; 2—вертикальная направляющая станины; 3—вспомогательный брусок; 4—поверочная призма; 5—кронштейн.

передней плоскости станины (рис. 312). На ребро направляющей кронштейна накладывается вспомогательный брусок 3, к которому прикладывается толстый стороной поверочный англо-русский угольник 2.

Такую же проверку можно произвести с помощью правильной призмы и индикатора.

Проверка индикатором перпендикулярности верхней плоскости кронштейна вертикальной плоскости станины горизонтально-фрезерного станка (рис. 313). На верхнюю плоскость кронштейна 1 ставится поверочная призма 2, которая должна быть правильной формы. Штатив индикатора устанавливается на вертикальную плоскость станины, причем ножка индикатора должна упираться в призму. Перемещая индикатор вверх и вниз, следят за его показаниями.

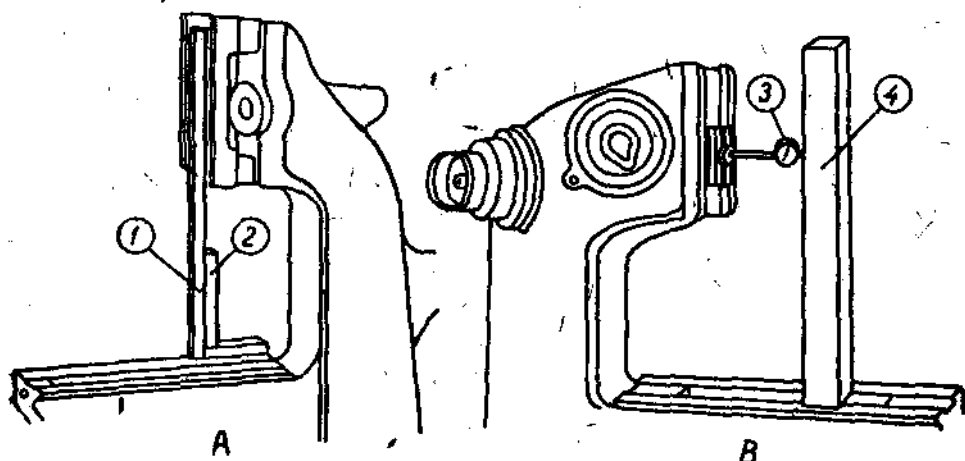


Рис. 315. Проверка перпендикулярности направляющих стола долбежного станка.

1—линейка; 2—угольник; 3—индикатор; 4—прямоугольная призма.

Проверка индикатором перпендикулярности вертикальных направляющих станины верхней плоскости кронштейна (рис. 314). На ребро вертикальной направляющей накладывается вспомогательный брусок 3, по которому перемещается вверх и вниз штатив индикатора 1. Кнопка индикатора должна скользить по поверочной призме 4, устанавливаемой на верхней плоскости кронштейна.

Проверка перпендикулярности направляющих стола долбежного станка (рис. 315). К направляющим прикладывается линейка 1 (вид А), доходящая до стола. На стол устанавливается угольник 2 и подводится к линейке.

Ту же проверку можно выполнить с помощью поверочной призмы и индикатора. Призма 4 (вид В) ставится на стол, а индикатор 3 устанавливается на направляющих станины, по которым и перемещается, причем кнопка его скользит по призме.

При проверке перпендикулярности геометрических осей шпинделей плоскостям или направляющим пользуются индикатором, который вращается около поверяемой оси.

Проверка перпендикулярности оси шпинделя поперечным направляющим салазок супорта (рис. 316). В шпиндель 1 вставляется коническая

пробка, через которую проходит стержень индикатора 2. Салазки подвижат к передней бабке с таким расчетом, чтобы кнопка индикатора уперлась в направляющую 4. Проверка производится в двух положениях индикатора 2 и 3.

Проверка перпендикулярности оси шпинделя вертикально-фрезерного станка направляющим кронштейна (рис. 317). Индикатор укрепляется в шпинделе посредством цилиндра с конической пробкой 2 и упирается кнопкой в брусок 4, который кладется на поверочную призму 5. Проверка производится в четырех положениях индикатора, как показано в 1.

Такая же проверка с помощью индикатора и угольника (рис. 318). Индикатор 1 укрепляется в шпинделе, как в предыдущем примере. Кнопка индикатора подводится к ребру поверочного угольника 2. Опуская и выдвигая стол, следят за показанием индикатора.

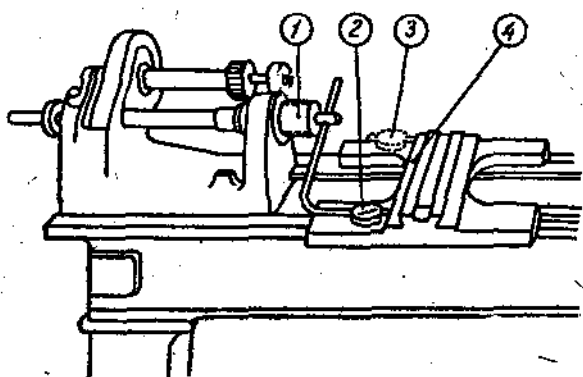


Рис. 316. Проверка перпендикулярности оси шпинделя поперечным направляющим салазок супорта.
1—шпиндель; 2—индикатор (1-е положение); 3—цилиндр (2-е положение); 4—направляющие салазок супорта.

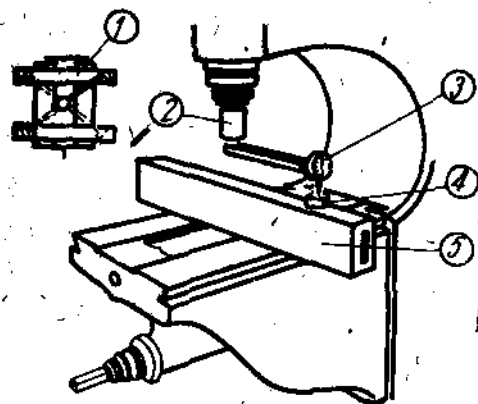


Рис. 317. Проверка перпендикулярности оси шпинделя направляющим кронштейна.
1—схема полной проверки; 2—цилиндр с конической пробкой; 3—индикатор; 4—брусок; 5—поверочная призма.

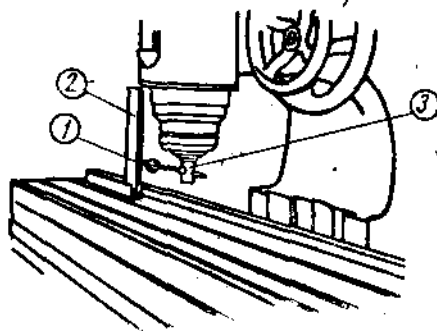


Рис. 318. Проверка перпендикулярности оси шпинделя верхней плоскости кронштейна.
1—индикатор; 2—угольник; 3—цилиндр с конической пробкой.

Проверка перпендикулярности оси шпинделя направляющим станины в горизонтально-фрезерном станке (рис. 319). Индикатор укрепляется в шпинделе. Поверочная призма укладывается на направляющие вдоль и поперек их. Проверка производится по двум положениям индикатора на каждом направлении поверочной призмы, причем кнопка индикатора должна упираться в призму.

Проверка перпендикулярности оси шпинделя сверлильного станка плоскости стола (рис. 320). В шпинделе укрепляется индикатор 2, кнопка которого упирается в брусок 1, устанавливаемый в разных местах стола, причем шпиндель соответственно поворачивается, а индикатор описывает окружность.

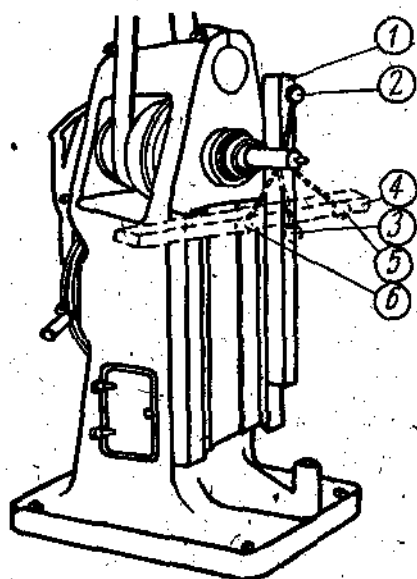


Рис. 319. Проверка перпендикулярности оси шпинделя направляющим станины.

1—призма, установленная вдоль направляющих; 2—индикатор (1-е положение); 3—индикатор (2-е положение); 4—призма, установленная поперек направляющих; 5—индикатор (3-е положение); 6—индикатор (4-е положение).

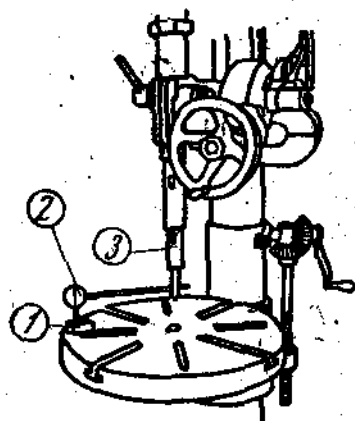


Рис. 320. Проверка перпендикулярности оси шпинделя плоскости стола.

1—брусок; 2—индикатор; 3—шпиндель с конической пробкой.

Проверка перпендикулярности направляющих салазок супорта направляющим станины (рис. 321). Для этого применяется специальная призма 4 с пазами, соответствующими направляющим станины, причем ее поперечная кромка должна быть строго перпендикулярна пазам. Штатив индикатора 3 закрепляется в супорте вместо резца, причем кнопка индикатора упирается в поперечную кромку призмы 4. Передвигая поперечные салазки, наблюдают за показаниями индикатора. Проверка производится в разных местах станины.

Проверка горизонтальности направляющих станины продольно-строгального станка (рис. 322). Проверка производится с помощью ватерпаса 2, который устанавливается поперек направляющих на калиброванных роликах 1 в разных местах станка и вдоль направляющих, для чего применяются поверочные призмы 3.

Проверка вертикальности передних плоскостей стоек продольно-строгального станка (рис. 323). Для проверки применяется угловой ватерпас, который прикладывается одной стороной к плоскостям направляющих (положения 1 и 3).

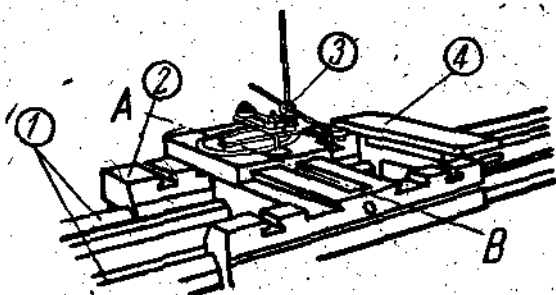


Рис. 321. Проверка перпендикулярности направляющих салазок супорта направляющим станины.

1—направляющие станины; 2—верхние салазки; 3—индикатор; 4—специальная призма.

Проверка вертикальности боковых плоскостей стоек продольно-строгального станка (рис. 324). Если проверкой установлена горизонтальность направляющих, то вертикальность боковых плоскостей стоек можно

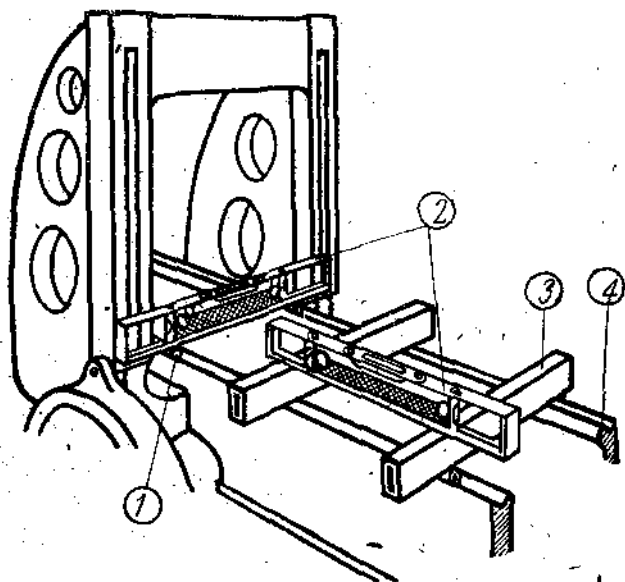


Рис. 322. Проверка горизонтальности направляющих станины.

1—калиброванный ролик; 2—ватерпас в разных положениях; 3—поверочные призма; 4—направляющая станины.

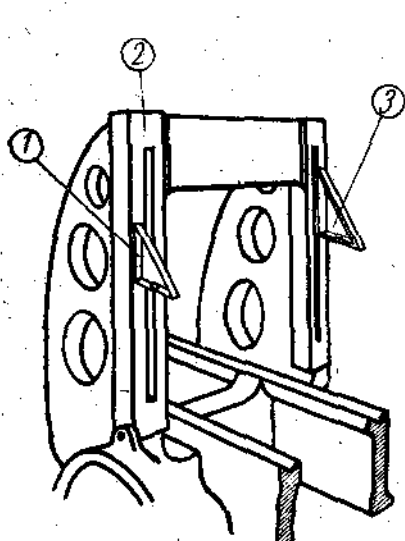


Рис. 323. Проверка вертикальности передних плоскостей стоек.

1—ватерпас (1-е положение); 2—стойка; 3—ватерпас (2-е положение).

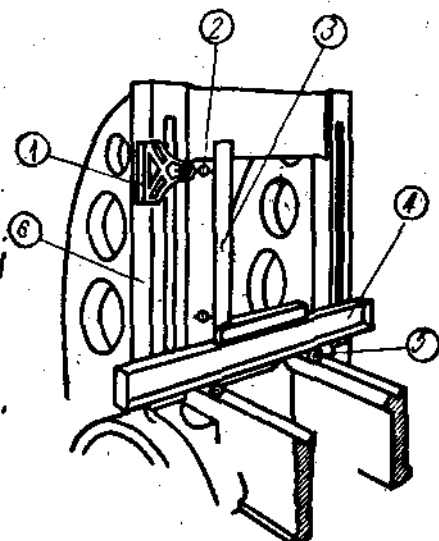


Рис. 324. Проверка вертикальности боковых плоскостей стоек.

1—поддержка для индикатора; 2—индикатор; 3—угольник; 4—поверочная призма; 5—калиброванный ролик; 6—ребро направляющей.

проверить путем проверки их перпендикулярности к направляющим. Для этого пользуются угольником и индикатором. Угольник 3 устанавливается на призму 4, уложенную на ролики 5. Штатив индикатора прикладывается к плоскости 6, по которой и перемещается вверх и вниз, причем кнопка индикатора должна скользить по ребру угольника.

§ 127. Проверка точности вращения шпинделя в подшипниках

Проверка совпадения оси конического отверстия в шпинделе токарного станка с геометрической осью вращения шпинделя (рис. 325). Для проверки берется калиброванный цилиндр с конической пробкой 2, вставляемой в коническое отверстие шпинделя. Индикатор зажимается в суппорте, и кнопка его прижимается к цилиндру. Шпиндель приводится во вращательное движение от руки. Проверка производится у торца шпинделя и на расстоянии 300 мм от него. Следовательно калиброванный валек должен иметь длину немного более 300 мм.

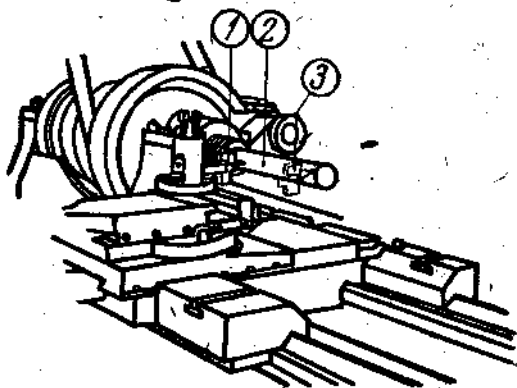


Рис. 325. Проверка совпадения оси конического отверстия в шпинделе с его осью.

1—индикатор (1-е положение); 2—цилиндр с конической пробкой; 3—индикатор (2-е положение).

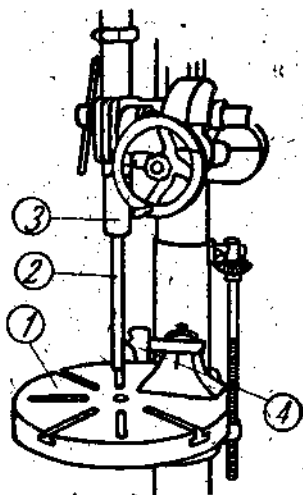


Рис. 326. Проверка совпадения оси шпинделя с осью конического отверстия у сверлильного станка.

1—стол; 2—цилиндр с конической пробкой; 3—шпиндель; 4—индикатор.

Проверка совпадения оси шпинделя сверлильного станка с осью конического отверстия (рис. 326). В шпиндель вставляется калиброванный валек 2 такой же формы и длины, как и для токарного станка. Штатив индикатора 4 устанавливается на стол станка с таким расчетом, чтобы кнопка упиралась в валек. Шпиндель вращают от руки и наблюдают за показанием индикатора.

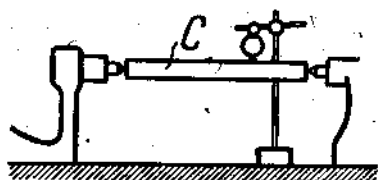


Рис. 327. Проверка совпадения центров передней и задней бабок.

Проверка совпадения центров передней и задней бабок (рис. 327). На центре устанавливается калиброванный валек С. Проверка производится индикатором, устанавливаемым по концам валика.

Проверка на отсутствие «биения» и продольного перемещения шпинделей и валов. Эта проверка производится посредством индикатора, кото-

рый устанавливается неподвижно, причем кнопка его упирается в боковую поверхность вращающегося шпинделя или вала, если проверяется отсутствие «биения», или же в торец шпинделя или вала, если требуется установить отсутствие продольного перемещения. Во втором случае производят ручную нажатие вдоль оси на другой торец шпинделя или вала, для чего пользуются деревянным бруском.

Отсутствие «биения» острия переднего центра проверяется с помощью индикатора, кнопка которого упирается в коническую поверхность вращающегося центра.

§ 128. Проверка зубчатых колес

Проверка зубчатых колес имеет целью установить плавность вращения пары колес, находящихся в зацеплении.

Для этого существуют специальные испытательные станки, где имеются две оси, на которые насаживаются проверяемые шестерни. Одна из осей неподвижная, а другая может приближаться к первой оси или удаляться от нее независимо от плавности сцепления. Эти перемещения оси отмечаются индикатором.

Проверка точности вращения цилиндрических зубчатых колес (рис. 328). Одно из проверяемых колес насаживается на ось стойки 1, которая может передвигаться вдоль стойки, но после установки колес закрепляется неподвижно. Второе колесо насаживается на ось подвижной каретки 3, прижимаемой пружиной в направлении к стойке. На конце стойки укрепляется индикатор, кнопка которого упирается в каретку. Неправильное движение колес отмечается колебаниями индикатора.

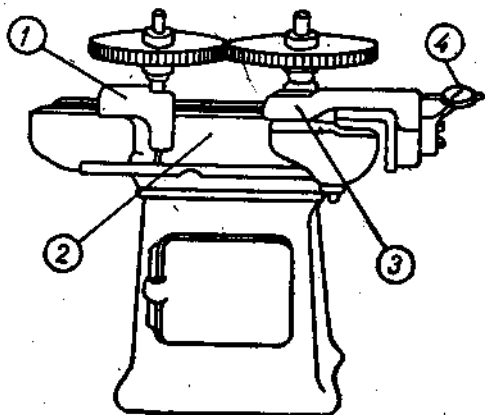


Рис. 328. Проверка точности вращения цилиндрических зубчатых колес.

1—стойка; 2—станок; 3—каретка; 4—индикатор.

В случае обнаружения неправильности в работе колес для выяснения, которое из колес является неправильным, на ось стойки насаживается прочное зубчатое колесо, шаг зацепления которого равен шагу проверяемого колеса.

Проверка точности вращения конических зубчатых колес (рис. 329). Устройство станка для испытания конических зубчатых колес в основном сходно со станком для испытания цилиндрических колес. Одно из проверяемых колес насаживается на ось стойки 1, а другое — на ось каретки 3. Неточная работа колес отмечается индикатором 4.

Профили зубьев колес могут быть очерчены по циклоиде или по эвольвенте (развертке круга).

При установке колес как цилиндрических, так и конических необходимо установить стойку так, чтобы расстояние между осями точно совпадало с расчетным расстоянием между осями испытываемых зубчатых колес, т. е. было равно

$$\frac{D_n + d_n}{2}$$

где D_n и d_n — диаметры начальных окружностей сцепляющихся колес. Это требование надо особенно строго соблюдать по отношению к циклоидальным колесам.

При испытании зубчатых колес отклонения индикатора не должны превышать 0,1 мм. Неправильно обточенные или нарезанные колеса вызывают при работе шум, быстрее изнашиваются сравнительно с правильными и способствуют деформации валиков и шпинделей, на которые они посажены.

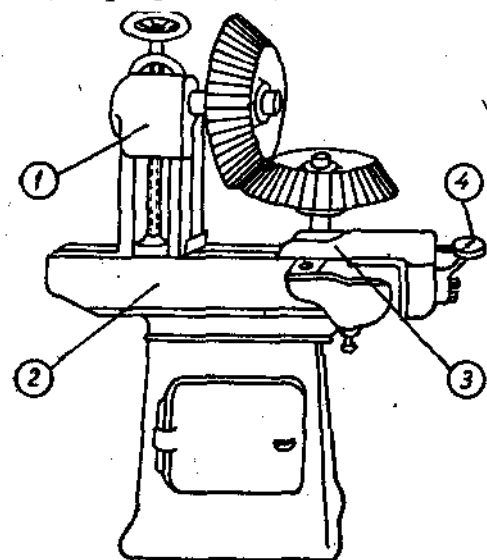


Рис. 329. Проверка точности вращения конических зубчатых колес.

1—стойка; 2—станина; 3—каретка; 4—индикатор.

§ 129. Составление плана проверки и проверочной карточки

Проверку следует производить по заранее составленному плану, чтобы избежать лишних приемов и сократить время. В этом отношении большую пользу приносят *проверочные карточки*, где указаны методы проверки и допустимые нормы точности для данного станка. Там же имеется графа, куда заносятся полученные результаты. В настоящее время имеются стандарты для испытания на точность следующих станков: 1) сверлильных наклонных (ОСТ 1639), 2) продольно-строгальных (ОСТ 1640) и 3) поперечно-строгальных или шепингов (ОСТ 1641).

В приложениях приведены следующие материалы для испытания станков:

- 1) карточка проверки винторезно-токарного станка (приложение 5);
- 2) карточка проверки сверлильного наклонного станка (приложение 6);
- 3) карточка проверки горизонтально-фрезерного станка (приложение 7);
- 4) карточка проверки продольно-строгального станка (приложение 8);
- 5) карточка проверки поперечно-строгального станка (приложение 9);
- 6) нормы точности, технические условия и методы испытаний сверлильных наклонных станков (ОСТ 1639) (приложение 10);
- 7) нормы точности, технические условия и методы испытания продольно-строгальных станков (ОСТ 1640) (приложение 11);
- 8) нормы точности, технические условия и методы испытания поперечно-строгальных станков (ОСТ 1641) (приложение 12);

При этом необходимо отметить, что в карточках проверки указаны нормы точности I класса, т. е. высшей точности.

§ 130. Испытание станков работой

Проверка станка без нагрузки не гарантирует его исправной работы с нагрузкой. Поэтому необходимо испытать станок работой и в случае обнаружения каких-либо дефектов отрегулировать его. Указать общие

приемы такого испытания для всех станков не представляется возможным. Здесь мы ограничимся разбором приемов испытания лишь некоторых типовых станков.

Испытание токарных станков. Главные требования, предъявляемые к токарному станку, заключаются в том, чтобы: 1) ось шпинделя передней бабки была параллельна направляющим станины как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях; 2) направляющие каретки супорта были перпендикулярны оси шпинделя и 3) ходовой винт имел правильную по всей своей длине нарезку.

Несоблюдение этих условий вызывает получение недоброкачественной продукции вследствие искажения требуемой формы изделия или несоблюдения размеров.

Проверка параллельности оси шпинделя направляющим станины, по которым движется салазка супорта. Для этой проверки прочно зажимают в патрон цилиндрический пробный валик 2, диаметром не менее 25 мм (рис. 330), причем длина выступающей из патрона части валика должна равняться 100 мм. Валик обтачивают без поддержки задним центром. Сначала производится обдирка; затем проходят чистовую стружку. Последняя берется небольшой толщины и снимается при небольшой самоходной подаче. Это делается для того, чтобы не затупился резец, который перед проходом чистовой стружки следует тщательно заправить. Если резец затупился, то вместо цилиндра получится усеченный конус с большим основанием у патрона станка. Чтобы избежать этого, начисто обтачивают только часть поверхности по концам цилиндра на длине 15—20 мм, а среднюю часть цилиндра заранее обтачивают до меньшего диаметра. Благодаря этому при чистовом проходе резец будет работать на небольшом протяжении, почему и не успеет затупиться. Валик берется определенной толщины и длины для предупреждения деформации его во время обточки.

По окончании обточки цилиндра измеряются его диаметры на свободном конце и около патрона (положения 1 и 3). Измерение производится микрометром. Здесь возможны 4 случая: 1) диаметры окажутся одинаковыми, 2) получится конус с большим основанием у свободного конца, 3) тоже конус, но с меньшим основанием у свободного конца, и 4) стержень будет иметь форму двух усеченных конусов, сложенных меньшими основаниями.

Первый случай подтвердит правильность пригонки и сборки.

Второй случай укажет на то, что передний конец шпинделя имеет отклонение в горизонтальной плоскости назад, т. е. по направлению от рабочего, стоящего у данного станка.

Третий случай вызывается отклонением нарезанного конца шпинделя вперед, т. е. по направлению к рабочему.

Четвертый случай, когда стержень имеет выемку в средней части,

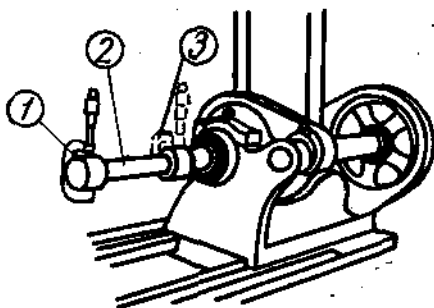


Рис. 330. Проверка возможности правильной расточки на токарном станке.

1—микрометр (1-е положение); 2—пробный валик; 3—микрометр (2-е положение).

служит доказательством того, что нарезанный конец шпинделя уклонился в вертикальной плоскости вверх или вниз.

В зависимости от результатов испытания принимаются те или иные меры. Иногда уклон оси шпинделя вызывается неравномерным затягиванием крепежных гаек. Ослабив немного одну гайку и подтянув другую, можно выправить положение оси шпинделя. Или достаточно нанести несколько ударов молотком по тому или иному боку тела бабки у переднего края, и ошибка будет исправлена. Такие приемы могут дать положительные результаты лишь при незначительных отклонениях оси шпинделя.

Если же ошибка велика, придется подшабривать подшипники или осадить вкладыши в соответствующем направлении.

Наконец последним средством — ввиду его сложности — является прострелка и шабровка основания бабки.

Проверка перпендикулярности направляющих каретки супорта направляющим станины может быть осуществлена путем обточки торца

у диска диаметром около 200 мм. Предмет, подвергающийся обточке, закрепляется в патроне или на планшайбе (рис. 331). Проверка обточенной поверхности производится линейкой, устанавливаемой по диаметру, с подложенными под нее полосками папиросной бумаги. В случае надобности величина зазора измеряется щупом. Получение конической выпуклости или вогнутости означает, что направляющие каретки расположены не перпендикулярно к направляющим станины. В таком случае придется прибегнуть к шабровке направляющих каретки супорта.

Проверка точности нарезки ходового винта может быть осуществлена тремя способами.

Рис. 331. Проверка работой перпендикулярности оси шпинделя направляющим салазок супорта.

1—линейка; 2—полоски бумаги; 3—обтачиваемый диск.

1. Приготавливается валик, диаметром от 30 до 40 мм и длиной, равной наибольшему расстоянию между центрами. Валик устанавливается на центры проверяемого станка. Подбирают сменные колеса так, чтобы шаг нарезаемого винта был равен шагу ходового винта проверяемого станка. Наносят резцом на устанавливаемом валике тонкую винтовую риску. После этого переворачивают валик на 180° , подводят резец к риску и вновь пускают станок.

Если риски совпадут — значит ходовой винт станка правильный. Величина расхождения рисок укажет на степень его неточности.

2. Берется масштабная линейка 3 длиной 1200 мм и укрепляется на станине на особых стойках (рис. 332). В супорт вставляется державка 1 с укрепленным в ней резцом. На заднем конце державки нанесен нониус. На станок устанавливается шлифованный валик, на который наносится продольная риска АВ.

Резец подводится к риске АВ, после чего станок пускается в ход и останавливается на длине около 1200 мм, с соблюдением полного числа оборотов, т. е. чтобы резец остановился на продольной риске АВ.

Полученное число оборотов винтовой линии умножают на теоретический шаг винта и результат сравнивают с показанием линейки.

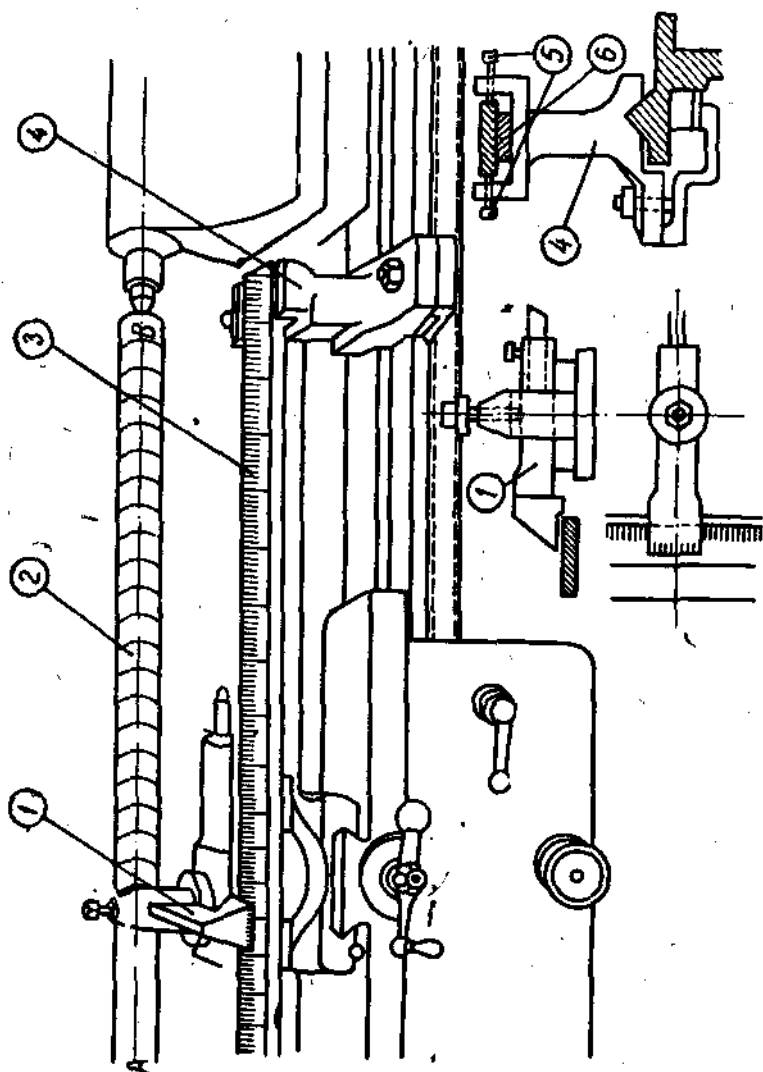


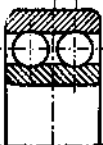
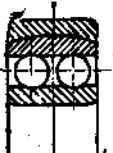
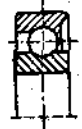
Рис. 382. Проверка правильности нарезки ходового винта.

1—державка с нониусом; 2—пробный валтик; 3—масштабная линейка; 4—стойка для удержания масштабной линейки; 5—винты для закрепления линейки; 6—подкладка под линейку.

3. Берется винтовой калибр. Подбираются колеса, соответствующие нарезке взятого калибра. Вместо реза к суппорту приспособляется индикатор, после чего станок пускается в ход. Неточность ходового винта обнаруживается показаниями индикатора.

Испытание строгальных станков. Проверка производится строганием изделия при горизонтальных и вертикальных подачах. Получающиеся поверхности обработки должны быть плоскостями, расположенными под прямыми углами по отношению друг к другу.

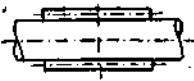
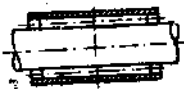
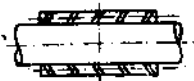
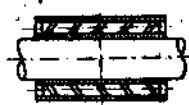
Испытание фрезерных станков. Точность работы фрезерного станка¹¹⁸ зависит главным образом от правильного положения оси шпинделя по отношению к направляющим стола и средних салазок. При обработке изделий на неточном станке форма изделий искажается: противоположные плоскости не будут параллельными, а пересекающиеся плоскости образуют между собой углы, отличные от 90° . Для исправления принимаются такие же меры, как и при регулировке токарного станка.

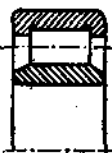
СССР		ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ		ОСТ 2201	
Всесоюзный комитет по стандартизации при Совете труда и обороны		ШАРИКО- и РОЛИКО- ПОДШИПНИКИ		МБИ (I.L.B.): 621.82	
		Типы		Металл	
Наименования	Серия	Эскизы	ОСТ	Условн. обозначения	Примечания
Шарикоподшипник радиальный однорядный	легкая		2204	Л	Без канавок для заполнения шариками
	средняя		2205	С	
	тяжелая		2206	Т	
Шарикоподшипник радиальный однорядный, самоустанавливающийся в кольце	легкая		2207	СЛ	
	средняя		2208	СС	
	тяжелая		2209	СТ	
Шарикоподшипник радиальный двухрядный	легкая		2210	ДЛ	
	средняя		2211	ДС	
	тяжелая		2212	ДТ	
Шарикоподшипник радиальный двухрядный, самоустанавливающийся в кольце	легкая		2213	ДСЛ	
	средняя		2214	ДСС	
	тяжелая		2215	ДСТ	
Шарикоподшипник магнитный			2216	М	
Шарикоподшипник радиально-упорный однорядный	легкая			РУЛ	
	средняя			РУС	
	тяжелая			РУТ	

Январь 1931.

Наименования	Серия	Эскизы	ОСТ	Условн. обозначения	Примечания
Шарикоподшипник радиально-упорный двухрядный	легкая			ДРУЛ	Детали конструкции не обязательны
	средняя			ДРУС	
	тяжелая			ДРУТ	
Шарикоподшипник упорный оди- нарный без сфериче- ских шайб	особо легкая		2217	УЛЛ	
	легкая		2218	УЛ	
	средняя		2220	УС	
	тяжелая		2222	УТ	
Шарикоподшипник упорный одинарный со сферической шай- бой	(легкая)		2219	(УСЛ)	
	средняя		2221	УСС	
	тяжелая		2223	УСТ	
Шарикоподшипник упорный двойной без сферических шайб	легкая		2224	ДУЛ	
	средняя		2226	ДУС	
Шарикоподшипник упорный двойной со сферическими шай- бами	(легкая)		2225	(ДУСЛ)	
	средняя		2227	ДУСС	
	тяжелая		2228	ДУСТ	

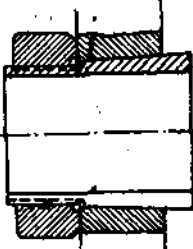
Шарикоподшипники упорные одинарные и двойные легкой серии со сферическими шайбами по возможности не применять.

Наименования	Серия	Эскизы	ОСТ	Условн. обозначения	Примечания
Роликоподшипник с длинными роликами без колец				<i>P</i>	Сортамент и размеры будут установлены дополнительно
Роликоподшипник с длинными роликами с одним наружным кольцом				<i>PH</i>	
Роликоподшипник с длинными роликами с наружным и внутренним кольцами				<i>PHB</i>	
Роликоподшипник с витыми роликами без колец				<i>B</i>	
Роликоподшипник с витыми роликами с одним наружным кольцом				<i>BH</i>	
Роликоподшипник с витыми роликами с наружным и внутренним кольцами				<i>BHB</i>	

Наименования		Серия	Эскизы	ОСТ	Условн. обозначения	Примечания
Роликоподшипники с короткими цилиндрическими роликами	Узкие с бортами на внутреннем кольце	легкая		2229	P1Л	
		средняя		2230	P1С	
		тяжелая		2231	P1Т	
		легкая		2232	P2Л	
		средняя		2233	P2С	
		тяжелая		2234	P2Т	
		легкая		2235	P3Л	
		средняя		2236	P3С	
		тяжелая		2237	P3Т	
	Широкие с бортами на наружном кольце	легкая		2238	P4Л	
		средняя		2239	P4С	
		легкая		2240	P5Л	
		средняя		2241	P5С	
		легкая		2242	P6Л	
		средняя		2243	P6С	

Наименование	Серия	Эскизы	ОСТ	Условн. обозначения	Примечания
Роликоподшипник самоустанавливающийся	легкая		2244	БЛ	
	средняя		2245	БС	
	тяжелая		2246	БТ	
	особо тяжелая		2247	БНТ	
	тяжелая				
Роликоподшипник конусный однорядный	легкая узкая		2248	КЛ	
	легкая широкая		2249	КШЛ	
	средняя узкая		2250	КС	
	средняя широкая		2251	КШС	
Роликоподшипник конусный двухрядный	легкая			ДЛ	
	средняя			ДКС	
Роликоподшипник конусный упорный				КУ	

Шарики- и роликоподшипники на конических втулках

Шарикоподшипник однорядный	легкая		2254	ЗЛ	
	средняя		2255	ЗС	
Шарикоподшипник однорядный самоустанавливающийся в кольце	легкая		2256	ЗСЛ	
	средняя		2257	ЗСС	
Шарикоподшипник двухрядный	легкая		2258	ЗДЛ	
Шарикоподшипник двухрядный, самоустанавливающийся в кольце	легкая		2259	ЗДСЛ	
Роликоподшипник самоустанавливающийся	легкая		2260	ЗБЛ	
	средняя		2261	ЗБС	

СССР	ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ	ОСТ 1770
Совет труда и обороны	ВЕНТИЛИ ЗАПОРНЫЕ	
Всесоюзный комитет по стандартизации	фланцевые чугунные	Металл

ДЛЯ ПАРА

$P_{\text{усл}} = 16 \text{ кг/см}^2$

$P_{\text{н}} = 13 \text{ кг/см}^2$

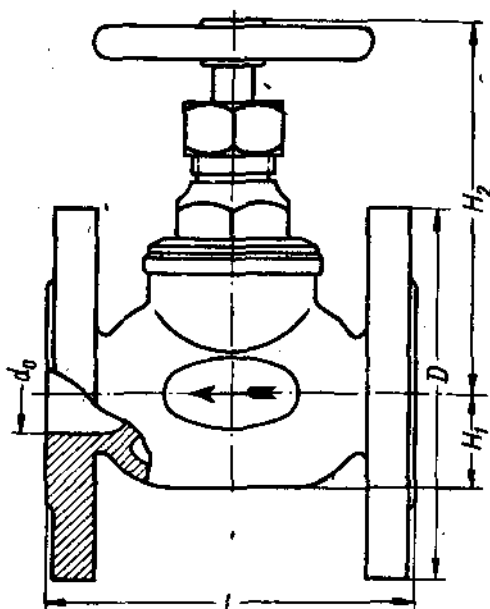
$P_{\text{проб}} = 24 \text{ кг/см}^2$

ДЛЯ ВОДЫ

$P_{\text{усл}} = 10 \text{ кг/см}^2$

$P_{\text{н}} = 10 \text{ кг/см}^2$

$P_{\text{проб}} = 16 \text{ кг/см}^2$



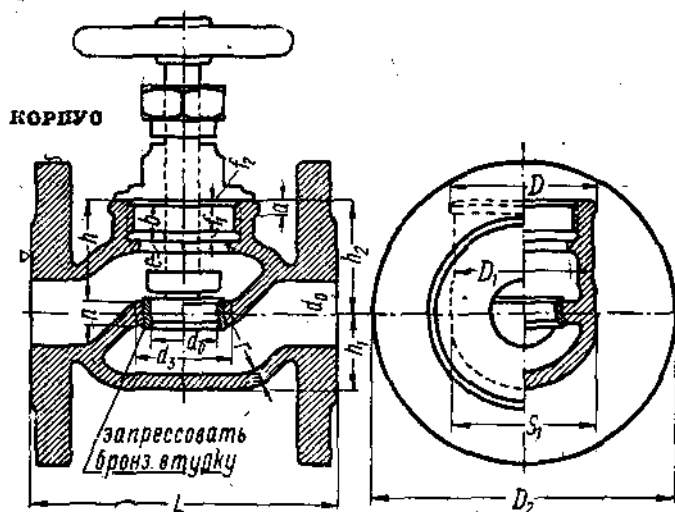
Пример обозначения вентиля с условным проходом 25 мм:

ВЕНТИЛЬ ЗАПОРНЫЙ 25 ОСТ 1770

мм

Проход условный d_0	L	H_1	H_2	D
13	85	18	81	95
19	100	23	100	103
25	115	29	115	115
32	130	34	138	140
38	150	41	149	150
50	180	52	171	165
65	210	61	185	185
76	240	71	215	200

Размер H_2 указан для закрытого положения.



мм

Прокл- услон- ная d_0	d_1	d_2	d_3	d_4	D	D_1	D_2	D_3	a	b	c	h_1	h_2	m	r	S_1	L	f_1	f_2	n	h
13	17	24	1 М27	19	39	36	95	—	4	13	3	18	30	5	10	36	85	3	1,5	6	27
19	24	30	2 М36	26	49	46	105	58	4	14	4	23	35,5	5,5	14	46	100	3	1,5	7	32
25	30	36	2 М42	33	56	53	115	68	5	15	4	29	42,5	5,5	19	55	115	3	1,5	9	38
32	37	42	2 М48	39	63	60	140	78	6	16	4	34	51	6	23	65	120	3	1,5	11	45
38	44	51	2 М56	46	73	69	150	88	7	17	5	41	56,5	6,5	28	75	150	3	2	13	50
50	58	64	2 М72	60	91	87	165	102	7	18	5	52	67,5	7,5	37	100	180	3	2	15	60
65	73	80	2 М85	75	105	101	185	122	7	19	5	61	77	8	45	120	210	4	2	16	68
76	84	93	2 М95	85	117	113	200	138	8	20	6	71	88	9	54	135	240	4	2	17	78

1. Материал — чугун.

2. Резьба горизонтальная — метрическая — по ОСТ 371 и ОСТ 372.

3. Фланцы — по ОСТ 748 и ОСТ 747.

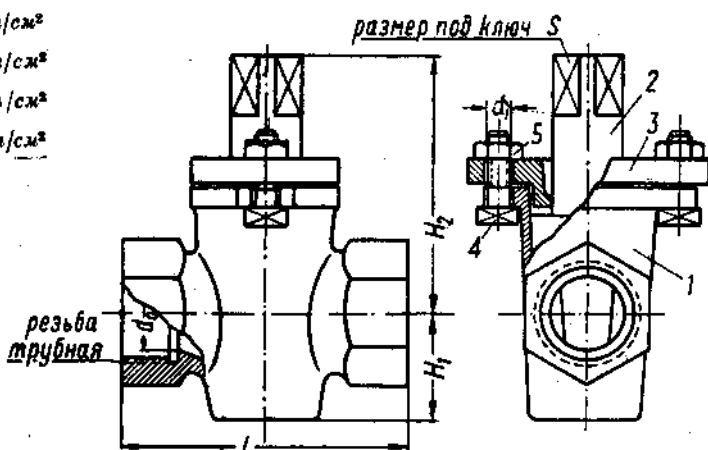
СССР Всесоюзный комитет по стандартизации при Госплане	ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ	ОСТ 1763
	КРАНЫ ПРОХОДНЫЕ муфтовые сальниковые чугунные Размеры	Металлы

$$P_{\text{усл}} = 10 \text{ кг/см}^2$$

$$P_{\text{в}} = 10 \text{ кг/см}^2$$

$$P_{\text{н}} = 8 \text{ кг/см}^2$$

$$P_{\text{проб}} = 16 \text{ кг/см}^2$$



Пример обозначения крана с условным проходом 50 мм

КРАН ПРОХОДНОЙ 50, ОСТ 1763

мм

Преход условный d_0	L	$H_1 \approx$	$H_2 \approx$	S	Диаметр болтов d_1
25	100	37	85	17	8 $\frac{5}{16}$ "
32	120	45	94	19	10 $\frac{3}{8}$ "
38	130	52	111	22	10 $\frac{3}{8}$ "
50	150	63	134	27	12 $\frac{7}{16}$ "
65	180	74	157	30	16 $\frac{3}{8}$ "
76	200	86	169	32	16 $\frac{3}{8}$ "

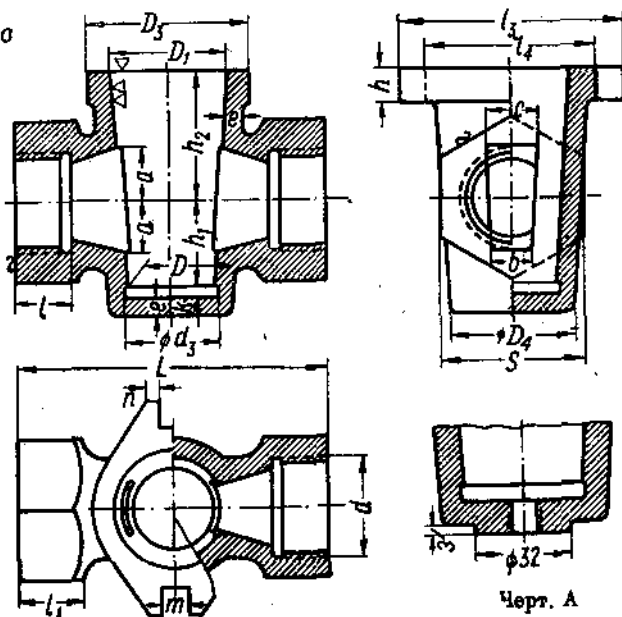
Номер детали	Название детали	Количество деталей на одно изделие
1	Корпус	1
2	Пробка	1
3	Сальник	1
4	Болт	2
5	Гайка	2

1. Размер S и допуски по ОСТ 95-а

2. Концы муфт по ОСТ 1762

Ноябрь 1931 г.

КОРПУС



Черт. А

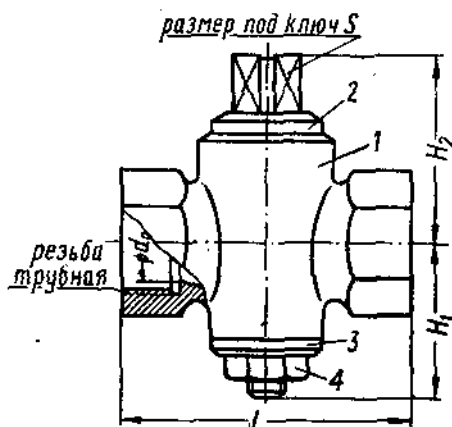
мм

Проход услов- ный d_0	d	D_1	D	D_2 $\approx$	D_3 $\approx$	Стро- ит. длина L	l	l_1	m	d_2 $\approx$	l_4	a	b	c	h	h_1	h_2	h_3	e	n	S	l_2	Монт. длина $L-21$
25	1"	37	28	51	39	100	18	21	10	28	48	15	14	18	4	11	27	36	6	4	46	70	64
32	1 1/4"	44	33	60	45	120	20	23	12	33	56	20	16	22	4	13	34	43	7	5	55	82	80
38	1 1/2"	52	39	70	52	130	22	26	12	40	66	26	20	26	4	13	41	50	7,5	5	60	92	96
50	2"	64	48	84	63	150	24	28	15	49	88	30	25	33	6	16	48	64	8,5	5	75	115	102
65	2 1/2"	77	58	98	74	180	26	30	18	59	96	40	30	42	6	18	58	75	9	6	90	134	128
76	3"	82	70	115	87	200	30	34	18	71	112	49	38	52	7	20	69	85	9,5	6	105	150	140

1. Материал — чугун.
2. Резьба грубая по ОСТ 268.
3. Размер S по ОСТ 95-а и 95-б — допуски для черных изделий.
4. Размеры D_2 , D_3 , e , d_2 показаны ориентировочно.
5. Размер h_2 и D_2 наименьшие допустимые.
6. Кошки муфт по ОСТ 1762.
7. Выход резьбы может быть получен окалиной без дополнитель-
ной обработки.
8. Для краев с условным проходом 38 мм и больше по осо-
бому заказу допускается выполнение корпусов с приливом по
черт. А.

СССР Всесоюзный комитет по стандартизации при Госплане	ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ	ОСТ 1757
	КРАНЫ ПРОХОДНЫЕ муфтовые втяжные бронзовые и ковкого чугуна Размеры	Металл

$$\begin{aligned}
 P_{\text{тес}} &= 6 \text{ кг/см}^2 \\
 P_s &= 6 \text{ кг/см}^2 \\
 P_n &= 5 \text{ кг/см}^2 \\
 P_{\text{проб}} &= 10 \text{ кг/см}^2
 \end{aligned}$$



Пример обозначения крана бронзового с условным проходом 25 мм:

КРАН ПРОХОДНОЙ БРОНЗОВЫЙ 25 ОСТ 1757

мм

Проход условный d_a	L	H_1	$H_2 \approx$	S
10	56	29	34	9
13	64	36	39	11
19	78	41	49	14
25	88	49	57	17
32	100	57	67	19
38	114	68	76	22
50	138	80	98	27
65	162	93	113	30
76	184	110	178	32

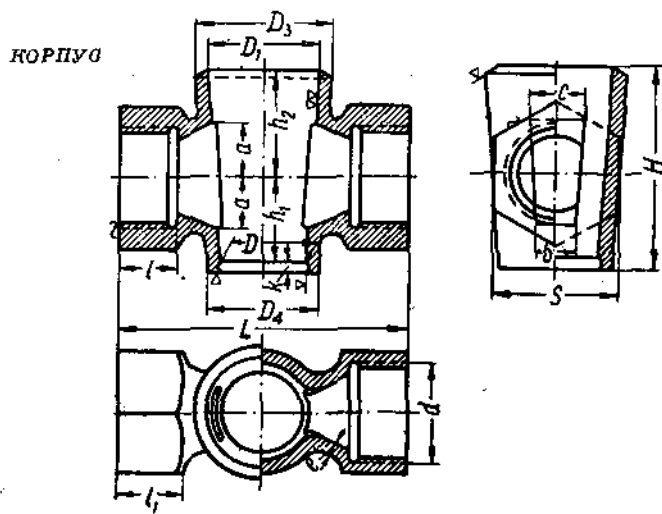
№ детали	Название детали	Количество деталей на одно изделие
1	Корпус	1
2	Пробка	1
3	Шайба	1
4	Гайка	1

1. Резьба трубная по ОСТ 266.

2. Размер S и допуски по ОСТ 95-а.

3. Гайка по ОСТ 1747 при дюймовой резьбе на хвостовике пробки и по ОСТ 1746 при метрической резьбе.

Сентябрь 1931



MEM

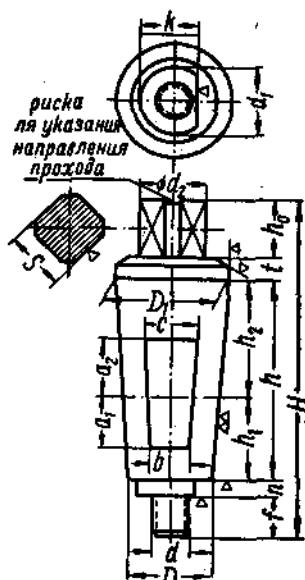
Проеход услов- ный d_0	d	D_1	D	$D_3 \approx$	$D_4 \approx$	Стрел- ка, дли- на L	l	l_1	H	S	a	b	c	h	h_1	h_2	$e \approx$	$L-2l$
10	$\frac{1}{8}$ " труб	18	13	23	18	56	11	12	38	22	7	5	7	8	16	19	2,5	34
13	$\frac{1}{8}$ " труб	24	18	30	24	64	12	14	45	27	10	7	9	3	20	22	3	40
19	$\frac{1}{8}$ " труб	30	23	37	30	78	14	16	52	32	12	10	14	8	23	26	3,5	50
25	1" труб	36	28	44	36	88	16	18	60	41	15	14	1	4	27	29	4	56
32	1 $\frac{1}{8}$ " труб	43	33	52	42	100	18	21	74	50	20	16	22	4	34	36	4,5	64
38	1 $\frac{1}{8}$ " труб	51	39	61	48	112	20	23	88	60	25	20	26	4	41	43	5	74
50	2" труб	63	48	75	59	138	22	25	111	70	30	26	33	6	48	57	8	94
65	2 $\frac{1}{2}$ " труб	76	58	89	70	162	25	28	132	85	40	30	42	6	58	68	6,5	112
76	3" труб	91	70	105	83	184	28	31	154	100	49	38	52	7	69	78	7	128

1. Материал — ковкое литье (бронза, латунь) и ковкий чугун.
2. Резьба труб по ГОСТ 268.
3. Размеры S по ГОСТ 85-в и ГОСТ 95-б — допуски для черных изделий.
4. Размеры D_1 , D_2 и e показаны ориентировочно.
5. Размеры A_1 и D_3 — наименьшие допустимые.
6. Концы муфт по ГОСТ 741. Выход резьбы может быть получен оранкой без дополнительной обработки.



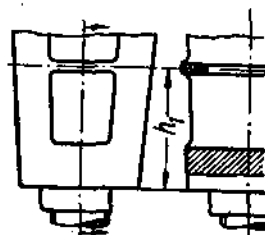
мм

ПРОВКА



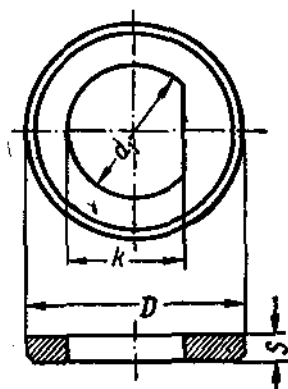
Размеры	Проход условный d_0								
	10	13	19	25	32	38	50	65	76
D_1	18	24	30	36	43	51	63	76	91
D	13	18	23	28	33	39	48	58	70
a_1	7	10	12	15	20	25	30	40	49
a_2	8	11	14	17	22	27	32	43	51
b	5	7	10	14	16	20	25	30	38
c	7	9	14	19	22	27	34	42	52
d	$1\frac{1}{4}$ "	$1\frac{3}{8}$ "	$1\frac{1}{2}$ "	$1\frac{7}{8}$ "	$2\frac{1}{8}$ "	$2\frac{3}{8}$ "	$2\frac{7}{8}$ "	$3\frac{1}{2}$ "	$4\frac{1}{8}$ "
d_1	10	14	18	23	28	33	40	48	58
d_2	12	14	18	22	24	28	36	40	42
k	9	12	16	20	20	23	27	30	34
n	4	4	4	5	5	5	8	8	9
f	9	12	14	17	18	22	24	26	32
t	4	4	6	8	9	9	11	13	14
$H \approx$	63	75	90	106	124	144	178	206	238
h_1	16	20	23	27	34	41	48	58	69
h_2	19	22	26	29	36	43	57	68	78
h_3	11	13	17	19	21	24	30	33	36
S	9	11	14	17	19	22	27	30	32

1. Материал — цветное литье (бронза, латунь) и ковкий чугун.
2. Резьба по ОСТ 33-а или 33-б.
3. Резьба хвостовика может быть взята по ОСТ 32 для диаметров (d) 6, 10, 12, 16, 20, 22, 24 и 27 мм соответственно диаметрам дюймов. резьбы.
4. Размер S и допуски по ОСТ 95-а.
5. Гайки чистые по ОСТ 1747 или ОСТ 1746.
6. Размеры h_2 и D_1 соответственно h_2 и D_1 корпуса.
7. Пробки для краев с условным проходом 38 мм и больше должны иметь укрепляющий мостик по чертежу А.



Черт. А

ШАЙБА



Раз- меры	Проход условный d_0								
	10	13	19	25	32	38	50	65	76
d_1	10	14	18	23	23	26	30	34	38
D	18	24	30	36	42	48	59	70	83
S	3	3	4	4	5	5	6	6	7
k	9	12	16	20	20	25	27	30	34

Материал — железо.

Карточка проверки токарного станка с высотой центров до 400 мм
 Фирма _____ № станка _____

Род проверки	Допустимая ошибка	Найденная ошибка
Станин		
Прямолнейность и горизонтальность передней направляющей станины в продольном направлении (допускается только выпуклость поверхности)	+ 0,02 — 0 на 1000 мм	
То же задней направляющей (допускается только выпуклость поверхности)	+ 0,01 — 0 на 1000 мм	
То же в поперечном направлении	0,05 на 1000 мм	
Параллельность продольных направляющих супорта направляющим станины	0,02 на 1000 мм	
Шпиндель передней бабки		
Правильность вращения острия центра	0,01 мм	
Правильность вращения головки шпинделя	0,01 мм	
Игра в продольном направлении у шпинделя	0,01 мм	
Правильность вращения конического гнезда в шпинделе (измерение производится по шлифованной оправке на расстоянии 300 мм от гнезда)	0,02 мм	
Параллельность шпинделя передней бабки направляющим станины в вертикальной плоскости (конец оправки может только подниматься)	+ 0,02 — 0 на 300 мм	
То же в горизонтальной плоскости (шлифованная оправка может отклоняться только в сторону резца)	+ 0 — 0,02 на 300 мм	
Салазки супорта		
Параллельность перемещения верхних салазок супорта шпинделю станка в вертикальной плоскости	0,02 на 300 мм	
Задняя бабка		
Параллельность шпинделя задней бабки направляющим станины в вертикальной плоскости (допускается только повышение конца шпинделя)	+ 0,02 — 0 на 300 мм	
То же в горизонтальной плоскости (допускается отклонение конца шпинделя только в сторону резца)	+ 0 — 0,02 на 300 мм	
Параллельность оси, проходящей через центра передней и задней бабок, направляющим станины в вертикальной плоскости (между центрами ставится шлифованный цилиндр, который может повышаться только к задней бабке)	+ 0,02 — 0 мм	

Род проверки	Допустимая ошибка	Найденная ошибка
Ходовой винт Точность шага ходового винта должна быть гарантирована Продольная игра у ходового винта Параллельность ходового винта направляющим станины Точность работы станины в отношении овальности Точность работы станка в отношении цилиндричности Точность работы при обточке плоскости (допускается только вогнутость) — 19 — Проверил _____	+ 0,03 на 300 мм 0,01 мм 0,1 на 1000 мм 0,01 мм 0,02 на 300 мм + 0 — 0,02 на 300 мм Ø Контролировал _____	

Карточка проверки вертикального сверлильного станка

Фирма _____

№ станка _____

Род проверки	Допустимая ошибка	Найденная ошибка
Колонна		
Перпендикулярность колонны к поверхности фундаментной плиты, в продольной плоскости станка (допускается наклон колонны только в сторону фундаментной плиты)	+ 0 — 0,05 на 300 мм	
То же в поперечной плоскости	± 0,03 на 300 мм	
Параллельность направляющих для салазок шпинделя к направляющим для крошителей на столе в плоскости, проходящей через оси колонны и шпинделя	± 0,03 на 300 мм	
То же в поперечной плоскости	± 0,03 на 300 мм	
Шпиндель и стол		
Правильность вращения конического гнезда шпинделя (измерение производится по шифованной оправке длиной 300 мм)	0,03 мм	
Плотность вращения стола	0,03 на 300 мм Ø	
Перпендикулярность шпинделя к поверхности стола, в продольной плоскости станка (измерение производится поворотом шпинделя на 180°; допускается отклонение конца шпинделя только к колонне)	+ 0 — 0,03 на 300 мм	
То же в поперечной плоскости	± 0,03 на 300 мм	
Перпендикулярность шпинделя к поверхности фундаментной плиты, в продольной плоскости станка (измерение производится поворотом шпинделя на 180°; допускается отклонение конца шпинделя только к колонне)	+ 0 — 0,05 на 300 мм	
То же в поперечной плоскости	± 0,03 на 300 мм	
Проверка точности станка работой на заводе поставщика		
Наибольшее допустимое отклонение от положения, перпендикулярного к поверхности стола, при сверлении отверстия наибольшего диаметра и при наибольшей подаче	0,4 на 300 мм	
— 19 —		
Проверил _____	Контролировал _____	

Карточка проверки горизонтально-фрезерного станка с неподвижной стойкой
и подвижным столом

Диаметр шпинделя до 80 мм

Фирма _____

№ станка _____

Род проверки	Допустимая ошибка	Найденная ошибка
Станина и стол		
Прямолинейность направляющих станины в продольном направлении	$\pm 0,02$ на 1000 мм	
То же в поперечном направлении	$\pm 0,02$ на 1000 мм	
Прямолинейность поперечных направляющих суппорта в продольном направлении	$\pm 0,02$ на 1000 мм	
То же в поперечном направлении	$\pm 0,02$ на 1000 мм	
Прямолинейность стола (допускается только вогнутость)	$+0$ $-0,02$ на 500 мм	
Перекос поверхности стола при продольном перемещении	$\pm 0,02$ на 1000 мм	
То же при поперечном перемещении	$\pm 0,04$ на 1000 мм	
То же при вращении стола	$\pm 0,02$ на 1000 мм	
Передняя и задняя стойки		
Перпендикулярность передней стойки к направляющим станины в плоскости, параллельной оси шпинделя (допускается наклон стойки только внутрь)	$+0$ $-0,02$ на 1000 мм	
То же в плоскости, перпендикулярной к оси шпинделя	$\pm 0,02$ на 1000 мм	
Перпендикулярность направляющих задней стойки к направляющим станины, в плоскости оси шпинделя	$\pm 0,02$ на 1000 мм	
То же в плоскости, перпендикулярной к оси шпинделя (допускается наклон стойки только соответствующий передней стойке)	$\pm 0,02$ на 1000 мм	

Карточка проверки продольно-строгального станка		
Фирма _____	№ станка _____	
Род проверки	Допустимая ошибка	Найденная ошибка
Станина и стол		
Прямолинейность и горизонтальность станины в продольном направлении	0,02 на 1000 мм	
То же в поперечном направлении	0,02 на 1000 мм	
Горизонтальность стола в продольном направлении	0,02 на 1000 мм	
То же в поперечном направлении	0,02 на 1000 мм	
Приподнимание поверхности стола при его продольном перемещении:		
а) у станков с ходом стола до 10 м	0,02 на 1000 мм	
б) у станков с ходом стола свыше 10 м	0,2	
Параллельность канавок стола его направляющим призмам:		
а) у станков с ходом стола до 10 м	0,02 на 1000 мм	
б) у станков с ходом стола свыше 10 м	0,2	
Прямолинейность продольного перемещения стола:		
а) у станков с ходом стола до 10 м	0,02 на 1000 мм	
б) у станков с ходом стола свыше 10 м	0,2 мм	
Игра между рейкой у стола и зубчатым колесом	0,2 мм	
Стойка и поперечина		
Перпендикулярность стойки к поверхности стола в плоскости направляющих стойки	0,03 на 500 мм	
Параллельность между собой направляющих обеих стоек (измерение производится либо по внутренним, либо по наружным кромкам)	0,04 на 500 мм	
Параллельность поперечины поверхности стола	0,03 на 1000 мм	
Перегиб поперечины при ее передвижении по высоте	0,03 на 1000 мм	
Боковой супорт		
Перпендикулярность перемещения бокового супорта к поверхности стола	0,03 на 500 мм	
Проверка точности станка работой на заводе поставщика		
Станок обстрагивает (чистовым проходом) правильную плоскость:		
а) у станков с ходом стола до 10 м	0,02 на 1000 мм	
б) у станков с ходом стола свыше 10 м	0,2 мм	
Отсутствие на простроганной плоскости ризок, следов вибрация частей станка и пр.		
19		
Проверял _____	Контролировал _____	

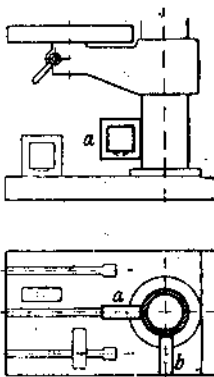
Карточка проверки шпиннга

Фирма _____

№ станка _____

Род проверки	Допустимая ошибка	Найденная ошибка
Станина и поперечные направляющие стола		
Перпендикулярность направляющих ползуна к вертикальным направляющим станины в продольной плоскости станка	0,03 на 300 мм	
То же в поперечной плоскости станка	0,03 на 300 мм	
Перпендикулярность направляющих ползуна к передним направляющим поперечины	0,03 на 300 мм	
Перпендикулярность вертикальных направляющих станины к верхним направляющим поперечины	0,02 на 300 мм	
Стол		
Перпендикулярность верхней поверхности стола к боковым поверхностям его	0,03 на 300 мм	
Перегиб поверхности стола при подъеме	0,02 на 300 мм	
То же при поперечном перемещении стола	0,02 на 300 мм	
Параллельность направляющей для концевой стойки стола к верхней направляющей поперечины	0,03 на 300 мм	
Параллельность перемещения ползуна поверхности стола (допускается отклонение наружного края стола только вверх)	+0 -0,02 на 300 мм	
Параллельность перемещения ползуна канавкам в столе	0,02 на 300 мм	
Параллельность перемещения ползуна боковым поверхностям стола	0,03 на 300 мм	
Параллельность перемещения ползуна канавкам в боковых плоскостях стола (допускается отклонение наружных концов канавок только вверх)	+0 -0,03 на 300 мм	
Салазки стола (лишь для станков с салазками)		
Перпендикулярность поверхности салазок к направляющим ползуна (допустим подъем лишь по направлению к станине)	+0 -0,03 на 300 мм	
Параллельность канавок салазок к направляющим для салазок на поперечине	0,02 на 300 мм	
Проверка точности станка работой на заводе поставщика		
Правильность обстроганной поверхности	0,02 на 300 мм	
10		
Проверка _____	Контролировал _____	

СССР Совет труда и обороны Комитет по стандартизации	ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ	ОСТ 1639
	СТАНКИ СВЕРЛИЛЬНЫЕ НАКОЛОННЫЕ	МБИ (I. I. В.): 621.95
	Нормы точности Технические условия и методы испытаний	Металл

Технические условия	Методы испытаний
1. Стол и плита должны быть прямолинейны Допуски на длине 300 мм: для 1-го кл. точности 0,01 мм " 2-го " " 0,02 " Выпуклость не допускается 2. Колонна (направляющие стола) должна быть перпендикулярна к основной плите в продольном (а) и поперечном (б) направлениях Допуски в продольном направлении на длине 300 мм: для 1-го кл. точности 0,05 мм " 2-го кл. " 0,08 " Уклон колонны допускается вперед Допуски в поперечном направлении на длине 300 мм: для 1-го кл. точн. $\pm 0,3$ мм " 2-го кл. " $\pm 0,5$ "	1. На исследуемую поверхность кладут несколько полосок (шириной ~ 5 мм) папирсной бумаги одинаковой толщины ($\sim 0,05$ мм), на полоски накладывается узким ребром точная линейка; места, где полоски легко вытаскиваются, проверяются шупом. Линейка должна накладываться в разных направлениях 2. После проверки горизонтальности основной плиты с помощью рамочного ватерпаса последний прикладывается боковой стороной к колонне в вертикальной плоскости, проходящей через продольную ось плиты сперва вниз, а потом вверх колонны  Далее ватерпас прикладывается к колонне вторично в вертикальной плоскости, перпендикулярной к первой, сперва вниз, а потом вверх

Технические условия

Методы испытаний

3. Плоскость стола должна быть перпендикулярна к его оси вращения

Допуски на длине 300 мм:
для 1-го кл. точности 0,03 мм
" 2-го " " 0,05 "

Указан. точность должна соблюдаться как при незакрепленном, так и закрепленном положении стола

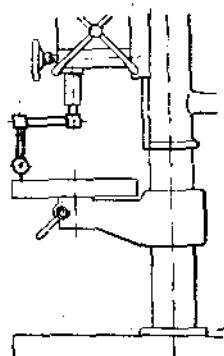
4. Сверлильный шпиндель должен быть перпендикулярен к основной плите в продольном и поперечном направлениях

Допуски в продольном направлении на длине 300 мм:
для 1-го кл. точности 0,05 мм
" 2-го " " 0,08 "

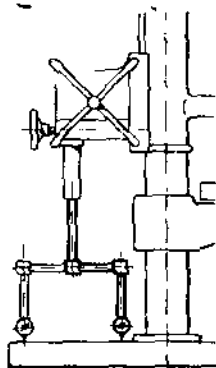
Уклон допускается только в сторону стойки вниз

Допуски в поперечном направлении на длине 300 мм:
для 1-го кл. точн. $\pm 0,03$ мм
" 2-го " " $\pm 0,05$ "

3. Индикатор, укрепленный на оправке, вставленной в конус сверлильного шпинделя, устанавливается на нуль; пугонка индикатора касается верхней плоскости стола, приводимого во вращение вокруг его оси



4. Индикатор, укрепленный на оправке, вставленной в конус сверлильного шпинделя, приводится в соприкосновение с основной плитой в двух противоположных положениях в плоскости, проходящей через продольную ось плиты



Аналогично проводится проверка в плоскости, перпендикулярной к указанной выше

Технические условия

Методы испытаний

5. Сверлильный шпиндель должен быть перпендикулярен к столу в плоскостях, перпендикулярной и параллельной к передней плоскости направляющих каретки

Допуски в плоскости, перпендикулярной на длине 300 мм:

для 1-го кл. точности 0,03 мм
 „ 2-го кл. „ 0,05 „

Уклон допускается только в сторону стойки вниз

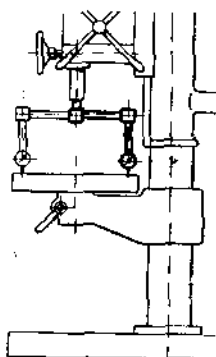
Допуски в плоскости параллельной на длине 300 мм:
 для 1-го кл. точн. $\pm 0,03$ мм
 „ 2-го „ „ $\pm 0,05$ „

6. Перемещения шпинделя по отношению к столу должны быть перпендикулярны

Допуски на длине 300 мм:
 для 1-го кл. точности 0,03 мм
 „ 2-го „ „ 0,05 „

5. Индикатор, укрепленный на оправке, вставленной в конус сверлильного шпинделя, приводится в соприкосновение со столом в двух противоположных положениях в плоскости, перпендикулярной к передней плоскости направляющих каретки

Эскиз а



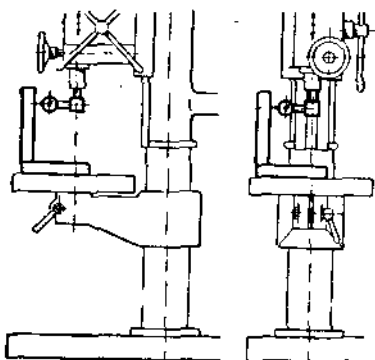
Аналогично производится проверка в плоскости, параллельной к передней плоскости направляющих каретки

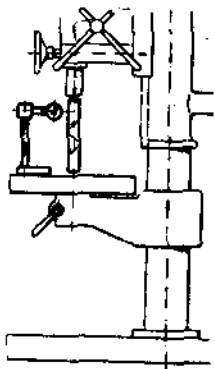
6. Индикатор, вставленный в шпиндель на загнутой под прямым углом оправке, устанавливается на нуль относительно поставленного перпендикулярно к столу угольника, после чего шпиндель перемещается на 300 мм. В случае подвижной каретки проверка производится при равных положениях каретки

Проверка производится в двух положениях согласно эскизам а и б

Эскиз а

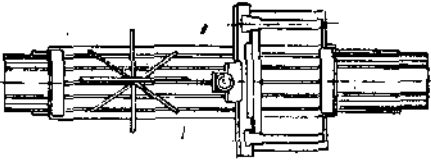
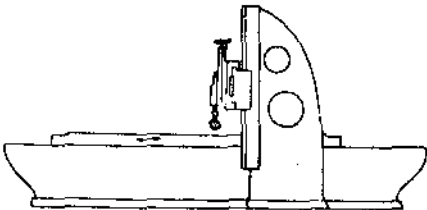
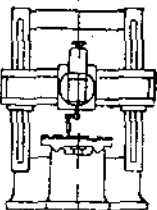
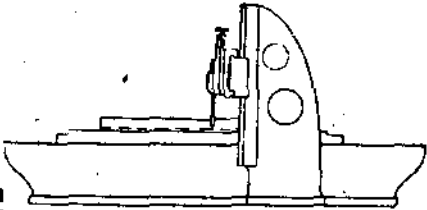
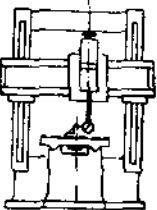
Эскиз б

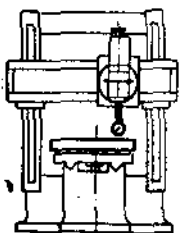
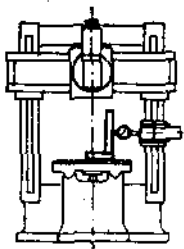


Технические условия	Методы испытаний
7. При вращении конус сверлильного шпинделя не должен давать биений Допуски на длине 300 мм: для 1-го кл. точности 0,03 мм " 2-го " " 0,05 "	7. В сверлильный шпиндель вставляется оправка, касающаяся пуговки индикатора, устанавливаемого на столе; шпиндель с оправкой приводится во вращение и перемещается на длину 300 мм 

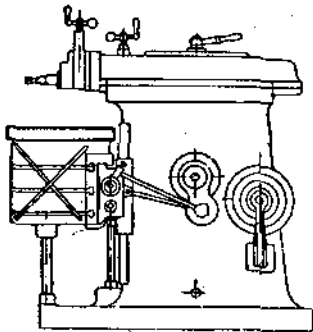
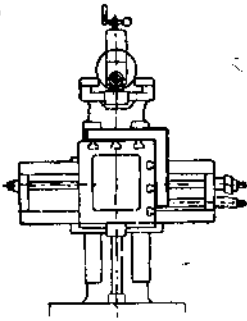
Примечание. Знаки $\pm$ указывают на то, что уклон допускается в двух противоположных направлениях.

СССР Совет труда и обороны Комитет по стандартизации	ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ	ОСТ 1640
	СТАНКИ ПРОДОЛЬНО-СТРОГАЛЬНЫЕ	МБИ (I. L. B.): 621.91
	Нормы точности Технические условия и методы испытаний	Металл

Технические условия	Методы испытаний
1. Верхняя поверхность стола должна быть прямолинейна Допуск 0,06 мм на длине 1000 мм Выпуклость не допускается	1. На исследуемую поверхность кладут несколько полосок (шириной ~ 5 мм) паперосной бумаги одинаковой толщины (~ 0,05 мм). На полоски накладывается узким ребром точная линейка; места, где полоски легко вытаскиваются, проверяются шупом. Линейка должна накладываться в разных направлениях 
2. Движение стола в продольном направлении должно быть прямолинейно Допуск 0,05 мм на длине 1000 мм Уклон только к стороне Примечание. Настоящая поверка является излишней, когда стол простроган на самом поверяемом станке	2. Индикатор закрепляется в суппорте так, чтобы пуговка индикатора касалась линейки, [продолженной на стол; стол приводится в движение  
3. Канавки стола должны быть параллельны направлению его движения Допуск 0,05 мм на длине 1000 мм	3. Индикатор закрепляется в суппорте так, чтобы пуговка индикатора касалась плоской боковой стороны линейки, закрепленной к краю стола; стол приводится в движение  

Технические условия	Методы испытаний
4. Движение супорта по траверсе и положение самой траверсы должны быть параллельны по отношению к столу. Проверка производится в различных положениях траверсы при закрепленных клиньях Допуск 0,05 мм на длине 1000 мм	4. На стол кладется, перпендикулярно направлению его движения, линейка со строго параллельными сторонами; индикатор закрепляется в супорте так, чтобы пуговка индикатора касалась верхней стороны линейки; супорт приводится в движение вдоль траверсы 
5. Движение бокового супорта должно быть перпендикулярно к верхней плоскости стола Допуск 0,05 мм на длине 1000 мм	5. Аппаратный угольник устанавливается на столе в плоскости, перпендикулярной к направлению движения стола; индикатор закрепляется в боковом супорте так, чтобы пуговка индикатора касалась вертикальной планки угольника; боковой супорт перемещается вдоль стойки 
6. Станок в работе должен отвечать всем вышеперечисленным требованиям	6. На столе станка укрепляется чугунная плита с размерами не менее 350 × 350 × 700 мм и обрабатывается помощью супорта на траверсе и бокового супорта. Проверка обработанной плиты не должна обнаружить отклонений, превышающих допускаемые отклонения, указанные выше

СССР Совет труда и обороны — Комитет по стандартизации	ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ СТАНКИ ПОПЕРЕЧНО-СТРО- ГАЛЬНЫЕ (шпинги) Нормы точности Технические условия и методы испытаний	ОСТ 1641 МБИ (Л.В.): 621.91
		Металл

Технические условия	Методы испытаний
1. Верхняя и боковые поверхности стола должны быть прямолинейны Допуск 0,03 мм на длине 300 мм Выпуклость не допускается 2. Верхняя и боковые поверхности стола должны быть перпендикулярны между собой Допуск 0,03 мм на длине 300 мм	1. К исследуемой поверхности в различных направлениях накладывается узким ребром точная линейка с подложенными под нее несколькими полосками (шириной ~ 5 мм) папирсной бумаги одинаковой толщины (~ 0,05 мм); места, где полоски легко вытаскиваются, проверяются щупом  2. Угольник одной из своих сторон узким ребром накладывается на бумажные полоски, размещенные на верхней поверхности стола, а другой стороной прижимается к проверяемой боковой поверхности, после чего исследование производится подобно вышеуказанному; проверке подвергаются обе боковые поверхности стола 

Технические условия

Методы испытаний

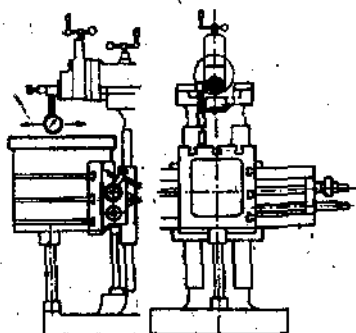
3. Движение долбика (ползуна) должно быть параллельно по отношению к верхней поверхности стола в различных положениях последнего по высоте

Допуск 0,03 мм на длине 300 мм (уклон только к станине)

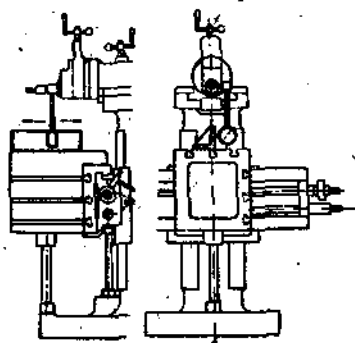
4. Движение долбика (ползуна) должно быть параллельно по отношению к пазам на верхней поверхности стола при различных положениях последнего по длине траверсы

Допуск 0,03 мм на длине 300 мм

3. Индикатор закрепляется в суппорте долбика (ползуна) так, чтобы пуговка индикатора касалась верхнего узкого ребра линейки, положенной на стол в плоскости движения долбика (ползуна); последний приводится в движение



4. Индикатор закрепляется в суппорте долбика (ползуна) так, чтобы пуговка индикатора касалась плоской боковой стороны линейки, закрепленной в пазу стола; долбик (ползун) приводится в движение



Технические условия

Методы испытаний

5. Движение долбика (ползуна) должно быть параллельно по отношению к боковой поверхности стола при различных положениях последнего по длине трансверсы

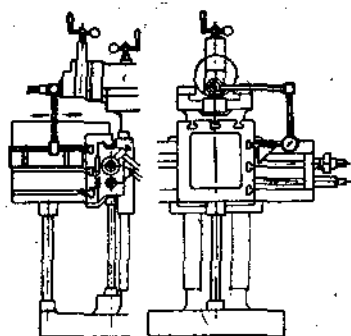
Допуск 0,03 мм на длине 300 мм

6. Движение долбика (ползуна) должно быть параллельно по отношению к базам из боковой поверхности стола

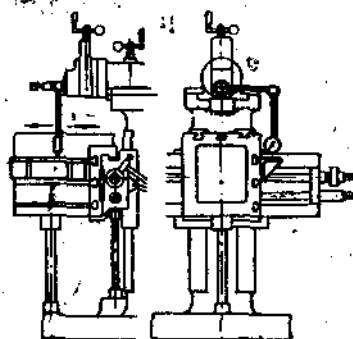
Допуск 0,03 мм на длине 800 мм

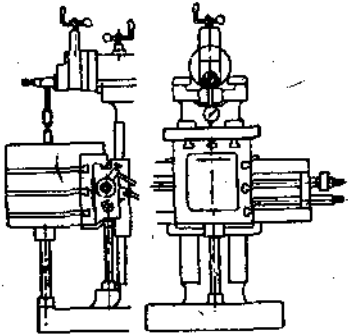
Уклон только к станине

5. Индикатор закрепляется в суппорте долбика (ползуна) так, чтобы пугонка индикатора касалась узкого ребра линейки, закладываемой в паз на проверяемой боковой поверхности стола; долбик (ползун) приводится в движение

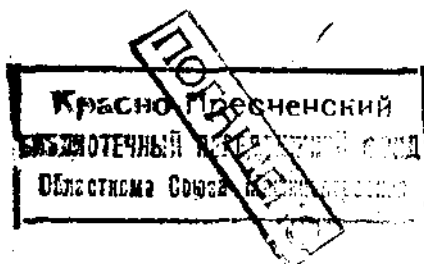


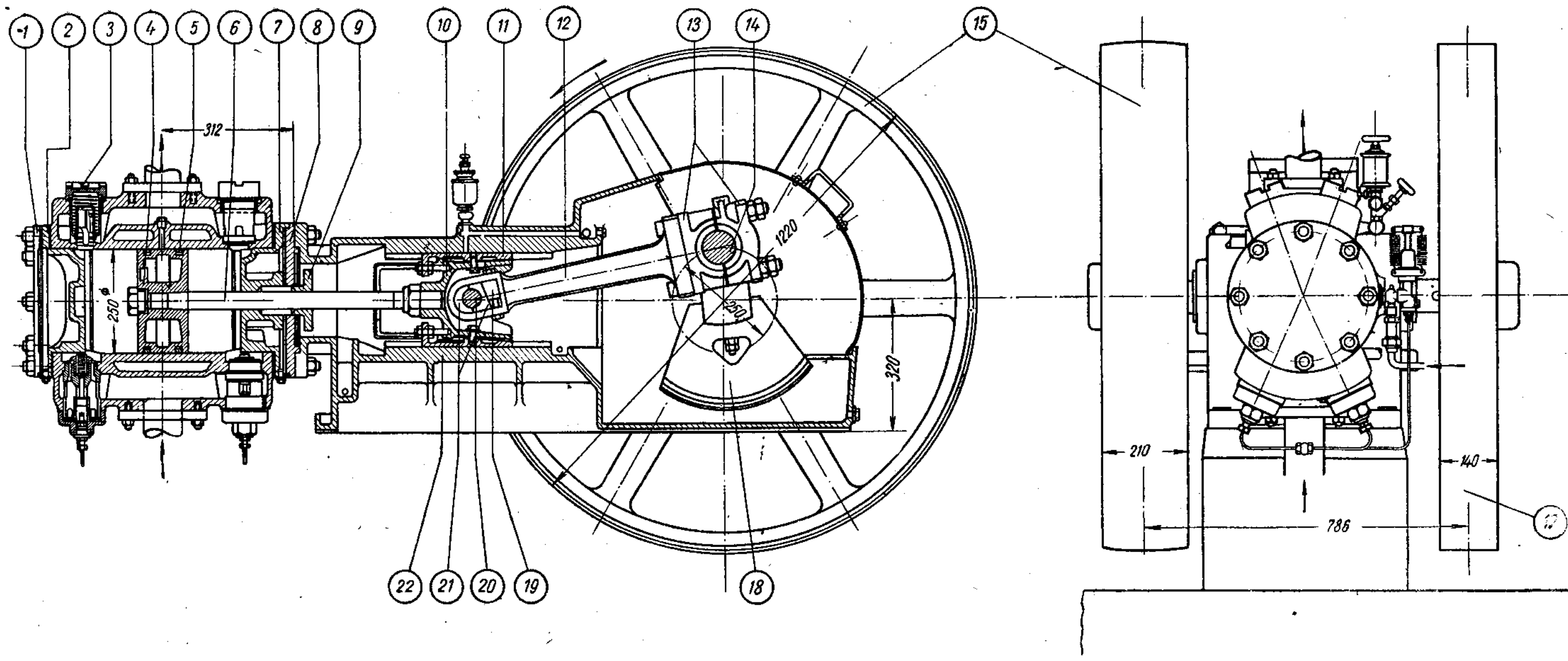
6. Индикатор закрепляется в суппорте долбика (ползуна) так, чтобы пугонка индикатора касалась плоской верхней стороны линейки, закладываемой в паз на проверяемой боковой поверхности стола; долбик (ползун) приводится в движение



Технические условия	Методы испытаний
7. Плоскость стола должна быть параллельна направляющим поперечных салазок, а последние — перпендикулярны в вертикальной плоскости Допуск 0,03 мм на длине 300 мм	7. Индикатор закрепляется в суппорте долбяка (ползуна) так, чтобы пуговка индикатора касалась верхнего узкого ребра линейки, положенной на стол перпендикулярно плоскости движения долбяка (ползуна); стол приводится в движение по поперечным салазкам вручную; проверка производится в различных положениях стола по высоте. Траверса во время проверки закрепляется 

50-26710





Черт. 1. Воздушный компрессор.

1 — задняя крышка цилиндра; 2 — всасывающий клапан; 3 — поршень; 4 — поршневое кольцо; 5 — шток; 6, 7, 8 — передняя крышка цилиндра; 9 — крышка сальника; 10 — тело кривокопфа; 11 — банман кривокопфа; 12 — шатун; 13 — кривошипная головка шатуна; 14 — колесчатый вал; 15 — шпинь 17 — маховик; 18 — противовес; 19 — шпинь 20 — палец кривокопфа 21 — вкладыши кривокопфной головки; 22 — направляющие

