

СПРАВОЧНИК
СПЕСАРЯ

И.С. БОЛЬШАКОВ
М.А. СЕРГЕЕВ

Справочник СПЕСАРЯ

Л Е Н И З Д А Т О 1974

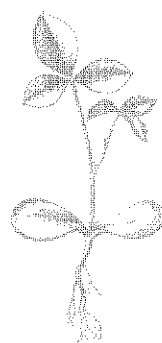
И. С БОЛЬШАКОВ,
М. А. СЕРГЕЕВ

СПРАВОЧНИК СЛЕСАРЯ

*Издание третье,
исправленное и дополненное*

Под общей редакцией
В. А. Блюмберга

ЛЕНИЗДАТ • 1974



«Справочник слесаря» содержит основные сведения по слесарной обработке деталей машин и приборов.

Материалы справочника даны в виде таблиц с иллюстрациями, указывающими наиболее рациональные методы и приемы слесарной обработки.

Справочник предназначен для слесарей, бригадиров и мастеров механосборочных цехов. Он может быть полезен слесарям инструментальных и ремонтных цехов, а также инженерно-техническим работникам — технологам, нормировщикам и др.

Справочник может быть использован при подготовке слесарей в системе заводского обучения.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	7
-----------------------	---

Раздел первый

Материалы и их свойства

1. Вес (масса) материалов	9
2. Основные механические свойства металлов и способы их определения	13
3. Определение твердости металлов	15
4. Стали	18
5. Термическая и химико-термическая обработка сталей	23
6. Твердые сплавы	24
7. Чугуны	25
8. Цветные металлы и их сплавы	26
9. Коэффициенты линейного расширения металлов и сплавов	29
10. Неметаллические материалы, Пластмассы	29
11. Прокладочные и уплотнительные материалы	35

Раздел второй

Точность и шероховатость поверхностей. Допуски и посадки

1. Основные понятия о допусках и отклонениях	36
2. Основные понятия о зазорах, натягах и посадках	37
3. Системы допусков и классы точности	38
4. Шероховатость поверхностей деталей и классы чистоты	41
5. Точность формы и взаимного расположения поверхностей	46

Раздел третий

Условные обозначения на чертежах

1. Нанесение размеров на чертежах (ГОСТ 2.307-68)	54
2. Нанесение на чертежах предельных отклонений размеров (ГОСТ 2.307-68)	54
3. Указание на чертежах предельных отклонений формы и расположения поверхностей (ГОСТ 2.308-68)	55
4. Обозначение шероховатости поверхностей на чертежах (ГОСТ 2.309-68)	57
5. Обозначение на чертежах покрытий, термической и других видов обработки	58
6. Условные изображения на чертежах элементов деталей машин	59

Раздел четвертый

Контрольно-измерительные инструменты и их применение

1. Плоскопараллельные концевые меры длины	62
2. Измерения кронциркулями и нутромерами	64
3. Измерения штриховыми инструментами	66
4. Щупы	67
5. Инструменты с линейным нониусом (штангенинструменты)	68
6. Микрометрические инструменты	73
7. Рычажно-механические приборы	77
8. Универсальные инструменты для измерения углов	81
9. Проверка плоскостности и прямолинейности	84
10. Универсальные инструменты для измерения резьбы	86
11. Калибры	86

Раздел пятый

Разметка

1. Разметочные плиты, приспособления и инструменты	89
2. Подготовка деталей к разметке	101
3. Основные приемы нанесения разметочных рисок	102
4. Основные приемы кернения	107
5. Способы отыскания центров цилиндрических деталей	107
6. Способы построения углов	110
7. Разметка различных сопряжений при помощи геометрических построений	111
8. Деление отрезков прямых линий на равные части	114
9. Деление окружностей на равные части	115
10. Построение разверток простейших тел	118
11. Примеры выполнения разметочных работ	120

Раздел шестой

Резка и вырезка

1. Резка металлов ножовками	124
2. Резка металлов ручными ножницами	128
3. Резка металлов механизированными ножницами	133
4. Стационарное оборудование, применяемое для резки металла	136
5. Инструменты и приспособления для вырезания прокладок из листового материала	142
6. Нормы времени на разрезание материала ручной ножовкой	144

Раздел седьмой

Рубка металла

1. Зубила и крейцмейсели	147
2. Заточка зубил и крейцмейселей	149
3. Основные приемы рубки	150
4. Механизация процесса рубки	155
5. Нормы времени на обработку поверхностей зубилом и вырубку канавок крейцмейселем	157

Раздел восьмой

Правка заготовок

1. Основные приемы правки металла вручную	160
2. Механизация правки металла	164

Раздел девятый

Гибка металла

1. Основные сведения о процессе гибки металла	168
2. Расчет размеров заготовок для деталей, изготавливаемых гибкой	168
3. Основные приемы гибки вручную	172
4. Приспособления и оборудование для механизированной гибки металла	176
5. Гибка труб	182
6. Изготовление цилиндрических пружин	188

Раздел десятый

Опиливание и зачистка металлов

1. Напильники	191
2. Выбор напильников	205
3. Основные правила обращения с напильниками и уход за ними	208
4. Нормы стойкости, затупление и восстановление изношенных напильников	209
5. Общие правила и приемы опиления	210
6. Механизация процесса опиления	216
7. Зачистка поверхностей абразивными кругами и головками	219

8. Зачистка и полирование поверхностей шлифовальной шкуркой и абразивными лентами	222
9. Зачистка и полирование поверхностей вращающимися щетками и эластичными кругами	226
10. Нормы времени на опиление поверхностей	230

Раздел одиннадцатый

Шабрение

1. Припуски на шабрение	232
2. Шаберы	232
3. Геометрия шаберов, их заточка и доводка	235
4. Точность шабрения и контроль качества	237
5. Поверочные линейки и плиты	238
6. Специальные вспомогательные приспособления и устройства для шабрения	240
7. Практика шабрения	242
8. Механизация процесса шабрения	246
9. Замена ручного шабрения механической обработкой	248
10. Брак при шабрении и его предупреждение	250
11. Нормы времени на пришабривание вручную плоскостей и цилиндрических поверхностей	251

Раздел двенадцатый

Притирка

1. Общие сведения о притирке	254
2. Притирочные материалы	254
3. Притиры	255
4. Практика притирки	259
5. Механизация процесса притирки	262

Раздел тринадцатый

Сверление, зенкерование и развертывание

1. Основные методы обработки отверстий	267
2. Основные сведения о сверлах	270
3. Конструкция, геометрические параметры спиральных сверл и их заточка	284
4. Ручные машинки для сверления	289
5. Механизированный ручной инструмент для сверления	291
6. Сверлильные станки	291
7. Закрепление, установка и снятие сверл	299
8. Установка и закрепление деталей, обрабатываемых на сверлильных станках	305
9. Специальные головки для кольцевого сверления (вырезания) отверстий	306
10. Основные приемы сверления	306
11. Режимы резания при сверлении	309
12. Виды брака при сверлении и его предупреждение	314
13. Нормы времени на сверление отверстий ручными и механизированными сверлильными машинками	315
14. Конструкция и геометрия зенкоров	317
15. Зенкование (раззенковка) отверстий	320
16. Режимы резания при зенкерowaniu и зенковании отверстий	323
17. Основные типы разверток и их применение	325
18. Конструкция и геометрия режущих зубьев разверток	328
19. Практика развертывания	329
20. Режимы резания при развертывании	331
21. Нормы времени на развертывание отверстий	332

Раздел четырнадцатый

Нарезание резьбы

1. Основные элементы резьбы	334
2. Типы резьб и их основные размеры	334
3. Основные типы метчиков, плашек и их назначение	340
4. Конструкция и геометрия режущих элементов метчиков и плашек	345

5. Размеры отверстий и стержней под резьбу	348
6. Воротки и клуппы	351
7. Практика нарезания резьбы метчиками и плашками вручную	355
8. Механизация нарезания резьбы	356
9. Патроны для метчиков	358
10. Режимы резания при нарезании резьбы	361
11. Неполадки при нарезании резьбы и способы их устранения	362
12. Нормы времени на нарезание резьбы метчиками и плашками	365

Раздел пятнадцатый

Организация рабочего места слесаря. Экономика слесарной обработки. Техника безопасности

1. Организация рабочего места слесаря	369
2. Производительность труда при слесарной обработке	372
3. Экономическая эффективность мероприятий, направленных на повышение про- изводительности труда слесаря	373
4. Техника безопасности при выполнении слесарных работ	374
Рекомендуемая литература	376

ПРЕДИСЛОВИЕ

XXIV съезд КПСС определил главную задачу девятого пятилетнего плана развития народного хозяйства СССР как задачу обеспечения значительного подъема материального и культурного уровня жизни народа на основе высоких темпов развития социалистического производства, повышения его эффективности, научно-технического прогресса и ускорения роста производительности труда.

В числе многих мероприятий успешному решению этой задачи содействует максимально возможное сокращение производственных потерь, связанных с переходом на изготовление новой продукции, выбором нового технологического плана обработки, приспособлений, средств механизации, инструментов и режимов резания. Все это в свою очередь зависит от ряда факторов, в том числе и от наличия на рабочих местах соответствующих инструкций и справочных данных, отражающих наиболее прогрессивные решения и передовой опыт новаторов производства.

Предлагаемое читателю третье издание «Справочника слесаря» в какой-то мере может оказаться полезным при решении этой большой и сложной задачи.

Справочник предназначен главным образом для слесарей механосборочных цехов машиностроительных и приборостроительных предприятий. Соответственно этому содержание справочника охватывает возможно полный круг вопросов, которые могут возникнуть у слесарей, работающих как в цехах серийного производства, так и в опытных и экспериментальных. Он может быть также полезен большой группе бригадиров, мастеров и других инженерно-технических работников машино- и приборостроительной промышленности.

Третье издание справочника заметно отличается от двух предшествующих. В него не включены некоторые общие справочные данные, такие, как сведения о мерах, сведения из математики, таблицы допусков и посадок и др., имеющиеся в многочисленных справочниках разных назначений и в другой технической литературе.

Третье издание «Справочника слесаря» составлено и построено так, чтобы удовлетворять в первую очередь непосредственно профессиональные запросы слесаря.

В разделах I—IV справочника содержатся наиболее необходимые общие сведения: о материалах, с которыми приходится сталкиваться слесарю, в том числе рассматриваются неметаллические материалы — пластические массы, прокладочные материалы и др., об условных обозначениях на чертежах и оформлении машиностроительных чертежей, принятых по сравнительно недавно введенной в действие «Единой системе конструкторской документации» (ЕСКД), о точности обработки деталей машин, и в частности о допускаемых отклонениях по точности формы и взаимного расположения поверхностей, об измерительном инструменте, с которым приходится работать слесарю.

В последующих разделах рассматриваются процессы слесарной обработки в машиностроении — разметка, рубка, резка, правка, гибка, опилование, зачистка, полирование, шабрение, притирка, сверление, зенкерование, развертывание и нарезание резьбы.

Третье издание справочника значительно дополнено данными о механизации процессов слесарной обработки, о новых инструментах и приспособлениях, а также о новых типах оборудования, появившихся за

время, прошедшее после выхода в свет второго издания.

Все приводимые в справочнике данные, технические указания и рекомендации соответствуют действующим ГОСТам и отраслевым нормалам и стандартам.

Справочник состоит в основном из таблиц с иллюстрациями, наглядно характеризующими рабочие приемы и методы работы слесаря. Теоретические объяснения явлений, наблюдающихся в процессе обработки, равно как и их описание, в справочник не включены.

Можно полагать, что такое построение справочника окажет реальную помощь слесарям и другим производственникам, инте-

ресующимся слесарным делом, при решении возникающих у них вопросов.

Подготовка справочника к изданию — написание новых разделов, обновление и корректировка ранее составленных материалов — выполнена уже без участия М. А. Сергеева кандидатом технических наук И. С. Большаковым. Разделы II, III, X, XII написаны инженером Д. Н. Томилиной.

Прежде чем пользоваться этой книгой, следует тщательно изучить ее содержание и расположение материала. Это даст возможность быстро находить ответы на возникающие вопросы.

Редактор

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

МАТЕРИАЛЫ И ИХ СВОЙСТВА

1. ВЕС (МАССА) МАТЕРИАЛОВ

В табл. 1 указан вес (масса) 1 пог. м стали (удельный вес $\gamma = 7,85 \text{ Г/см}^3$, или $\gamma = 77\,008 \text{ Н/м}^3$) квадратного, шестигранного и круглого сечения. Чтобы определить вес заготовки, нужно ее длину (в м) умножить на q (вес 1 пог. м для данного сечения, указанный в табл. 1).

Например, требуется определить вес стальной заготовки диаметром 75 мм и длиной 420 мм.

По табл. 1 находим вес 1 пог. м для диаметра 75 мм: $q = 34,68$. Вес заготовки:

$$Q = 34,68 \times 0,42 = 14,5656 \text{ кг} \approx 14,6 \text{ кг}.$$

При определении веса заготовки из других материалов нужно пользоваться коэффициентами пересчета, учитывающими разницу в удельном весе (табл. 2).

Например, требуется определить вес круглой медной заготовки размерами $50 \times 275 \text{ мм}$:

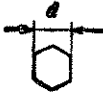
$$Q = q \times 0,275 \times 1,134 = 15,413 \times 0,275 \times 1,134 = 4,806 \text{ кг} \approx 4,8 \text{ кг}.$$

Здесь значение $q = 15,413$ взято из табл. 1, а коэффициент 1,134—из табл. 2.

Таблица 1

Вес квадратного, шестигранного и круглого материала и диаметры описанных окружностей

(сталь, удельный вес $\gamma = 7,85 \text{ Г/см}^3 = 77\,008 \text{ Н/м}^3$)

Размер, в мм	Материал				
	квадратный		шестигранный		круглый
	вес 1 пог. м, в кг	диаметр описан- ной окружности, в мм	вес 1 пог. м, в кг	диаметр описан- ной окружности, в мм	вес 1 пог. м, в кг
					
5	0,196	7,071	0,170	5,78	0,154
6	0,283	8,48	0,245	6,93	0,222
7	0,385	9,90	0,333	8,09	0,302
8	0,502	11,31	0,435	9,24	0,395
9	0,636	12,73	0,551	10,40	0,499
10	0,785	14,14	0,680	11,55	0,617
11	0,950	15,56	0,823	12,71	0,746
12	1,130	16,97	0,979	13,86	0,888

Продолжение табл. 1

Размер, в мм	Материал				
	квадратный		шестигранный		круглый
	вес 1 пог. м, в кг	диаметр описан- ной окружности, в мм	вес 1 пог. м, в кг	диаметр описан- ной окружности, в мм	вес 1 пог. м, в кг
13	1,327	18,38	1,149	15,02	1,042
14	1,530	19,80	1,332	16,17	1,208
15	1,766	21,21	1,530	17,32	1,387
16	2,010	22,63	1,740	18,48	1,578
17	2,269	24,04	1,965	19,64	1,782
18	2,543	25,46	2,203	20,79	1,998
19	2,834	26,87	2,454	21,95	2,226
20	3,140	28,28	2,719	23,10	2,466
21	3,462	29,70	2,998	24,26	2,719
22	3,799	31,11	3,290	25,41	2,984
23	4,153	32,53	3,596	26,57	3,261
24	4,522	33,94	3,916	27,72	3,551
25	4,906	35,36	4,249	28,88	3,853
26	5,307	36,77	4,596	30,09	4,168
27	5,723	38,18	4,956	31,19	4,495
28	6,154	39,60	5,330	32,34	4,834
29	6,602	41,01	5,717	33,50	5,185
30	7,065	42,43	6,118	34,65	5,549
32	8,038	45,25	6,961	36,96	6,313
34	9,075	48,08	7,859	39,27	7,127
35	9,616	49,50	8,328	40,42	7,550
36	10,174	50,91	8,811	41,58	7,990
38	11,335	53,74	9,817	43,89	8,903
40	12,560	56,57	10,877	46,20	9,865
42	13,847	59,40	11,992	48,51	10,876
44	15,198	62,22	13,162	50,82	11,936
45	15,896	63,64	13,766	51,96	12,485
46	16,611	65,05	14,385	53,13	13,046
48	18,086	67,88	15,663	55,44	14,205
50	19,625	70,71	16,995	57,75	15,413
52	21,226	73,54	18,383	60,06	16,671
54	22,891	76,37	19,824	62,37	17,978
55	23,746	77,78	20,560	63,52	18,650
56	24,618	79,20	21,320	64,68	19,335
58	26,407	82,02	22,870	66,99	20,740
60	28,260	84,85	24,474	69,30	22,195
62	30,175	87,68	26,133	71,61	23,700
64	32,154	91,51	27,846	73,92	25,253
65	33,160	91,92	28,720	75,07	26,050
66	34,195	94,34	29,614	76,23	26,856
68	36,298	97,17	31,436	78,54	28,509
70	38,465	99,00	33,312	80,85	30,210
72	40,694	101,82	35,243	83,16	31,961
74	42,987	104,65	37,228	85,47	33,762
75	44,130	106,06	38,240	86,62	34,680
76	45,342	107,48	39,267	87,78	35,611
78	47,759	110,31	41,361	90,09	37,510
80	50,240	113,14	43,509	92,40	39,458
85	56,716	120,21	49,118	98,18	44,545
90	63,585	127,28	55,067	103,95	49,940
95	70,846	134,35	61,355	109,73	55,643
100	78,500	141,42	67,983	115,50	61,654
105	86,546	148,50	74,951	121,28	67,973
110	94,985	155,56	82,260	127,05	74,601
115	103,816	162,63	89,908	132,83	81,537
120	113,040	169,70	97,896	138,60	88,781

Продолжение табл. 1

Размер, в мм	Материал				
	квадратный		шестигранный		круглый
	вес 1 пог. м, в кг	диаметр описан- ной окружности, в мм	вес 1 пог. м, в кг	диаметр описан- ной окружности, в мм	вес 1 пог. м, в кг
125	122,656	176,78	106,224	144,38	96,334
130	132,665	183,85	114,891	150,15	104,195
135	143,066	190,92	123,899	155,93	112,364
140	153,860	197,99	133,247	161,70	120,841
145	165,046	205,06	142,934	167,48	129,627
150	176,625	212,13	152,962	173,25	138,721
155	188,596	219,20	163,329	179,03	148,123
160	200,960	226,27	174,036	184,80	157,834
165	213,716	233,34	185,084	190,58	167,852
170	226,865	240,41	196,471	196,35	178,179
175	240,406	247,49	208,198	202,13	188,815
180	254,340	254,56	220,265	207,90	199,758
185	268,666	261,63	232,638	213,68	211,010
190	283,385	268,70	245,419	219,45	222,570
195	298,496	275,77	258,506	225,23	234,438
200	314,000	282,84	271,932	231,00	246,615

Таблица 2

Коэффициент пересчета весов для некоторых металлов
(к табл. 1)

Материал	Коэффициент	Материал	Коэффициент
Чугун	0,924	Бронза (в среднем)	1,096
Медь	1,134	Цинк	0,917
Латунь (в среднем)	1,083	Алюминий	0,344

Таблица 3

Вес 1 м² металлических листов (в кг) в зависимости от их толщины
(удельный вес γ , в г/см³)

Толщина, в мм	Чугун ($\gamma = 7,25$)	Литая и катаная сталь ($\gamma = 7,85$)	Медь ($\gamma = 8,9$)	Латунь ($\gamma = 8,5$)	Бронза ($\gamma = 8,6$)	Цинк ($\gamma = 7,2$)	Свинец ($\gamma = 11,37$)	Алюминий ($\gamma = 2,73$)
1	—	7,86	8,9	8,5	8,6	7,2	11,37	2,73
2	—	15,72	17,8	17,0	17,2	14,4	22,74	5,46
3	—	23,58	26,7	25,5	25,8	21,6	34,11	8,19
4	—	31,44	35,6	34,0	34,4	28,8	45,48	10,92
5	—	39,30	44,5	42,5	43,0	36,0	56,85	13,65
6	—	47,16	53,4	51,0	51,6	43,2	68,22	16,38
7	—	55,02	62,3	59,5	60,2	50,4	79,59	19,11

Продолжение табл. 3

Толщина, в мм	Чугун ($\gamma = 7,25$)	Литая и катаная сталь ($\gamma = 7,85$)	Медь ($\gamma = 8,9$)	Латунь ($\gamma = 8,5$)	Бронза ($\gamma = 8,6$)	Цинк ($\gamma = 7,2$)	Свинец ($\gamma = 11,37$)	Алюминий ($\gamma = 2,73$)
8	—	62,88	71,2	68,0	68,8	57,6	90,96	21,84
9	—	70,74	80,1	76,5	77,4	64,8	102,33	24,57
10	72,50	78,60	89,0	85,0	86,0	72,0	113,70	27,30
11	79,75	86,46	97,9	93,5	94,6	79,2	125,07	30,03
12	87,00	94,32	106,8	102,0	103,2	86,4	136,44	32,76
13	94,25	102,18	115,7	110,5	111,8	93,6	147,81	35,49
14	101,50	110,04	124,6	118,5	120,4	100,8	159,18	38,22
15	108,75	117,90	133,5	127,5	129,0	108,0	170,55	40,95
16	116,00	125,76	142,4	136,0	137,6	115,2	181,92	43,68
17	123,25	133,62	151,3	144,5	146,2	122,4	193,29	46,41
18	130,50	141,48	160,2	153,0	154,8	129,6	204,66	49,14
19	137,75	149,34	169,1	161,5	163,4	136,8	216,03	51,87
20	145,00	157,20	178,0	170,0	172,0	144,0	227,40	54,60
21	152,25	165,06	186,9	178,5	180,6	151,2	238,77	57,33
22	159,50	172,92	195,8	187,0	189,2	158,4	250,14	60,06
23	166,75	180,78	204,7	195,5	197,8	165,6	261,51	62,79
24	174,00	188,64	213,6	204,0	206,4	172,8	272,88	65,52
25	181,25	196,50	222,5	212,5	215,0	180,0	284,25	68,25
26	188,50	204,36	231,4	221,0	223,6	187,2	295,62	70,98
27	195,75	212,22	240,3	229,5	232,2	194,4	306,99	73,71
28	203,00	220,08	249,2	238,0	240,8	201,6	318,36	76,44
29	210,25	227,94	258,1	246,5	249,4	208,8	329,78	79,17
30	217,50	235,80	267,0	255,0	258,0	216,0	341,10	81,90

Таблица 4

Вес 1 пог. м проволоки и прутка (в г) в зависимости от диаметра
(удельный вес, в г/см³)

Диаметр проволоки, в мм	Алюминий и его сплавы ($\gamma = 2,65$)	Медь ($\gamma = 8,9$)	Латунь ($\gamma = 8,5$)	Сталь ($\gamma = 7,85$)
0,5	0,54	1,77	1,70	1,56
1,0	2,14	7,07	6,82	6,24
1,5	4,82	15,91	15,30	14,05
2,0	8,58	28,28	27,27	24,98
2,5	13,40	44,18	42,61	39,02
3,0	19,30	63,62	61,36	56,20
3,5	26,27	86,59	83,51	76,49
4,0	34,31	113,10	109,08	99,90
4,5	43,42	143,14	138,05	126,44
5,0	53,60	176,71	170,43	156,10
6,0	77,19	254,47	245,42	224,78
7,0	105,06	346,86	334,05	305,96
8,0	137,23	452,39	436,30	399,61
9,0	178,67	572,54	552,19	505,76
10,0	214,41	706,85	681,73	624,40
12,0	308,75	1017,96	981,68	899,12
15,0	482,43	1590,41	1533,86	1404,87

2. ОСНОВНЫЕ МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ И СПОСОБЫ ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Механические свойства металлов и сплавов характеризуют их способность сопротивляться деформирующему и разруша-

ющему воздействию внешних сил. Механические свойства материалов определяют характеристики, указанные в табл. 5.

Таблица 5

Основные характеристики, определяющие механические свойства материалов

Характеристика	Условное обозначение	Что определяет данная характеристика
Предел текучести	$\sigma_{тл}$	Наименьшее напряжение (в кг/мм ²), при котором образец материала при испытании на растяжение деформируется без заметного увеличения растягивающей нагрузки
Временное сопротивление разрыву (предел прочности)	$\sigma_{в}$	Условное напряжение (в кг/мм ²), соответствующее максимальному усилию, которое может выдержать образец материала при испытании на растяжение до разрушения
Относительное удлинение как отношение приращения длины образца (после разрыва) к его первоначальной длине	δ	Пластичность материала, т. е. способность получать остаточную деформацию (в %) под действием нагрузки: $\delta = \frac{l_k - l_0}{l_0} \cdot 100\%,$ где l_k — длина образца после разрыва, в мм; l_0 — первоначальная длина образца, в мм
Относительное сужение как отношение уменьшения площади поперечного сечения образца (после разрыва) к первоначальной площади его поперечного сечения	ψ	$\psi = \frac{F_0 - F_k}{F_0} \cdot 100\%,$ где F_0 — начальная площадь поперечного сечения образца, в мм ² ; F_k — площадь поперечного сечения образца в месте разрыва, в мм ²
Твердость	См. § 3 данной главы	Способность материала оказывать сопротивление проникновению в него другого более твердого тела

Значения ряда указанных в табл. 5 характеристик даны в кг/мм². В табл. 6 приводится перевод значений давления (напряжения), выраженных в кг/мм², в величины Н/мм², принятые в системе единиц СИ.

Кроме указанных в табл. 5 показателей, механические свойства металлов характеризуются еще и специальными показателями, определяющими предел прочности при изгибе, предел усталости, интенсивность износа при трении и т. д.

Отдельную группу составляют характеристики технологических свойств металлов,

показывающие способность их подвергаться тому или иному виду технологической обработки (в особенности обработке давлением).

Определение механических и технологических свойств металла осуществляется по единой методике, установленной для каждого вида испытаний государственными общесоюзными стандартами (ГОСТ).

Способ оценки механических свойств металла по показателям твердости является самым простым и распространенным.

Таблица 6

Перевод значений давления (напряжения), выраженных в кг/мм^2 , в величины Н/мм^2 , принятые в системе единиц СИ

кг/мм^2	Н/мм^2	кг/мм^2	Н/мм^2	кг/мм^2	Н/мм^2	кг/мм^2	Н/мм^2
1	9,8	59	579	117	1 147	175	1 715
2	20	60	588	118	1 156	176	1 725
3	29	61	598	119	1 166	177	1 735
4	39	62	608	120	1 176	178	1 745
5	49	63	618	121	1 186	179	1 754
6	59	64	628	122	1 196	180	1 764
7	69	65	637	123	1 205	181	1 774
8	78	66	647	124	1 215	182	1 784
9	88	67	657	125	1 225	183	1 793
10	98	68	667	126	1 235	184	1 803
11	108	69	677	127	1 245	185	1 813
12	118	70	687	128	1 254	186	1 823
13	127	71	696	129	1 264	187	1 833
14	137	72	706	130	1 274	188	1 842
15	147	73	716	131	1 284	189	1 852
16	157	74	726	132	1 294	190	1 862
17	167	75	736	133	1 303	191	1 872
18	176	76	745	134	1 313	192	1 882
19	186	77	755	135	1 323	193	1 891
20	196	78	765	136	1 333	194	1 901
21	206	79	775	137	1 343	195	1 911
22	216	80	785	138	1 352	196	1 921
23	225	81	794	139	1 362	197	1 931
24	235	82	804	140	1 372	198	1 940
25	245	83	814	141	1 382	199	1 950
26	255	84	824	142	1 392	200	1 960
27	265	85	834	143	1 401	201	1 970
28	274	86	844	144	1 411	202	1 980
29	284	87	853	145	1 421	203	1 989
30	294	88	863	146	1 431	204	1 999
31	304	89	873	147	1 441	205	2 009
32	314	90	883	148	1 450	206	2 019
33	324	91	892	149	1 460	207	2 029
34	333	92	902	150	1 470	208	2 038
35	343	93	912	151	1 480	209	2 048
36	353	94	922	152	1 490	210	2 058
37	363	95	932	153	1 499	211	2 068
38	373	96	941	154	1 509	212	2 078
39	382	97	951	155	1 519	213	2 087
40	392	98	961	156	1 529	214	2 097
41	402	99	971	157	1 539	215	2 107
42	412	100	980	158	1 548	216	2 117
43	422	101	990	159	1 558	217	2 127
44	432	102	1 000	160	1 568	218	2 136
45	441	103	1 009	161	1 578	219	2 146
46	451	104	1 019	162	1 588	220	2 156
47	461	105	1 029	163	1 597	221	2 166
48	471	106	1 039	164	1 607	222	2 176
49	481	107	1 049	165	1 617	223	2 185
50	490	108	1 058	166	1 627	224	2 195
51	500	109	1 068	167	1 637	225	2 205
52	510	110	1 078	168	1 646	226	2 215
53	520	111	1 088	169	1 656	227	2 225
54	530	112	1 098	170	1 666	228	2 234
55	539	113	1 107	171	1 676	229	2 244
56	549	114	1 117	172	1 686	230	2 254
57	559	115	1 127	173	1 695	231	2 264
58	569	116	1 137	174	1 705	232	2 274

Продолжение табл. 6

кг/мм ²	Н/мм ²	кг/мм ²	Н/мм ²	кг/мм ²	Н/мм ²	кг/мм ²	Н/мм ²
233	2 283	245	2 401	257	2 519	269	2 636
234	2 293	246	2 411	258	2 528	270	2 646
235	2 303	247	2 421	259	2 538	271	2 656
236	2 313	248	2 430	260	2 548	272	2 666
237	2 323	249	2 440	261	2 558	273	2 675
238	2 332	250	2 450	262	2 568	274	2 685
239	2 342	251	2 460	263	2 577	275	2 695
240	2 352	252	2 470	264	2 587	276	2 705
241	2 362	253	2 479	265	2 597	277	2 715
242	2 372	254	2 489	266	2 607	278	2 724
243	2 381	255	2 499	267	2 617	279	2 734
244	2 391	256	2 509	268	2 626	280	2 744

Примечание. Значения в Н/мм² даны с округлением до целого числа.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТВЕРДОСТИ МЕТАЛЛОВ

Под твердостью понимают способность металла оказывать сопротивление проникновению в него другого, более твердого тела определенной формы и размеров.

Обозначение твердости и ее размерность для одного и того же металла могут быть различными и зависят от примененного метода измерения.

В заводской практике получили наибольшее распространение измерения твердости по способам Бринеля, Роквелла, по алмазной пирамиде и по методу ударного отскока (табл. 7).

Между показателями твердости и пределом прочности (временным сопротивлением при разрыве) существуют более или менее определенные соотношения. Так, приближенно отношения σ_b к HB составляют:

для сталей	0,32—0,35
• стального литья	0,3—0,4
• меди	0,34—0,4
• латуни	0,4—0,5
• алюминия	0,35—0,4
• дуралюмина	0,36—0,37

Таблица 7

Способы измерения твердости металлов

Способ Бринеля

Испытываемое изделие 2 устанавливается на предметном столике 3 или на призме и при помощи маховика 4 слегка поджимается к шарiku 6, помещенному в стальной оправке, закрепленной в шпинделе 1. Затем с помощью гидравлического насоса, приводимого в действие электродвигателем 5, создается необходимое давление, и в течение 20—30 сек. шарик 6 под действием нагрузки P вдавливается в поверхность материала испытываемого изделия 2.

После снятия нагрузки на поверхности изделия остается отпечаток от внедрения стального шарика. Чем тверже металл испытываемой детали, тем больше его сопротивление внедрению шарика и тем меньше диаметр отпечатка. Диаметры отпечатков

измеряются с помощью пятикратной лупы со шкалой, имеющей деления через каждые 0,05 мм.

Число твердости, обозначаемое *НВ*, получается делением нагрузки *P* (в кг, или Н) на величину поверхности отпечатка *F* мм²:

$$HВ = \frac{P}{F} \text{ кг/мм}^2 \text{ или Н/мм}^2.$$

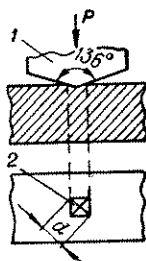
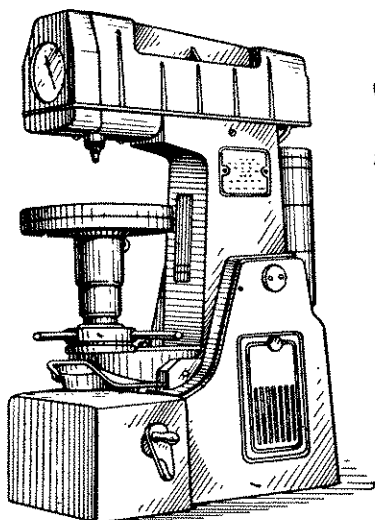
Выбор диаметра стального шарика и нагрузки зависит от испытываемого материала и его толщины:

Толщина образца, в мм	Диаметр шарика <i>d</i> , в мм	Нагрузка, в кг		
		30 <i>d</i> ² для чугуна и стали	10 <i>d</i> ² для меди, латуни и т. п.	2,5 <i>d</i> ² для мягких металлов (алюминия, подшипниковых сплавов)
Более 6	10	3000	1000	250
От 3 до 6	5	750	250	62,5
Менее 3	2,5	187,5	62,5	15,5

Примечание. Перевод значений силы, выраженной в кг, в единицы системы СИ — в Н см. в табл. 6.

По Бринелю испытывают материалы, твердость которых *НВ* не превышает 450 кг/мм² (преимущественно термически необработанные материалы — чугуны, цветные сплавы и др.).

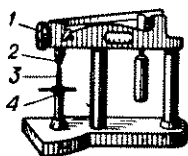
Способ определения твердости по Виккерсу



По этому способу твердость определяется вдавливанием четырехгранной алмазной пирамиды 1 с углом при вершине 136°. Отпечаток 2 имеет форму квадрата. О величине твердости судят по длине диагонали этого отпечатка (имеются специальные переводные таблицы).

Прибор для испытания твердости по этому методу позволяет регулировать величину нагрузки в зависимости от свойств и толщины испытываемого материала. Этот метод применяется для испытания твердых металлов, деталей весьма малых сечений и тонких наружных слоев — азотированных, цементированных и пр.

Способ Роквелла



В этом случае измеряется не поверхность, а глубина отпечатка, полученного при вдавливании в поверхность испытываемого материала стального закаленного шарика диаметром 1,6 мм или алмазного конуса с углом при вершине 120°. Число твердости представляет величину, обратную глубине вдавливания.

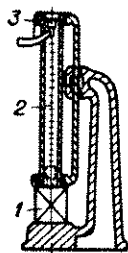
Перед испытанием на изделии 3 абразивной шкуркой зачищается площадка, затем изделие устанавливается на пред-

Продолжение табл. 7

метный столик 4 и с помощью маховичка подводится к оправке 2 с шариком или алмазным конусом. Поворотом рукоятки сообщается давление.

Число твердости по Роквеллу отсчитывается по стрелочному индикатору 1, который имеет три шкалы: *A* — для определения твердости весьма твердых металлов с помощью алмазного конуса (обозначается *HRA*); *B* — для определения твердости мягких металлов с помощью шарика (обозначается *HRB*); *C* — для определения твердости закаленных сталей и других твердых металлов с помощью алмазного конуса (обозначается *HRC*).

Способ определения твердости по Шору

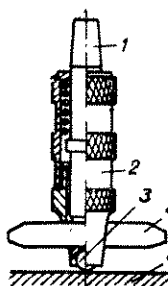


На поверхность испытываемого изделия 1 с некоторой высоты падает стальной боек 3 с вделанным в него алмазным наконечником. Боек ударяется об изделие и отскакивает от него. О величине твердости судят по высоте отскакивания бойка. Чем выше поднимается боек, тем больше твердость испытываемого материала.

Для отсчета высоты отскакивания боек помещен в стеклянную трубку 2, на наружной поверхности которой нанесены деления.

Приведенный метод испытания применяется в тех случаях, когда требуется определить твердость закаленного металла без какого-либо следа от замера. Он применяется также для определения твердости закаленных деталей крупных размеров.

Способ определения твердости ударным вдавливанием шарика



Прибор ставят на испытываемый образец 5. По оправке-бойку 1 ударяют молотком. Шарик 3 при этом вдавливается в поверхность изделия 5 и в пластинку-эталон 4 (эта пластинка вставляется через прорезь в конусную часть корпуса 2).

Чтобы вычислить твердость, измеряют диаметры отпечатков на изделии 5 и на эталоне 4 и сравнивают их.

Этот способ определения твердости весьма прост, и его удобно применять непосредственно у рабочих мест, однако он не дает точных результатов.

Таблица 8

Перевод значений твердости

Способ определения твердости													
по Бринелю		по Роквеллу			по Виккерсу	по Шору	по Бринелю		по Роквеллу			по Виккерсу	по Шору
диаметр отпечатка, в мм	HВ при шарике диаметром 10 мм и нагрузке 3000 кг	шкалы					диаметр отпечатка, в мм	HВ при шарике диаметром 10 мм и нагрузке 3000 кг	шкалы				
		С	А	В					С	А	В		
2,20	782	72	89	—	1 220	107	2,50	600	59	81	—	675	81
2,25	744	69	87	—	1 114	100	2,55	578	58	80	—	655	78
2,30	713	67	85	—	1 021	96	2,60	555	56	79	—	617	75
2,35	683	65	84	—	820	92	2,65	532	54	78	—	580	72
2,40	652	63	83	—	763	88	2,70	512	52	77	—	545	70
2,45	627	61	82	—	715	85	2,75	495	51	77	—	528	68

Продолжение табл. 8

Способ определения твердости													
по Бринеллю		по Роквеллу			по Виккерсу	по Шору	по Бринеллю		по Роквеллу			по Виккерсу	по Шору
диаметр отпечатка, в мм	HВ при шарике диаметром 10 мм и нагрузке 3000 кг	шкалы					диаметр отпечатка, в мм	HВ при шарике диаметром 10 мм и нагрузке 3000 кг	шкалы				
		С	А	В					С	А	В		
2,80	477	49	76	—	493	66	4,30	196	—	58	93	197	29
2,85	460	48	75	—	485	64	4,35	192	—	58	92	190	29
2,90	444	47	74	—	471	61	4,40	187	—	57	91	186	28
2,95	429	45	73	—	446	59	4,45	183	—	56	89	183	28
3,00	415	44	73	—	435	57	4,50	179	—	56	88	177	27
3,05	402	43	72	—	423	55	4,55	174	—	55	87	174	27
3,10	387	41	71	—	401	53	4,60	170	—	—	86	170	26
3,15	375	40	71	—	393	52	4,65	166	—	—	85	166	26
3,20	364	39	70	—	380	50	4,70	163	—	—	84	163	25
3,25	351	38	69	—	373	49	4,75	159	—	—	83	159	25
3,30	340	37	69	—	362	47	4,80	156	—	—	82	156	24
3,35	332	36	68	—	353	46	4,85	153	—	—	81	153	24
3,40	321	35	68	—	340	45	4,90	149	—	—	80	149	23
3,45	311	34	67	—	334	44	4,95	146	—	—	79	146	23
3,50	302	33	67	—	325	42	5,00	143	—	—	78	143	22
3,55	293	31	66	—	311	41	5,05	140	—	—	77	140	21
3,60	286	30	66	—	301	40	5,10	137	—	—	75	137	21
3,65	277	29	65	—	293	39	5,15	134	—	—	74	134	19
3,70	269	28	65	—	285	38	5,20	131	—	—	73	131	19
3,75	262	27	64	—	278	37	5,25	128	—	—	72	128	19
3,80	255	26	64	—	271	36	5,30	126	—	—	71	126	19
3,85	248	25	63	—	264	36	5,35	124	—	—	70	124	19
3,90	241	24	63	100	257	35	5,40	121	—	—	68	121	19
3,95	235	23	62	99	250	34	5,45	118	—	—	67	118	19
4,00	228	22	62	98	246	33	5,50	116	—	—	65	116	19
4,05	223	21	61	97	240	33	5,55	114	—	—	64	114	18
4,10	217	20	61	97	236	32	5,60	112	—	—	63	112	18
4,15	212	—	60	96	213	31	5,65	109	—	—	61	109	18
4,20	207	—	60	95	209	30	5,70	107	—	—	60	107	18
4,25	202	—	59	94	201	30	5,75	105	—	—	58	105	18

4. СТАЛИ

Сталь является железоуглеродистым сплавом с содержанием углерода менее 2% и примесями марганца, кремния, фосфора, серы и других элементов.

По химическому составу различают стали конструкционные и легированные. Высококачественные стали, применяемые в инструментальном деле, называются инструментальными.

Принятая ГОСТом система обозначений марок стали дает возможность легко установить их химический состав. В этой системе двузначные числа с левой стороны от букв указывают среднее содержание углерода в стали в сотых долях процента, а буквы справа от этих чисел обозначают

соответственно: Г — марганец, С — кремний, Х — хром, Н — никель; В — вольфрам, Ф — ванадий, М — молибден, Ю — алюминий. Цифры, стоящие справа от этих букв, указывают на процентное содержание соответствующего элемента.

Стали улучшенного качества обозначаются дополнительно буквой А.

Углеродистые конструкционные стали являются основным материалом для изготовления деталей машин, крепежных деталей и других изделий (табл. 9).

Стали углеродистые качественные применяются для изготовления деталей машин с повышенными требованиями по прочности (табл. 10).

Таблица 9

Механические свойства сортовой углеродистой стали обыкновенного качества
(ГОСТ 380-71)

Марка стали	Временное сопротивление разрыву, в кг/мм ²	Предел текучести, в кг/мм ² (не менее)	Относительное удлинение, в % (не менее)	Марка стали	Временное сопротивление разрыву, в кг/мм ²	Предел текучести, в кг/мм ² (не менее)	Относительное удлинение, в % (не менее)
Ст. 0	32—47	—	22	Ст. 5	50—53	28	21
Ст. 1	32—40	—	33	Ст. 6	54—57	31	20
Ст. 2	34—42	22	31	Ст. 6	58—62	31	19
Ст. 3	38—40	24	27	Ст. 6	60—63	31	16
Ст. 3	41—43	24	26	Ст. 6	64—67	31	15
Ст. 3	44—47	24	25	Ст. 6	68—72	31	14
Ст. 4	42—44	26	25	Ст. 8	70—74	—	11
Ст. 4	45—48	26	24	Ст. 8	75	—	10
Ст. 4	49—52	26	23	Ст. 8	и более	—	10

Примечание. Перевод допускаемых напряжений, выраженных в кг/мм², в единицы системы СИ — в Н/мм² см. в табл. 6.

Таблица 10

Механические свойства сортовой стали углеродистой качественной
(ГОСТ 1050-60)

Марка стали	Предел текучести, в кг/мм² (не менее)	Временное сопротивление разрыву, в кг/мм²	Относительное удлинение, в % (не менее)	Твердость по Бринеллю		Марка стали	Предел текучести, в кг/мм² (не менее)	Временное сопротивление разрыву, в кг/мм²	Относительное удлинение, в % (не менее)	Твердость по Бринеллю	
				сталь горяче-катаная	сталь отожженная					сталь горяче-катаная	сталь отожженная
Группа сталей с нормальным содержанием марганца						Группа сталей с повышенным содержанием марганца					
0,8КП	18	30	35	131	—	15Г	25	42	26	163	—
10	21	34	31	137	—	20Г	28	46	24	197	—
15	23	38	27	143	—	30Г	32	55	20	217	187
20	25	42	25	156	—	35Г	34	57	18	229	197
25	28	46	23	170	—	40Г	36	60	17	229	207
30	30	50	21	179	—	45Г	38	63	15	241	217
35	32	54	20	187	—	50Г	40	66	13	255	217
40	34	58	19	217	187	60Г	44	71	11	269	229
45	36	61	16	229	197	65Г	46	75	9	269	229
50	38	64	14	241	207	70Г	48	80	8	269	229
55	39	66	13	255	217						
60	41	69	12	255	229						
65	42	71	10	255	229						
70	43	73	9	269	229						
75	90	110	7	285	241						
80	95	110	6	285	241						
85	100	115	6	302	255						

Примечание. Перевод допускаемых напряжений, выраженных в кг/мм², в единицы системы СИ — в Н/мм² см. в табл. 6.

Стали конструкционные легированные используются для производства ответственных деталей машин, подвергающихся тер-

мической обработке и требующих большой износоустойчивости (см. механические свойства в табл. 11).

Таблица 11

Механические свойства стали конструкционной легированной
(ГОСТ 4543-71)

Марка стали	Временное сопротивление разрыву, в кг/мм ²	Предел текучести, в кг/мм ²	Относительное удлинение, в %	Твердость по Бринеллю отожженной стали, в кг/мм ²	Примерное назначение
		не менее		не более	
15X 20X	70 80	50 65	12 11	179 179	Шестерни, валики, поршневые пальцы, кулачковые муфты, детали, подвергающиеся цементации
30X	90	70	12	187	Оси, катки, валики, балансиры, шестерни
35X	95	75	11	197	То же, что и из стали 30X, а также ответственные болты, шпильки, гайки
40Ж	100	80	10	217	То же, что и из стали 35X, а также коленчатые валы
45X	105	85	9	229	Валы, шестерни, оси
50X	110	90	9	229	Ответственные валы, шестерни, упорные кольца, пружины
30XM	95	75	11	229	Детали турбостроения (роторы, диски и т. д.), ведущие валы, оси, ответственные болты
35XM	95	85	12	241	То же, что и из стали 30XM, а также цилиндры, буры, перфораторы, цапфы, шестерни
18XГ 35XГФ	90 93	75 80	10 14	187 207	Валы, оси, шатуны, коленчатые валы, требующие большой износоустойчивости
40XH 45XH 50XH	100 105 110	80 85 90	11 10 9	229 207 207	Валы, шестерни, диски, роторы
20XГСА	80	65	12	207	Ответственные штампованные и сварные детали и узлы, штоки, дышла
30XГС	110	85	10	229	То же, что и из стали 20XГСА, а также шестерни, оси, валы, ролики, муфты, гайки, болты

Примечание. Перевод допускаемых напряжений, выраженных в кг/мм², в единицы системы СИ — в Н/мм² см. в табл. 6.

Инструментальные стали применяются для изготовления различного металло-режущего и другого инструмента. Их подразделяют на углеродистые и легированные.

В зависимости от химического состава различают качественные и высококачественные углеродистые инструментальные стали.

Углеродистые инструментальные стали используются главным образом для

изготовления слесарного инструмента (табл. 12).

Углеродистые стали обозначаются буквой У и цифрой, показывающей содержание углерода в десятых долях процента. Буква А в марке показывает, что сталь высококачественная — содержит незначительное количество серы, фосфора, остаточных примесей и неметаллических включений. Буква Г обозначает сталь с повышенным содержанием марганца.

Таблица 12

Нормы твердости и примерное назначение углеродистой инструментальной стали (ГОСТ 1435-54)

Марка стали	НВ отожженной стали (не более)	Твердость после закалки		Примерное назначение
		температура закалки, в °С (охлаждающая среда — вода)	HRC (не менее)	
У7А	187	800—820	62	Зубила, обжимки, отвертки, ножницы для резки жести
У7	187	800—820	62	То же, что и из стали У7А, кроме того, кувалды, гладилки и т. п.
У8ГА	187	780—800	62	Пилы поперечные, ножовки, ручные и т. п.
У8А	187	780—800	62	Матрицы простой формы, пробойники, ножницы и ножи для металла, пуансоны, клейма, пилы для мягкого металла и дерева, кернеры и т. д.
У8 и У8Г	187	780—800	62	То же, что и из стали У8А, кроме того, тисочные губки
У9 и У9А	192	760—780	62	Дыропробивные штемпеля, кернеры и т. п.
У10А	197	760—780	62	Сверла, метчики, развертки, плашки, ножовочные полотна, фасонные штампы
У10	197	760—780	62	То же, что и из стали У10А, кроме того, зубила для насечки напильников и т. п.
У11 и У11А	207	760—780	62	Шаберы, калибры, пилы по металлу, напильники, сверла, метчики, развертки, плашки и т. п.
У12 и У12А	207	760—780	62	
У13А	217	760—780	62	Инструменты, не подвергающиеся ударам и требующие исключительной твердости
У13	217	760—780	62	Шаберы, зубила для насечки напильников, граверный инструмент, напильники и т. п.

Примечания. 1. При изготовлении инструмента рекомендуется охлаждать его после нагрева сначала в воде (до потемнения), а затем в масле. Для снятия возникающих при закалке напряжений и предупреждения образования трещин инструменты следует подвергать отпуску.
2. Для придания инструменту твердости HRC 60—62 температура отпуска должна быть 160—180° (при времени выдержки 1—2 часа). Для получения более высокой вязкости при пониженной твердости инструмент подвергают отпуску при температуре 230—275°.

Легированные инструментальные стали применяются главным образом для изготовления сложного инструмента (фрезы, протяжки, прошивки и пр.), а также для

производства специальных слесарных и измерительных инструментов, корабельные которых при закалке недопустимо (табл. 13).

Таблица 13

Нормы твердости и примерное назначение легированной инструментальной стали (ГОСТ 5950-63)

Марка стали	Твердость по Бринелю	Температура и среда закалки образца (М — масло, В — вода)	Твердость закаленного образца по Роквеллу (не ниже)	Примерное назначение
ХГ	241—197	800—830М	61	Инструменты, которые при закалке должны мало деформироваться (измерительные инструменты, длинные метчики и т. п.)
9Х	217—179	820—850М	62	Клейма, пробойники, холодновысадочные матрицы и пуансоны
Х05	241—197	800—830М	64	Шаберы, гравировальный инструмент
7ХЗ и 8ХЗ	229—187	850—880М	54—55	Формовочные и прошивные пуансоны для горячей гибки и обрезки
9ХС	241—197	820—860М	62	Метчики, плашки, клейма для холодных работ и т. п.
6ХС	229—187	840—860М	56	Пневматические зубила
4ХС	207—170	860—900М	47	Зубила и обжимки
ХГС	255—207	820—860М	62	Измерительные инструменты, повышенное коробление которых при закалке недопустимо
8ХФ	207—170	800—850В	61	Штемпеля для холодных работ, обрезные матрицы и пуансоны для холодной обрезки заусенцев
3Х2В8	255—207	1075—1125М	46	Пресс-формы для отливки под давлением сплавов на медной основе
4Х8В2	255—207	1025—1075М	45	Матрицы и пуансоны, работающие в тяжелых условиях нагрева, пресс-формы для пластмасс, штампы для цветного литья под давлением
5ХВ2С 6ХВ2С	255—207 285—229	} 860—900В	55	Пуансоны и обжимные матрицы для холодных работ, пресс-формы для литья под давлением и т. д.
			57	
ХВГ	255—207	800—830М	62	Измерительные и режущие инструменты, повышенное коробление которых при закалке недопустимо
9ХВГ	241—197	800—830М	62	Сложные и весьма точные штампы
5ХВГ	217—179	850—900М	57	Пуансоны сложной формы для холодной прошивки отверстий в листовом или полосовом материале
Х12	269—217	950—1000М	60	Штампы с высокой устойчивостью против истирания для холодной штамповки

Быстрорежущие стали используются в основном для изготовления режущих инструментов для обработки металла. ГОСТом 9373-60 предусмотрены следующие марки быстрорежущей стали: P18, P12, P9, P9Ф5, P9К5, P9К10, P10К5Ф5 и P18К5Ф2. Наиболее распространенными являются стали двух марок: P18, которая содержит примерно 0,75% углерода и 18% вольфрама, и P9, содержащая приблизительно 0,9% углерода и 9% вольфрама.

Кроме вольфрама в состав быстрорежущей стали входят в небольших количествах марганец, хром, ванадий, молибден и другие элементы.

Буква Р обозначает, что сталь относится к группе быстрорежущих, а следующая за ней цифра показывает содержание в стали вольфрама в процентах.

Среднее содержание ванадия в процентах обозначено цифрой, проставляемой за буквой Ф, а кобальта — цифрой, следующей за буквой К.

Так, например, сталь марки P10К5Ф5 содержит примерно 10% вольфрама, 5% кобальта и 5% ванадия.

Быстрорежущие стали на кобальтовой основе отличаются более высокой износостойкостью и красностойкостью, чем сталь P18.

5. ТЕРМИЧЕСКАЯ И ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СТАЛЕЙ

Термической обработкой называется технологический процесс тепловой обработки металлов и сплавов, в результате которого изменяются их свойства в желательном для нас направлении. Это достигается путем изменения структуры металла и сплава.

Основными операциями термической обработки стали являются: отжиг, нормализация, закалка и отпуск.

Отжиг — это такой вид термообработки, когда сталь нагревают до определенной температуры, выдерживают при этой температуре некоторое время и затем медленно охлаждают (чаще всего вместе с печью). Отжигом устраняется неоднородность структуры стали, достигаются понижение твердости, улучшение обрабатываемости ее резанием, повышение вязкости металла, уничтожение внутренних остаточных напряжений, появившихся в результате предшествующей обработки, и подготовка структуры металла к закалке.

Нормализация заключается в нагреве стали до определенной температуры, выдержке ее при этой температуре и в охлаждении на спокойном воздухе. Цель нормализации — получение в стали мелкозернистой однородной структуры, улучшение обрабатываемости резанием, устранение наклепа после обработки резанием и подготовка структуры к последующей закалке.

Механические свойства нормализованной стали более высокие, чем у отожженной стали.

Закалка — наиболее распространенный вид термической обработки. Операция закалки состоит в том, что стальные изделия нагревают до определенной температуры и затем быстро охлаждают в воде, масле или растворах солей. Целью закалки является главным образом повышение прочности и твердости стальных изделий.

Отпуск заключается в нагреве закаленной стали до определенной температуры и в последующем охлаждении на воздухе или в воде, масле и других охлаждающих средах. Отпуском достигаются понижение вредного действия внутренних напряжений в стали, оставшихся после закалки, уменьшение ее хрупкости, повышение вязкости, улучшение обрабатываемости резанием.

Подробные указания по выбору режимов термообработки стали приведены в соответствующих справочных изданиях.

Измерение и контроль температур при термической обработке производятся особыми приборами — пирометрами. В тех случаях, когда нет пирометра, можно приблизительно определять температуру нагрева для закалки по цветам каления, а для отпуска — по цветам побежалости (табл. 14 и 15). Наблюдаемая поверхность металла в этом случае должна быть чистой, без окалины.

Таблица 14

Цвета каления и соответствующие им температуры

Цвета каления	Температура, в °С	Цвета каления	Температура, в °С
Темно-коричневый	550—580	Светло-красный	830—900
Коричнево-красный	580—650	Оранжевый	900—1050
Темно-красный	650—730	Темно-желтый	1050—1150
Темно-вишнево-красный	730—770	Светло-желтый	1150—1250
Вишнево-красный	770—800	Ярко-белый	1250—1300
Светло-вишнево-красный	800—830		

Таблица 15

Цвета побежалости и соответствующие им температуры
(для углеродистых сталей)

Цвета побежалости	Температура, в °C	Цвета побежалости	Температура, в °C
Светло-желтый	200	Фиолетовый	285
Темно-желтый	240	Васильково-синий	295
Коричнево-желтый	255	Светло-синий	314
Коричнево-красный	265	Серый	330
Пурпурно-красный	275		

Химико-термическая обработка стали и ее сплавов заключается в нагревании стальных изделий вместе с веществами, способными изменять химический состав стали и одновременно механические свойства в поверхностном слое изделия.

Основными видами химико-термической обработки являются цементация, азотирование, цианирование и алитирование.

Назначением **цементации** является получение деталей с высокой твердостью, прочностью и износостойчивостью поверхностного слоя при сохранении мягкой и пластичной сердцевины. Изделия нагревают в среде, содержащей углерод (в карбюризаторе), выдерживают определенное время при температуре 870—980° C и затем медленно охлаждают.

Поверхностный слой цементированной стали оказывается насыщенным углеродом (примерно 0,9%). В качестве карбюризатора применяют древесный уголь (95—97,5%) и углекислый барий или натрий (2,5—5%) или другие составы.

Азотирование служит тем же целям, что и цементация. При азотировании поверхностный слой стали насыщается азотом.

Процесс **цианирования** заключается в насыщении поверхности малоуглеродистой стали углеродом (и частично азотом) путем погружения деталей в ванну с расплавленной цианистой солью.

Процесс **алитирования** состоит в насыщении поверхности стальных деталей алюминием, что значительно повышает их жароупорность.

6. ТВЕРДЫЕ СПЛАВЫ

Твердые сплавы подразделяют на три основные группы: вольфрамовую, обозначаемую ВК, титановольфрамовую — ТК и танталотитановольфрамовую — ТТК.

Сплавы вольфрамовой группы в своей основе состоят из карбида вольфрама и кобальта в качестве цементирующей связки. Вольфрамовые сплавы изготавливаются следующих марок: ВК8, ВК6, ВК3 и ВК2. Цифра, стоящая после буквы К, показывает процентное содержание кобальта. Например, сплав ВК8 содержит 8% кобальта, а остальные 92% составляет карбид вольфрама.

Сплавы титановольфрамовой группы состоят из карбида вольфрама, карбида титана и кобальта. Титановольфрамовые сплавы изготавливаются следующих марок: Т5К12В, Т5К10, Т14К8, Т15К6, Т15К6Т, Т30К4 и Т60К6. Цифра, стоящая после буквы Т, обозначает процентное содержание карбида титана; цифра после буквы К — процентное содержание кобальта. Например, сплав Т5К10 содержит 5% карбида титана, 10% кобальта, а все остальное (85%) составляет карбид вольфрама.

Сплавы танталотитановольфрамовой группы состоят из карбидов тантала, титана и вольфрама, связанных кобальтом. Сплав марки ТТ7К12 содержит 4% карбида

титана, 3% карбида тантала, 81% карбида вольфрама и 12% кобальта. Сплав марки ТТ7К15 отличается от него лишь содержанием карбида вольфрама (78%) и кобальта (15%).

В слесарной практике находят применение твердые сплавы следующих марок:

ВК2 — в развертках для чугуна, цветных металлов или их сплавов;

ВК6 и ВК8 — при изготовлении быстрорежущих деталей, приспособлений и инструмента (высодочных матриц, дыропробивного инструмента);

Т30К4 — в развертках, применяемых для обработки стали.

Кроме металлокерамических имеется еще группа **наплавочных (литых) твердых сплавов**. Из них наибольшее распространение в машиностроении получили сплавы сормайт № 1 и 2. Эти сплавы применяются для наплавки режущих граней различных инструментов (главным образом ножей для горячей и холодной резки металла, матриц и пуансонов штампов) и рабочих поверхностей трения различных деталей машин, по условиям работы подверженных быстрому износу. Наплавка твердых сплавов резко снижает износ инструмента и деталей. Толщина наплавленного слоя составляет 1—6 мм.

Сормайт в основном состоит из железа (60—70%), а также хрома (13—25%), никеля (1—5%), кремния (1,5—4,2%), углерода (1,5—3,3%) и марганца (1—1,5%).

Сормайт после наплавки и отжига обрабатывают на шлифовальных станках. Окон-

чательная обработка производится на доводочных станках. Если требуется снять большой слой наплавленного металла, то применяют резцы, оснащенные сплавом ВК6 (для черновой обработки) и ВК3 (для чистовой обработки).

7. ЧУГУНЫ

Чугун является железоуглеродистым сплавом с содержанием углерода более 1,7%.

Чугунные отливки различаются по структуре, технологии получения, химическому составу и назначению.

По структуре различают отливки из серого, белого, отбеленного и ковкого чугуна.

По технологии получения различают отливки из обычного и модифицированного чугуна, получающегося обработкой чугуна в жидком состоянии.

По химическому составу различают отливки из нелегированного и легированного чугуна (без присадок и с присадками).

По назначению чугунные отливки подразделяются на обычные машиностроительные, изготавливающиеся из серого чугуна, отливки с повышенной вязкостью из ков-

кого чугуна и отливки с повышенными специальными свойствами из легированного чугуна.

Обозначаются чугуны буквами СЧ (серый чугун) или КЧ (ковкий чугун), за которыми следуют два числа через дефис (черточку). Первое из этих чисел обозначает временное сопротивление разрыву (в кг/мм^2), а второе — предел прочности при изгибе (в кг/мм^2 , или в Н/мм^2) для серых чугунов и относительное удлинение (в %) — для ковких чугунов.

Например, марка СЧ12-28 обозначает серый чугун с временным сопротивлением разрыву $12 \text{ кг/мм}^2 = 118 \text{ Н/мм}^2$ и с пределом прочности при изгибе $28 \text{ кг/мм}^2 = 275 \text{ Н/мм}^2$.

Отливки из серого чугуна (табл. 16) имеют серый излом, обусловленный выделением графита в основной массе.

Таблица 16

Механические свойства отливок из серого чугуна
(ГОСТ 1412-70)

Марка чугуна	Предел прочности при рас- тяжении, в кг/мм²		Предел прочности при из- гибе, в кг/мм²	Предел проч- ности при с- жатии, в кг/мм²	Твердость по Бринеллю <i>НВ</i>	Марка чугуна	Предел прочности при рас- тяжении, в кг/мм²		Предел прочности при из- гибе, в кг/мм²	Предел проч- ности при сжатии, в кг/мм²	Твердость по Бринеллю <i>НВ</i>
	не менее										
СЧ-00	Не испы- туется		—	—	—	СЧ24-44	24	44	85	170—241	
СЧ12-28	12	28	50	143—229	—	СЧ28-48	28	48	100	170—241	
СЧ15-32	15	32	65	163—229	—	СЧ32-52	32	52	110	187—255	
СЧ18-36	18	36	70	170—229	—	СЧ36-56	36	56	120	197—269	
СЧ21-40	21	40	75	170—241	—	СЧ40-60	40	60	130	207—269	

Примечание. Перевод допускаемых напряжений, выраженных в кг/мм^2 , в единицы системы СИ — в Н/мм^2 см. в табл. 6.

Отливки из ковкого чугуна (табл. 17) изготавливаются из белого чугуна путем отжига (томления) с целью устранения хрупкости и твердости и придания им вязкости.

Физико-механические свойства чугуна также могут быть изменены путем термической обработки.

Низкотемпературный отжиг (искусственное старение) применяют для снятия внутренних напряжений в отливках из чугуна и повышения вязкости.

Высокотемпературный отжиг — для снижения твердости и улучшения обрабатываемости.

Нормализация серого чугуна позволяет повысить прочность и износостойчивость деталей.

К таким же результатам приводит и закалка (с нагревом до $850\text{—}930^\circ\text{C}$).

Наиболее качественные результаты по повышению износостойчивости достигаются при поверхностной закалке (HRC 55) с применением для нагрева токов высокой частоты.

При термической обработке изменениям подвергается металлическая основа чугуна. Графитная структура практически не претерпевает изменений.

Таблица 17

Механические свойства отливок из ковкого чугуна
(ГОСТ 1215-59)

Марка чугуна	Предел прочности при растя- жении, в кг/мм ²	Относительное удлинение на образце диаметром 16 мм, в %	Твердость по Бринелю НВ	Марка чугуна	Предел прочности при растя- жении, в кг/мм ²	Относительное удлинение на образце диаметром 16 мм, в %	Твердость по Бринелю НВ
	не менее		не более		не менее		не более
КЧ30-6	30	6	163	КЧ45-6	45	6	241
КЧ33-8	33	8	163	КЧ50-4	50	4	241
КЧ35-10	35	10	163	КЧ56-4	56	4	269
КЧ37-12	37	12	163	КЧ60-3	60	3	269
				КЧ63-2	63	2	269

Примечание. Перевод допускаемых напряжений, выраженных в кг/мм², в единицы системы СИ — в Н/мм² см. в табл. 6.

8. ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И ИХ СПЛАВЫ

Медь обладает высокими электропроводностью (наилучшей после серебра) и теплопроводностью, отличается пластичностью, хорошо обрабатывается давлением в холодном и горячем состояниях.

В чистом виде медь применяется преимущественно в электротехнике в качестве проводника электрического тока. В машиностроении используется редко (детали бензопроводов; шайбы и прокладки гидропроводов, которые должны обладать высокой пластичностью). Марки меди: М0; М1; М2; М3; М4. Наибольшей чистотой обладает марка М0 (99,95% меди), наименьшей — М4 (99%).

Сплавы меди. Сплавы меди с оловом, содержащие также добавки свинца, фосфора и цинка, называются *оловянистыми бронзами*. Так как олово является дорогостоящим металлом, оловянистые бронзы имеют ограниченное применение. Сплавы меди с добавками алюминия, марганца, кремния и других элементов, не содержащие олова, называются *специальными бронзами* и являются заменителями оловянистых бронз. Эти сплавы отличаются высокой прочностью, хорошими антифрикционными свойствами и коррозионной стойкостью (табл. 18).

Сложные медно-цинковые сплавы, содержащие специальные добавки олова, марганца, никеля, алюминия, железа и других элементов, называются *латунями*. Латунь обладают хорошими механическими и технологическими свойствами.

По ГОСТу латунь обозначается буквой Л с цифрами, соответствующими процентному содержанию меди в сплаве. Если в латунь кроме меди и цинка имеются еще и другие добавки, то после буквы Л ставятся обозначения добавок, после которых следуют цифры, указывающие среднее про-

центное содержание компонентов латуни, а латунь получает название по введенным в нее добавкам. Например, латунь марки ЛС 59-1 расшифровывается так: латунь свинцовистая с 59% меди, 1% свинца и 40% цинка.

Бронзы по ГОСТу обозначаются так же, как и латуни, с той лишь разницей, что цифры, следующие за буквами, указывают только процентное содержание примесей в сплаве (остальное медь). Например, Бр.ОЦСН 3-7-5-1 расшифровывается так: бронза оловянисто-цинково-свинцовисто-никелевая, содержащая 3% олова, 7% цинка, 5% свинца и 1% никеля.

Баббиты применяются для заливки подшипников и вкладышей подшипников. Баббиты делятся на три группы: оловянистые, содержащие олова не менее чем 72%; оловянисто-свинцовистые с содержанием олова 5—17% и свинца 64—72%; безоловянистые (свинцовистые), содержащие не менее 80% свинца.

Баббиты обозначаются буквой Б с числом, указывающим содержание олова в сплаве. Оловянистым является баббит Б83, состоящий из 83% олова, 10—12% сурьмы и 5,5—6,5% меди. Он предназначен для заливки подшипников паровых турбин, турбокомпрессоров, дизелей, мощных автомобильных и авиационных двигателей.

К оловянисто-свинцовистым относится баббит Б16, имеющий в своем составе 15—17% олова, 15—17% сурьмы, 1,5—2% меди и остальное — свинец. Этот сплав служит для заливки подшипников паровых турбин, электродвигателей, прокатных станов, дробилок и т. п. К безоловянистым относится кальциевый баббит — сплав со свинцовой основой и небольшими примесями кальция (0,75—1,1%) и натрия (0,65—0,95%),

Таблица 18

Механические свойства бронз и латуней

Марка	Вид литья	Механические свойства			Примерное назначение
		предел проч-ности при растяжении, в кг/мм ²	относительное удлинение, в %	твердость по Бринеллю	
Оловянистые бронзы (ГОСТ 613-65)					
Бр. ОЦН 3-7-5-1	В землю В кокиль	18 21	8 5	60 60	Арматура, работающая в условиях морской и пресной воды, а также пара и давления до 25 кг/см ²
Бр. ОЦС 3-12-15	В землю В кокиль	18 21	8 5	60 60	Арматура, работающая в условиях пресной воды, а также пара и давления до 25 кг/см ²
Бр. ОЦС 5-5-5	В землю В кокиль	15 18	6 4	60 60	Антифрикционные детали
Бр. ОЦС 6-6-3	В землю В кокиль	15 18	6 4	60 60	
Бр. ОЦС 4-4-17	В землю	15	5	60	
Бр. ОЦС 3,5-6-5	В землю В кокиль	15 18	6 4	60 60	Детали для тракторов
Безоловянистые бронзы (ГОСТ 493-55)					
Бр. АЖ 9-4	—	40	10	110	Прутки
Бр. АЖН 10-4-4	—	60	5	170	Прутки и трубы
Бр. АМц 9-2Л	В кокиль	40	20	80	Фасовные отливки
Бр. АМц 10-2	В землю В кокиль	50	12	110	
Бр. АЖ 9-4Л	В землю В кокиль	40 50	10 12	100 100	
Бр. АЖМц 10-3-1,5	В кокиль	50	12	120	
Бр. АЖС 7-1,5-1,5	В землю	30	18	—	
Бр. АЖН 10-4-4Л	В кокиль	60	5	170	
Бр. АЖН 11-6-6	В землю В кокиль	60	2	250	
Бр. С 30	В кокиль	6	4	25	
Бр. СН 60-2,5	В кокиль	3	5	14	

Продолжение табл. 18

Марка	Вид литья	Механические свойства			Примерное назначение
		предел прочности при растяжении, в кг/мм ²	относительное удлинение, в %	твердость по Бринеллю	
Л а т у н и					
ЛС 59-1	Центробежное	20	20	—	Арматура, втулки, подшипники
ЛАЖ 60-1-1	В кокиль	42	18	—	
	В землю	38	20	—	
Примечание. Перевод допускаемых напряжений, выраженных в кг/мм ² , в единицы системы СИ — в Н/мм ² см. в табл. 6.					

применяющийся для заливки подшипников колес железнодорожных вагонов.

Плавка баббита производится в глубоких конических тиглях, применяемых с целью уменьшения поверхности жидкой ванны и площади окисления. Тигель перед плавкой очищают от остатков баббита прежней плавки, окислов и пр., нагревают до 400—500°С и после этого загружают баббит в виде кусков весом 1—2 кг.

После расплавления поверхность баббита покрывают слоем древесного угля толщиной 15—30 мм. Следует применять сухой просеянный через сито уголь в виде кусков диаметром ~10 мм, не содержащий угольной мелочи и пыли.

Перед заливкой подшипника баббитом необходимо:

- довести температуру приспособления для заливки подшипников до 150—200°С;
- обеспечить температуру подшипника в пределах 250—270°С; подшипники, не подвергаемые облуживанию перед заливкой, должны быть нагреты до 100—150°С;
- собрать приспособление для заливки вместе с подшипником;
- довести температуру баббита к моменту заливки до 440—470°С (перегрев выше 480°С не допускается);
- перемешать баббит в ванне или тигле.

Прибор для заливки должен находиться не далее 0,5—1 м от тигля. Переносить баббит следует обязательно горячей ложкой. Перед взятием баббита необходимо отодвинуть в сторону уголь, флюсы и окислы с поверхности той части расплавленной ванны, откуда берется баббит.

При заливке струя металла должна быть короткой, т. е. носик ложки или тигля должен находиться около литника, а сечение струи должно быть по возможности большим. Струя металла должна течь равномерно, не прерываясь. Перед концом на-

полнения скорость литья должна быть минимальной (для восполнения возможной усадки).

Переносить баббит ложкой из тигля необходимо очень быстро, чтобы избежать значительного окисления баббита.

Подшипник остается в приборе до полного затвердевания баббита.

Для получения необходимой толщины слоя заливки емкость железной ложки должна соответствовать весу металла, необходимого для заливки вкладыша.

Рекомендуется применять искусственное охлаждение вкладышей водой или обдуванием струей сжатого воздуха. Охлаждение производится сразу после заливки и продолжается от 2 до 15 минут.

Алюминий обладает хорошей пластичностью, электро- и теплопроводностью, высокой коррозионной стойкостью в пресной воде, в атмосферных и некоторых других условиях. На воздухе поверхность алюминия покрывается тонкой пленкой окислов Al_2O_3 , которая защищает от окисления нижерасположенные слои металла.

Сплавы алюминия делятся на литейные и деформируемые. Наибольшее применение из литейных сплавов получил силумин, а из деформируемых — дуралюмин.

Силумин представляет собой сплав алюминия с 8—14% кремния. Он обладает хорошими литейными качествами и используется для отливки сложных деталей в песчаные формы, в кокиль и под давлением. Из силумина изготавливаются колеса самолетов, детали электроизмерительных, судовых и других приборов.

Дуралюминами называются сплавы алюминия с медью (2,25—5,2%), магнием (0,2—1,8%) и марганцем (0,1—1%). Они обладают достаточно высокой прочностью, пластичностью и делятся на три группы: нормальный дуралюмин, дуралюмины с по-

вышенной пластичностью, дуралюмин с повышенной прочностью. Из нормального дуралюмина изготовляют листы, ленты, трубы, проволоку разных профилей и т. п. Дуралюмины с повышенной пластичностью

идут для производства заклепок. Дуралюмины с повышенной прочностью, так же как и нормальные, применяются для изготовления различных полужабириков, кроме штампованных деталей.

9. КОЭФФИЦИЕНТЫ ЛИНЕЙНОГО РАСШИРЕНИЯ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Коэффициентом линейного расширения называется увеличение единицы длины тела (1 мм) при нагреве его на 1°. В табл. 19 указаны коэффициенты линейного расширения α , умноженные на 10⁶, т. е. на 1 000 000.

Пример. Определить длину стальной линейки, нагретой до температуры 60°, если при температуре 20° длина ее была равна 500 мм; линейка изготовлена из углеродистой стали.

Принимаем коэффициент линейного расширения углеродистой стали в интервале

температур 20—100° С в среднем равным 11,5. Чтобы узнать длину линейки при температуре 60°, надо коэффициент линейного расширения умножить на первоначальную длину линейки (500 мм) и на количество градусов, на которое повышается температура (т. е. 60°—20°=40°), а результат разделить на 1 000 000:

$$500 + \frac{11,5 \times 40 \times 500}{1\,000\,000} = \\ = 500 + 0,23 = 500,23 \text{ мм.}$$

Таблица 19

Коэффициенты линейного расширения металлов и сплавов
($\alpha \cdot 10^6$ мм)

Металлы или сплавы	$\alpha \cdot 10^6$ для интервалов температур, в °С					
	20—50	20—100	20—200	20—300	20—400	20—500
Алюминий (чистый)	—	23,9	24,3	25,3	26,5	—
Бронза оловянистая	—	17,6	17,9	18,2	—	—
Латунь	—	17,2—17,8	17,5—18,8	17,9—20,9	—	—
Медь	16,9	16,6—17,1	17,1—17,3	17,6	18,0—18,1	18,6
Олово (чистое)	23,2	23,8	24,2	—	—	—
Сталь углеродистая	—	10,6—12,2	11,3—13,0	12,1—13,5	12,9—13,9	13,5—14,3
Сталь хромистая	—	11,2	11,8	12,4	13,0	13,6
Свинец	28,8	29,1	30,0	31,3	—	—
Серебро	19,6	19,6	19,8	20,0	20,3	20,6
Чугун	—	8,7—11,1	8,5—11,6	10,1—12,2	11,5—12,7	12,9—13,2
Цинк	—	39,5	39,7	39,7	—	—

10. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ. ПЛАСТМАССЫ

Пластические массы находят широкое применение при изготовлении различных деталей машин и приборов. Они обладают малым удельным весом, высокой химической стойкостью, достаточной прочностью, антифрикционными свойствами и другими ценными качествами.

Пластмассы выпускаются промышленно-стью в виде:

а) подделочных материалов: листов, плит, блоков, стержней, труб, а также пленок, подлежащих дальнейшей обработке резанием, штампованием, гнутьем, сваркой и склеиванием;

б) пресс-порошков или волокнистых

пресс-материалов, переработка которых в изделия осуществляется путем прессования при определенных температуре и давлении;

в) гранул — для литья под давлением;

г) порошков — для напыления.

Отдельные пластмассы выпускаются в виде специальных составов: порошок плюс жидкость (например, стиракрил). Отверждение их происходит при смешивании.

По своим основным свойствам пластмассы подразделяются на две группы — термопластичные и термореактивные.

Термопластичные пластмассы при нагревании переходят из твердого состояния

в жидкое, а при охлаждении вновь затвердевают. Эти пластмассы можно подвергать многократной переработке без существенных изменений их физико-механических и химических свойств.

Термопласты обладают высокими электроизоляционными свойствами. Наибольшее распространение из этой группы пластмасс получили винипласт, органическое стекло, полистирол, фторопласт, капрон, пенопласты. Получили также распространение такие виды пластмасс, как эпоксипласты, слоистые пластмассы и аминопласты.

Капрон (капроновая смола) — эластичный и прочный материал. Легко воспринимает ударные нагрузки, поглощает вибрации, обладает низким коэффициентом трения (может работать без смазки). Из капрона изготавливают вкладыши и подшипники скольжения, втулки, шестерни, рукоятки, электроизоляционные детали. Выпускается в виде блестящих гранул от белого до светло-желтого цвета.

Физико-механические свойства капрона

Плотность, в г/см ³	1,13
Предел прочности, в кг/см ² :	
при растяжении	550—700
" сжатии	850—1000
" статическом изгибе	900—1000
" срезе	600
Относительное удлинение при разрыве, в %	100—150
Твердость по Бринелю, в кг/мм ²	10—12
Температура плавления, в °C	215

Полистирол (ГОСТ 9440-60) — полупрозрачный материал, обладающий высокими

диэлектрическими показателями, высокими водостойкостью и оптическими свойствами. Из него изготавливаются детали радио- и электроаппаратуры, оболочки высококачественного кабеля. Он нашел применение для производства изделий широкого потребления. Выпускается в виде порошка для получения литьевого материала, пленок, нитей, дисков и листового материала.

Физико-механические свойства полистирола

Плотность, в г/см ³	1,05—1,06
Предел прочности, в кг/см ² :	
при растяжении	350—595
" изгибе	560—1330
" сжатии	800—1120
Твердость по Бринелю, в кг/мм ²	14—16
Рабочая температура при длительной работе, в °C	70

Пенопласт — очень легкий материал (во много раз легче пробки), по внешнему виду представляющий собой снежно-белую пену. Обладает высокими тепло- и электроизолирующими свойствами, является хорошим звукопоглотителем. Применяется в высокочастотной технике, для изготовления камер искусственного климата, в самолетостроении, машиностроении и в судостроении, а также для производства предметов широкого потребления.

Наибольшее распространение получил пенопласт в виде плит размером 500 × 1000—1200 мм, которые могут быть использованы при температуре ±60° C.

Физико-механические свойства плиточных пенопластов

	ПС-1				ПС-4
Плотность, в г/см ³	0,07	0,1	0,15	0,20	0,05
Предел прочности при сжатии перпендикулярной плоскости плиты, в кг/см ² , не менее	3	8	15	30	4,0
Усадка линейная (при 60° C за 24 часа), в %	0,4	0,4	0,4	0,4	0,8
Водопоглощение, в кг/м ² , не более	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

Органическое стекло (плексиглас) — легкий и нехрупкий материал, устойчивый к вибрациям и не дающий осколков при ударе. Изготавливается в виде прозрачных листов различной толщины и размеров, прутков, труб. Поддается окраске в различные цвета, устойчив против воды, бен-

зина, масла и щелочей, растворяется в серном эфире, выдерживает температуру до 100° C. Хорошо режется. Тонкие листы гнутся и штампуются после нагрева заготовки до пластического состояния. Органическое стекло нашло широкое применение в авиа- и приборостроении.

Физико-механические свойства
авиационных органических стекол

	СО-95	СО-120
Предел прочности при растяжении, в кг/см^2	650	780
Относительное удлинение в %, не менее	2,5	3,0
Модуль упругости, в кг/см^2 , не менее	27 000	29 000
Твердость по Бринелю, в кг/мм^2	18	21

Фторопласт — самый стойкий материал среди пластмасс. Его стойкость превышает стойкость золота и платины, специальных нержавеющих сталей, фарфора и других материалов, работающих в особо агрессивных средах.

Наибольшее распространение получил фторопласт-4 (ГОСТ 10007-72), на который действуют только щелочные растворы, трехфтористый хлор и элементарный фтор, причем действие этих веществ проявляется резко только при высоких температурах.

Фторопласт применяется для изготовления изделий, обладающих высокими диэлектрическими свойствами, стойкостью к сильным агрессивным средам и работающим при температурах от -60 до $+250^\circ\text{C}$. Фторопласт — один из наиболее дорогих полимерных материалов. Низкий коэффициент трения и отсутствие адгезии позволяют использовать фторопласт-4 для изготовления несмазываемых подшипников, покрытий для лотков, форм и валов в пищевой промышленности при работе с липкими продуктами.

Коэффициент трения фторопласта-4 по стали и по фторопласту-4 без смазки при удельных нагрузках $20\text{--}30 \text{ кг/см}^2$ составляет $0,1$, а при удельных нагрузках 150--

Физико-механические свойства
фторопласта-4

Плотность, в г/см^3	2,1—2,2
Предел прочности, в кг/см^2 : при растяжении незакаленного образца	140—250
то же, закаленного	160—315
при статическом изгибе	110—140
Относительное удлинение при разрыве, в %	250—500
Твердость по Бринелю, в кг/мм^2	3—4
Температура плавления, в $^\circ\text{C}$	327
Рабочая температура, в $^\circ\text{C}$: минимальная	—269
максимальная	260

300 кг/см^2 — около $0,2$. При наличии смазки коэффициент трения уменьшается примерно вдвое.

Винипласт (ГОСТ 9639-61) — термопластический материал, изготавливаемый в виде листов, плит и отдельных изделий. Это — непрозрачная пластическая масса коричневого цвета. Винипласт имеет высокие антикоррозионные и электроизоляционные свойства. Хорошая химическая стойкость винипласта против кислот и щелочей и способность при нагревании приобретать пластичность позволяют изготавливать из него горячим прессованием трубы, конструкции и детали химической аппаратуры. Винипласт не горит, обладает малой теплостойкостью, хорошо поддается точению, сверлению, шлифованию и полированию. Применяется он в конструкциях в качестве антикоррозионного материала в температурных интервалах от 0 до 60°C .

Винипластовый лист имеет следующие размеры (в мм): длина $1300\text{--}1500$, ширина $500\text{--}650$, толщина $2\text{--}20$.

Выпускается винипласт следующих марок: ВН — непрозрачный, натурального цвета и окрашенный; ВП — прозрачный, бесцветный или окрашенный; ВНТ — нетоксичный, предназначенный для использования при контакте с продовольственными продуктами.

Физико-механические свойства винипластов

	ВН	ВП	ВНТ
Плотность, в г/см^3	1,3—1,6	1,3—1,6	1,3—1,6
Предел прочности, в кг/см^2 , не менее:			
при растяжении	550	500	450
„ статическом изгибе	1000	900	900
Удельное объемное электрическое сопротивление, в $\text{Ом}\cdot\text{см}$, не менее	$5 \cdot 10^{14}$	$1 \cdot 10^{14}$	$1 \cdot 10^{14}$

Эпоксипласты — термореактивные композиционные пластмассы, полученные на основе эпоксидных смол. Методом «холодного» литья из них можно изготавливать различные малонагружаемые детали машин и приборов. В ремонтном деле эпоксипласты в основном применяются в качестве антифрикционных материалов при восстановлении подшипников скольжения, гидро- и пневмоцилиндров, направляющих металло-режущих станков и других деталей машин, работающих в условиях трения. Часто эпоксипласты применяют в качестве клея или герметизирующего материала.

*Физико-механические свойства
отвержденной немодифицированной смолы
ЭД-6 без наполнителей*

(состав: на 100 весовых частей эпоксидной смолы 20 частей пластификаторов и 10 — отвердителя)

Плотность, в г/см ³	1,15—1,2
Предел прочности, в кг/см ² : при растяжении	600—800
" сжатии	1100—1300
" изгибе	800—1000
Твердость по Бринелю, в кг/мм ²	25—30
Температура разложения, в °С	340—350

Эпоксипласты представляют собой композицию, состоящую из эпоксидной смолы, наполнителя, пластификатора и отвердителя.

Введение наполнителей способствует улучшению механических свойств пластмассы, уменьшению усадки и текучести, повышению способности материала поглощать удары и вибрации. Применение соответствующих наполнителей позволяет снизить относительный температурный коэффициент линейного расширения эпоксидных композиций.

В качестве наполнителей используют неорганические вещества: окись цинка, железный порошок, стекловолокно, каолин, алюминиевую пудру, окись железа, чугунный порошок, фарфоровую муку, цемент, асбестовую муку, маршалит и др. Наполнители равномерно распределяются по всей массе связующих и находятся во взвешенном состоянии.

При работе с эпоксидными композициями следует иметь в виду, что вещества, входящие в их состав, токсичны.

Отвержденная эпоксидная смола теряет свои токсичные свойства и становится совершенно безвредной. Однако пыль, получающаяся при механической обработке смолы, может вызвать раздражение слизистых оболочек глаз и дыхательных путей.

При работе с эпоксипластами необходимо соблюдать следующие правила техники безопасности:

1. Химические вещества, обладающие токсичными свойствами, следует хранить

в герметически закрытой таре под вытяжкой в специальном помещении.

2. Работу с композициями и механическую обработку отвержденных изделий необходимо производить на рабочих местах, оборудованных местной вытяжной вентиляцией.

3. Излишки и подтеки неотвержденной смолы нужно снимать бумагой, а затем ветошью, смоченной ацетоном. Для этой цели нельзя применять токсичные растворители: толуол, бензол и др.

4. Отверждение эпоксипластов должно происходить под вытяжкой.

5. При работе с токсичными веществами нужно надевать полиэтиленовые перчатки или смазывать руки специальными пастами.

Состав такой пасты на основе метилцеллюлозы следующий (в весовых частях): метилцеллюлозы — 5,8; глицерина — 17; белой глины — 11,4; талька — 11,4; воды — 100. Метилцеллюлозу растворяют в воде, а глину и тальк — в глицерине. Полученные растворы смешивают. Высохшая паста образует на руках тонкую эластичную пленку, которая предохраняет кожу от поражений. По окончании работы пасту смывают водой с мылом.

Состав пасты на основе казеина следующий (в весовых частях): казеина — 33,6; глицерина — 33,6; аммиака 25%-ного — 3,2; этилового спирта — 100,0.

Казеин замачивают в воде и оставляют на 15—20 часов. Набухший казеин отжимают от избытка воды и смешивают с глицерином, этиловым спиртом и аммиаком. Смесь нагревают до полного растворения казеина. Полученный раствор отфильтровывают.

Слоистые пластмассы выпускаются в виде листов, плит, стержней, блоков и т. п. заготовок для дальнейшей переработки в изделия резанием. Отдельные виды этих материалов можно штамповать, сваривать и склеивать.

Текстолит (слоистый пластический материал) получают прессованием полотнищ тканей, пропитанных фенол- и крезолальдегидными смолами и уложенных ровными слоями. Текстолит обладает хорошими электроизоляционными свойствами — влагостойкостью, высокой вязкостью, механической прочностью, малым коэффициентом трения. Текстолиты можно склеивать вазелиновыми, фенолальдегидными или карбамидными клеями, а также клеями типа БФ.

Различают текстолит подделочный и электротехнический, а также стержни текстолитовые.

Текстолит подделочный (ГОСТ 5-52) имеет удельный вес 1,3—1,4 г/см³ и выпускается трех марок: ПТК, ПТ и ПТ-1. Лучшими механическими свойствами обладает текстолит марки ПТК. Поставляется он в виде листов толщиной от 0,5 до 8 мм и плит толщиной от 9 до 70 мм. Применяется для

изготовления бесшумных износоустойчивых и быстроходных шестерен, подшипников

скольжения (втулок), прокладок и тому подобных деталей.

Физико-механические свойства текстолита подделочного

	ПТК	ПТ	ПТ-1
Предел прочности, в кг/см ² :			
при растяжении	1000	850	650
• сжатии:			
перпендикулярно слоям . . .	2500	2300	2000
параллельно слоям	1500	1300	1200
• статическом изгибе	1000	1450	1200

Текстолит электротехнический имеет удельный вес 1,6—1,8 г/см³. Изготавливается он в виде листов и плит толщиной от 0,5 до 50 мм с размерами сторон не менее

400 × 400 мм. Поставляется пяти марок: А, Б, ВЧ, Г, СТ. Используется для изготовления различных электроизоляционных изделий (прокладок, втулок, шайб и т. п.).

Физико-механические свойства текстолита электротехнического

	А	Б	ВЧ	Г	СТ
Предел прочности, в кг/см ² :					
при растяжении:					
вдоль листа . . .	600	650	500	650	900
поперек листа . .	450	550	400	450	700
• статическом изгибе	900	1200	—	1200	1100
Твердость по Бринелю, в кг/см ²	30	30	30	30	30

Стержни текстолитовые имеют удельный вес 1,25—1,35 г/см³. Выпускаются они диаметрами 8, 13, 18, 25, 40 и 60 мм и длиной от 200 до 560 мм. Применяются для изготовления электротехнических изделий.

Все виды текстолита хорошо обрабатываются резанием и допускают изготовление резьб с крупным шагом. На практике часто заменяют электротехнический текстолит подделочным, и наоборот, что недопустимо, так как это снижает качество изделий.

Гетинакс (ГОСТ 2718-66)—слоистый пластик на основе фенолформальдегидной смолы с наполнителем из бумажных листов, хороший изоляционный материал. Большое применение гетинакс нашел в электропромышленности и радиотехнике. Из него делают прокладки, панели, монтажные плиты, схемы печатного монтажа и другие детали электро- и радиоустройств.

Изготавливается гетинакс листами толщиной от 0,2 до 50 мм.

Физико-механические свойства

Плотность, в г/см ³	1,25—1,4
Предел прочности, в кг/см ² :	
при растяжении (вдоль листа)	700—1000
при статическом изгибе (перпендикулярно слоям)	800—1300
Твердость по Бринелю, в кг/мм ²	25

Древеснослоистый пластик (ДСП) (ГОСТ 8697-58 и 13913-68) — материал, изготавливаемый склейкой и горячим прессованием листов древесного шпона толщиной от 0,4 до 1,5 мм, предварительно пропитанных искусственной смолой. ДСП применяют для производства подшипников, втулок, тормозных колодок, роликов, транспортеров, фрикционных дисков; используют его также в самолетостроении.

Для изготовления подшипников применяют древеснослоистые пластики марок А и Б.

Физико-механические свойства древеснослоистых пластиков

	ДСП-А	ДСП-Б	ДСП-Г
Плотность, в г/см ³	1,33	1,3	1,3
Предел прочности, в кг/см ² :			
при растяжении вдоль волокон	—	2200—2600	—
• сжатии вдоль волокон . . .	1800	1550—1600	1250
• статическом изгибе	—	2600—2800	1500
Твердость по Бринелю, в кг/мм ² . . .	25	25	25

Стеклопластики по типу наполнителей и технологическим свойствам разделяются на стеклотекстолиты и стекловолокниты (литые и прессовочные материалы).

Стеклотекстолит (ГОСТ 10292-62) состоит из стеклянной ткани, пропитанной различными термореактивными связующими веществами. Он обладает очень высокими диэлектрическими свойствами, влагостойкостью, жаростойкостью, большим пределом прочности при растяжении.

Стеклотекстолит применяют как конструкционный материал в самолетостроении, машиностроении, электротехнике, ра-

диотехнике и судостроении, а также для изготовления предметов широкого потребления. Выпускают его в виде листов разной толщины (от 0,5 до 15 мм) и разных линейных размеров (но не более 1 м шириной и 2,4 м длиной), в зависимости от назначения.

Одним из лучших стекловолокнитов на основе фенолформальдегидных смол является пресс-материал марки АГ-4.

Стеклопластики могут работать при температуре до 400°С и кратковременно противостоять действию более высоких температур — до 1000°С.

Физико-механические свойства стеклотекстолита

	КАСТ	КАСТ-В	ВФТ-С
Плотность, в г/см ³	1,7—1,85	1,7—1,8	1,55—1,75
Предел прочности, в кг/см ² :			
при растяжении:			
по основе	3300	3200	4000
по утку	2100	2000	—
при сжатии:			
по основе	—	1100	1715
по утку	—	3500	—
при изгибе:			
по основе	—	1500	3375
по утку	—	1250	—
Твердость по Бринелю, в кг/мм ² . .	33	35—38	32

Аминопласты (ГОСТ 9359-66) — это пластические массы, изготавливаемые на основе мочевиноформальдегидных смол с различными наполнителями и присадками. Аминопласты легко окрашиваются в светлые тона и хорошо сохраняют цвет. Благодаря безвредности мочевиноформальдегидных смол пластические массы из этих смол используют для изготовления пищевой тары, а также для деталей яркой окраски простого и сложного профиля, от которых не требуется высоких электроизоляционных свойств (корпуса измерительных приборов, осветительной арматуры и т. п.).

В зависимости от исходной рецептуры аминопласты выпускаются двух марок: А

и Б. Марка А применяется для полупрозрачных (I) и для прозрачных (II) изделий; марка Б — для непрозрачных изделий.

Физико-механические свойства аминопластов

	Марка А	Марка Б
Плотность, в г/см ³	3,0	3,0
Предел прочности при статическом изгибе, в кг/см ² . . .	600	800

11. ПРОКЛАДОЧНЫЕ И УПЛОТНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Прокладки, применяемые для создания плотных и герметичных соединений металлических поверхностей (фланцевых соединений трубок, патрубков, каналов и пр.), изготовляют из следующих материалов: промасленной бумаги, картона, фибры, паронита, клингерита, асбеста, кожи, войлока, резины и мягкого листового металла (меди, свинца, алюминия).

Бумага чертежная (ГОСТ 597-56) промасленная используется для изготовления прокладок, уплотняющих зазоры между соединяемыми деталями и устраняющих просачивание масел, керосина, нефти.

Картон специальный прокладочный (ГОСТ 9347-60) представляет собой листовой эластичный материал, обладающий малой поглощаемостью воды, жидкого топлива и масла. Картон, пропитанный льняным маслом, применяют как электроизоляционный материал.

Асбест (ГОСТ 12871-67) — волокнистый минерал, обладающий способностью расщепляться на тонкие гибкие волокна, допускающие при достаточной их длине скручивание в нить. Асбест отличается высокой огнестойкостью, малой электро- и теплопроводностью, кислото- и щелочеустойчивостью. Он широко используется в технике в качестве уплотняющих сальниковых набивок и прокладок, для изоляции горячих труб, аппаратов и печей. Из длинных асбестовых волокон изготовляют нити и шнуры, а из коротких — асбестовый картон.

Фибра (ГОСТ 14613-69) — твердый, гибкий и эластичный материал, получаемый из пористой спрессованной бумаги. Фибра хорошо поддается механической обработке, гнется, склеивается, склепывается; основ-

ной ее недостаток — высокая гигроскопичность. Применяется она в качестве прокладочного материала в паровых турбинах, кислородном оборудовании, гидравлических прессах, карбюраторах, бензо- и маслопроводах.

Паронит (ГОСТ 481-71) — листовой прокладочный материал серого цвета, изготавливаемый из асбеста и каучука с добавлением наполнителей. Служит он для уплотнения мест соединения металлических поверхностей, работающих в среде воды и пара при температуре до 450°C и давлении до 50 кг/см^2 , нефтяных продуктов — до 400°C и давлении до 70 кг/см^2 , жидкого и газообразного кислорода — до 182°C и давлении до $2,5\text{ кг/см}^2$.

Кожа техническая (ГОСТ 1898-48) состоит из двух основных слоев — внутреннего и наружного. Лицевая сторона ее имеет блестящий вид, внутренняя — негладкую и неблестящую поверхность, называемую бахтармой. Применяется кожа для изготовления прокладок, приводных ремней и других изделий.

Войлок технический изготовляют из низких сортов шерсти с добавлением растительных волокон и клейстера. Различают войлок технический грубошерстный (ГОСТ 6418-67), полугрубошерстный (ГОСТ 6308-71) и тонкошерстный (ГОСТ 288-72). В зависимости от назначения войлок каждой группы разделяется на войлок для сальников, для прокладок и для фильтров.

Резина (ГОСТ 7338-65 и 5496-67) применяется для изготовления водонепроницаемых прокладок, манжет, сальников, амортизаторов, уплотняющих колец и других деталей.

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

ТОЧНОСТЬ И ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТЕЙ. ДОПУСКИ И ПОСАДКИ

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О ДОПУСКАХ И ОТКЛОНЕНИЯХ

Система допусков и посадок установлена для облегчения конструирования и изготовления деталей, обеспечения их взаимозаменяемости и правильного взаимодействия. Взаимозаменяемой является любая деталь, которая удовлетворяет предъявленным к ней техническим требованиям и может пойти на сборку без дополнительной пригонки.

С какой бы точностью детали ни выполнялись, выдержать абсолютно точно их размеры невозможно, поэтому для изготов-

ный размер годной детали должен быть не больше наибольшего и не меньше наименьшего допускаемых предельных размеров.

Предельными размерами (рис. 1) называются два предельных значения размера, между которыми должен находиться действительный размер. Больший из них называется наибольшим предельным размером, а меньший — наименьшим предельным размером.

Допуском размера называется разность между наибольшими и наименьшими пре-

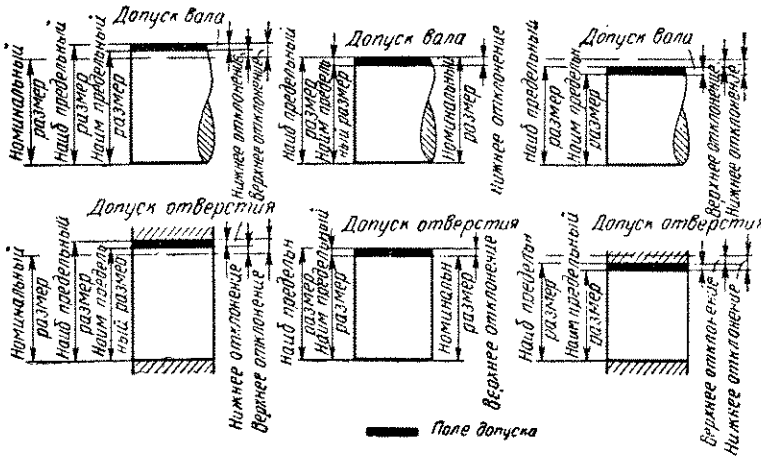


Рис. 1. Расположение полей допусков относительно номинальных размеров отверстия и вала.

ления деталей предусматриваются допустимые отклонения от номинального размера.

Номинальным размером называется размер, полученный из расчета на прочность, жесткость и т. п., исходя из конструктивных и технологических соображений и служащий началом отсчета отклонений.

Действительным размером называется размер, полученный в результате непосредственного измерения с наивысшей практически допустимой точностью. Действитель-

ными размерами. Величина допуска обозначается в десятых и сотых долях миллиметра, а также в микрометрах. Допуск указывают в виде двух отклонений от номинального: верхнего и нижнего.

Верхним предельным отклонением называется алгебраическая разность между наибольшим предельным размером и номинальным, а *нижним предельным отклонением* — алгебраическая разность между наименьшим предельным размером и номинальным.

Отклонение может быть *положительным*, если предельный размер больше номинального, и *отрицательным*, если предельный размер меньше номинального.

Правильный выбор допуска имеет решающее значение для экономичности изготовления детали. Чем меньше допуск, тем сложнее изготовление деталей, выше стоимость станков и инструментов для их обработки и контроля.

При графическом изображении допусков и посадок отклонения размеров откладываются от нулевой линии, которая определяет номинальный размер сопряжения. Положительные отклонения откладываются вверх, а отрицательные — вниз от нулевой линии.

Поле допуска называется интервал значений размеров, ограниченный предельными размерами; оно определяется величиной допуска и его расположением относительно номинального размера.

Как видно из рис. 1, верхняя граница поля допуска соответствует наибольшему предельному размеру, а нижняя — наименьшему предельному размеру.

Величина поля допуска зависит от класса точности, назначения детали, величины номинального размера, характера посадки. Размер готовой детали (действительный размер) должен лежать внутри поля допуска, т. е. между наибольшим и наименьшим предельными размерами. Если это требование не соблюдено, то деталь не соответствует предъявленным к ней требованиям.

Допуск на чертеже может быть показан числовой величиной верхнего и нижнего предельных отклонений, например для вала: $\varnothing 36 \pm 0,008$; $\varnothing 36 \begin{smallmatrix} -0,010 \\ -0,027 \end{smallmatrix}$. Можно его обозначать также буквами и цифрами, характеризующими посадку и класс точности, например: $\varnothing 36П$; $\varnothing 36Д$.

Обозначение	$\varnothing 36 \pm 0,008$ или $\varnothing 36П$	$\varnothing 36 \begin{smallmatrix} -0,010 \\ -0,027 \end{smallmatrix}$ или $\varnothing 36Д$
Номинальный размер, в мм	36	36
Верхнее предельное отклонение, в мм	+0,008	—0,010
Нижнее в мм	—0,008	—0,027
Наибольший предельный размер, в мм	$36 + 0,008 = 36,008$	$36 - 0,010 = 35,990$
Наименьший в мм	$36 - 0,008 = 35,992$	$36 - 0,027 = 35,973$
Допуск размера, в мм	$36,008 - 35,992 = 0,016$	$35,990 - 35,973 = 0,017$

Величина допуска на размер определяется условиями работы детали в узле или в машине, конфигурацией и размерами де-

тали и зависит от выбранного класса точности (см. системы допусков и классы точности в § 3).

2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О ЗАЗОРАХ, НАТЯГАХ И ПОСАДКАХ

При сборке двух деталей, входящих одна в другую, различают внешнюю (охватываемую) и внутреннюю (охватывающую) поверхности. Охватываемая поверхность деталей круглой формы называется отверстием, а охватываемая — валом. Соответственно их размеры называются диаметром отверстия и диаметром вала.

Характер соединения деталей определяется разностью между диаметром отверстия и диаметром вала и называется *посадкой*. Системой ОСТов предусмотрены три группы посадок: посадки с зазором (подвижные), посадки с натягом (прессовые) и переходные посадки, у которых возможны как зазоры, так и натяги.

Зазором называется положительная разность между диаметрами отверстия и вала, создающая свободу их относительного движения (рис. 2, а).

Натягом называется отрицательная разность между диаметром отверстия и диаметром вала до сборки, создающая после сборки неподвижное соединение (рис. 2, б).

Осуществление подвижной посадки возможно в том случае, когда размер вала меньше размера отверстия, т. е. при наличии зазора в соединении. Разность между наибольшим предельным размером отверстия и наименьшим предельным размером вала определяет наибольший зазор, а разность между наименьшим предельным размером отверстия и наибольшим предельным размером вала — наименьший зазор.

Для подвижных посадок поле допуска отверстия расположено над полем допуска вала. К подвижным относятся посадки: скользящая — С, движения — Д, ходовая — Х, легкоходовая — Л, широкоходовая — Ш, теплоходовая — ТХ.

Неподвижные посадки возможны в том случае, когда диаметр вала больше диаметра отверстия, при этом соединении деталей происходит с приложением некоторого усилия (с натягом). Разность между наибольшим предельным размером вала и наименьшим предельным размером отверстия определяет наибольший натяг, а раз-

ность между наименьшим предельным размером вала и наибольшим предельным размером отверстия определяет наименьший натяг.

У переходных посадок разность диаметров отверстия и вала относительно мала и возможны как натяги, так и зазоры. Поля допусков отверстия и вала для этих

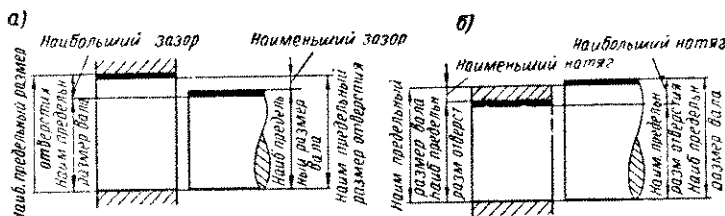


Рис. 2. Зазоры и натяги в сопряжении отверстия с валом.

Для неподвижных посадок поле допуска вала расположено над полем допуска отверстия. К неподвижным посадкам относятся: прессовая третья — Пр3, прессовая вторая — Пр2, прессовая первая — Пр1, горячая — Гр, прессовая — Пр, легкопрессовая — Пл.

посадок частично перекрываются. К переходным посадкам относятся: глухая — Г, тугая — Т, напряженная — Н, плотная — П. **Допуск посадки** представляет собой разность между наибольшим и наименьшим зазорами (для посадок с зазором) или наибольшим и наименьшим натягами.

3. СИСТЕМЫ ДОПУСКОВ И КЛАССЫ ТОЧНОСТИ

Системой допусков называется планомерно построенная совокупность допусков и посадок.

Система допусков подразделяется на систему отверстия и систему вала, а по степени точности (по величине допусков) — на несколько классов точности.

Для всех посадок, установленных ОСТами, нижнее отклонение отверстий или верхнее отклонение вала равно нулю (рис. 3).

Посадки с нижним отклонением отверстия, равным нулю, составляют *систему от-*

вивается соответствующим изменением предельных размеров отверстия.

Система отверстия (СА) в машиностроении применяется чаще, так как отверстия изготавливаются с помощью инструмента, имеющего постоянный размер (сверла, зенкеры, развертки).

Изготовление отверстий с различными предельными отклонениями потребовало бы резкого увеличения номенклатуры режущих и мерительных инструментов.

Система вала (СВ) применяется в машиностроении в том случае, когда при

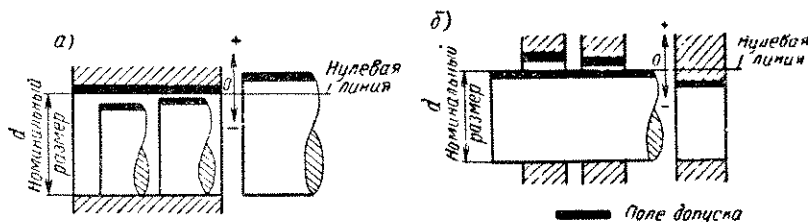


Рис. 3. Распределение полей допусков сопрягаемых деталей в системах допусков отверстий и вала.

вертия. Система отверстия характерна тем, что в ней для всех посадок одного класса точности при одинаковых номинальных размерах предельные размеры отверстия остаются постоянными, а осуществление посадок обеспечивается соответствующим изменением предельных размеров вала.

Посадки с верхним отклонением вала, равным нулю, составляют *систему вала*. Система вала характерна тем, что в ней для всех посадок одного класса точности при одинаковых номинальных размерах предельные размеры вала остаются постоянными, а осуществление посадок обеспе-

сборке на одном валу располагается несколько деталей, сопрягаемых по разным посадкам.

В отечественном машиностроении для размеров от 1 до 500 мм установлено 10 классов точности.

1-й класс является высшим, а 9-й соответствует наименьшей точности.

Отверстия с нижним отклонением, равным нулю, в системе отверстия называются основными отверстиями. На чертежах основные отверстия обозначаются буквой А и числовым индексом класса точности, например: А₁, А, А_{2а}, А₃, А_{4а}, А₅, А₇, А₈, А₉.

Валы в системе вала с верхним отклонением, равным нулю, называются основными валами. На чертежах основные валы обозначаются буквой В с числовым индексом класса точности: В₁, В, В₂, В₃, В₄, В₅, В₇, В₈, В₉.

Соединения деталей в собранном виде на сборочных чертежах показываются в виде дробей, при этом для соединения в системе отверстий в числителе показывают обозначение или числовую величину основного отверстия, а в знаменателе — обозначение или числовую величину отклонений вала по выбранной посадке, например: $\varnothing 12 \frac{A_3}{Pr1_3}$.

Для соединения, выполненного в системе вала, в числителе указывается обозначение отверстия по выбранной посадке, а в знаменателе — обозначение основного вала, например: $\varnothing 20 \frac{C}{B}$.

Прессовые Пр3, Пр2, Пр1 посадки по стандартным натягам введены как ориентировочные. Поэтому при выборе прессовой посадки определяют допускаемые значения наибольшего и наименьшего натягов. Если натяг окажется больше допускаемого, то деталь может разрушиться, а при очень малом натяге сила трения может оказаться недостаточной и при работе произойдет смещение деталей относительно друг друга.

Прессовые соединения, как правило, являются неразъемными, так как распрессовка и запрессовка вновь ведут к нарушению посадки.

Горячая посадка (Гр) применяется в соединениях, которые никогда не должны разбираться (например, бандажные железнодорожных колес, стяжные кольца и др.). Для получения такой посадки деталь с отверстием нагревается до температуры 400—500°С, после чего производится насадка ее на вал.

Прессовая посадка (Пр) служит для прочного соединения деталей. Эта посадка осуществляется под значительным усилием гидравлического или механического пресса или специального приспособления. Примером такой посадки может служить посадка втулок, зубчатых колес, шкивов и др.

Легкопрессовая посадка (Пл) используется в тех случаях, когда требуется возможно более прочное соединение и в то же время недопустима сильная запрессовка из-за ненадежности материала или из-за опасения деформировать детали. Такая посадка осуществляется под легким давлением пресса.

Глухая посадка (Г) применяется для соединения деталей, которые при всех условиях работы должны быть связаны прочно и могут быть собраны или разобраны при значительном давлении. При таком соединении детали дополнительно крепят шпонками или стопорными винтами (например,

зубчатые колеса, которые вследствие износа нужно заменять, планшайбы на шпинделях токарных станков, неразрезные подшипниковые втулки, золотниковые и круглые втулки и пр.). Осуществляется эта посадка сильными ударами молотка. Применяется она относительно редко, например при больших динамических нагрузках (сотрясение, удар, вибрация), при этом разборка узлов предусмотрена только при капитальном ремонте машин.

Тугая посадка (Т) используется аналогично глухой посадке, но при менее прочном материале деталей или более частой сборке узлов, а также при длине втулки более 1,5 диаметра или более тонких стенках втулки. Применяется для соединения валов и осей с кулачковыми муфтами, маховичками, шкивами и рычагами, конических зубчатых колес и червячных передач, роторов электрических машин.

Напряженная посадка (Н) служит для соединения таких деталей, которые при работе должны сохранять свое относительное положение и могут быть собраны или разобраны без значительных усилий с помощью ручного молотка или съемника. Чтобы соединенные с такой посадкой детали не проворачивались и не сдвигались, их закрепляют шпонками или стопорными винтами. Эта посадка осуществляется ударами молотка. Применяется она для соединения зубчатых колес и часто сменяемых втулок подшипников, которые при разборке машин вынимаются, для подшипников качения на валах и шкивах, сальниковых втулок, маховиков на кривошипных и иных валах, фланцах и т. п.

Плотная посадка (П) применяется для соединения таких деталей, которые собирают или разбирают вручную или при помощи деревянного молотка. С такой посадкой соединяются детали, требующие точной центровки: поршневые штоки, эксцентрики на валах, ручные маховички, шпинделя, сменные зубчатые колеса, установочные кольца и т. п.

Скользкая посадка (С) используется для соединения деталей, которые при наличии смазки могут перемещаться относительно друг друга от руки, но имеют точное направление. С такой посадкой соединяются направляющие и пиноли в станках, поршневые штоки в цилиндрах, насосах, центрирующие поверхности фланцев и крышек. Но при дополнительном крепежном средстве (например, шпонке) скользкая посадка превращается в неподвижную. Это осуществляется в случаях, когда требуется точное центрирование сопряженных деталей при частой сборке и разборке узлов в процессе эксплуатации машины (соединение валов со сменными колесами, со сцепными дисками или соединительными и фрикционными муфтами и др.).

Посадка движения (Д) является самой точной из подвижных посадок. Она имеет малый гарантированный зазор, что создает хорошее центрирование деталей и отсут-

ствие ударов при перемене нагрузки. При хорошей смазке посадки движения применяются для сопряжения шейки коленчатого вала с шатуном, ползунов станков, передвижных зубчатых колес и т. д.

Наружные кольца шариковых и роликовых подшипников могут устанавливаться в корпус также с посадкой движения.

Посадка ходовая (Х) служит для соединения деталей, которые работают в основном при умеренных и постоянных скоростях и при безударной нагрузке (например, вращающиеся в подшипниках коленчатые и кулачковые валы и др.). Ходовая посадка широко распространена в тракторостроении и комбайностроении.

Легкоходовая посадка (Л) имеет относительно большие зазоры и применяется для подвижных соединений при тех же условиях, что и ходовые, но при большей длине втулки или большим количестве опор, а также при скоростях свыше 1000 об/мин. Применяется она для соединения цапф валов с втулками подшипников в центробежных насосах, приводах шлифовальных станков, турбогенераторов, валов холостых шкивов и свободно вращающихся колес.

Широкоходовая посадка (Ш) является самой свободной и имеет самый большой зазор. Используется она для соединения деталей, работающих с большими скоростями, при этом допускаются неточное центрирование деталей, перекосы и прогибы; при большой длине посадки; в многопарных соединениях; для соединения деталей, размеры которых меняются под влиянием температуры или работающих в неблагоприятных условиях (например, загрязненность в сельскохозяйственных, дорожных и других машинах).

Посадки тепловые ходовые (ТХ) применяются для соединения деталей, работающих при высокой температуре (например, в различных тепловых двигателях), когда рабочий зазор может существенно уменьшаться вследствие неодинакового теплового расширения деталей.

По стандартам посадки установлены в следующих классах точности (в порядке убывания точности):

для размеров от 0,1 до 1 и от 1 до 500 мм: 1, 2, 2а, 3, 3а, 4 и 5;

для размеров свыше 500 до 10 000 мм: 2, 2а, 3, 3а, 4 и 5;

для размеров менее 0,1 мм (по ГОСТу 8809-71) установлены лишь ряды допусков в классах точности 0,1, 0, 1, 2, 3, 3а, 4 и 5.

Для случаев, когда нет необходимости в допусках, предусмотренных для валов и отверстий стандартных посадок, установлены большие допуски:

для размеров от 0,1 до 1 мм — классы 6 и 7 по ГОСТу 3047-66;

для размеров от 1 до 500 мм — классы 7, 8 и 9 по ОСТу 1010;

для размеров свыше 500 до 10 000 мм — классы 7, 8, 9, 10 и 11 по ГОСТу 2689-54.

В табл. 20 приведено распределение по-

садок по классам в системах отверстия и вала для наиболее часто встречающихся случаев (размеры от 0,1 до 500 мм, классы точности 1—5).

Чем выше класс точности и чем больше размер детали, тем больше величина допуска и тем меньше точность изготовления детали.

По 1-му классу точности изготавливают особо точные детали (например, детали приборов, измерительных инструментов, кольца шарикоподшипников). Этот класс точности вследствие чрезвычайно небольшого предела отклонения от номинального размера имеет ограниченное применение, так как для получения такой точности требуются специальные особо точные приборы и приемы обработки.

2-й класс точности является основным и применяется в точном машиностроении. По этому классу точности обрабатывают наиболее ответственные детали металло-режущих станков, автомобилей, тракторов, комбайнов, текстильных, обувных и других машин.

3-й класс точности широко используется в тяжелом машиностроении, тракторостроении и комбайностроении. По этому классу точности обрабатываются, например, рабочие поверхности гильз цилиндров.

Класс точности 2а является промежуточным между 2-м и 3-м классами, а класс точности 3а — промежуточным между 3-м и 4-м классами. Промежуточные классы точности находят применение в некоторых отраслях промышленности, где не требуется высокая точность.

4-й класс точности довольно широко распространен и используется при изготовлении деталей с относительно большими допусками (например, неотчетливых деталей сельскохозяйственных машин).

5-й класс точности применяется при грубой обработке деталей. По этому классу обрабатываются многие детали сельскохозяйственных машин.

6-й класс точности (ГОСТ 3047-66) установлен для деталей небольших размеров (менее 1 мм) и используется редко.

7, 8, 9, 10 и 11-й классы точности имеют самые большие допуски на изготовление, поэтому отклонения фактических размеров детали от номинального размера могут быть весьма значительными. С такими классами точности изготавливаются детали, не имеющие сопряжений, т. е. заготовки,ковки и литье.

Условные обозначения посадок позволяют с помощью таблиц допусков определять соответствующие им значения предельных отклонений. Такие предельные отклонения в системах отверстия и вала приведены в ряде общемашиностроительных справочников¹, а также в нормативно-справочных таблицах, используемых предприятиями для внутренних надобностей.

¹ См., например, 2-е издание данного справочника.

Таблица 20

Посадки в системе ОСТов

Наименование посадок	Классы точности						
	1-й (ОСТ 1011, 1021, 1041)	2-й (ОСТ 1012, 1022, 1042, 1043, 1044, 1142, 1143)	2а (ОСТ 1013, 1023, 1069)	3-й (ОСТ 1013, 1023, 1069)	3а (ОСТ 1017, 1027)	4-й (ОСТ 1014, 1024, 1079)	5-й (ОСТ 1015, 1025)
Системы отверстия							
Прессовая 1-я	Пр1 ₁	—	Пр1 _{2а}	Пр1 ₃	—	—	—
2-я	Пр2 ₁	—	Пр2 _{2а}	Пр2 ₃	—	—	—
3-я	—	—	—	Пр3 ₃	—	—	—
Горячая	—	Гр	—	—	—	—	—
Прессовая	—	Пр	—	—	—	Пр ₄	—
Легкопрессовая	—	Пл	—	—	—	—	—
Глухая	Г ₁	Г	Г _{2а}	—	—	—	—
Тугая	Т ₁	Т	Т _{2а}	—	—	—	—
Напряженная	Н ₁	Н	Н _{2а}	—	—	—	—
Плотная	П ₁	П	П _{2а}	—	—	—	—
Скользкая	С ₁	С	С _{2а}	С ₃	С _{3а}	С ₄	С ₅
Движения	Д ₁	Д	—	—	—	—	—
Ходовая	Х ₁	Х	Х _{2а}	Х ₃	—	Х ₄	Х ₅
Легкоходовая	—	Л	—	—	—	Л ₄	—
Широкоходовая	—	Ш	—	Ш ₃	—	Ш ₄	—
Теплоходовая	—	ТХ	—	—	—	—	—
Система вала							
Прессовая 2-я	—	—	Пр2 _{2а}	—	—	—	—
Горячая	—	Гр	—	—	—	—	—
Прессовая	—	Пр	—	—	—	—	—
Глухая	Г ₁	Г	Г _{2а}	—	—	—	—
Тугая	Т ₁	Т	Т _{2а}	—	—	—	—
Напряженная	Н ₁	Н	Н _{2а}	—	—	—	—
Плотная	П ₁	П	П _{2а}	—	—	—	—
Скользкая	С ₁	С	С _{2а}	С ₃	С _{3а}	С ₄	С ₅
Движения	Д ₁	Д	—	—	—	—	—
Ходовая	Х ₁	Х	—	Х ₃	—	Х ₄	Х ₅
Легкоходовая	—	Л	—	—	—	Л ₄	—
Широкоходовая	—	Ш	—	Ш ₃	—	Ш ₄	—

Примечания. 1. В 7, 8 и 9-м классах точности нормируются только отклонения основных валов и отверстий.
2. При обозначении 2-го класса точности цифра 2 при буквенном обозначении не ставится.

4. ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ И КЛАССЫ ЧИСТОТЫ

На поверхности деталей после их механической обработки остаются следы от режущих инструментов, т. е. различные по величине и форме неровности.

Шероховатость поверхности (рис. 4) представляет собой совокупность неровностей с относительно малыми шагами, образующих рельеф поверхности детали и рассматриваемых на определенной базовой длине l .

Поверхности обработанной детали должны иметь различную шероховатость, в зависимости от условий работы и характера соединения деталей в узле машины. После приработки детали приобретают оптимальную шероховатость, которая сохраняется

в процессе длительной работы машины. Повышение прочности, долговечности и надежности машин обеспечивается при изготовлении деталей с точно определенной оптимальной шероховатостью и допустимыми отклонениями формы расположения поверхностей.

Под шагом неровностей понимается расстояние между вершинами характерных неровностей действительного (измеренного) профиля.

Базовая линия l — это длина участка поверхности, которая выбирается для измерения шероховатости без учета других видов неровностей (волнистости и т. д.), имеющих шаг более l .

Размер базовой длины зависит от класса шероховатости и для более грубых поверхностей выбирается больший, чем для чисто обработанных (табл. 21). Волнистость по-

Высота неровностей R_z — это среднее расстояние между пятью высшими точками выступов и пятью нижними точками впадин, находящимися в пределах базовой

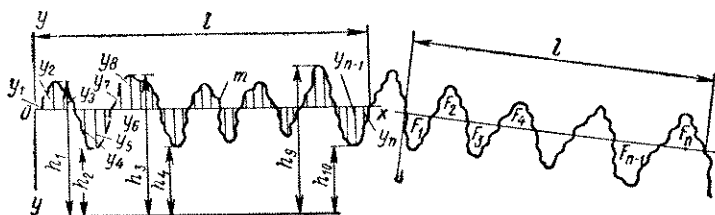


Рис. 4. Шероховатость поверхности.

верхности представляет собой совокупность периодически чередующихся выступов и впадин с расстояниями между ними больше базовой длины.

Количественно шероховатость поверхности (по ГОСТу 2789-59) определяется следующими параметрами:

1) средним арифметическим отклонением профиля R_a ;

2) высотой неровностей R_z .

Среднее арифметическое отклонение профиля R_a — это среднее значение расстояний ($y_1, y_2, \dots, y_n$) точек действительного (измеренного) профиля до его средней линии:

$$R_a = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i|}{n}.$$

длины, измеренное от линии, параллельной средней линии:

$$R_z = \frac{(h_1 + h_3 + \dots + h_9) - (h_2 + h_4 + \dots + h_{10})}{5}.$$

В зависимости от высоты микронеровностей ГОСТ 2789-59 устанавливает 14 классов чистоты (шероховатости) поверхности — от 1-го до 14-го — с разделением классов от 6-го до 14-го на разряды a, b и v (табл. 21).

1-й класс является наиболее грубым, а 14-й — наиболее высоким. Для классов от 6-го до 12-го основным определяющим параметром является шкала R_a , а для классов 1—5-го, 13-го и 14-го — шкала R_z .

Таблица 21

Максимальные значения параметров шероховатости R_a и R_z для различных классов чистоты при базовой длине l

Класс чистоты поверхности	Среднее арифметическое отклонение профиля R_a			Высота неровностей R_z			Базовая длина l , в мм
	в мкм, не более						
	Разряды						
	a	b	v	a	b	v	
1		80			320		8
2		40			160		
3		20			80		
4		10			40		2,5
5		5			20		
6	2,5	2	1,6	10	8		0,8
7	1,25	1	0,8	6,3	5	4	
8	0,63	0,5	0,4	3,2	2,5	2	
9	0,32	0,25	0,2	1,6	1,25	1	0,25
10	0,16	0,125	0,1	0,8	0,63	0,5	
11	0,08	0,063	0,05	0,4	0,32	0,25	
12	0,04	0,032	0,025	0,2	0,16	0,125	
13	0,02	0,016	0,012	0,1	0,08	0,063	0,08
14	0,01	0,008	0,006	0,05	0,04	0,032	

Все классы чистоты поверхности на чертежах и эскизах обозначаются знаком ∇ (равносторонним треугольником), рядом с которым цифрами и буквами показывается номер класса или номер класса и разряда (например: $\nabla 6$, $\nabla 6a$).

В тех случаях, когда необходимо ограничить максимальную и минимальную величины шероховатости, указывают два номера класса или разряда, например: $\nabla 6-7$

(т. е. R_a не более 2,5 мкм и не менее 1,25 мкм).

Шероховатость поверхностей грубее 1-го класса обозначают условным знаком с указанием наверху высоты неровностей R_z

в мкм, например: $\sqrt[400]{}$.

Примерное назначение классов чистоты поверхности приведено в табл. 22, а значения классов чистоты для различных классов точности и посадок — в табл. 23.

Таблица 22

Классы чистоты поверхностей некоторых деталей машин

Класс чистоты	Типовые поверхности деталей
∞	Поверхности, к которым не предъявляют особых требований в отношении чистоты (поверхности заготовок, остающиеся без механической обработки).
$\nabla 1 - \nabla 2$	Нерабочие контуры детали, поверхности после литья,ковки, штамповки, поверхности под сварные швы.
$\nabla 3$	Несопрягаемые поверхности ответственных деталей: оснований, кронштейнов, корпусов, свободные поверхности крепежных деталей. Отверстия на проход под болты, винты, головки винтов; поверхности пазов под головки болтов, винтов, гаек.
$\nabla 4$	Поверхности деталей, прилегающие к другим поверхностям, но не являющиеся посадочными: опорные плоскости корпусов, кронштейнов, крышек, торцы бобышек. Опорные поверхности пружин. Нерабочие торцы валов, втулок, планок. Шейки валов 5-го класса точности диаметром 80—500 мм, поверхности отверстий 5-го класса точности диаметром 18—500 мм и 4-го класса точности диаметром 120—500 мм.
$\nabla 5$	Нерабочие торцы зубчатых колес, торцы ответственных валов, втулок, планок, поверхности канавок, выточек, дисков. Несопрягающиеся поверхности зубчатых колес, шлицевых валов и втулок. Шейки валов 4-го класса точности диаметром 30—500 мм, 5-го класса точности диаметром 6—80 мм; поверхности отверстий 3-го класса точности диаметром 360—500 мм, 4-го класса точности диаметром 10—120 мм и 5-го класса точности диаметром 1—18 мм.
$\nabla 6$	Поверхности выступающих частей быстровращающихся деталей. Поверхности направляющих типа „ласточкин хвост“. Опорные плоскости реек. Поверхности эвольвенты зуба стальных цилиндрических и конических колес, шлицевых валов, крепежной резьбы нормальной точности. Посадочные поверхности зубчатых колес, червяков. Шейки валов 3-го класса точности диаметром 80—500 мм, 4-го класса точности диаметром 3—30 мм; поверхности отверстий 2-го класса точности диаметром 180—500 мм, 3-го класса точности диаметром 18—360 мм, 4-го класса точности диаметром 1—10 мм.
$\nabla 7$	Посадочные поверхности отверстий и валов под неподвижные посадки. Трущиеся поверхности малоагруженных деталей. Рабочие поверхности дисков трения. Поверхности резьбы ходовых винтов 3-го класса точности и гаек 2-го класса точности. Поверхности цилиндров, работающих с манжетами. Посадочные места подшипников качения. Шейки валов 2-го класса точности диаметром 120—500 мм, 3-го класса точности диаметром 6—80 мм. Поверхности отверстий 1-го класса точности диаметром 50—500 мм, 2-го класса точности диаметром 10—180 мм, 3-го класса точности диаметром 1—18 мм.
$\nabla 8$	Посадочные поверхности 2-го класса точности с длительным сохранением заданной посадки. Сопряженные поверхности бронзовых зубчатых колес, рабочие шейки распределительных валов, поверхности штоков и шеек валов, работающих в уплотнениях. Шейки валов 1-го класса точности диаметром 30—500 мм, 2-го класса точности диаметром 10—120 мм. Поверхности валов пригоняемых и регулируемых соединений с допуском зазора — натяга 25—40 мкм. Поверхности отверстий 1-го класса точности диаметром 3—50 мм, 2-го класса точности диаметром 1—10 мм, отверстий пригоняемых и регулируемых соединений с допуском зазора — натяга 6,5—25 мкм.

Продолжение табл. 22

Класс чистоты	Типовые поверхности деталей
▽ 9	Трущиеся поверхности сильнонагруженных деталей. Цилиндры, работающие с поршневыми кольцами. Шейки валов пригоняемых и регулируемых соединений с допуском зазора—натяга 10—25 мкм. Поверхности отверстий пригоняемых и регулируемых соединений с допуском зазора—натяга 4—6,5 мкм.
▽ 10	Поверхности деталей, работающих на трение, от износа которых зависит точность работы механизма.
▽ 11	Рабочие шейки валов прецизионных быстроходных станков и механизмов. Шейки валов в пригоняемых и регулируемых соединениях с допуском зазора—натяга 2,5—6,5 мкм. Поверхности отверстий пригоняемых и регулируемых соединений с допуском зазора—натяга до 2,5 мкм.
▽ 12	Поверхности прецизионных шкал с оптическим отсчетом.

Таблица 23

Ориентировочные значения классов чистоты поверхностей для различных классов точности и посадок

Класс точности	Обозначение посадки	Классы чистоты для размеров, в мм							
		3—6	6—10	10—18	18—30	30—50	50—80	80—120	120—180
2	A	▽ 8	▽ 8	▽ 7	▽ 7	▽ 7	▽ 7	▽ 6	▽ 6
	Пр	▽ 9	▽ 9	▽ 8	▽ 8	▽ 7	▽ 7	▽ 6	▽ 6
	Г	▽ 9	▽ 9	▽ 8	▽ 8	▽ 8	▽ 8	▽ 7	▽ 7
	Т	▽ 9	▽ 9	▽ 8	▽ 8	▽ 8	▽ 8	▽ 7	▽ 7
	Н	▽ 9	▽ 9	▽ 8	▽ 8	▽ 8	▽ 8	▽ 7	▽ 7
	П	▽ 9	▽ 9	▽ 8	▽ 8	▽ 8	▽ 8	▽ 7	▽ 7
	С	▽ 9	▽ 8	▽ 8	▽ 8	▽ 8	▽ 8	▽ 7	▽ 7
	Д	▽ 8	▽ 8	▽ 7	▽ 7	▽ 7	▽ 7	▽ 7	▽ 6
	Х	▽ 8	▽ 8	▽ 7	▽ 7	▽ 7	▽ 7	▽ 7	▽ 6
3	A ₃	▽ 7	▽ 7	▽ 7	▽ 6	▽ 6	▽ 6	▽ 6	▽ 6
	Пр ₃	▽ 7	▽ 7	▽ 7	▽ 6	▽ 6	▽ 6	▽ 6	▽ 6
	С ₃	▽ 7	▽ 7	▽ 7	▽ 6	▽ 6	▽ 6	▽ 5	▽ 5
	Х ₃	▽ 7	▽ 7	▽ 7	▽ 6	▽ 6	▽ 6	▽ 5	▽ 5
4	A ₄	▽ 6	▽ 6	▽ 5	▽ 5	▽ 5	▽ 5	▽ 5	▽ 4
	С ₄	▽ 6	▽ 6	▽ 5	▽ 5	▽ 5	▽ 5	▽ 5	▽ 4
	Х ₄	▽ 6	▽ 6	▽ 5	▽ 5	▽ 5	▽ 4	▽ 4	▽ 4
	Л ₄	▽ 6	▽ 6	▽ 5	▽ 5	▽ 5	▽ 4	▽ 4	▽ 4
5	A ₅	▽ 5	▽ 5	▽ 4	▽ 4	▽ 4	▽ 4	▽ 3	▽ 3
	С ₅	▽ 5	▽ 5	▽ 4	▽ 4	▽ 4	▽ 4	▽ 3	▽ 3
	Х ₅	▽ 5	▽ 5	▽ 4	▽ 4	▽ 4	▽ 4	▽ 3	▽ 3

Таблица 24

Классы точности обработки и чистоты поверхностей при различных видах слесарной обработки

Вид обработки	Классы точности		Классы чистоты поверхностей в зависимости от обрабатываемого материала			
	экономичные	достигаемые	сталь	латунь (бронза)	легкие сплавы	нечугунные материалы
Сверление отверстий диаметром: до 15 мм	4—7	До 3	4—6	4—6	4—6	4—6
свыше 15 мм	4—7	—	3—4	4—5	4—5	4—6
Зенкерование: получистовое	3	—	5—6	—	—	—
чистовое	3—7	До 2а	5—6	5—6	5—6	5—6
Развертывание: получистовое	3	—	5—6	5—6	5—6	—
чистовое	2—2а	—	6—7	6—8	6—7	—
тонкое	2	До 1	8—9	9—10	8	—
Нарезание наружной резьбы плашкой	2—3	—	6	6	6	—
Нарезание внутренней резьбы метчиком	2—3	—	5—6	5—6	5—6	—
Зачистка шлифовальной шкуркой после резца и фрезы	2—3	—	7—10	—	—	7
Шабрение: чистовое	—	—	5—7	5—7	5—7	—
тонкое	—	—	8—9	8—9	—	—
Притирка: чистовая	2	—	6—9	—	—	—
тонкая	1	—	7—11	—	—	—
Калибрование шариком: после сверления	—	—	7—9	—	—	—
расточивания	—	—	7—9	—	—	—
развертывания	—	—	7—12	—	—	—
Полирование: обычное	2	—	7—10	7—10	—	—
тонкое	1	—	11—12	—	—	—
Доводка механическая: чистовая	2	—	7—10	7—10	—	—
предварительная	2	—	7—8	7—8	7—8	—
средняя	2	—	9	9	9	—
Доводка ручная: чистовая	2	—	10—11	10	—	—
отделочная	1	—	12—13	—	—	—
зеркальная	1	—	14	—	—	—

Шероховатость поверхностей деталей до 6-го класса включительно в производственных условиях определяется визуальным сравнением обработанной поверхности с образцами шероховатости или с эталоном детали, шероховатость поверхности которой установлена. Для определения шероховатости поверхностей от 6-го до 10-го класса используют различные щуповые и оптические приборы. К первым относятся: профилометры типов П-7, П-10 и П-16, профилографы типов ПГ-5 и ПГ-10; ко вторым — микроскоп сравнения МС-51, двойные

микроскопы типов МИС-11, ПСС-2 и ПТС-1 и др.

Шероховатость внутренних и труднодоступных поверхностей, а также поверхностей крупных деталей без снятия последних со станка измеряют иммерсионно-репликовым микроинтерферометром МИИ-10, на котором измерениям подвергается не сама поверхность, а ее отпечаток (реплика).

В табл. 24 приведены значения классов точности и чистоты поверхностей, достигаемые при различных видах слесарной обработки.

5. ТОЧНОСТЬ ФОРМЫ И ВЗАИМНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

В процессе изготовления реальные детали машин отличаются от деталей, спроектированных конструктором (от заданного чертежа), наличием отклонений по форме поверхностей и их взаимному расположению.

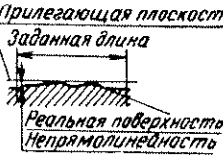
Виды отклонений реальных деталей по форме и расположению поверхностей приведены в табл. 25 и 26.

При особых требованиях к точности формы и расположению поверхностей назначаются заранее и соответствующим образом обозначаются на чертежах (см. табл. 33).

Числовые значения этих отклонений приведены в табл. 27—31, а в табл. 32 даны примеры назначения степеней точности и указаны способы обработки, необходимые для их достижения.

Таблица 25

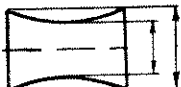
Отклонения формы поверхностей
(по ГОСТу 10356-63)

Наименование и вид отклонения	Эскиз	Определение
Отклонения формы плоских поверхностей		
Комплексные показатели	Неплоскостность (отклонение от плоскостности) 	Наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до прилегающей плоскости
	Непрямолинейность (отклонение от прямолинейности) 	Наибольшее расстояние от точек реального профиля до прилегающей прямой
Дифференцированные показатели	Простейшие виды неплоскостности и непрямолинейности: вогнутость 	Отклонение, при котором удаление точек реальной поверхности (профиля) от прилегающей плоскости (прямой) увеличивается от краев к середине

Продолжение табл. 25

Наименование и вид отклонения	Эскиз	Определение
Дифференцированные показатели		Отклонение, при котором удаление точек реальной поверхности (профиля) от прилегающей плоскости (прямой) уменьшается от краев к середине
Отклонение формы цилиндрических поверхностей		
Комплексные показатели	Нецилиндричность (отклонение от цилиндричности)	Наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до прилегающего цилиндра
Комплексные показатели	Некруглость (отклонение от круглости)	Наибольшее расстояние от точек реального профиля до прилегающей окружности
Отклонение формы продольного сечения		
Дифференцированные показатели	Простейшие виды некруглости: овальность	Отклонение, при котором реальный профиль представляет собой овалообразную фигуру, наибольший и наименьший диаметры которой находятся во взаимно перпендикулярных направлениях. За величину овальности принимается разность между наибольшим и наименьшим диаметрами сечения, т. е. удвоенная величина некруглости
	огранка	Отклонение, при котором реальный профиль представляет собой многогранную фигуру. Оценивается так же, как и некруглость
Комплексные показатели	Отклонение профиля продольного сечения	Наибольшее расстояние от точек реального профиля до соответствующей стороны прилегающего профиля

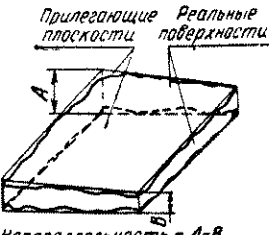
Продолжение табл. 25

Наименование и вид отклонения		Эскиз	Определение
Дифференцированные показатели	Простейшие виды отклонения профиля продольного сечения: конусообразность	 $\Delta_{\text{кон}} = d_{\text{max}} - d_{\text{min}}$	Отклонение, при котором образующие продольного сечения прямые, но не параллельны
	бочкообразность	 $\Delta_{\text{бочк}} = d_{\text{max}} - d_{\text{min}}$	Непрямолинейность образующих, при которой диаметры увеличиваются от краев к середине сечения
	седлообразность	 $\Delta_{\text{седл}} = d_{\text{max}} - d_{\text{min}}$	Непрямолинейность образующих, при которой диаметры уменьшаются от краев к середине сечения. За величину конусо-, бочко- и седлообразности принимается разность между наибольшим и наименьшим диаметрами продольного сечения, т. е. удвоенная величина отклонения профиля продольного сечения
	изогнутость	 $\Delta_{\text{из}}$	Непрямолинейность геометрического места центров поперечных сечений цилиндрической поверхности

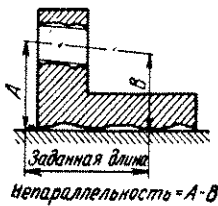
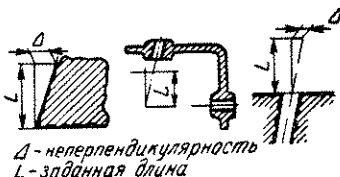
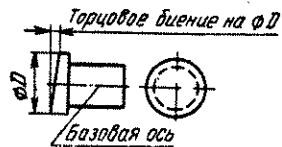
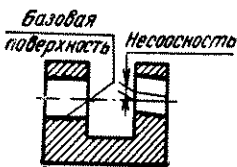
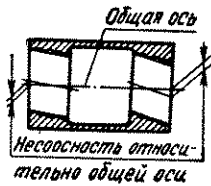
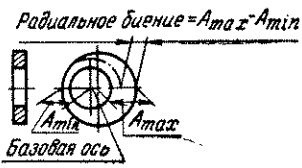
Примечания. 1. Прилегающая плоскость (прямая) соприкасается с реальной поверхностью (профилем) вне материала детали и расположена по отношению к ней так, чтобы отклонение было наименьшим.
 2. Прилегающий цилиндр (окружность): для отверстия — вписанный в реальную поверхность цилиндр (окружность) наибольшего диаметра, для вала — описанный вокруг реальной поверхности цилиндр (окружность) наименьшего диаметра.
 3. Прилегающий профиль продольного сечения — две параллельные прямые, соприкасающиеся с реальным профилем вне материала детали и расположенные так, чтобы отклонение формы было наименьшим.

Таблица 26

Отклонения расположения поверхностей
(по ГОСТу 10356-63)

Наименование отклонения	Эскиз	Определение
Непараллельность (отклонение от параллельности) плоскостей или прямых в плоскости	 $\text{непараллельность} = A - B$	Разность наибольшего и наименьшего расстояний между прилегающими плоскостями (прямыми) на заданной площади или длине

Продолжение табл. 26

Наименование отклонения	Эскиз	Определение
Непараллельность (отклонение от параллельности) оси поверхности вращения и плоскости	 Непараллельность = $A-B$	Разность наибольшего и наименьшего расстояний между прилегающей плоскостью и осью поверхности вращения на заданной длине
Неперпендикулярность (отклонение от перпендикулярности) плоскостей, осей или оси и плоскости	 A - неперпендикулярность L - заданная длина	Отклонение от угла между плоскостями, осями или осью и плоскостью от прямого угла, выраженное в линейных единицах на заданной длине. Определяется от прилегающих поверхностей или линий
Торцовое биение	 Торцовое биение на ϕD Базовая ось	Разность наибольшего и наименьшего расстояний от точек реальной торцевой поверхности, расположенных на окружности заданного диаметра, до плоскости, перпендикулярной к базовой оси вращения. Является результатом неперпендикулярности торцевой поверхности к базовой оси и отклонений формы торца по линии измерения
Несоосность (отклонение от соосности) относительно базовой поверхности	 Базовая поверхность Несоосность	Наибольшее расстояние между осью рассматриваемой и осью базовой поверхностей на всей длине рассматриваемой поверхности или расстояние между этими осями в заданном сечении
Несоосность (отклонение от соосности) относительно общей оси	 Общая ось Несоосность относительно общей оси	Наибольшее расстояние от оси рассматриваемой поверхности до общей оси двух или нескольких номинально соосных поверхностей вращения в пределах длины рассматриваемой поверхности
Радиальное биение	 Радиальное биение = $A_{max} - A_{min}$ Базовая ось	Разность наибольшего и наименьшего расстояний от точек реальной поверхности до базовой оси вращения в сечении, перпендикулярном к этой оси

Продолжение табл. 26

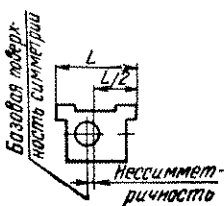
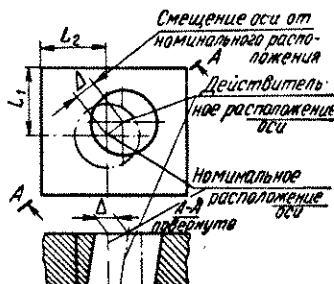
Наименование отклонения	Эскиз	Определение
Несимметричность (отклонение от симметричности)		Наибольшее расстояние между плоскостями симметрии (осями симметрии) рассматриваемой и базовой поверхностей
Непересечение осей (отклонение от пересечения)		Кратчайшее расстояние между осями, номинально пересекающимися
Смещение оси (или плоскости симметрии) от номинального расположения		Наибольшее расстояние между действительным и номинальным расположениями оси (или плоскости) симметрии на всей длине рассматриваемой поверхности
Примечания. 1. За центры, оси и плоскости симметрии реальных профилей и поверхностей принимаются соответствующие элементы прилегающих профилей и поверхностей. 2. Допускается указывать отклонения формы и расположения совместно (например, непараллельность и перпендикулярность совместно с неплоскостностью), о чем должна быть сделана запись в технических требованиях. 3. Если не указана длина, к которой относится отклонение, то оно должно определяться на всей длине рассматриваемой поверхности.		

Таблица 27

Предельные отклонения от плоскостности и прямолинейности
(по ГОСТу 10356-63)

Интервалы номинальных длин, в мм	Предельное отклонение, в мкм, для степеней точности									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
До 10	0,25	0,4	0,6	1,0	1,6	2,5	4	6	10	16
Св. 10 до 25	0,40	0,6	1,0	1,6	2,5	4,0	6	10	16	25
" 25 " 60	0,60	1,0	1,6	2,5	4,0	6,0	10	16	25	40
" 60 " 160	1,00	1,6	2,5	4,0	6,0	10,0	16	25	40	60
" 160 " 400	1,60	2,5	4,0	6,0	10,0	16,0	25	40	60	100
" 400 " 1000	2,50	4,0	6,0	10,0	16,0	25,0	40	60	100	160
" 1000 " 2500	4,00	6,0	10,0	16,0	25,0	40,0	60	100	160	250
" 2500 " 6300	6,00	10,0	16,0	25,0	40,0	60,0	100	160	250	400
" 6300 " 10 000	10,0	16,0	25,0	40,0	60,0	100	160	250	400	600

Таблица 28

Предельные отклонения формы цилиндрических поверхностей
(по ГОСТу 10356-63)

Интервалы номинальных диаметров, в мм	Предельное отклонение, в мкм, для степеней точности									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
До 6	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20
Св. 6 до 18	0,5	0,8	1,2	2,0	3	5	8	12	20	30
„ 18 „ 50	0,6	1,0	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40
„ 50 „ 120	0,8	1,2	2,0	3,0	5	8	12	20	30	50
„ 120 „ 260	1,0	1,6	2,5	4,0	6	10	16	25	40	60
„ 260 „ 500	1,2	2,0	3,0	5,0	8	12	20	30	50	80
„ 500 „ 800	1,6	2,5	4,0	6,0	10	16	25	40	60	100
„ 800 „ 1250	2,0	3,0	5,0	8,0	12	20	30	50	80	120
„ 1250 „ 2000	2,5	4,0	6,0	10,0	16	25	40	60	100	160

Примечания. 1. Величины, приведенные в этой таблице, должны непосредственно использоваться в качестве предельных значений нецилиндричности, некруглости, отклонения профиля продольного сечения, огранки и изогнутости. Для получения предельных значений овальности, конусности, бочкообразности и корсетности (седлообразности) указанные в таблице величины удваивают с последующим округлением результата до ближайшего числа, приведенного в данной таблице.
2. При отсутствии указаний о предельных отклонениях формы цилиндрических поверхностей эти отклонения ограничиваются подем допуска на диаметр.

Таблица 29

Предельные отклонения от параллельности, перпендикулярности и предельные значения торцового биения
(по ГОСТу 10356-63)

Интервалы номинальных размеров, в мм	Предельные отклонения, в мкм, для степеней точности											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
До 10	0,4	0,6	1,0	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60
Св. 10 до 25	0,6	1,0	1,6	2,5	4,0	6	10	16	25	40	60	100
„ 25 „ 60	1,0	1,6	2,5	4,0	6,0	10	16	25	40	60	100	160
„ 60 „ 160	1,6	2,5	4,0	6,0	10,0	16	25	40	60	100	160	250
„ 160 „ 400	2,5	4,0	6,0	10,0	16,0	25	40	60	100	160	250	400
„ 400 „ 1000	4,0	6,0	10,0	16,0	25,0	40	60	100	160	250	400	600
„ 1000 „ 2500	6,0	10,0	16,0	25,0	40,0	60	100	160	250	400	600	1000
„ 2500 „ 6300	10,0	16,0	25,0	40,0	60,0	100	160	250	400	600	1000	1600
„ 6300 „ 10000	16,0	25,0	40,0	60,0	100	160	250	400	600	1000	1600	2500

Примечания. 1. Под номинальным размером понимается длина, на которой задается предельное отклонение от параллельности и перпендикулярности, или диаметр, на котором задается предельное торцовое биение.
2. При отсутствии указаний о предельных отклонениях от параллельности эти отклонения ограничиваются подем допуска на расстояние между поверхностями и их осями или плоскостями симметрии.

Таблица 30

Предельные отклонения радиального биения
(по ГОСТу 10356-63)

Интервалы номинальных диаметров, в мм	Предельные отклонения, в мкм, для степеней точности									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
До 6	—	—	3	5	8	12	20	30	50	80
Св. 6 до 18	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100
18 до 50	2,0	3,0	5	8	12	20	30	50	80	120
50 до 120	2,5	4,0	6	10	16	25	40	60	100	160
120 до 260	3,0	5,0	8	12	20	30	50	80	120	200
260 до 500	4,0	6,0	10	16	25	40	60	100	160	250
500 до 800	5,0	8,0	12	20	30	50	80	120	200	300
800 до 1250	6,0	10,0	16	25	40	60	100	160	250	400
1250 до 2000	8,0	12,0	20	30	50	80	120	200	300	500

Примечание. Для получения предельных значений несоосности и несимметричности в случае, если они оговариваются независимым допуском, указанные в таблице величины должны уменьшаться вдвое с последующим округлением результата до ближайшего числа, приведенного в таблице.

Таблица 31

Рекомендации по выбору степеней точности формы деталей

Классы точности		Рекомендуемые степени точности									
валов	отверстий	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	—		+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	1			+	+	+	+	+	+	+	+
2а	2				+	+	+	+	+	+	+
3	2а и 3						+	+	+	+	+
3а	—								+	+	+
4	—									+	+

Таблица 32

Степени точности некоторых деталей машин и способы слесарной обработки для их достижения

Степени точности (по ГОСТу 10356-63)	Детали машин	Способы обработки
III—IV	Неплоскостность, непрямолинейность Направляющие станков повышенной точности. Столы фрезерных, плоскошлифовальных и других станков высокой точности	Шлифование, шабрение повышенной точности, доводка
III—IV	Непараллельность Особо точные направляющие приборов управления и регулирования. Основные поверхности станков повышенной точности	Шлифование, шабрение, доводка
III—IV	Неперпендикулярность, торцовое биение Основные поверхности шлифовальных станков нормальной и повышенной точности, токарных и фрезерных станков высокой точности	Шабрение, доводка

Продолжение табл. 32

Степени точности (по ГОСТу 10356-63)	Детали машин	Способы обработки
V—VI	Основные поверхности токарных автоматов и фрезерных станков нормальной и повышенной точности. Опорные торцы цилиндров машин и двигателей, фланцы валов и соединительных муфт, торцы шестерен, винтов, корпусов Отклонение формы цилиндрических поверхностей. Некруглость.	Шабрение
III—IV	Рабочие поверхности плунжерных и золотниковых пар при высоких давлениях. Посадочные поверхности подшипников качения классов А и С и отверстия в корпусах для этих подшипников. Шейки шпинделей под подшипники станков повышенной точности	Тонкое точение, шлифование, алмазное растачивание, хонингование
V—VI	Посадочные поверхности подшипников качения классов Н, П и В на валах и в корпусах. Шейки под подшипники у станков нормальной точности. Поршни и цилиндры гидравлических устройств, насосов и компрессоров при средних давлениях. Рабочие поверхности золотниковых пар при средних давлениях. Цилиндры автомобильных двигателей	Развертывание, протягивание
VII—VIII	Гильзы, поршневые кольца и поршни тракторных двигателей. Отверстия под втулки в шатунах тракторных двигателей	Сверление, растачивание, протягивание
IX—X	Поршни и цилиндры насосов низких давлений. Подшипники скольжения с легкими условиями работы	Черновое точение, сверление, растачивание

РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ НА ЧЕРТЕЖАХ

1. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖАХ (ГОСТ 2.307-68)

Правила нанесения размеров на чертежах и других технических документах на изделия всех отраслей промышленности устанавливает ГОСТ 2.307-68.

Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточ-

ных записывают: «* — размеры для справок» (рис. 5, а).

Размеры квадрата наносят так, как показано на рис. 5, б.

Перед размерным числом, характеризующим конусность, наносят знак Δ , острый

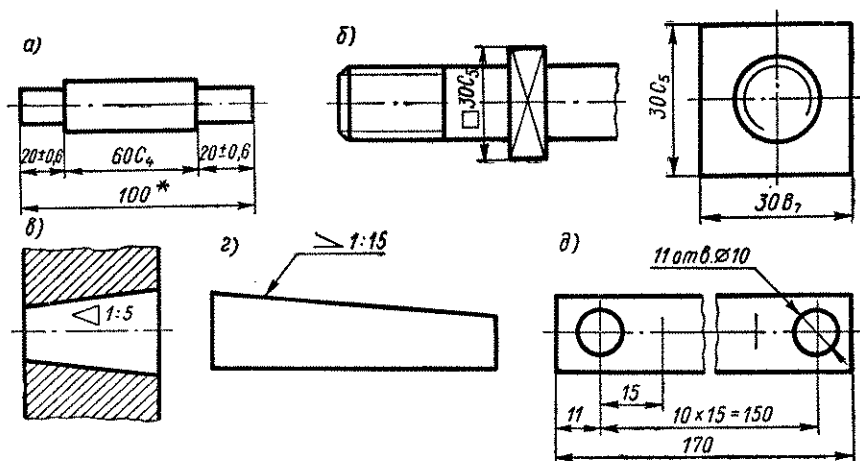


Рис. 5. Примеры, иллюстрирующие правила нанесения размеров на чертежах.

ным для изготовления и контроля изделия (детали).

Размеры, не подлежащие выполнению по данному чертежу и обычно указываемые лишь для большего удобства пользования этим чертежом, называются справочными.

Справочные размеры на чертеже отмечают знаком *, а в технических требова-

угол которого должен быть направлен в сторону вершины конуса (рис. 5, в), а перед числом, определяющим уклон, наносят знак $>$, острый угол которого направлен в сторону уклона (рис. 5, г).

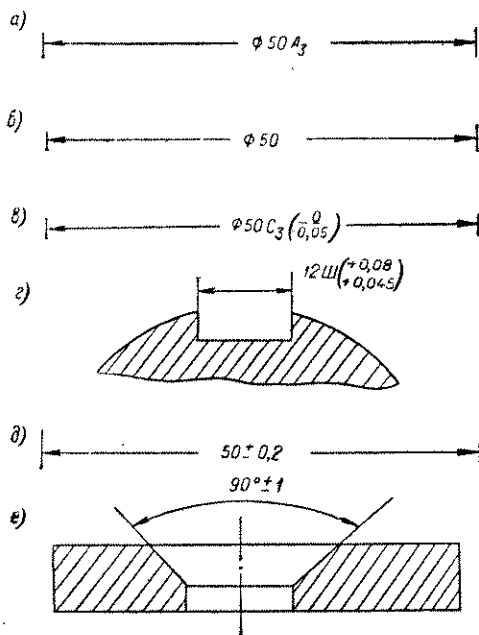
Размеры нескольких одинаковых элементов изделия наносят один раз с указаниями на полке линии-выноски количества этих элементов (рис. 5, д).

2. НАНЕСЕНИЕ НА ЧЕРТЕЖАХ ПРЕДЕЛЬНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ РАЗМЕРОВ (ГОСТ 2.307-68)

Предельные отклонения размеров указывают непосредственно после номинальных размеров (см. стр. 37).

Предельные отклонения линейных размеров (рис. 6) показывают на чертежах условными обозначениями полей допусков

и посадок согласно стандартам на допуски и посадки или числовыми величинами, а также условными обозначениями пре-



дельных отклонений с указанием справа в скобках их числовых величин (рис. 6, а—г).

При симметричном расположении поля допуска абсолютную величину отклонений указывают один раз со знаками $\pm$ (рис. 6, д). Предельные отклонения угловых размеров — только числовыми величинами (рис. 6, е).

Предельные отклонения размеров деталей на чертеже в сборе указывают в виде дроби, в числителе которой стоит условное обозначение поля допуска отверстия, а в знаменателе — условное обозначение поля допуска вала (рис. 6, ж), или в виде дроби, в числителе которой стоят числовые величины предельных отклонений отверстия, а в знаменателе — отклонений вала (рис. 6, з).

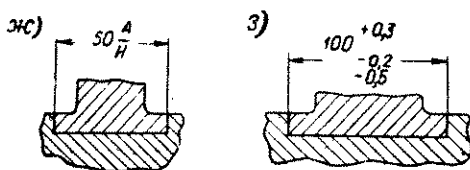


Рис. 6. Примеры обозначения предельных отклонений размеров на чертежах.

3. УКАЗАНИЕ НА ЧЕРТЕЖАХ ПРЕДЕЛЬНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ (ГОСТ 2.308-68)

Предельные отклонения формы и расположения поверхностей назначаются при наличии особых требований, вытекающих из условий работы, изготовления или измерения деталей. Основные определения и величины этих отклонений принимаются в соответствии с ГОСТом 10356-63.

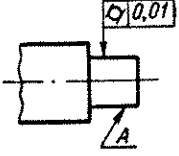
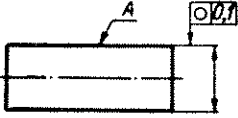
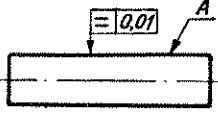
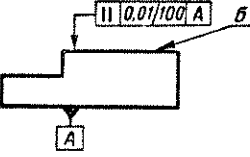
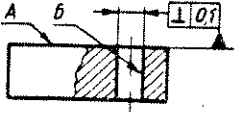
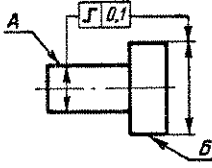
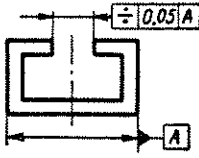
Предельные отклонения формы и расположения поверхностей указывают на чертежах условными обозначениями либо же — обычно в технических требованиях — указывают текстом (табл. 33).

Таблица 33

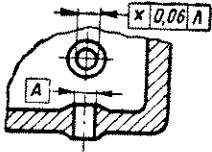
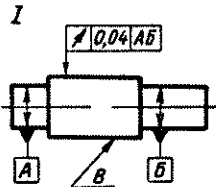
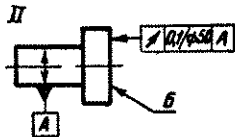
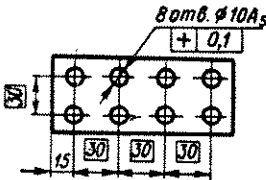
Примеры условных обозначений и текстовой записи предельных отклонений формы и расположения поверхностей

Краткое наименование отклонения	Указание предельных отклонений на чертежах	
	условным обозначением	текстом в технических требованиях
А. Отклонения формы поверхностей		
Неплоскостность		Неплоскостность поверхности А не более 0,06 мм
Непрямолинейность		Непрямолинейность образующей поверхности А не более 0,25 мм на всей длине и не более 0,1 мм — на длине 300 мм

Продолжение табл. 33

Краткое наименование отклонения	Указание предельных отклонений на чертежах	
	условным обозначением	текстом в технических требованиях
Нецилиндричность		Нецилиндричность поверхности <i>A</i> не более 0,01 мм
Некруглость		Некруглость поверхности <i>A</i> не более 0,1 мм
Отклонение продольного сечения цилиндрической поверхности		Отклонение профиля продольного сечения поверхности <i>A</i> не более 0,01 мм
Б. Отклонения расположения поверхностей		
Непараллельность		Непараллельность поверхности <i>B</i> относительно поверхности <i>A</i> не более 0,01 мм на длине 100 мм
Неперпендикулярность		Неперпендикулярность оси отверстия <i>B</i> относительно поверхности <i>A</i> не более 0,1 мм
Несоосность		Несоосность поверхностей <i>A</i> и <i>B</i> не более 0,1 мм
Несимметричность		Несимметричность паза относительно поверхности <i>A</i> не более 0,05 мм

Продолжение табл. 33

Краткое наименование отклонения	Указание предельных отклонений на чертежах	
	условным обозначением	текстом в технических требованиях
Непересечение осей		Непересечение осей отверстий не более 0,06 мм
Биеение		Радиальное биеение поверхности B относительно общей оси поверхностей A и B не более 0,04 мм
		Торцовое биеение поверхности B относительно оси поверхности A не более 0,1 мм на диаметре 50 мм
Смещение осей от номинального расположения		Смещение осей от номинального расположения не более 0,1 мм
Примечание. Если в технических требованиях необходимо дать ссылку на размер, нанесенный на изображения, то этот размер обозначают буквой.		

4. ОБОЗНАЧЕНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА ЧЕРТЕЖАХ (ГОСТ 2.309-68)

Шероховатость поверхностей детали (см. стр. 41) на чертежах обозначают условным знаком — равносторонним треугольником, рядом с которым указывают класс или режу — класс и разряд чистоты поверхности (рис. 7, а) по ГОСТу 2789-59.

Над условным знаком, обозначающим шероховатость грубее 1-го класса чистоты, указывают высоту неровностей в микрометрах (рис. 7, б).

Поверхности, не определяемые данным чертежом, т. е. сохраняющиеся в состоянии поставки и не подвергающиеся дополни-

тельной обработке, обозначаются знаком ~ (рис. 7, б).

Обозначение шероховатости поверхностей на чертежах располагают на линиях контура, выносных линиях или на полках линий выноска и ближе к размерной линии. Цифры, обозначающие класс чистоты поверхности, наносят так, чтобы они не касались выносных или контурных линий.

Если шероховатость всех поверхностей детали должна быть одинаковой, то в правом верхнем углу чертежа наносят общее

ее обозначение, при этом на изображение детали его уже не наносят (рис. 7, в).

При наличии на детали преобладающей по количеству поверхностей шероховатости ее обозначение наносят также в правом верхнем углу (рис. 7, г), причем знак ∇ означает, что все остальные поверхности детали, кроме обозначенных на изображе-

На рис. 7, е дано обозначение шероховатости рабочих поверхностей зубьев зубчатых колес и шлицов (если на чертеже нет их профиля).

Обозначение шероховатости профиля резьбы показано на рис. 7, ж.

Если шероховатость контурной поверхности одинакова, то соответствующие обо-

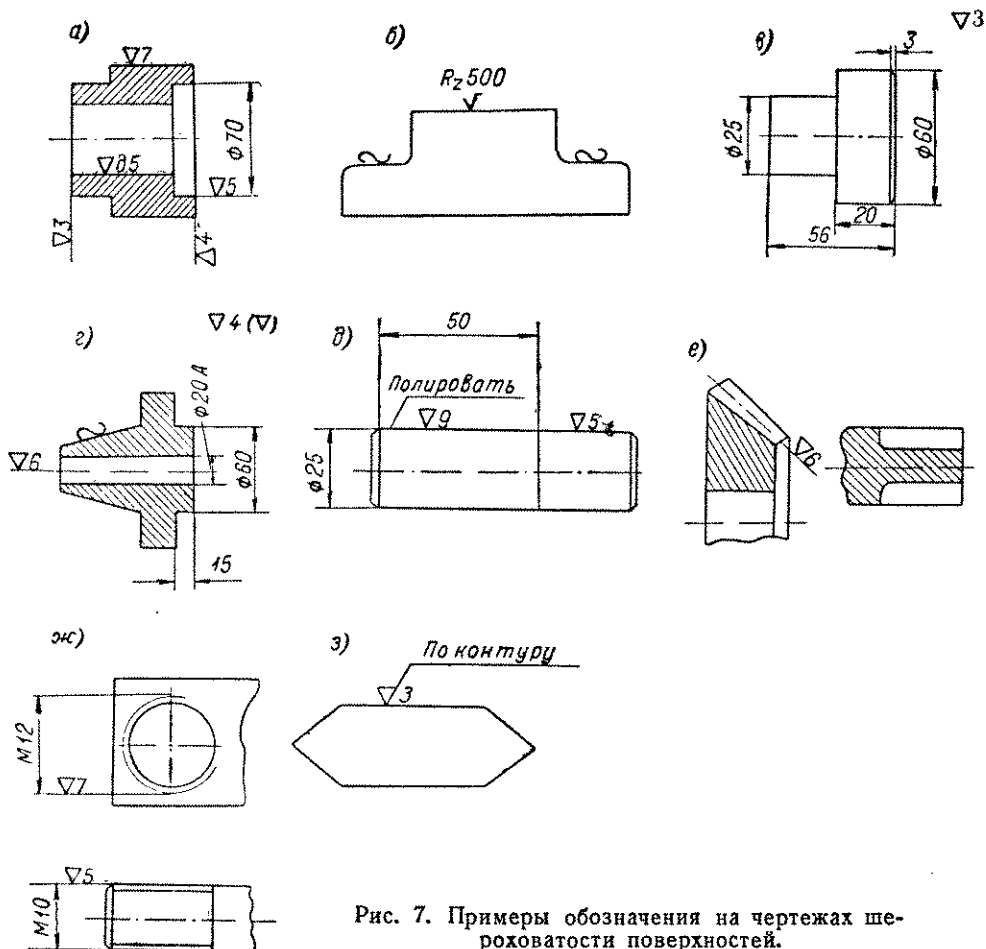


Рис. 7. Примеры обозначения на чертежах шероховатости поверхностей.

нии знаками, имеют шероховатость, указанную перед скобкой.

Рис. 7, д показывает, что часть поверхности детали (на длине 50 мм) должна иметь шероховатость 9-го класса, а остальная поверхность — шероховатость 5-го класса.

значения наносят один раз с надписью «По контуру» (рис. 7, з).

Способы обработки поверхностей на чертеже не указывают, за исключением случаев, когда способ обработки является единственным, гарантирующим требуемую шероховатость (рис. 7, д).

5. ОБОЗНАЧЕНИЕ НА ЧЕРТЕЖАХ ПОКРЫТИЙ, ТЕРМИЧЕСКОЙ И ДРУГИХ ВИДОВ ОБРАБОТКИ

Обозначение на чертежах покрытий выполняется по ГОСТам 9791-68 и 9894-61 с добавлением перед обозначением слова «Покрытие» (рис. 8, а). Например: «Покрытие поверхности А оксидированное».

Показатели свойств материалов, полученных в результате термической и других видов обработки, указывают на чертежах изделий. Глубину обработки обозначают буквой *h*. Величины твердости материалов и

глубины обработки на чертежах указывают предельными значениями, между которыми ставится многоточие (рис. 8, б).

Если требуется обозначить покрытие или показатели свойств материалов, полученных в результате термической и других ви-

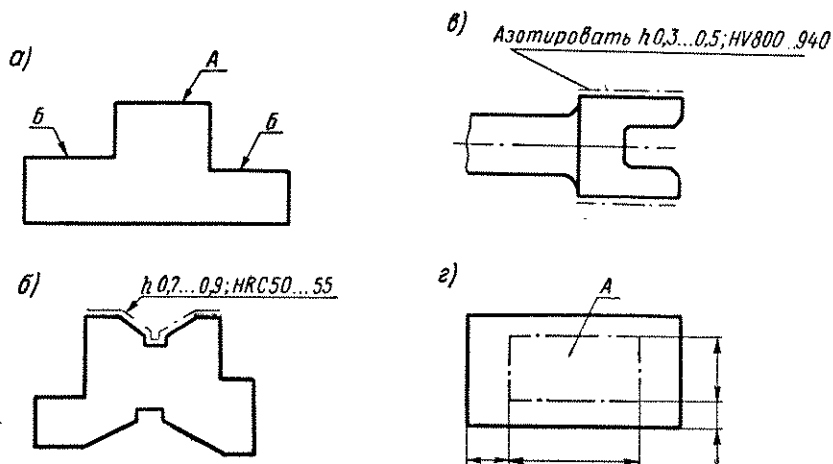


Рис. 8. Примеры обозначения на чертежах покрытий и термической обработки.

Наименование (вид) обработки указывают словами или принятыми условными сокращениями в тех случаях, когда они являются единственными, гарантирующими требуемые свойства, или когда результаты обработки не подвергаются контролю (рис. 8, в).

дов обработки на поверхности сложной конфигурации или же на части поверхности, которую нельзя определить однозначно, то такие поверхности обводят штрихпунктирной утолщенной линией на расстоянии 0,8—1 мм от контурной линии (рис. 8, б, в и г).

6. УСЛОВНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ЧЕРТЕЖАХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Условные изображения пружин (ГОСТ 2.401-68). При изображении вида винтовой цилиндрической или конической пружины витки их вычерчиваются прямыми линиями, соединяющими участки контура

Если диаметры проволоки или толщина сечения материала на чертеже 2 мм и менее, то пружину изображают линиями толщиной 0,6—1,5 мм (рис. 9, в и д).

На рис. 9, г приведено изображение тарельчатых пружин.

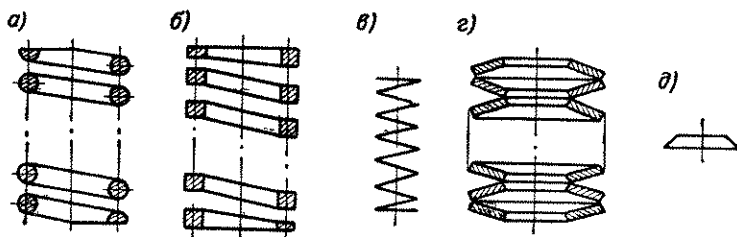


Рис. 9. Условные изображения пружин.

При вычерчивании винтовой пружины с числом витков более четырех с каждого конца пружины показывают лишь 1—2 витка (кроме опорных). Остальные витки не изображают, а проводят осевые линии через центры сечений витков по всей длине пружины.

Условные изображения резьбы. Резьбу изображают:

а) на стержне — сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями по внутреннему диаметру. На изображениях, полученных проецированием на плоскость,

Таблица 34

**Примеры условного изображения швов сварных соединений,
выполненных сваркой плавлением**

Вид сварного соединения	Форма подготовленных кромок	Характер выполненного шва	Условное изображение шва на чертежах		
			на виде		в разрезе
			лицевая сторона	оборотная сторона	
Стыковое (С)	С отбортовкой двух кромок	Односторонний	<i>I</i> 	<i>II</i> 	<i>III</i>
	Со скосом кромок	Двусторонний	<i>I</i> 	<i>II</i> 	<i>III</i>
Угловое (У)	С двумя скосами одной кромки	Двусторонний	<i>I</i> 	<i>II</i> 	<i>III</i>
	Со скосом двух кромок	Односторонний	<i>I</i> 	<i>II</i> 	<i>III</i>

Таблица 35

**Примеры условного изображения швов сварных соединений,
выполненных сваркой давлением**

Вид сварного соединения	Характер выполненного шва	Условное изображение шва на чертежах	
		на виде	в разрезе
Стыковое (С)	С оплавлением кромок	<i>I</i> 	<i>II</i>
	Без оплавления кромок	<i>I</i> 	<i>II</i>

параллельную оси стержня, сплошную тонкую линию по внутреннему диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега,

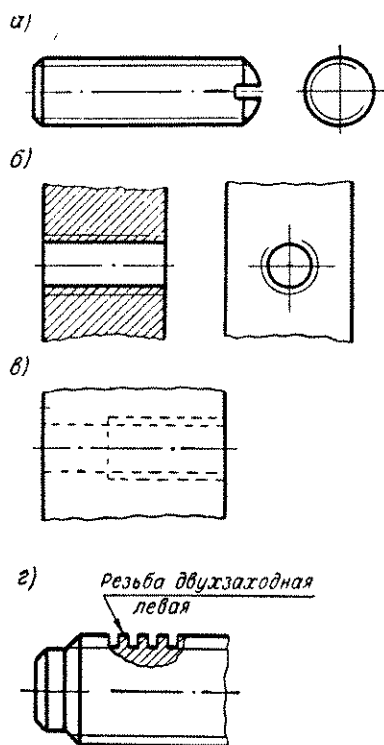


Рис. 10. Условные изображения резьбы.

а на видах, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную $\frac{3}{4}$ окружности, разомкнутую в любом месте (рис. 10, а);

б) в отверстиях — сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями — по наружному диаметру.

На разрезах, параллельных оси отверстия, сплошную тонкую линию по наружному диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега, а на изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси отверстия, по наружному диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную $\frac{3}{4}$ окружности, разомкнутую в любом месте (рис. 10, б).

Сплошную тонкую линию при изображении резьбы наносят на расстоянии не менее 0,8 мм от основной линии и не более величины шага резьбы.

Резьбу, показываемую как невидимую, изображают штриховыми линиями одной толщины по наружному и по внутреннему диаметрам (рис. 10, в).

Кроме размеров и предельных отклонений резьб с нестандартным профилем указывают дополнительные данные о числе заходов и о левом направлении резьбы с добавлением слова «Резьба» (рис. 10, г).

Условные изображения и обозначения швов сварных соединений (ГОСТ 2.312-68). Основные обозначения швов сварных соединений состоят из:

буквенного обозначения вида, метода сварки¹ и, при необходимости, способа ее (например, Г — газовая, И — индукционная и т. п.);

условного графического знака (табл. 34 и 35);

размера сечения шва в миллиметрах; длины шва в миллиметрах;

вспомогательного знака (например, внешняя сторона шва — плоская, вогнутая, выпуклая, без дополнительной механической обработки и т. п.).

Дополнительные обозначения швов сварных соединений состоят из буквы, определяющей вид сварного соединения (С — стыковое, У — угловое, Т — тавровое, Н — внахлестку), и цифры, определяющей тип сварного соединения по соответствующему стандарту и номер этого стандарта.

Перед буквенным обозначением вида сварки проставляют буквенное обозначение способа ее выполнения: Р — ручная, П — полуавтоматическая, А — автоматическая.

Примеры условного изображения швов сварных соединений, выполненных сваркой плавлением, приведены в табл. 34, а выполненных сваркой давлением — в табл. 35.

Условные изображения и обозначения швов неразъемных соединений, получаемых пайкой, склеиванием, сшиванием и клепкой, устанавливает ГОСТ 2.313-68.

Указания на чертежах о маркировании и клеймении изделий даны в ГОСТе 2.314-68.

Условные изображения зубчатых колес, реек, червяков и звездочек цепных передач устанавливает ГОСТ 2.402-68.

Условные графические изображения, принятые в кинематических схемах, даны в ГОСТе 2.770-68.

¹ Для швов, выполненных дуговой электросваркой, буквенное обозначение вида сварки (Э) в основном обозначении не проставляют.

РАЗДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

1. ПЛОСКОПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ КОНЦЕВЫЕ МЕРЫ ДЛИНЫ

Плоскопараллельные концевые меры длины (плитки) применяются для проверки калибров, измерительных инструментов, градуировки измерительных приборов и как непосредственный измеритель — для разнообразных контрольно-проверочных работ.

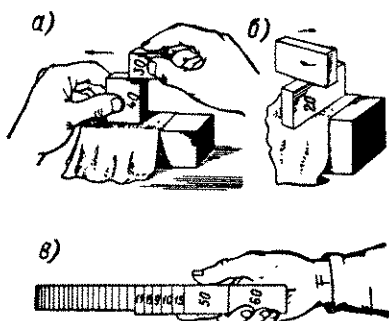


Рис. 11. Соединение концевых мер (плиток) в блоки.

Плитки (ГОСТ 9038-59 и 13581-68) представляют собой пластины прямоугольного сечения с двумя взаимно параллельными измерительными плоскостями, которые определяют их размер (рис. 11).

Изготавливаются концевые меры с такой точностью и чистотой поверхности, что при прикладывании одной плитки к другой они притираются (прочно сцепляются между собой).

Притирку осуществляют следующим образом. Взяв концевую меру за боковые плоскости (рис. 11, а), накладывают ее на притираемую плитку или блок так, чтобы измерительные плоскости совмещались примерно на половину их длины. Затем, слегка нажимая на верхнюю плитку, надвигают ее на нижнюю до полного контакта измерительных поверхностей. Если после этого концевые меры не разъединяются, то плитки считаются притертыми.

Концевые меры или блок концевых мер более 5,5 мм можно притирать и так, как показано на рис. 11, б: притираемые меры накладывают друг на друга крестообразно и, слегка нажимая, поворачивают одну относительно другой до тех пор, пока измерительные плоскости плиток не совпадут.

На рис. 11, в показан блок плиток.

В зависимости от предельных отклонений от плоскопараллельности плитки разделяются на классы 0-й, 1-й, 2-й и 3-й. Самым точным является класс 0-й.

Плитки комплектуются в набор с десятичной градацией. ГОСТ 9038-59 предусматривает ряд наборов, состоящих из 87, 42, 116, 10, 12, 20, 43, 23, 7 и 4 плиток. Наиболее распространен набор из 87 плиток. Размеры плиток, входящих в этот набор, приведены в табл. 36.

При составлении блока концевых мер необходимо стремиться, чтобы блок состоял из возможно меньшего количества плиток.

При составлении блока требуемого размера сначала берут плитку, которая имеет размер между ее измерительными плоскостями, включающий последнюю цифру заданного размера. Размер этой плитки вычитают из заданного размера. Последующие плитки подбирают, пользуясь тем же правилом.

Пример. Необходимо подобрать блок плиток размером 33,645 мм из набора 87 плиток.

Размер блока, в мм	33,645
Первая плитка, входящая в блок, в мм	1,005
Остаток, в мм	32,640
Вторая плитка, в мм	1,44
Остаток, в мм	31,2
Третья плитка, в мм	1,2
Четвертая плитка, входящая в блок (остаток), в мм	30

Таким образом, заданный блок может быть составлен из четырех плиток размерами 1,005, 1,44, 1,2 и 30 мм.

Обращаться с плитками нужно крайне осторожно: нельзя брать их руками за проверочные поверхности, подвергать ударам, нагревать, царапать.

После работы плитки должны быть протерты сухой замшей или чистой тряпкой и уложены в специальный ящик. Для длительного хранения плитки смазываются техническим вазелином.

Область применения концевых мер значительно расширяется при использовании

различных стандартных приспособлений. По ГОСТу 4119-66 предусмотрены следующие наборы таких приспособлений: измерительный полный, измерительный малый, разметочный и набор для мер с отверстиями.

Наборы включают в себя державки различных размеров, боковики, стяжки и сухари. Примеры использования этих державок при работе с блоками плиток показаны на рис. 12.

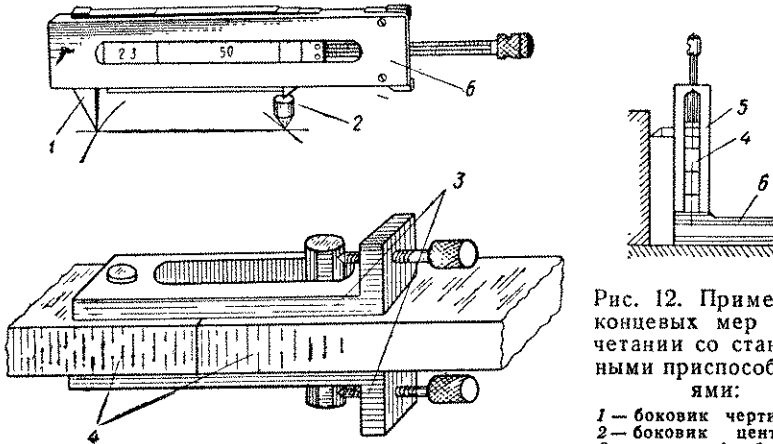


Рис. 12. Применение концевых мер в сочетании со стандартными приспособлениями:

1 — боковик чертильный;
2 — боковик центровой;
3 — стяжка; 4 — блок плиток;
5 — державка; 6 — основание.

Плоскопараллельные концевые меры длины
(набор № 1 из 87 плиток)

Таблица 36

Градация размеров, в мм	Количество мер в наборе	Номинальные размеры концевых мер, в мм									
		1,005	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,01	49	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10
		1,11	1,12	1,13	1,14	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19	1,20
		1,21	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	1,28	1,29	1,30
		1,31	1,32	1,33	1,34	1,35	1,36	1,37	1,38	1,39	1,40
		1,41	1,42	1,43	1,44	1,45	1,46	1,47	1,48	1,49	—
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,1	4	1,6	1,7	1,7	1,9	—	—	—	—	—	—
0,5	19	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
		5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	—
10	10	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Защитные меры	4	1	1	1,5	1,5	—	—	—	—	—	—

Примечание. Защитные меры (плитки) применяются с целью сохранения рабочих поверхностей концевых мер и имеют с одного края закругленные ребра или срез.

2. ИЗМЕРЕНИЯ КРОНЦИРКУЛЯМИ И НУТРОМЕРАМИ

Таблица 37

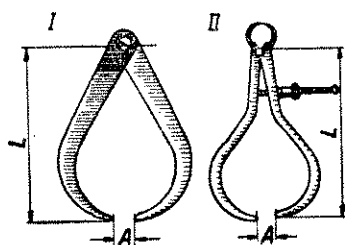
Инструменты для снятия и переноса размеров с изделия на масштабную линейку

Кронциркули нормальные и пружинные

Применяются для измерения охватываемых поверхностей.

Точность измерения кронциркулем от 0,2 (квалифицированный рабочий) до 0,5 мм.

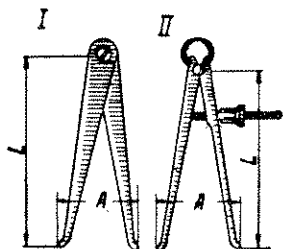
Если кронциркуль устанавливать не по линейке, а по точному шлифованному валику, то точность измерения может быть повышена примерно до 0,05—0,1 мм.



Тип кронциркуля	Длина кронциркуля L , в мм	Наибольший измеряемый размер A , в мм	Длина кронциркуля L , в мм	Наибольший измеряемый размер A , в мм
Нормальный (поз. I)	75	75	300	300
	100	100	350	350
	125	125	400	400
	150	150	450	450
	200	200	500	500
	250	250		
Пружинный (поз. II)	50 90	75 100	120 150	125 150

Нутромеры нормальные и пружинные

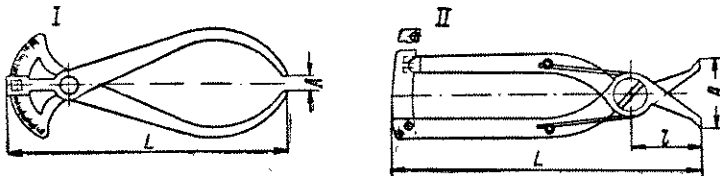
Применяются для измерения охватываемых поверхностей.

Точность измерения нутромером $\pm 0,5$ мм. Если снимать размер с ножек нутромера не линейкой, а с помощью штангенциркуля, то точность измерения может быть повышена до $\pm 0,1$ мм.

Тип нутромера	Длина нутромера L , в мм	Наибольший измеряемый размер A , в мм	Длина нутромера L , в мм	Наибольший измеряемый размер A , в мм
Нормальный (поз. I)	75	75	300	300
	100	100	350	350
	125	125	400	400
	150	150	450	450
	200	200	500	500
	250	250		
Пружинный (поз. II)	80 100 120	100 125 150	140 160	175 200

Продолжение табл. 37

Специальные кронциркули, нутромеры
и толщиномеры со шкалой



Для измерения толщины стенок в трудно-доступных местах применяют специальные кронциркули со шкалой (поз. I), по которой и определяется раствор ножек A .

Нутромерами со шкалой (поз. II) удобно измерять диаметры внутренних канавок и полостей.

Длина нутромера в мм	Наибольший измеряемый размер A , в мм	Длина ножек I , в мм
108	7—14	18
160	15—44	32
200	45—100	50

Практика измерений. При измерении кронциркулем сначала приблизительно устанавливают диаметр детали, а затем, удерживая кронциркуль под прямым углом к осевой линии измеряемой детали, посте-

диаметров отверстий, расстояний между поверхностями, ширины пазов и других внутренних размеров. При измерении диаметра отверстия на нутромере приблизительно устанавливают диаметр отверстия, а за-

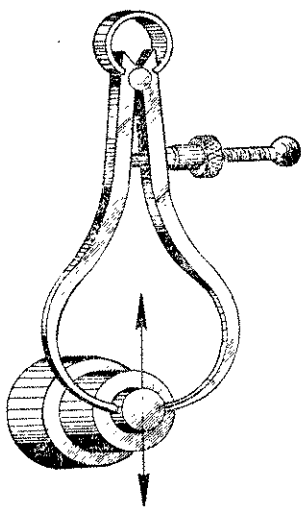


Рис. 13. Измерение детали с помощью кронциркуля.

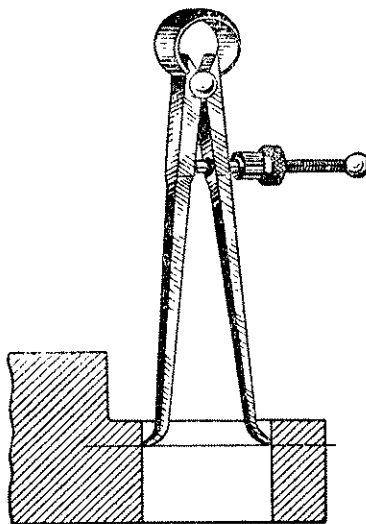


Рис. 14. Измерение детали с помощью нутромера.

ленно изменяют расстояние между ножками до тех пор, пока последние не начнут слегка касаться поверхности детали. При этом надо передвигать кронциркуль вверх и вниз, чтобы почувствовать правильность установившегося размера (рис. 13).

Ножки нутромера отогнуты наружу у концов и приспособлены для измерения

тем, удерживая одну ножку у стенки отверстия, изменяют расстояние между ножками до тех пор, пока вторая ножка не коснется стенки отверстия точно против первой ножки, как показано на рис. 14.

Для отсчета размера ножки кронциркуля или нутромера прикладывают к измери-

тельной линейке (рис. 15, а и б) или к губкам штангенциркуля (рис. 15, в).

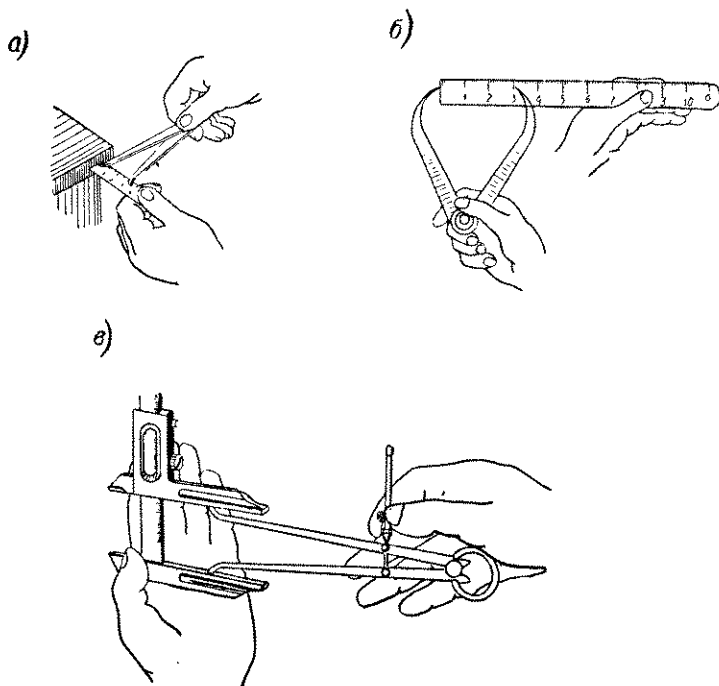


Рис. 15. Способы переноса размеров на измерительный инструмент.

3. ИЗМЕРЕНИЯ ШТРИХОВЫМИ ИНСТРУМЕНТАМИ

Основные типы штриховых измерительных инструментов

Таблица 38

Линейки измерительные (масштабные)

Изготавливаются с пределами измерений $L = 150, 300, 500$ и 1000 мм.

Цена делений линейки обычно 1 или 0,5 мм. Точность измерений 0,5 мм. На глаз можно оценивать и доли миллиметра (до $1/4$ деления шкалы).

Метры складные металлические

Складной метр по существу является измерительной линейкой. Он состоит из десяти частей по 100 мм каждая, соединенных между собой шарнирами. Приемы измерения складным метром те же, что и линейкой. Точность измерений не более 1 мм.

Ленточный метр

Представляет собой стальную желобчатую ленту, на которой нанесены деления через 1 мм (реже через 0,5 мм). Лента заведена в футляр, из которого она вручную выдвигается и затем вводится вновь. Точность измерений 0,5 мм.

Ленточные метры изготавливаются длиной 1 и 2 м.

Измерительные рулетки

Измерительная линейка в виде стальной ленты наматывается на ось и заключается в футляр.

Длина лент рулеток 2, 5, 10, 20, 30 и 50 м. Рулетки с длиной лент до 5 м имеют обычно миллиметровые шкалы, а более длинные — сантиметровые.

набор № 2 — 0,03; 0,04; 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; 0,09 мм;
набор № 3 — 0,03; 0,04; 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; 0,09, 0,1; 0,15; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,45; 0,5 мм;

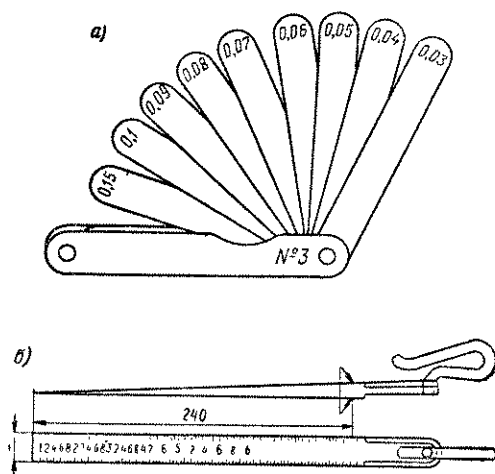


Рис. 18. Шупы:

а — набор шупов; б — клиновой шуп.

набор № 4 — 0,03; 0,04; 0,05; 0,06; 0,07; 0,1; 0,15; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 мм;
набор № 5 — 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; 0,09; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,4; 0,5; 0,75; 1 мм;
набор № 6 — 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; 0,09; 0,1; 0,15; 0,2; 0,4; 0,75; 1 мм;
набор № 7 — 0,5; 0,55; 0,60; 0,65; 0,7; 0,75; 0,8; 0,85; 0,9; 0,95; 1 мм.

ГОСТом предусмотрены длины пластин 50, 100 и 200 мм.

Можно использовать как одну, так и несколько сложенных вместе пластинок.

Для определения величины зазора пластинки вводятся поочередно по одной (или по две) до тех пор, пока какая-нибудь из них не окажется подходящей по толщине.

На некоторых заводах нашли применение клиновидные шупы. Такой шуп (рис. 18, б) представляет собой клиновидной формы стальную пластину, на которой нанесена шкала с делениями. Точность отсчета по такой шкале 0,1 мм. Пределы измерения этими шупами колеблются от 1 до 9 мм.

Клиновым шупом пользуются вместе со скользящим по его базовым поверхностям движком, а в случае отсутствия движка шуп покрывают краской и величину зазора определяют по окрашенным местам.

5. ИНСТРУМЕНТЫ С ЛИНЕЙНЫМ НОНИУСОМ (ШТАНГЕНИНСТРУМЕНТЫ)

Штангенинструменты являются наиболее распространенными в машиностроении видами измерительного инструмента. Их применяют для измерения наружных и внутренних диаметров, длин, толщин, глубин и т. д.

К штангенинструментам относятся: штангенциркуль, штангенрейсмас и штангенглубиномер (табл. 39). Эти три вида инструментов отличаются друг от друга только расположением измерительных поверхностей.

Все штангенинструменты основаны на применении нониусов, по которым отсчитывают дробные доли делений основных шкал.

Штангенциркуль (ГОСТ 166-63) предназначен для измерения наружных и внутренних размеров, глубин и высот изделий и для разметки.

Штангенглубиномер (ГОСТ 162-64) применяется для измерения глубины отверстий изделий, высот, расстояний до буртиков или выступов.

Штангенрейсмас (ГОСТ 164-64) предназначен для разметки и измерения высоты изделий.

Основной штангенинструмента является линейка-штанга с нанесенными на ней делениями; это — основная шкала. По штанге движется рамка с вырезом, на наклонной грани которой нанесена нониусная (вспомогательная) шкала, служащая для

повышения точности отсчета дробных долей миллиметра.

На основной шкале имеются миллиметровые деления. На длине 9 мм рамки (нониуса), соответствующих 9 делениям штанги, нанесено 10 равных делений. Таким об-

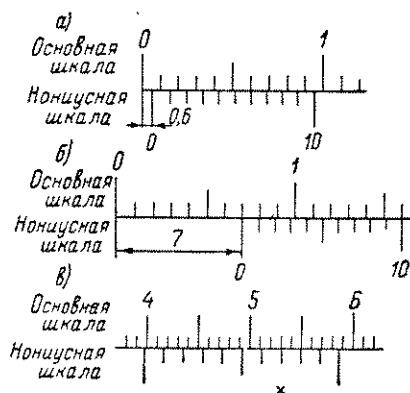


Рис. 19. Установка нониуса с величиной отсчета 0,1 мм на размеры:

а — 0,6 мм; б — 7 мм; в — 39,7 мм.

разом, каждое деление нониуса равно 0,9 мм, или каждое деление нониуса короче деления штанги на 0,1 мм (рис. 19, а).

Таблица 39

Основные типы штангенциркулей

Штангенциркули (ГОСТ 166-63)

Размеры, в мм

Типы штангенциркулей	Пределы измерений	Величина отсчета по нониусу			Губки		Применение	
		с одним нониусом	с двумя нониусами для измерений		вылет	длина		
			наружных	внутренних				
ШЦ-I — с двусторонним расположением губок	0—125	0,1	—	—	35	14	Для наружных и внутренних измерений, а с линейкой — для измерения глубин	
ШЦ-II — с двусторонним расположением губок	0—200	0,05 и 0,1	0,1	0,1	45	6	Для наружных и внутренних измерений и разметки	
	0—320				60	8		
ШЦ-III — с односторонними губками	0—500	0,1	—	—	80	10	Для наружных и внутренних измерений	
	250—710 320—1000				100	12		
	500—1400 800—2000							

Пример условного обозначения штангенциркуля с односторонними губками типа ШЦ-III и пределом измерений 0—500 мм: штангенциркуль ШЦ-III, 0—500, ГОСТ 166-63.

Штангенциркуль состоит из штанги 1 с миллиметровыми делениями и двусторонних губок — неподвижной 2 и подвижной 3. По штанге передвигается подвижная двусторонняя губка 3, имеющая прорез со скошенными краями или рамку 4, на которую нанесены деления нониуса 7. Зажим (фиксация рамки) осуществляется винтом 6. Измерение глубины производится линейкой глубиномера 5.

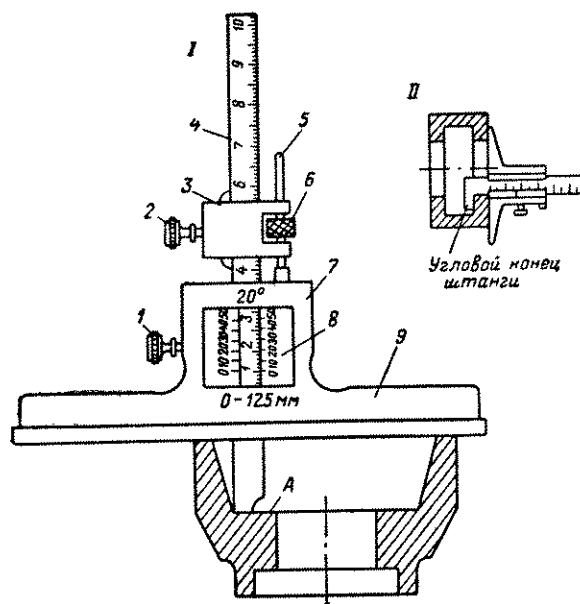
Штангенциркули повышенной точности с величиной отсчета по нониусу 0,05 мм снабжены устройством для микрометрической подачи, позволяющим осуществить точную настройку подвижной губки при измерении.

Погрешность показаний штангенциркулей как при незатянутом, так и при затянутом зажиме рамки согласно ГОСТу 166-63 не должна превышать:

при величине отсчета по нониусу 0,05 мм и	
верхнем пределе измерений до 500 мм . . .	$\pm 0,05$ мм
при величине отсчета по нониусу 0,1 мм и	
верхнем пределе измерений до 1000 мм . . .	$\pm 0,1$ мм

При измерении деталь берут в левую руку, которая должна находиться за губками и захватывать деталь недалеко от губок. Правая рука должна поддерживать штангу, при этом большим пальцем этой руки перемещают рамку до соприкосновения с проверяемой поверхностью, не допуская перекоса губок и добиваясь нормального измерительного усилия.

Штангенглубиномеры (ГОСТ 162-64)



Штангенглубиномеры изготавливаются со следующими основными параметрами:

Величина отсчета, в мм	0,05	0,1
Пределы измерений, в мм	0—200 и 0—320	0—500

Продолжение табл. 39

При измерении штангенглубиномером (поз. I) основанием 9 его ставят на поверхность детали, от которой начинают измерение, а штангу передвигают до упора в другую поверхность А, до которой измеряют расстояние. В этом положении штангенглубиномера движок 3 микрометрической подачи 5 стопорят зажимом 2. Затем вращают гайку 6, после чего рамку 7 стопорят зажимом 1.

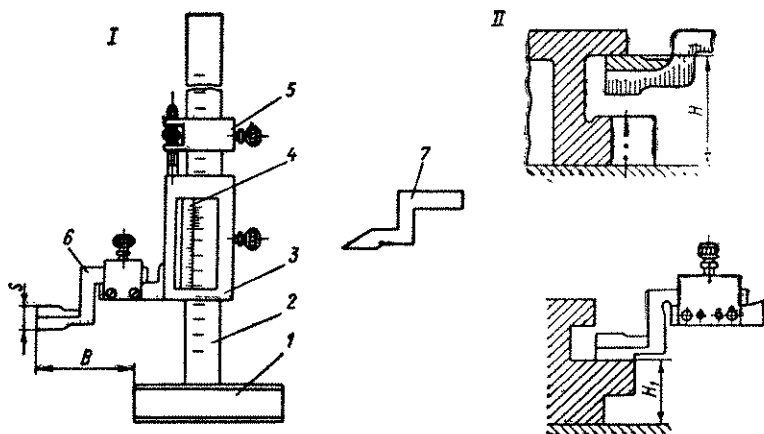
Результат измерения отсчитывают по основной шкале 4 (целые миллиметры) и по нониусу 8 (дробные доли миллиметра).

В труднодоступных местах применяют штангенглубиномеры с изогнутым под углом концом штанги (поз. II).

Суммарная погрешность показаний штангенглубиномера

Пределы измерений, в мм	Величина отсчета по нониусу, в мм	
	0,05	0,1
	Суммарная погрешность, в мм	
До 200 вкл.	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$
250 и 300	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$
400 и 500	—	$\pm 0,15$

Штангенрейсмасы (ГОСТ 164-64)



Штангенрейсмас (поз. I) состоит из основания 1, в котором жестко закреплена штанга 2 со шкалой; рамки 3 с нониусом 4 и стопорным винтом; устройства для микрометрической подачи 5, включающего в себя движок, винт, гайку и стопорный винт; сменных ножек для разметки 7 с острием и для измерения высот 6 с двумя измерительными поверхностями (нижней плоской и верхней в виде острого ребра шириной не более 0,2 мм; см. размеры H_1 и H в поз. II) и зажима для закрепления ножек на выступе рамки. Шкала и нониус такие же, как и у других штангенинструментов.

Измерение или разметка штангенрейсмасом производится на разметочной плите. Перед измерением проверяется правильность установки инструмента на нуль. Для

этого рамку с ножкой опускают до соприкосновения с плитой или специальной базовой поверхностью (в зависимости от вида ножки). При таком положении нулевое деление нониуса должно совпадать с нулевым делением шкалы штанги. Проверив годность штангенрейсмаса, можно приступать к измерениям.

При измерении высоты детали спускают вручную рамку с ножкой, немного не доводя ее до детали. Дальнейшее перемещение ножки до соприкосновения с деталью осуществляется с помощью гайки микрометрической подачи. Степень прижима ножки к детали определяется на ощупь. В установленном положении рамку застопоривают, после чего отсчитывают размер обычным способом.

При разметке размер устанавливается по шкалам нониуса и штанги заранее. Риска на детали прочерчивается острым концом ножки при перемещении штангенрейсмаса по плите.

Основные параметры и размеры штангенрейсмасов, определяемые ГОСТом 164-64, следующие:

Величина отсчета по нониусу, в мм	Пределы измерений, в мм	Вылет ножек не менее, в мм
0,05	0—250	50
0,05	40—400	
0,05 и 0,01	60—630	80
0,1	100—1000	
0,1	600—1600	125
0,1	1500—2500	160

Погрешность показаний штангенрейсмасов при незатянутом и при затянутом зажиме рамки согласно ГОСТу 164-64 не превышает:

при величине отсчета по нониусу 0,05 мм	$\pm 0,05$ мм
при величине отсчета по нониусу 0,1 мм и диапазоне измеряемых размеров до 1000 мм	$\pm 0,1$ мм
при величине отсчета по нониусу 0,1 мм и диапазоне измеряемых размеров 1000—2500 мм	$\pm 0,2$ мм

При совпадении нулевых штрихов шкалы нониуса и основной шкалы следующий (первый) штрих не дойдет до соответствующего штриха основной шкалы на 0,1 мм, второй штрих — на 0,2 мм, а последний (десятый) штрих — на 1 мм.

Если же поставить рамку так, чтобы первый штрих нониуса совпадал с первым штрихом штанги, то между губками будет зазор, равный 0,1 мм; если шестой штрих нониуса поставить против шестого штриха штанги, то зазор между губками будет равен 0,6 мм (рис. 19, а).

Действительный размер изделия отсчитывается при помощи нониуса следующим образом. Если нулевой штрих нониуса совпал с каким-нибудь штрихом на штанге (например, с седьмым), то это деление и указывает действительный размер в миллиметрах, т. е. 7 мм (рис. 19, б).

Если нулевой штрих нониуса не совпал ни с одним штрихом на штанге, то бли-

жайший штрих на штанге слева от нулевого штриха нониуса показывает целое число миллиметров. Десятые доли миллиметра равны порядковой цифре штриха нониуса вправо (не считая нулевого, который точно совпал со штрихом штанги — основной шкалой). Это — число десятых долей миллиметра, которое надо прибавить к целому числу миллиметров, чтобы получить действительный размер с точностью до 0,1 мм (например, 39,7 мм на рис. 19, в).

Для более точных измерений применяют нониусы с величиной отсчета 0,05 и 0,02 мм¹.

На нониусе с величиной отсчета 0,05 мм нанесено 20 делений на длине 19 мм. Каждое деление нониуса равно $19 : 20 = 0,95$ мм,

¹ Штангенинструмент с величиной отсчета 0,02 мм уже не выпускается промышленностью, но еще используется на производстве.

т. е. короче деления основной шкалы на $1 - 0,95 = 0,05$ мм.

Нониус с точностью отсчета $0,02$ мм имеет 50 делений на длине 49 мм. В этом случае каждое деление нониуса равно $49 : 50 = 0,98$ мм, т. е. короче деления основной шкалы на $1 - 0,98 = 0,02$ мм.

Примеры.

1. Измерение штангенинструментом с величиной отсчета $0,05$ мм (рис. 20, а).

Нулевая риска нониуса лежит между 14-м и 15-м делениями шкалы, а 7-е деление шкалы нониуса совпадает с риской основной шкалы.

Значит, установлен размер:

$$14 + 7 \times 0,05 = 14,35 \text{ мм.}$$

2. Измерение штангенинструментом с величиной отсчета $0,02$ мм (рис. 20, б).

Нулевая риска лежит между 38-м и 39-м делениями, а 9-е деление шкалы нониуса совпадает с риской основной шкалы.

Следовательно, установлен размер:

$$38,5 + 9 \times 0,02 = 38,68 \text{ мм.}$$

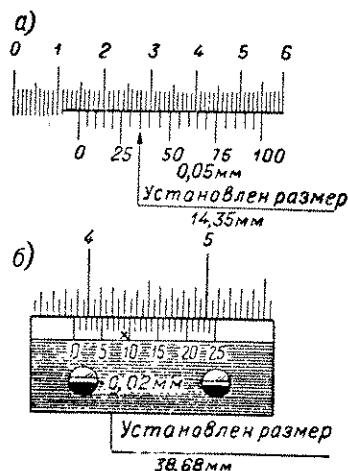


Рис. 20. Установка нониусов с величинами отсчета $0,05$ и $0,02$ мм на размеры:

а — $14,35$ мм; б — $38,68$ мм.

6. МИКРОМЕТРИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Микрометрические инструменты применяются для измерения с точностью до $0,01$ мм. С помощью этих инструментов можно измерять размеры наружных поверхностей (микрометр для наружных измерений), диаметры отверстий (штихмас) и их глубины (микрометрический глубиномер).

Микрометры для измерения размеров наружных поверхностей применяются также для контроля резьбы, если измерительные поверхности микрометра соответствуют профилю резьбы.

Измерительным устройством любого микрометрического инструмента является точно изготовленная микрометрическая пара с определенной величиной шага (обычно $0,5$ мм). При одном обороте винта этого устройства его торец перемещается на $0,5$ мм.

Отсчетные шкалы микрометра размещены на его стебле (втулке) 1 и барабанчике 2 (рис. 21, а).

Для отсчета целого числа оборотов винта служит продольная шкала, нанесенная на стебле с интервалом делений, равным шагу винта, т. е. $0,5$ мм. Целые миллиметры этой шкалы находятся на одной стороне черты, а полумиллиметры — на другой стороне.

Указателем для отсчета целого числа делений продольной шкалы служит край А барабанчика 2.

На скошенной поверхности барабанчика нанесена круговая шкала с 50 делениями. Так как шаг микрометрической резьбы равен $0,5$ мм, то, повернув барабанчик на один полный оборот (50 делений круговой шкалы), мы переместим его в продольном

направлении на $0,5$ мм. Следовательно, цена деления круговой шкалы составит $0,5 : 50 = 0,01$ мм.

Указателем для круговой шкалы барабанчика является продольная рейка на стебле. Примеры отсчета по шкалам микрометра приведены на рис. 21.

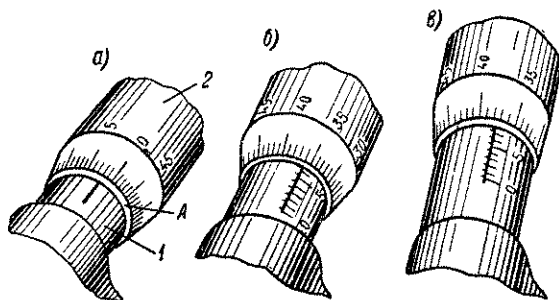


Рис. 21. Примеры отсчета размеров по шкалам микрометрических инструментов; отсчет по позициям:

а — 0; б — $6,36$ мм; в — $7,88$ мм.

Чтобы при измерении ограничить силу нажатия на измеряемую деталь и обеспечить постоянство этой силы, микрометр снабжается специальным устройством — трещоткой 6 (рис. 22, а). Трещотка соединена с винтом так, что при увеличении измерительного усилия свыше 900 г она не вращает винт, а проворачивается.

Перед тем как прочесть показания микрометра, барабанчик закрепляют с помощью специального стопора.

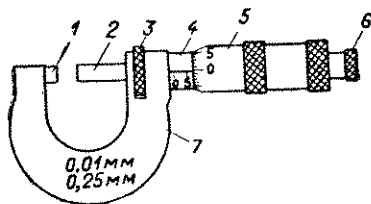
Данные об основных типах микрометрических инструментов приведены в табл. 40.

Таблица 40

Основные типы микрометрических инструментов

Микрометры

Микрометры гладкие (МК) (ГОСТ 6507-60). Применяются для измерения наружных размеров изделий.

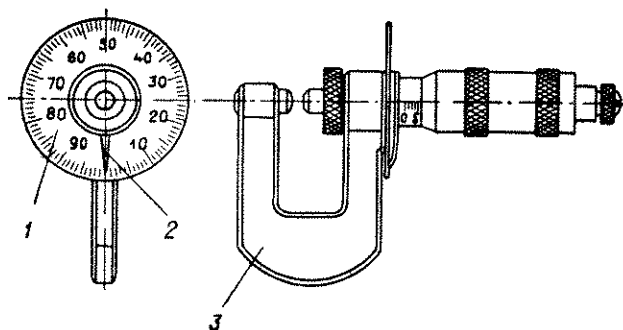


На рисунке обозначены: 1 — неподвижная пятка микрометра; 2 — микрометрический винт; 3 — стопорная гайка, фиксирующая винт в определенном положении после установки на размер; 4 — втулка-стебель; 5 — барабанчик; 6 — трещотка; 7 — скоба.

Основные параметры микрометров

Пределы измерений, в мм	Измерительное перемещение, в мм	Допускаемая погрешность показаний, в мкм	Измерительное усилие, в г
0—15, 0—25, 25—50, 50—75, 75—100	15	± 4	500—900
100—125, 125—150, 150—175, 175—200		± 5	
200—225, 225—250, 250—275, 275—300	25	± 6	
300—400, 400—500, 500—600		± 8 ± 10	

Микрометры листовые с циферблатом (МЛ) (ГОСТ 6507-60). Применяются для измерения толщины листов и лент.



Микрометр типа МЛ изготавливается с неподвижным циферблатом 1 и вращающейся при перемещении барабана стрелкой 2. Скоба 3 этого микрометра удлинена.

Основные параметры микрометров

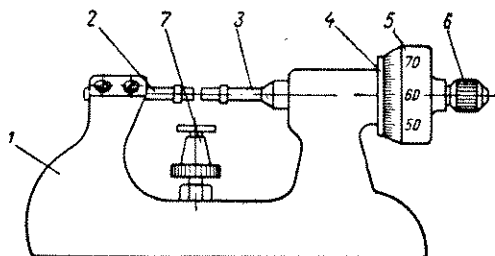
Пределы измерений, в мм	Измерительное перемещение, в мм	Допускаемая погрешность показаний, в мкм	Измерительное усилие, в г
0—5 0—10 0—25	5 10 25	± 4	300—700 — для микрометров с одной или двумя сферическими измерительными поверхностями
			500—900 — для микрометров с обеими плоскими измерительными поверхностями

Продолжение табл. 40

Микрометры настольные

Применяют микрометры настольные горизонтальные (МГ) и вертикальные (МВ) (ГОСТ 11195-65).

Настольные микрометры предназначены для измерения небольших деталей.

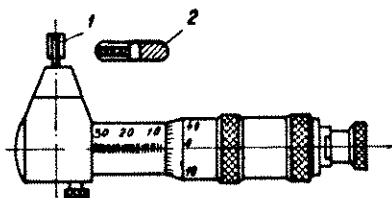


На рисунке изображен горизонтальный настольный микрометр, состоящий из корпуса 1, измерительной пятки 2, микрометрического винта 3, стебля 4, барабаника 5, трещотки 6 и предметного столика 7.

Основные параметры, в мм

Тип микрометра	Предел измерения	Цена деления	Величина перемещения микрометрического винта
МГ	0—20	0,01	10
МВ	0—10	0,01	10

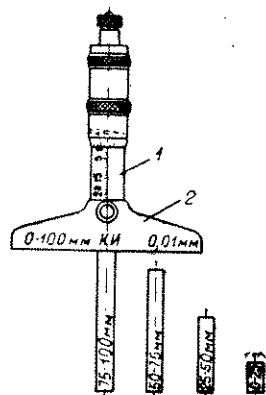
Микрометр для внутренних измерений



Используется для измерения диаметров небольших отверстий (от 5 до 55 мм) и ширины мелких пазов и выемок. От обычного микрометра отличается тем, что вместо скобы имеет специальные расходящиеся губки 1.

Проверка правильности показаний микрометра производится по установочному кольцу 2.

Микрометрический глубиномер (ГОСТ 7470-67)



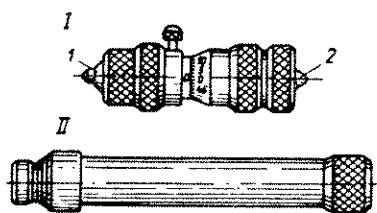
Применяется для измерений глубины отверстий, уступов, выточек и т. п. По устройству напоминает обычный микрометр, на втулке 1 которого жестко укреплено основание 2, как у штангенглубиномера. При перемещении микрометрического винта измерительный стержень доводится до касания с поверхностью, глубина расположения которой измеряется.

Измерительное перемещение 25 мм.

Пределы измерений 0—25, 25—50, 50—75 и 75—100 мм. Изменение пределов измерений достигается присоединением сменных измерительных стержней.

Допускаемая погрешность показаний в интервале 0—25 мм ± 5 мкм.

Микрометрический нутромер (ГОСТ 10-58)



От обычного микрометра отличается наличием двух мерительных наконечников шаровой формы 1 и 2 (поз. I), раздвигающихся до требуемого размера.

Для измерения больших размеров на нутромер навинчивают удлинитель (поз. II), в отверстия которого вставляют измерительные стержни, прилагаемые к каждому нутромеру. Это дает возможность увеличить предел измерения до 1500 мм и даже более. Чтобы

определить измеряемый размер, к показанию, прочитанному на микрометрической головке, следует прибавить размер удлинителя.

Предельные погрешности измерений деталей с помощью нутромера

Показания нутромера, в мм	Допустимая погрешность, в мкм	Показания нутромера, в мм	Допустимая погрешность, в мкм
75—125	± 6	1250—1600	± 25
125—200	± 8	1600—2000	± 30
200—325	± 10	2000—2500	± 40
325—500	± 12	2500—3150	± 50
500—800	± 15	3150—4000	± 60
800—1250	± 20	4000—5000	± 75

Практика измерений. Перед измерением проверяют нулевое положение микрометра. При соприкосновении измерительных по-

штрих барабана должен совпадать с продольным штрихом стебля, а скос барабана должен открывать нулевой штрих стебля.

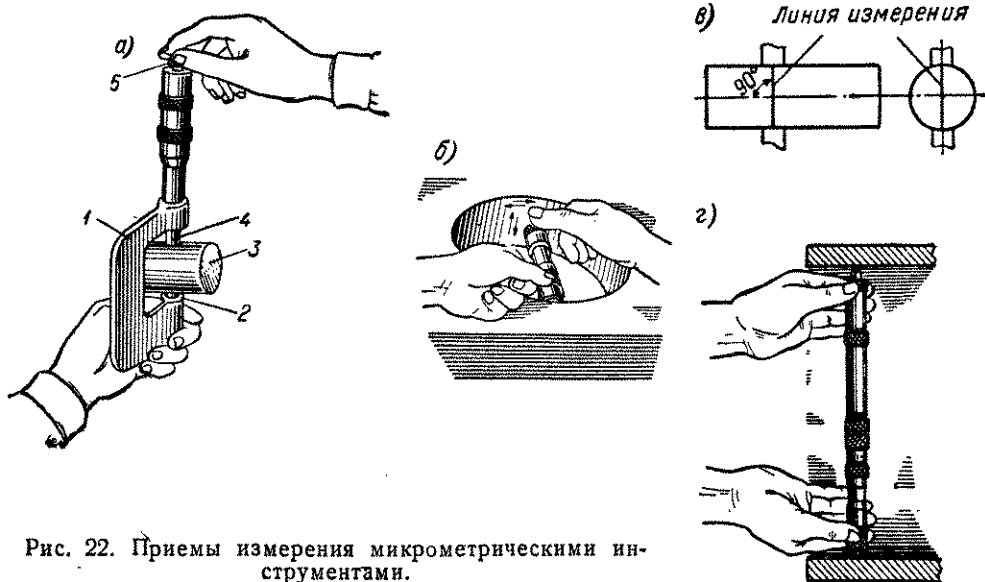


Рис. 22. Приемы измерения микрометрическими инструментами.

верхностей микрометра с измерительными поверхностями установочной меры или непосредственно между собой (при пределах измерения микрометра 0—25 мм) нулевой

Измерительные поверхности протирают и устанавливают микрометр на размер несколько больше проверяемого, затем микрометр (см. рис. 22, а) берут левой рукой

за скобу 1, а измеряемую деталь 3 помещают между пяткой 2 и торцом микрометрического винта 4. Плавное вращение трещотки, прижимают торцом микрометрического винта 4 деталь 3 к пятке 2 до тех пор, пока трещотка 5 не начнет провертываться и пощелкивать.

При измерении диаметра цилиндрической детали линия измерения должна быть перпендикулярна образующей и проходить через центр (см. схему на рис. 22, а).

Способы измерения отверстия при помощи микрометрического нутромера показаны на рис. 22, б. При измерении отверстий микрометрический нутромер вводят в отверстие так, чтобы его ось была перпендикулярна оси отверстия. Затем левой рукой прижимают измерительный наконечник к одной поверхности, а правой рукой, вращая барабан, постепенно раздвигают (покачивая) мерительные наконечники сначала в плоскости, перпендикулярной оси отверстия, а затем в осевой плоскости до тех пор, пока они не коснутся стенок отверстия.

На рис. 22, а приведен способ проверки параллельности поверхностей при помощи микрометрического нутромера.

На рис. 22, б приведен способ проверки параллельности поверхностей при помощи микрометрического нутромера.

7. РЫЧАЖНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

Рычажно-механические измерительные инструменты (табл. 41) предназначены главным образом для относительных измерений. Их механизм преобразует незначительное возвратно-поступательное перемещение измерительного стержня в круговое движение стрелки по шкале, что удобно для отсчета. Благодаря рычажным передачам от измерительного стержня к отсчетному показателю цена деления шкалы у этих инструментов значительно меньше, чем действительный размер, что обеспечивает высокую степень их чувствительности.

минальных размеров, применяются специальные стойки с малым столиком (ГОСТ 10197-70; рис. 23, а). В тех случаях, когда индикаторы используются для определения отклонений поверхностей деталей от предельной геометрической формы, проверки плоскостей деталей, правильности установки заготовки на станке и т. п., они закрепляются в штативах (ГОСТ 10197-70; рис. 23, б).

Для измерений относительным методом, т. е. для определения отклонений от номинальных размеров, индикатор укрепляют

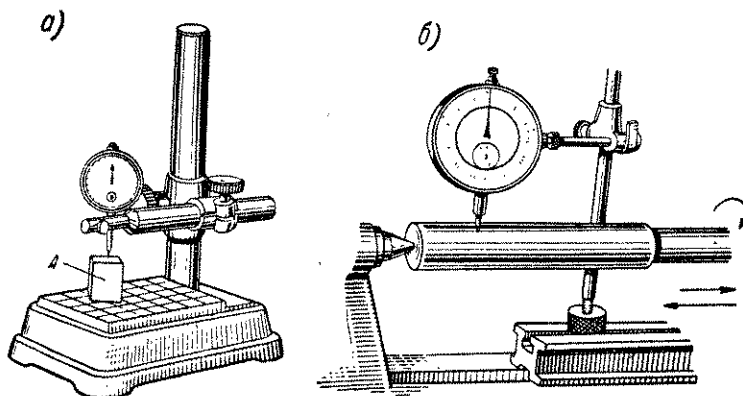


Рис. 23. Измерения индикаторами, закрепленными в стойке и штативе.

В этой группе инструментов наибольшее распространение получили индикаторы часового типа и индикаторные нутромеры. В лекальных работах, а также в лабораторных измерениях широко используют также рычажные индикаторы, миниметры, рычажные скобы и т. д.

Практика измерений. При измерениях индикатор должен быть неподвижен. Для этого его закрепляют в различных стойках и других приспособлениях так, чтобы корпус не менял своего положения в момент проверки.

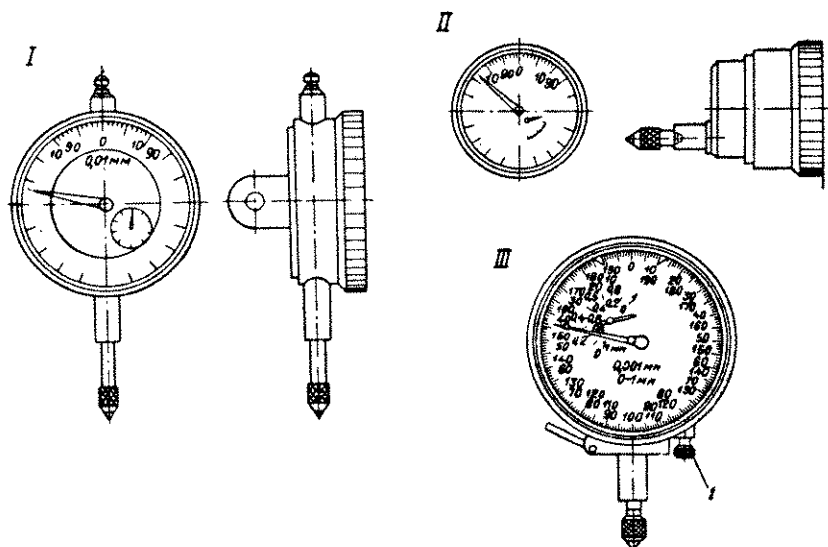
Для измерений относительным методом, т. е. при определении отклонений от но-

минальных размеров, применяются специальные стойки с малым столиком (ГОСТ 10197-70; рис. 23, а) и при помощи набора плоскопараллельных концевых мер А, равного по длине номинальному размеру, отклонение от которого нужно определить, устанавливают индикатор на нуль. Для этого измерительный наконечник подводят так, чтобы стрелка сделала 1—2 оборота. Таким образом, стержню индикатора дается натяг, с тем чтобы в процессе измерения индикатор мог показывать как отрицательные, так и положительные отклонения от установочной меры. Затем поворачивают ободок циферблата до совпадения его стрелки с нулевым делением шкалы и вместо набора концевых мер

Таблица 41

Основные типы рычажно-механических инструментов

Индикаторы часового типа (ГОСТ 577-68)



В поз. I показан индикатор с перемещением измерительного стержня параллельно шкале (ИЧ).

В поз. II — индикатор с перемещением измерительного стержня перпендикулярно шкале (ИТ).

Эти индикаторы изготавливаются двух классов точности: 0-го и 1-го.

Пределы измерений индикаторов:

типа ИЧ 0—2; 0—5 и 0—10 мм

типа ИТ 0—2 мм

Большой циферблат имеет 100 делений (каждое деление равно 0,01 мм). Одно деление малого циферблата соответствует перемещению стержня на 1 мм. Установка на нуль производится поворотом накатанного ободка большого циферблата.

Погрешность показаний индикаторов не превышает следующих величин:

Классы точности	Допускаемая погрешность в пределах, мкм					Погреш- ность обратного хода
	0,1 мм	1 мм	всего предела измерения для индикаторов			
	на любом участке шкалы		0—2 мм	0—5 мм	0—10 мм	
0	4	8	10	12	15	2
1	6	10	12	16	20	3

В поз. III показан индикатор многооборотный, выполняемый с ценой деления 0,001 или 0,002 мм (ГОСТ 9696-61).

Большой циферблат имеет 200 делений с ценой деления 0,001 или 0,002 мм. Маленькая стрелка показывает перемещение стержня в миллиметрах. Для установки на нуль индикатор снабжен механизмом с пределом регулирования не менее ± 10 мм. Регулирование осуществляется винтом 1.

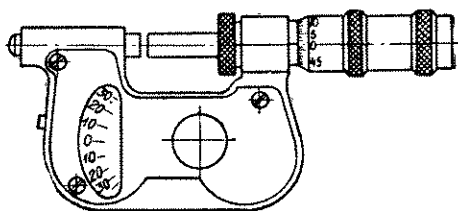
Продолжение табл. 41

Погрешность показаний индикаторов при проверке в вертикальном положении не превышает:

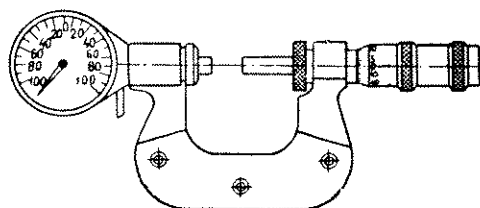
для индикаторов с ценой деления 0,001 мм:	
в пределах одного оборота стрелки	3 мкм
» » 1 мм	4 мкм
для индикаторов с ценой деления 0,002 мм:	
в пределах одного оборота стрелки	4 мкм
» » 1 мм	5 мкм
» » 2 мм	8 мкм

Микрометры рычажные (ГОСТ 4381-68)

I



II



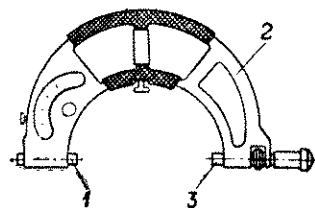
Эти микрометры предназначены для измерения и контроля наружных размеров изделий и представляют собой сочетание нормальной микрометрической головки с рычажным механизмом скобы.

В отличие от микрометра обычной конструкции рычажный микрометр имеет подвижную пятку, связанную системой рычагов со стрелкой.

Микрометры рычажные со встроенным в корпус отсчетным устройством типа МР (поз. I) предназначены для измерения наружных размеров до 50 мм включительно.

Микрометры рычажные, оснащенные измерительными головками типа МРИ (поз. II), предназначены для измерения наружных размеров от 50 до 2000 мм.

Индикаторные скобы (ГОСТ 11098-64)



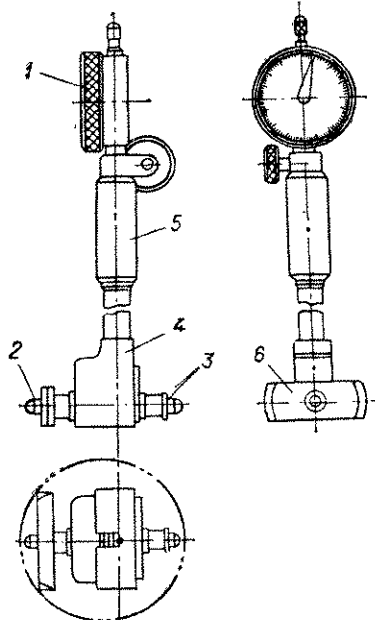
Индикаторная скоба, применяемая для контроля диаметров наружных поверхностей деталей, имеет жесткий корпус 2 с двумя соосными цилиндрическими отверстиями, в одном из которых расположена переставная измерительная пятка 3, а в другом — подвижная пятка 1, находящаяся в постоянном контакте с измерительным наконечником индикатора.

Индикаторные скобы изготавливаются с пределами измерений: 0—50, 50—100, 100—200, 200—300 мм и далее через 100 мм до 1000 мм включительно. Цена деления отсчетного устройства 0,01 мм.

Предельные погрешности измерения индикаторной скобой

Верхние пределы измерения, в мм	50 и 100	200	300 и 400	500 и 600	700—1000
Предельная погрешность измерения, в мкм	±10	±12	±15	±20	±25

Индикаторные нутромеры (ГОСТ 868-63)



Применяются для измерения внутренних размеров изделий: диаметров отверстий, расстояний между параллельными плоскостями и т. п. Индикаторный нутромер представляет собой сочетание стандартного индикатора часового типа с рычажной системой нутромера. Он состоит из подвижного измерительного стержня 3, в котором монтируются сменные измерительные вставки, и неподвижного измерительного стержня 2, установленного в корпусе 4. Внутри корпуса расположена система рычагов, перемещение которых фиксируется отклонениями стрелки индикатора 1.

При измерении индикаторный нутромер берут за ручку 5 и, осторожно вводя в отверстие, центрируют в нем с помощью центрирующего мостика 6.

Нутромеры индикаторные изготавливаются с разными интервалами измерений: 6—10, 10—18, 18—35, 35—50, 50—100, 100—160, 160—250, 250—450, 450—700 и 700—1000 мм.

Предельные суммарные погрешности показаний нутромера на всем пределе перемещения измерительного стержня не должны превышать:

± 15 мкм	при верхнем пределе измерения до 50 мм
± 20 мкм	свыше 50 до 250 мм
± 25 мкм	250 мм

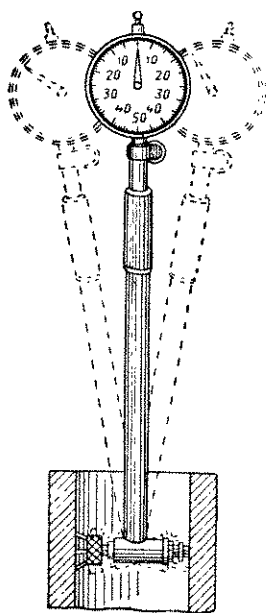


Рис. 24. Измерение отверстия индикаторным нутромером.

ставят на плиту измеряемый объект, предварительно подняв измерительный стержень за верхний рифленый наконечник. Опустив его, производят отсчет числа целых миллиметров по малой шкале, а по большой — числа сотых долей миллиметра.

Фактический размер изделия определяется суммой номинального размера (взятого по настройке равным набору концевых мер) и найденного по шкалам индикатора отклонения с учетом его знака (+ или —). Рекомендуется настраивать на ноль индикатор так, чтобы пользоваться только частью большой шкалы (т. е. отклонением стрелки на малый угол), что повышает точность измерений и устраняет возможность грубых ошибок.

Измерение индикатором, закрепленным на штативе, показано на рис. 23, б.

При измерениях индикаторным нутромером его также предварительно настраивают по микрометру, блоку плоскопараллельных концевых мер или калиброванному кольцу и устанавливают на ноль. Настроенный нутромер осторожно вводят в измеряемое отверстие и небольшими покачиваниями (рис. 24) определяют отклонение стрелки от нулевого положения. Это и будет отклонение измеряемого размера от того, на который был настроен нутромер.

Измеряя нутромером отклонение от номинального размера, необходимо учитывать его знак: при перемещении стрелки влево от нуля отклонение будет отрицательным, и его нужно отнять от номинала; при движении же стрелки вправо отклонение бу-

дет положительным, и его нужно прибавить к номиналу.

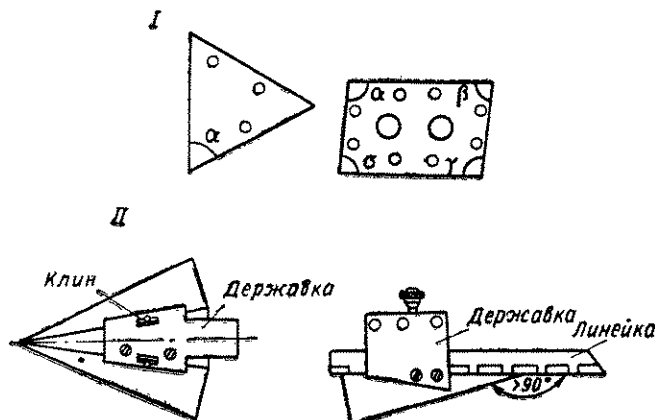
Действительный размер отверстия определяется как сумма размера, на который был настроен нутромер, и найденного отклонения с учетом его знака.

8. УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВ

Таблица 42

Основные типы инструментов для измерения углов

Угловые меры призматические (ГОСТ 2875-62)



Применяются для точных измерений и для проверки угловых шаблонов, шкал, угломерных инструментов и приборов. Представляют собой стальные пластины треугольной и четырехугольной формы толщиной 5 мм (поз. I).

Треугольные плитки имеют один рабочий угол α от 10 до 79°, а четырехугольные — четыре рабочих угла от 80 до 100°.

Установлены три класса точности угловых плиток: 0-й класс с предельными отклонениями рабочих углов $\pm 5''$, 1-й класс $\pm 10''$ и 2-й класс $\pm 30''$.

Измерительные плоскости угловых плиток, так же как и концевых мер, обладают способностью притираться («слипаться»). Отклонения их от плоскостности не превышают 0,0003 мм.

Угловые плитки выпускаются наборами из 93, 33, 24, 8 и 7 штук. Общий предел измерения, охватываемый этими наборами, составляет от 10 до 360°. Выпускаются также наборы, содержащие три призмы (шестигранную, восьмигранную и двенадцатигранную) для измерения углов с градациями 30, 45 и 60°.

Для проведения измерений угловыми плитками из них составляют блоки. Для соединения плиток в блоки к наборам угловых плиток прилагают комплект принадлежностей, состоящий из односторонних и двусторонних державок, лекальной линейки, державки к линейке, отвертки и клиновых штифтов (поз. II). Плитки соединяют в блок с помощью клиньев, пропускаемых через отверстия державки и плиток.

Проверка углов угловыми плитками производится на просвет. При хорошей освещенности погрешность при измерении углов плитками обычно не превышает 15''.

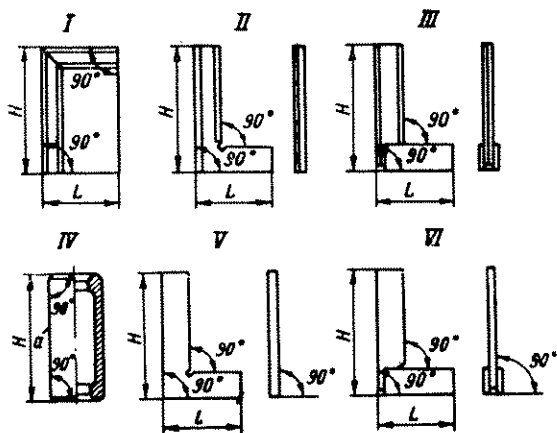
Угольники 90° (ГОСТ 3749-65)

Угольники предназначены для проверки и разметки прямых углов, для контроля взаимно перпендикулярного расположения поверхностей деталей при монтаже различных видов оборудования и для проверки точности станков.

В соответствии с ГОСТом 3749-65 выпускается 6 типов угольников с прямым углом: УЛ — лекальные плитки (поз. I); УЛП — лекальные плоские (поз. II); УЛШ — лекальные с широким основанием (поз. III); УЛЦ — лекальные цилиндрические (поз. IV); УП — слесарные плоские (поз. V); УШ — слесарные с широким основанием (поз. VI).

Угольники выпускаются четырех классов точности: 0, 1, 2 и 3-го. Наиболее точные — угольники класса 0.

Продолжение табл. 42

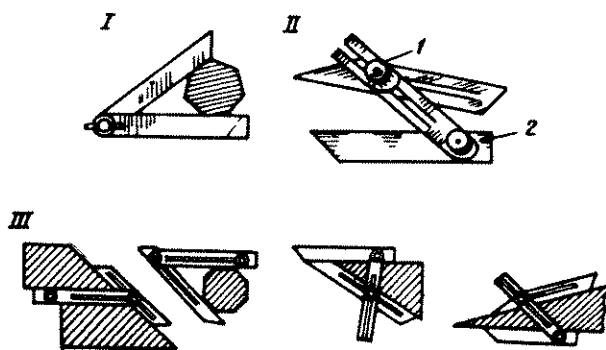


Точные угольники с фасками называются лекальными. Угольники 1-го класса точности применяют в инструментальном производстве для особо точных работ; 2-го класса — для выполнения слесарных работ повышенной точности; 3-го класса — для грубых работ.

Угольники с широким основанием отличаются тем, что короткая их сторона толще длинной. Таким угольником удобно определить отклонения в углах проверяемого изделия способом световой щели (на просвет) при установке изделия на поверочной плите.

Угольники цилиндрические применяются для той же цели.

При измерении угольник необходимо устанавливать в плоскости, перпендикулярной к линии пересечения плоскостей, образующих прямой угол.



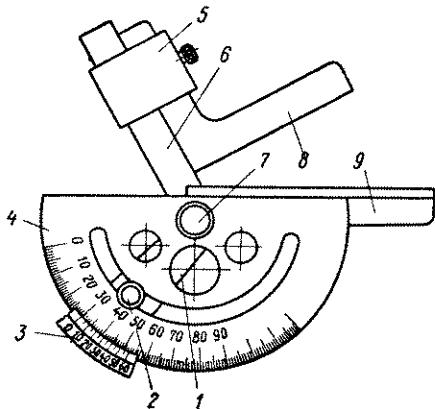
Малки

Применяются для сравнения с образцом и переноса размеров углов, отмеренных по шаблону или транспортиру, на деталь (или, наоборот, с детали на инструмент).

Простая малка состоит из двух линеек, соединенных шарнирно (поз. I), а двойная малка — из трех линеек (поз. II). При ослаблении винтов I и 2 линейки малки могут устанавливаться под любыми углами (поз. III). При измерении винты вновь закрепляют.

Точность измерения малкой невысокая.

Угломеры с нониусом (ГОСТ 5378-66)



Угломеры с нониусом изготавливаются двух типов:

УМ — для измерения наружных углов;

УН — для измерения наружных и внутренних углов.

Универсальный угломер состоит из полудиска-основания 4 с закрепленной на нем линейкой 9. Вторая линейка 6 вращается на оси 7 вместе с нониусом 3. Небольшие перемещения линейки 6 осуществляются с помощью устройства для микрометрической подачи 2.

На линейке с помощью державки 5 может закрепляться угольник 8, служащий для измерения углов до 90°, при измерении углов больше 90° угольник снимается. В последнем случае к отсчету по угломеру прибавляют 90°.

Продолжение табл. 42

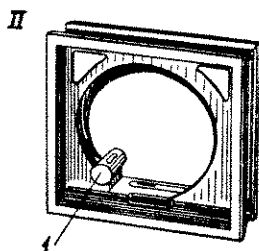
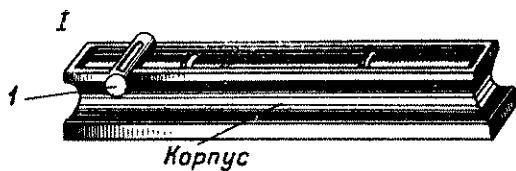
Отсчет показаний производится по шкале и нониусу угломера так же, как и при пользовании штангенциркулем.

При измерении угломер накладывают на проверяемую деталь так, чтобы линейки 8 и 9 были совмещены со сторонами измеряемого угла. Прижимая слегка правой рукой деталь к измерительной поверхности линейки основания, постепенно перемещают деталь, уменьшая просвет до полного соприкосновения. После этого (если нет просвета) фиксируют положение стопором 1 и читают показание. Целое число градусов отсчитывают по шкале основания слева направо нулевым штрихом нониуса.

Основные параметры угломеров

Типы угломеров	Величина отсчета по нониусу	Пределы измерений, в °		Размеры измерительных поверхностей, в мм	
		наружных углов	внутренних углов	длина, не менее	ширина, не более
УН	2 и 5	0—180	40—180	50	—
УМ	15		—	60	3,5

Уровни



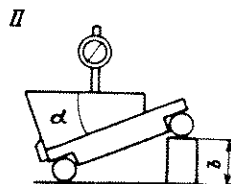
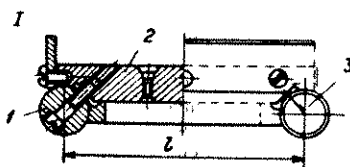
Эти приборы предназначены для измерения малых угловых отклонений от горизонтального или вертикального положения.

Наиболее распространенными являются брусковые и рамные уровни с ценой деления от 0,02 до 0,2 мм.

Брусковые уровни (поз. I) предназначены для контроля горизонтального расположения поверхностей, а рамные (поз. II)— для контроля горизонтального и вертикального расположения поверхностей.

Проверка при контроле уровнем осуществляется по показаниям шкалы, фиксирующей отклонение пузырька ампулы 1 от нулевого его положения.

Синусные линейки (ГОСТ 4046-71)



Применяют для точной проверки угловых калибров и изделий. Основной частью синусной линейки является столик 2, установленный на двух роликах 1 и 3

(поз. I). Для точной установки линейки на требуемый угол α к плоскости плиты под один из роликов (поз. II) подкладывают блок плиток, размер которого b определяется по формуле:

$$b = l \cdot \sin \alpha.$$

Нормальные размеры синусных линеек, в мм (ГОСТ 4046-71):

Расстояние между центрами роликов . . .	100	100	200	200
Ширина рабочей поверхности	25	100	50	150
Диаметр ролика	20	20	30	30

Погрешности построения угла с помощью синусной линейки составляют: $\pm 1,5'$ для угла до 4° ; $\pm 2'$ для угла до 10° ; $\pm 2,5'$ для угла до 20° ; $\pm 3,5'$ для угла до 30° ; $\pm 6'$ для угла до 45° .

9. ПРОВЕРКА ПЛОСКОСТНОСТИ И ПРЯМОЛИНЕЙНОСТИ

Плоскостность и прямолинейность детали проверяют на просвет, на краску или с помощью измерительных инструментов и приборов.

Наиболее распространенными средствами измерений прямолинейности являются проверочные линейки (ГОСТ 8026-64), которые подразделяются на следующие типы (табл. 43):

1) *лекальные линейки*: с двусторонним скосом (ЛД), трехгранные (ЛТ) и четырехгранные (ЛЧ);

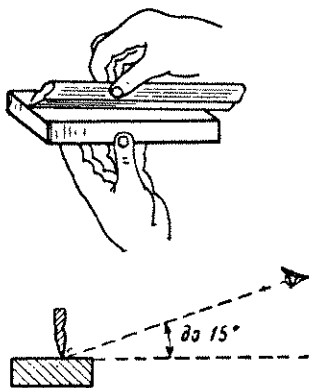


Рис. 25. Проверка плоскостности детали по лекальной линейке.

2) *линейки с широкой рабочей поверхностью*: прямоугольного сечения (ШП), двутаврового сечения (ШД) и мостики (ШМ);
3) *линейки угловые*: трехгранные клинья (УТ).

ГОСТ 8026-64 предусматривает два класса точности линеек: 0 и 1-й; более точный класс 0-й.

При проверке на просвет лекальную линейку укладывают острым концом на проверяемую поверхность, а источник света помещают сзади линейки и детали. Наличие в отдельных местах просветов указывает на имеющиеся отклонения от прямолинейности и плоскостности (рис. 25); при отсутствии отклонений просветов не видно.

Размер световой щели можно определить достаточно точно. Минимальная ширина щели, улавливаемая глазом, составляет 3—5 мкм.

О проверке плоскостности на краску см. на стр. 237.

Отклонения от прямолинейности и плоскостности измеряют с помощью инструментов или приборов:

1) *линейкой и щупом* (или *штихмасом*) путем накладывания тонкой линейки на проверяемую плоскость в разных направлениях. Щупом или полоской бумаги (а при наличии большого расстояния между линейкой и проверяемой плоскостью — штихмасом) измеряют величину зазора в разных местах по длине линейки. При необходимости проверить плоскость большей длины, чем длина линейки, последнюю последовательно перемещают, выверяя по уровню правильность ее установки. Точность проверки доходит до 0,01 мм при длине плоскости до 1 м;

2) *по уровню* путем передвижения уровня в нескольких направлениях по длине и ширине плоскости, устанавливаемой в горизонтальное положение при помощи подкладок. Точность проверки — до 0,02 мм на 1 м длины.

Таблица 43

Основные типы лекальных линеек
(ГОСТ 8026-64)

Наименование	Тип	Эскиз	Размеры $L \times H \times B$ и др.	Класс точности
Лекальные с двусторонним скосом	ЛД		80×22×6 125×27×6 200×30×8 320×40×8 (500×50×10)	0 и 1-й
Лекальные трехгранные	ЛТ		200×26 320×30	0 и 1-й
Лекальные четырехгранные	ЛЧ		200×20 320×25 (500×25)	0 и 1-й
С широкой рабочей поверхностью прямоугольного сечения	ШП		400×40×6 630×50×10 1000×60×12	0; 1 и 2-й
С широкой рабочей поверхностью двутаврового сечения	ШД		630×50×14 1000×60×16	1 и 2-й
			1600×75×18 2500×100×20 4000×160×30	0; 1 и 2-й
С широкой рабочей поверхностью (мостики)	ШМ		400×50 630×50 1000×60 1600×80 2500×100 4000×125	1 и 2-й
Угловые трехгранные клинья	УТ		400, 630 и 1000	1 и 2-й

10. УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ РЕЗЬБЫ

Основными элементами резьбы являются шаг, средний диаметр и угол профиля. Простейшими измерительными инструментами для измерения шага служат линейка и резьбомер.

Измерительной линейкой определяют длину отсчитанного числа шагов n , разделив полученную величину на число шагов, находят размер одного шага.

Резьбомер (рис. 26) представляет собой набор тонких стальных пластинок толщиной 1 мм с нанесенными на них точными профилями стандартных резьб. При проверке резьбы выбирают требующуюся пластинку, накладывают ее на проверяемую резьбу болта или гайки и на просвет устанавливают отклонения в шаге. Для определения резьбы изделия приходится поочередно прикладывать к ней несколько пластинок до тех пор, пока резьба пластинок точно (без просвета) не совпадет с резьбой изделия.

На каждой пластинке резьбомера имеется надпись, указывающая размер шага или число ниток на один дюйм (для дюймовых и трубных резьб).

Средний диаметр резьбы измеряют с помощью специального кронциркуля, снабженного шариковыми наконечниками.

Для измерения среднего диаметра точных резьб применяется резьбовой микрометр, имеющий вместо плоской пятки смен-

ные резьбовые вставки, соответствующие профилям измеряемых резьб (рис. 27).

Вставки эти изготавливаются парами, каждая из которых предназначена для измерения резьб определенного угла профиля (55 и 60°) и с определенным интервалом шага. Одна пара используется для измерения резьб с шагом 1—1,75 мм, а другая — для резьб с шагом 1,75—2,5 мм и т. д.

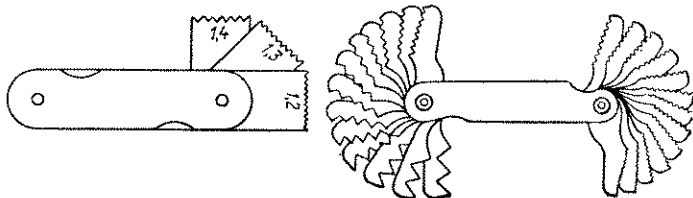


Рис. 26. Резьбомеры.

Угол профиля, а также и другие элементы точных резьб измеряют на инструментальном микроскопе.



Рис. 27. Измерительные вставки к резьбовому микрометру.

Наиболее распространенным способом измерения резьб является так называемый комплексный способ измерения при помощи резьбовых калибров (табл. 44).

11. КАЛИБРЫ

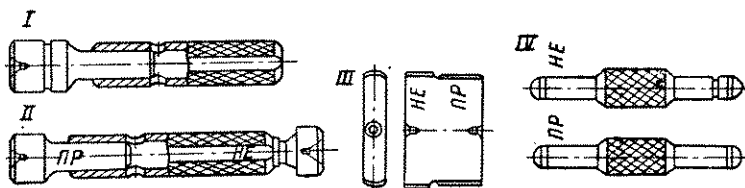
Калибры служат для проверки лишь определенного размера, который обозначен

на самом калибре (табл. 44), например, 20А₂ или 40С.

Таблица 44

Основные типы калибров

Калибры для проверки отверстий



Калибры-пробки односторонние (поз. I) имеют только одну проходную или непроходную сторону. У двусторонних калибров-пробок (поз. II) две стороны: одна проходная, а другая непроходная.

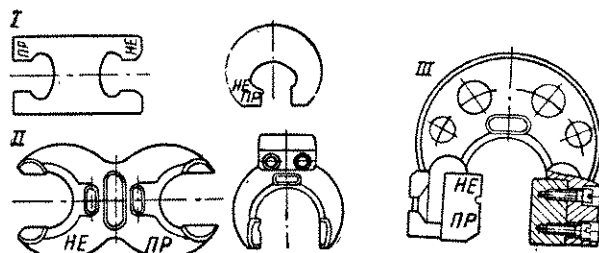
Калибры-пробки изготавливаются для измерений отверстий диаметрами до 100 мм. Пробки листовые односторонние и двусторонние (поз. III) имеют предельные размеры от 18 до 300 мм.

Продолжение табл. 44

У штихмасов и нутромеров сферических (поз. IV) предельные размеры составляют от 75 до 1000 мм.

Деталь считается годной, если проходная сторона калибра под легким давлением входит в деталь. Непроходная сторона калибра не должна входить в деталь. Не следует сильно нажимать на калибр, так как при этом не обеспечивается точность измерения.

Калибры для проверки валов



Скобы листовые предельные (поз. I) изготавливаются с пределами измерений от 1 до 50 мм.

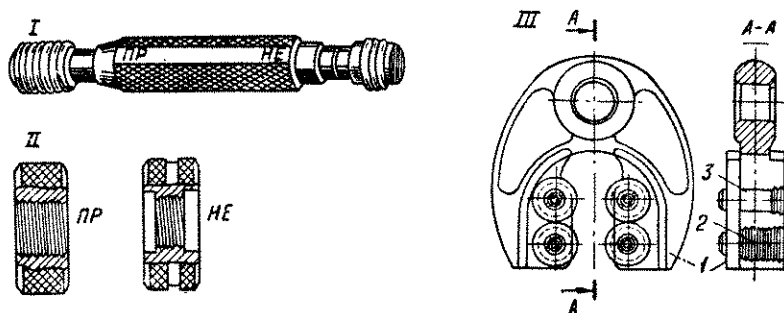
Скобы штампованные предельные двусторонние и односторонние (поз. II) выполняются с пределами измерений от 3 до 170 мм.

Скобы литые со вставными губками предельные односторонние (поз. III) изготавливаются с пределами измерений от 100 до 325 мм.

Скобы регулируемые предельные односторонние изготавливаются с пределами измерений до 330 мм.

Деталь считается годной, если проходная сторона скобы под давлением своего веса проходит через вал. Непроходная сторона скобы не должна проходить через вал.

Калибры для проверки наружных и внутренних резьб



Внутреннюю резьбу в гайках проверяют предельными резьбовыми пробками (поз. I), а наружную резьбу — жесткими и регулируемыми предельными резьбовыми кольцами (поз. II).

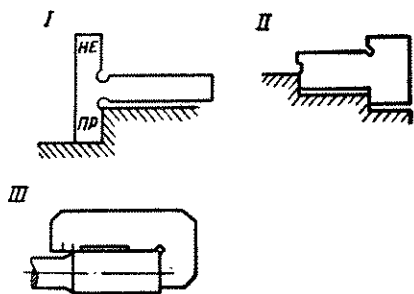
Резьбовые пробки изготовляют трех видов: цельные (пределы измерений 1—6 мм); со вставками на конических хвостовиках (пределы измерений 6—100 мм) и с насадками (пределы измерений 52—100 мм).

Резьбовые кольца бывают двух видов: жесткие и регулируемые. Для обоих видов пределы измерения диаметров составляют от 1 до 100 мм.

Резьба непроходных пробок и колец имеет укороченный профиль и выполняется в пределах 2—3,5 витка.

Для измерения резьбы на ступенях в серийном производстве применяются резьбовые скобы (поз. III). В корпусе 1 скобы смонтированы две пары роликов: проходная 2 и непроходная 3. Ролики установлены на эксцентричных валиках, что дает возможность легко регулировать размер скобы.

Калибры для проверки уступов, длин и высот



Калибры листовые предельные для измерения высот служат для измерения размеров от 1 до 100 мм.

Калибры листовые двусторонние для уступов наружных и внутренних используются для измерения размеров от 1 до 50 мм и выше.

Калибры для проверки уступов выполняются в виде Т-образных (поз. I и II) или Г-образных (поз. III) шаблонов.

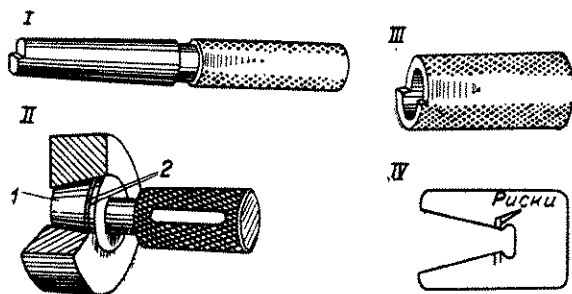
Калибры листовые предельные двусторонние для пазов изготавливаются для измерения размеров от 2 до 50 мм.

Калибры листовые с рисками для измерения длин (поз. III) используются для определения размеров от 15 до 200 мм и более.

Риски указывают предельные размеры измеряемой длины изделия, т. е. наибольший и наименьший. Калибры с рисками применяются при расстоянии между рисками не менее 0,5 мм.

Калибры для проверки конических поверхностей
(ГОСТ 2849-69)

Калибры-пробки для проверки конических отверстий (поз. I) выполняют с уступом, длина которого является допуском на базовое расстояние конической поверхности.



Для измерения конического отверстия калибр (поз. II), имеющий на определенном расстоянии от торца I уступ или две риски 2, вводят с легким нажимом в отверстие и смотрят, не качается ли калибр в отверстии. Отсутствие качания показывает, что угол конуса правилен.

Убедившись в этом, приступают к проверке размера конуса. Для этого на-

блюдают, до какого места калибр войдет в измеряемую деталь. Если торец детали совпадает с торцом уступа, или с одной из рисок 2, или же находится между этими рисками, то размеры конуса правильны. Но может случиться, что калибр войдет в отверстие детали настолько глубоко, что обе риски не будут видны или оба торца уступа калибра выйдут из детали наружу. Это показывает, что диаметр отверстия больше заданного, в противном случае — наоборот.

Для точной проверки конусности на измеряемой поверхности детали или на калибре проводят мелом, синей краской, разведенной на масле, или карандашом две-три линии вдоль образующей конуса. Затем вставляют калибр в деталь (или надевают на нее) и поворачивают его на часть оборота. Если линии сотрутся неравномерно, то это будет означать, что конус детали обработан неточно.

Калибры для проверки наружных конических поверхностей выполняются в виде конусных втулок (поз. III) или угловых скоб (поз. IV), при использовании которыми конусность контролируется по световой щели или по рискам.

РАЗДЕЛ ПЯТЫЙ

РАЗМЕТКА

Для производства разнообразных разметочных работ слесарь должен располагать специальными измерительными и разметочными инструментами (линейками, рейсмасами, чертилками, кернерами и др.).

Для установки, выверки и закрепления размечаемых деталей используется набор

специальных приспособлений (угольники, вертикальные стойки для измерительных линеек и пр.).

Разметка производится либо непосредственно на верстаках, либо же на разметочных плитах, на которых и располагаются все приспособления и инструменты.

1. РАЗМЕТОЧНЫЕ ПЛИТЫ, ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ

Разметочные плиты отливаются из серого мелкозернистого чугуна. Они имеют ребристую конструкцию, что придает им жесткость при сравнительно небольшом весе.

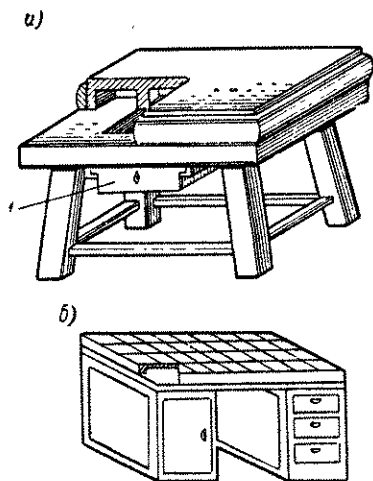


Рис. 28. Разметочные плиты.

Рабочие поверхности разметочных плит должны быть точно обработаны. Во избежание деформации плит в процессе их эксплуатации отливки между черновой и чистой обработкой подвергаются старению (выдержке на воздухе длительное время).

На верхней поверхности крупных разметочных плит протрагивают неглубокие продольные и поперечные канавки глубиной и шириной 1—2 мм, и, таким образом, вся поверхность плиты оказывается разделенной на квадратные участки.

Большие разметочные плиты устанавливаются на специальных подставках (тумбах) с выдвижными ящиками для хранения инструмента (рис. 28, а). Разметочные плиты малых размеров помещаются на столах (рис. 28, б) или же на деревянных подставках и устанавливаются непосредственно на верстаках.

Высота от пола до рабочей поверхности разметочной плиты малых или средних размеров составляет 800—900 мм, а плиты больших размеров — 700 мм. Размер плиты выбирают так, чтобы ее ширина и длина были на 500 мм больше соответствующих размеров размечаемых деталей.

Большие плиты имеют следующие размеры: 1500×3000, 3000×5000, 4000×6000 и 6000×10 000 мм; средние: 500×800, 750×1000 и 1000×1500 мм; небольшие: 100×200, 200×200, 300×300, 300×400, 400×400 и 450×600 мм. Плиты очень больших размеров (например, 6000×10 000 мм) изготавливаются составными из двух или четырех плит, которые скрепляют болтами и шпонками.

Проверка плоскостности разметочных плит осуществляется с помощью точной проверочной линейки и щупа. Для этого линейка накладывается на рабочую поверхность разметочной плиты. Зазоры между линейкой и плитой контролируются щупом. Толщина щупа, который проходит в щель между линейкой и разметочной плитой, не должна превышать отклонений, указанных в табл. 45.

Правильность рабочих поверхностей шабренных разметочных плит, предназначенных для точной разметки, проверяется на краску проверочной линейкой. Число пятен в квадрате 25×25 мм должно быть не меньше 12.

Таблица 45

Отклонения от плоскостности рабочих поверхностей разметочных плит

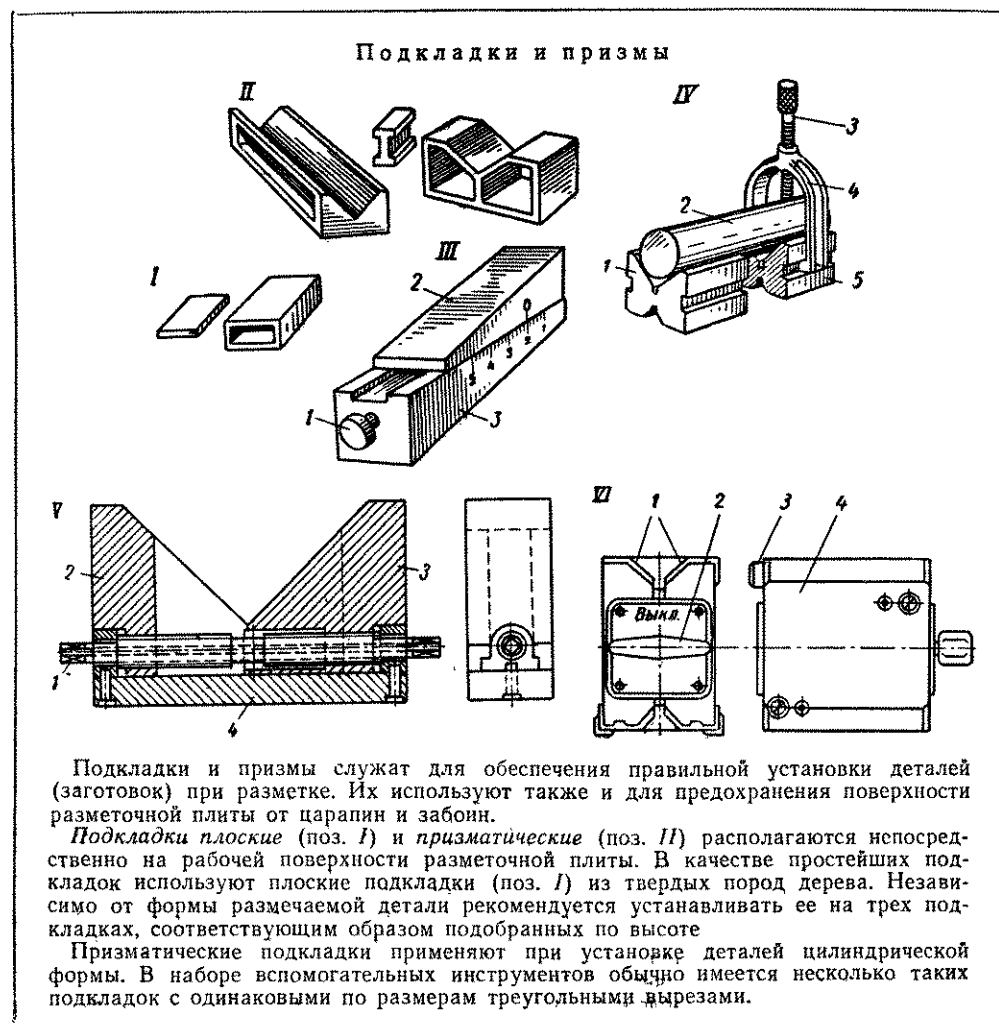
Размеры плиты, в мм	100×200	200×200	200×300	300×300	300×400	400×400	450×600	500×800	750×1000	1000×1500
Предельные отклонения от плоскостности, в мм	±0,03	±0,03	±0,035	±0,035	±0,035	±0,04	±0,04	±0,045	±0,05	±0,06

В тех случаях, когда детали не удается расположить непосредственно на рабочей плоскости разметочной плиты, прибегают к установке их на опорных подкладках, призмах, домкратах, специальных приспособлениях,

кубиках и угольниках, располагающих точно обработанными вертикальными поверхностями, перпендикулярными поверхности плиты (см. рисунки в табл. 46).

Таблица 46

Приспособления для установки, выверки и закрепления размечаемых деталей



Продолжение табл. 46

Помимо простых подкладок (поз. I и II) применяются также призмы и подкладки усовершенствованных конструкций.

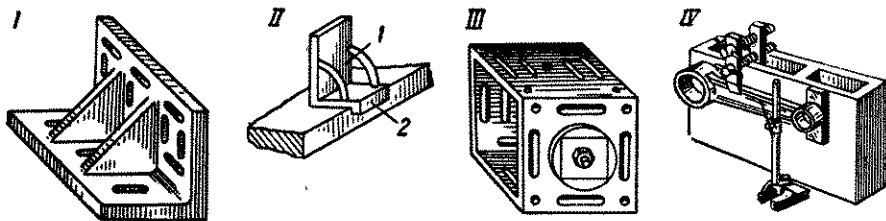
В поз. III изображена конструкция *клиновидной подкладки*, которая представляет собой два точно обработанных соединенных клина 2 и 3. Размечаемая заготовка устанавливается на верхней поверхности клина 2. Ее подъем и опускание производится вращением винта 1. Располагая набором клиньев разной высоты, регулируют расположение заготовок по высоте. На боковой поверхности клина 3 нанесена шкала, позволяющая точно регулировать высоту подкладки.

В поз. IV изображено закрепление валика 2 в призмах 1 и 5 с помощью *скобы-струбины* 4. Деталь удерживается винтом 3. Таким образом, обе руки рабочего остаются свободными.

В поз. V показана *универсальная призма*. При повороте винта 1 щеки призмы 2 и 3, внутри которых закреплены гайки с правой и левой нарезками, перемещаются по Т-образному пазу в основании 4, сдвигаясь и раздвигаясь. Это позволяет устанавливать на таких призмах валы различных диаметров.

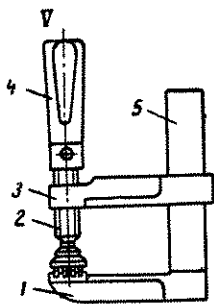
Используются также *магнитные призмы* как электромагнитного действия, так и снабженные керамическими или литыми постоянными магнитами. В этом случае детали типа валов укладывают на призму 1 (поз. VI) до упора в планку 3, перевернутую к корпусу 4. Для надежного закрепления валика на такой призме достаточно повернуть рукоятку 2 на 90°. При повороте ее еще на 90° деталь легко снимается.

Угольники и кубики



Массивные чугунные угольники (поз. I) изготавливают из серого чугуна. Они располагают пазами на горизонтальной и вертикальной полках, которые дают возможность крепить угольник к плите, а также закреплять размечаемые детали на вертикальной полке угольника. В ряде случаев более удобным и производительным оказывается применение *бортового угольника* (поз. II).

Такой угольник 1 имеет выступающую часть 2, которой он базируется по вертикальной стенке разметочной плиты. Этот угольник удобно перемещать за ребра вручную вдоль плиты, а также использовать в качестве базы при перемещении рейсмаса.



Разметочные кубики (поз. III) и *ящики* (поз. IV) изготавливаются пустотелыми из серого чугуна. Обычно они снабжаются ребрами жесткости. Рабочие и установочные поверхности кубиков и ящиков должны быть точно обработаны и взаимно перпендикулярны.

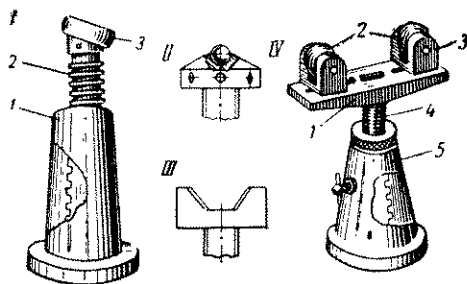
Закрепление размечаемых деталей производится с помощью струбинок (поз. IV) и планок с болтами, для которых в кубиках и ящиках предусмотрены резьбовые отверстия.

Вертикальные плоскости кубиков, ящиков и угольников служат также базами для перемещения рейсмаса на стойке.

В поз. V показана *разметочная струбина*, служащая для закрепления детали на угольнике или кубике. Она состоит из штанги 5, на которой смонтированы две губки — неподвижная 1 и перемещаемая с помощью винта 2 подвижная 3. Винт приводится во вращение рукояткой 4.

Домкраты

Домкраты применяют для установки и выверки деталей сложных форм, а также для установки на разметочной плите тяжелых и громоздких заготовок. Домкраты позволяют регулировать положение деталей (заготовок) по высоте.

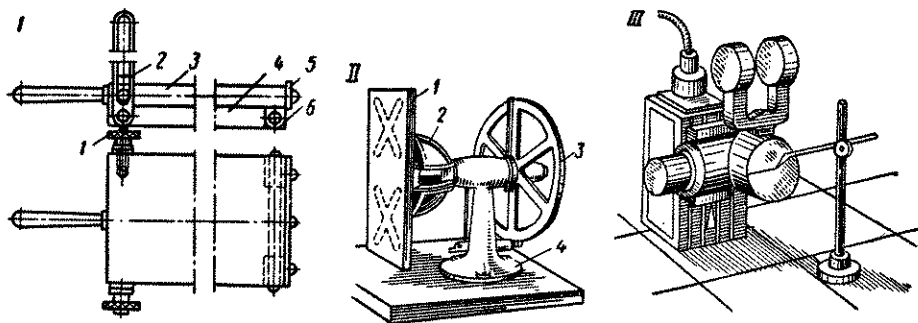


Винтовые домкраты (подпорки) (поз. I) представляют собой пустотелую колонку-корпус 1 с толстыми стенками и уширенным основанием. В колонку ввинчивается стальной винт 2 с опорной головкой 3. В зависимости от надобности винт поднимает или опускает опирающуюся на него часть детали, после чего он стопорится в нужном положении стопорным винтом.

По форме опорной головки различают домкраты с плоской (поз. I), шаровой (поз. II) и призматической (поз. III) опорами.

Роликовый домкрат (поз. IV) дает возможность не только регулировать положение заготовки по высоте, но и свободно поворачивать ее в горизонтальной плоскости, что весьма существенно при разметке тяжелых заготовок. Домкрат имеет корпус 5 с широким основанием и отверстием с резьбой, в которое ввертывается винт 4. На винте установлена плита 1 с кронштейнами 3, в которых вращаются шлифованные закаленные бочкообразные ролики 2. Их можно сдвигать и раздвигать соответственно размерам размечаемых деталей (заготовок).

Специальные поворотные приспособления



Такие приспособления используются в серийном производстве для установки деталей, на которые требуется нанести разметочные риски под различными углами.

Простейшее приспособление этого типа (поз. I) состоит из двух плит — верхней 3 и нижней 4, соединенных между собой шарниром 6. При разметке плиту 3 устанавливают под требуемым углом и закрепляют в стойках 2 при помощи винтов 1. Размечаемая деталь закрепляется на верхней плите и упирается в планку 5.

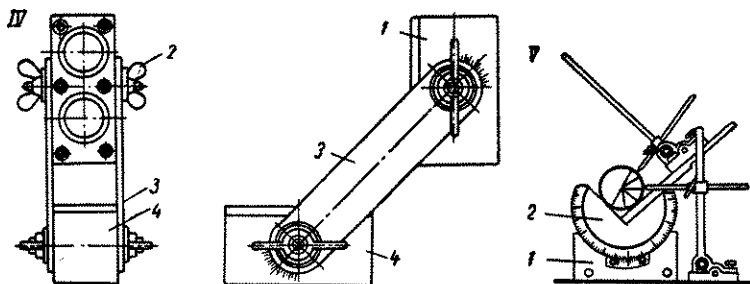
При разметке небольших по размерам стальных деталей для этих же целей применяются **поворотные магнитные приспособления**. В поз. II показано такое приспособление с поворотной магнитной плитой 1, смонтированной в подшипниках массивной стойки-корпуса 4. Плита 1 может поворачиваться с помощью градуированного диска 3 в вертикальной плоскости и с помощью фланца 2 — в горизонтальной плоскости. После поворота положение диска и фланца фиксируется специальными фиксаторами. Это устройство позволяет устанавливать магнитную плиту с деталью под любым углом без перезакрепления детали.

В поз. III представлено приспособление типа кубика, на вертикальной плоскости которого смонтирована электромагнитная плита. Еще более удобными в эксплуатации являются **приспособления на постоянных магнитах**. В этом случае могут использоваться магнитные плиты со специальными переходниками, позволяющими перевести энергию магнитного поля на поверхность, расположенную под заданным углом к разметочной плите.

В поз. IV показана державка для закрепления малых размечаемых деталей с помощью энергии магнитного поля постоянных магнитов.

Державка состоит из двух силовых элементов 1 и 4, в которые вмонтированы постоянные литые магниты. Эти элементы связаны между собой с помощью двух

Продолжение табл. 46

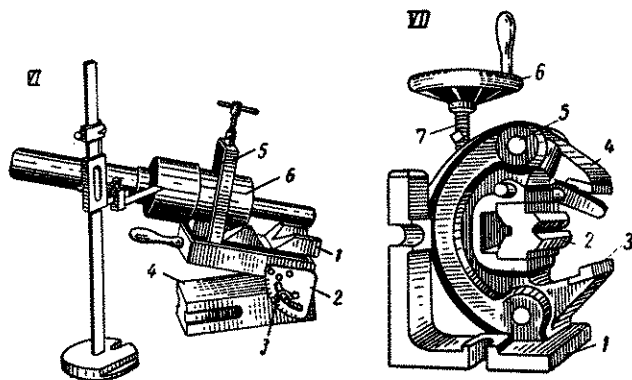


планок 3, привернутых к ним барашками 2. Магнитные элементы могут быть повернуты относительно друг друга на заданный угол (устанавливаются по шкале, нанесенной на корпусах 1 и 4) и закреплены в таком положении.

Максимальная сила притяжения (для магнитов типа ЮНДК-24) составляет 6 кг. В этом случае отсоединение размечаемой детали от силового элемента осуществляется вручную.

Имеются магнитные державки, рассчитанные и на значительно большую силу притяжения.

В практике разметочных работ встречаются и различные специализированные поворотные приспособления, рассчитанные для определенных видов разметки групп деталей. Так, например, на поворотной призме 2, смонтированной в корпусе 1 (поз. V), располагаются детали, на которых требуется разметить риски, размещенные под углом. Угол поворота отсчитывается по круговой шкале с нониусом.



В поз. VI изображено специализированное поворотное приспособление для разметки поверхностей, расположенных под различными углами на цилиндрических деталях. Здесь призма 1 может по шкале на диске 2 поворачиваться на требуемый угол относительно неподвижного корпуса 4 и фиксироваться в этом положении с помощью гайки-барашка 3. Деталь 6 закрепляется на призме 1 с помощью скобы-струбины 5.

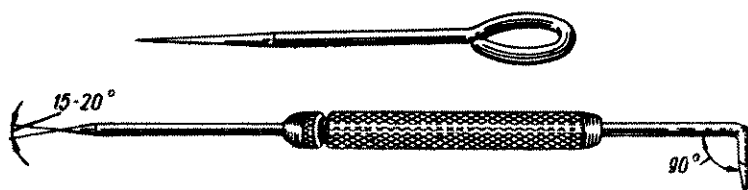
Для разметки шпоночных канавок или отверстий на валах, расположенных под различными углами, могут быть использованы специализированные тиски, смонтированные на угольнике 1 (поз. VII). Губки 3 и 4 при закреплении валика, поворачиваясь на осях 5, прижимают деталь к призме 2. Поворот осуществляется с помощью маховика 6 и винта 7.

Подкладки используют также в целях предохранения рабочей поверхности разметочной плиты от повреждения ее черными поверхностями размечаемых деталей.

Разметку выполняют с помощью следующих инструментов: чертилок, рейсмасов, разметочных циркулей, штангенциркулей и штангенрейсмасов (табл. 47), а также кернеров (табл. 48).

Инструменты для нанесения разметочных рисок

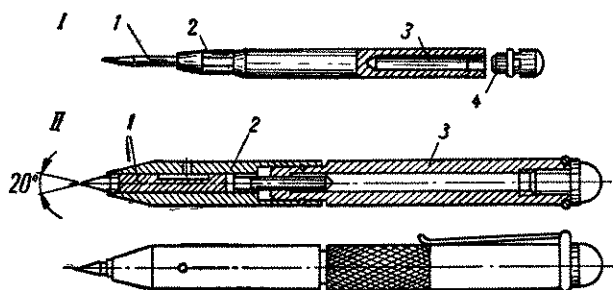
Чертилка круглая



Наиболее простыми инструментами для нанесения разметочных рисок являются чертилки, изготавливаемые из круглой инструментальной стали марки У10 или У12. Длина такой чертилки 150 или 200 мм. Ее рабочий конец закалывают до твердости *HRC* 58—60 на длине 20—30 мм и остро затачивают с углом заострения 15—20°.

Круглые чертилки выполняют прямыми или с отогнутым под 90° концом. В целях повышения износоустойчивости чертилок их концы иногда покрывают тонким слоем твердого сплава. Чертилки применяются при плоскостной разметке.

Круглые чертилки усовершенствованных конструкций



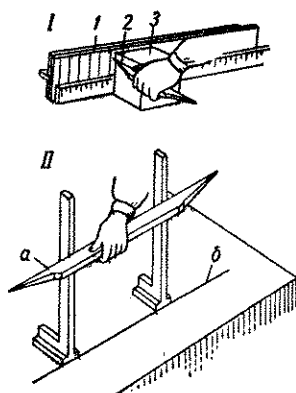
В поз. I показана чертилка со вставными иглами. В корпус 2 чертилки в один конец вставляется игла 1, а в другом имеется закрытое пробкой 4 отверстие 3 для хранения запасных игл. Применение сменных игл позволяет, не прибегая во время работы к их переточке, производить разметку

острым инструментом, что дает возможность получать тонкую риску.

В целях повышения износоустойчивости игл иногда их концы наплавляют твердым сплавом либо же припаивают на них твердосплавную пластинку.

Более усовершенствованной является чертилка со вставленной твердосплавной иглой (поз. II). Здесь на стержне 1 напаяна пластинка из сплава ВК6; стержень помещен во втулку 2, навинченную на алюминиевый корпус 3.

Чертилка плоская (стрелка-линейка)



Чертилки плоские длиной от 200 до 500 мм используются в тех случаях, когда направляющие плоскости, по которым перемещается линейка, не могут быть подведены вплотную к размечаемой поверхности.

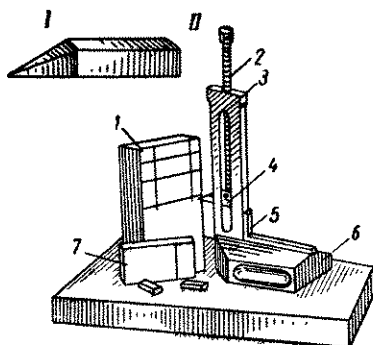
Нижняя сторона *a* такой чертилки (поз. II) представляет собой правильную плоскость. Этой плоскостью чертилка прикладывается к вертикальной поверхности кубика 3, а затем перемещается по ней (поз. I), при этом острие 2 чертилки наносит на вертикальной поверхности детали 1 вертикальные риски.

Вместо кубика можно пользоваться двумя обыкновенными угольниками (поз. II), по вертикальным полкам которых перемещается чертилка. Угольники предварительно устанавливают по риске *b*, проведенной на разметочной плите.

Ребро *a* стрелки-линейки должно быть тщательно обработано. На острия линейки наплавляют твердые сплавы.

Продолжение табл. 47

Чертилка плоская для точной разметки

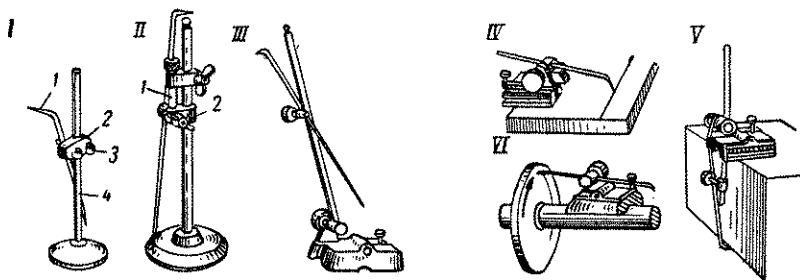


Чертилка плоская для точной разметки (поз. I) изготавливается из стали марок У7—У10, закаливается до твердости HRC 55—58 и шлифуется по всем поверхностям. Она вставляется в паз специальной подставки-обоймы 3 (поз. II), смонтированной на массивном основании 6.

Необходимый размер устанавливается с помощью набора мерительных плиток 5 или 7, располагаемого в обойме, для чего в ней и в основании 6 предусмотрены соответствующие пазы. Винтом 2 чертилка 4 закрепляется в обойме. При перемещении основания по плите чертилкой наносят горизонтальные риски на детали I.

Можно пользоваться плоскими чертилками и без подставки-обоймы.

Рейсмасы



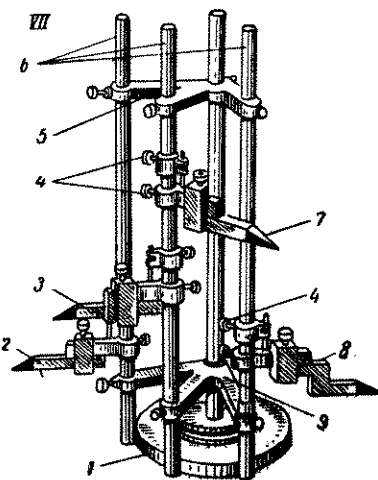
Рейсмас является основным инструментом для проведения на поверхности детали рисок, ориентированных относительно разметочной плиты или других направляющих плоскостей (например, полки угольника и др.). Простейший рейсмас состоит из черилки I (поз. I), расположенной в муфте 2, которая перемещается по вертикальной стойке штатива 4 и закрепляется в нужном по высоте положении винтом 3. Чертилка может быть установлена в муфте под различными углами.

Рейсмас с микрометрическим винтом (поз. II) позволяет производить точную установку острия черилки путем перемещения муфты 2 с помощью точного микрометрического винта I.

Универсальный рейсмас (поз. III) отличается наличием призматических выемок на нижней и боковой поверхностях основания. Это позволяет использовать его для нанесения рисок на деталях разнообразных форм.

В поз. IV показано применение универсального рейсмаса для нанесения рисок на горизонтальной плоскости; в поз. V — на вертикальной плоскости и в поз. VI — для нанесения круговых рисок.

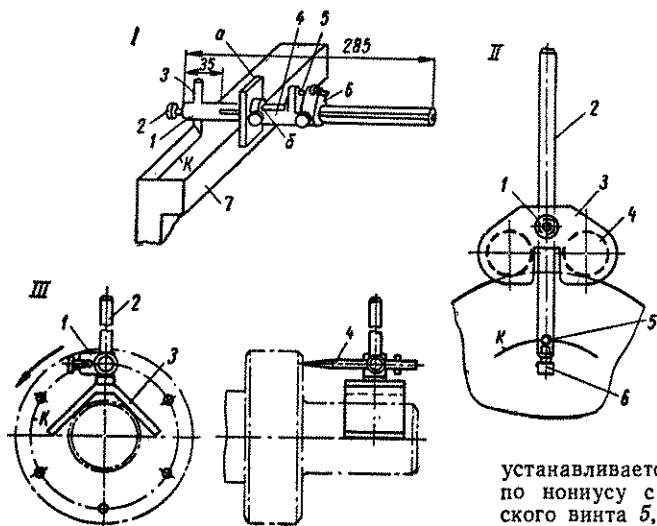
Многоугольные рейсмасы используются при пространственной разметке, а также в тех случаях, когда на детали нужно нанести ряд параллельных рисок. Получили распространение сдвоенные рейсмасы для одновременного нанесения параллельных



рисок двумя чертилками, закрепленными в двух каретках-муфтах, смонтированных на одной направляющей.

В поз. VII показан применяемый для пространственной разметки многоногльчатый рейсмас. Он состоит из основания 1 и вертикальных стоек 6, соединенных направляющими планками 5 и 9. Чертилки 2, 3, 7 и 8 закрепляются на стойках винтами 4. Они имеют вертикальное перемещение и, кроме того, могут поворачиваться вокруг стоек 6 в горизонтальной плоскости.

Специальные рейсмасы



Специальный рейсмас для проведения рисок, параллельных обработанным поверхностям (поз. I), имеет чертилку 3, закрепленную винтом 2 в отверстии валика 1. На цилиндрической поверхности валика нанесены деления миллиметровой шкалы, а на втулке 4 — деления нониуса 6.

При установке рейсмаса для разметки направляющая планка а, связанная со втулкой 4, доводится до базовой поверхности детали 7. Размер от планки а до чертилки предварительно устанавливается по линейке, а точно — по нониусу с помощью микрометрического винта 5, смонтированного в хомуте 6.

Специальный рейсмас для разметки концентрических окружностей (риска к на поз. II) имеет корпус 3 с двумя роликами 4 и стержень 2 с чертилкой 5, закрепленной винтом 6. Стержень перемещается вдоль своей оси на требуемый размер и закрепляется винтом 1.

При вращении стержня 2 ролики будут обкатываться вокруг детали, а чертилка 5 будет прочерчивать при этом круговую линию.

Специальный рейсмас для нанесения круговых рисок на торцовых поверхностях деталей типа валов (поз. III) состоит из основания, призмы 3, стойки 2 и муфты 1, в которой закреплена чертилка 4.

Штангенрейсмасы

Штангенрейсмасы применяются для точной разметки. Стандартный штангенрейсмас (поз. I) состоит из основания 1, штанги 2, рамки 3, закрепляемой на штанге винтом 8, нониуса 4, державки 6, закрепляемой винтом 7, и микрометрической подачи 5 рамки. В рамку 3 вставляются сменные измерительные ножки, которые могут быть также использованы для нанесения рисок на размечаемых деталях. С этой целью ножки специально затачивают, создавая необходимые для разметки режущие лезвия.

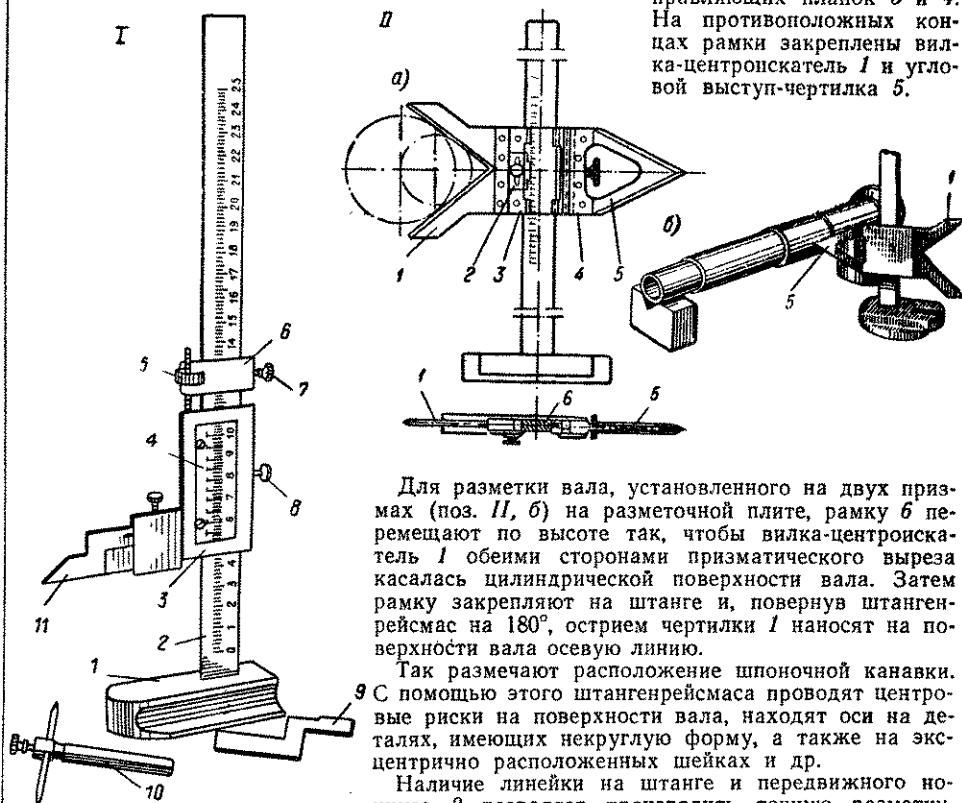
Ножки имеют различное назначение: так, ножка 9 служит для измерения высоты, 11 — для разметки, 10 — для закрепления круглых чертилок.

Способы пользования и отсчета размеров по штангенрейсмасу такие же, как и для штангенциркуля (см. стр. 68).

В ряде случаев находит применение штангенрейсмас усовершенствованной конструкции — с перемещающимися шкалами. Особенность этого инструмента состоит в том, что кроме рамки с чертилкой вдоль штанги можно перемещать и отсчетную шкалу. Перемещение шкалы по высоте позволяет устанавливать нуль шкалы на высоте базовой плоскости детали, что значительно упрощает работу, так как освобождает слесаря от необходимости пересчета размеров.

Продолжение табл. 47

В поз. II, а изображен универсальный центрирующий штангенрейсмас конструкции разметчика К. Ф. Крючка. Здесь на стойке стандартного штангенрейсмаса установлена центрирующая рамка 6, перемещающаяся по стойке с помощью направляющих планок 3 и 4. На противоположных концах рамки закреплены вилка-центроискатель 1 и угловой выступ-чертилка 5.



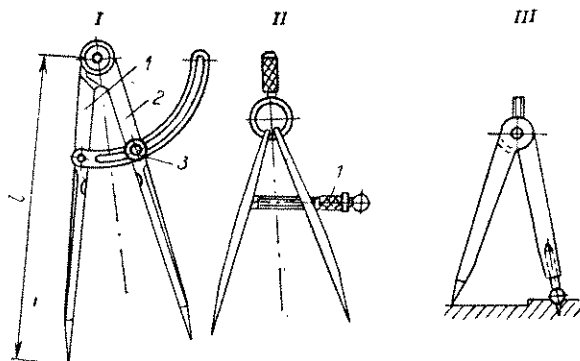
Для разметки вала, установленного на двух призмах (поз. II, б) на разметочной плите, рамку 6 перемещают по высоте так, чтобы вилка-центроискатель 1 обоими сторонами призматического выреза касалась цилиндрической поверхности вала. Затем рамку закрепляют на штанге и, повернув штангенрейсмас на 180° , острием чертилки 1 наносят на поверхности вала осевую линию.

Так размечают расположение шпоночной канавки. С помощью этого штангенрейсмаса проводят центровые риски на поверхности вала, находят оси на деталях, имеющих некруглую форму, а также на эксцентрично расположенных шейках и др.

Наличие линейки на штанге и передвижного нониуса 2 позволяет производить точную разметку.

Для особо точных разметочных работ применяют микрорейсмасы, располагающие точным микрометрическим устройством для отсчета перемещений.

Разметочные циркули



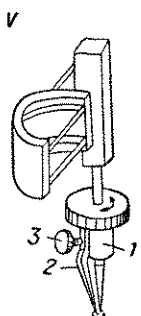
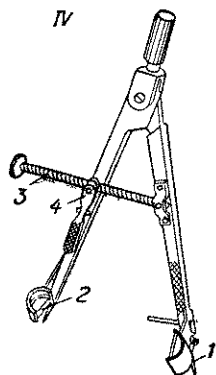
Разметочные циркули используют для разметки окружностей и дуг, для деления отрезков, окружностей и для различных геометрических построений. Циркулями пользуются и для перенесения размеров с измерительных линеек на деталь.

Простой разметочный циркуль (поз. I) позволяет, после того как установлен нужный растров его ножек 1 и 2, зафиксировать это положение заворачиванием винта 3.

Разновидностью конструкции этого циркуля является разметочный циркуль со сменными иглами. При любом разведении ножек иглы можно установить перпендикулярно к размечаемой поверхности.

Пружинный циркуль (поз. IV) служит для более точной разметки. Его установка на нужный размер регулируется отвертыванием и завертыванием разъемной гайки 1 (разъем гайки служит для быстрого передвижения ее по винту).

Разметочный циркуль с шаровым наконечником (поз. V) применяют, когда требуется нанести круговую риску, concentричную уже просверленному отверстию.



Для точной разметки дуг, окружностей и т. п. прибегают к использованию разметочных циркулей с микрометрическим винтом, точно регулирующим раздвижение ножек циркуля.

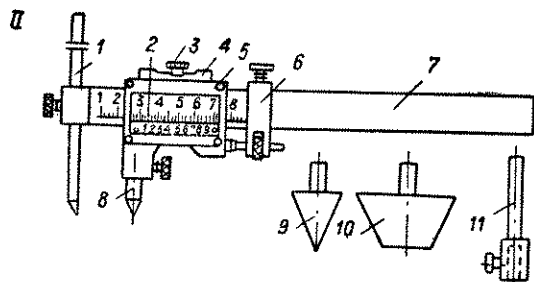
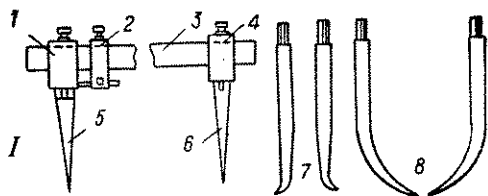
Еще более точным инструментом является циркуль, располагающий кроме микрометрического винта еще двумя оптическими устройствами—линзами (конструкции Л. С. Новикова). Этот циркуль (поз. IV) состоит из двух ножек, снабженных на концах закаленными, хорошо заточенными иглами 1, и двух разъемных линз 2 с пятикратным увеличением. Линзы установлены так, что концы игл находятся в их фокусе. Это дает возможность отчетливо видеть острие иглы и точно совмещать его с делениями масштабной линейки или с рисками раз-

мечаемой детали. Линзы разрезаны осевой плоскостью на две половины, поэтому при сведении ножек могут близко подходить друг к другу. Циркуль снабжен микрометрическим винтом 3 для точной установки размеров и имеет отключающее винт устройство 4 для быстрого разведения ножек при грубой установке.

Для разметки очень малых окружностей на одну из игл циркуля надевают специальное приспособление (поз. V). Оно состоит из втулки 1, свободно вращающейся на цилиндрической части иглы циркуля, и пружинной лапки 2, отжимаемой установочным винтом 3. При помощи винта устанавливается радиус размечаемой окружности. При проведении малых окружностей втулку вращают пальцем вокруг иглы циркуля и одновременно прижимают вниз, чтобы острие пружинной лапки оставляло на металле риску.

Преимущества этого циркуля следующие: удобство при точной установке на заданный размер; повышение точности установки игл; большой диапазон диаметров размечаемых окружностей.

Разметочные штангенциркули



Разметочный штангенциркуль (поз. I) состоит из линейки 3, по которой могут перемещаться движки 1 и 4 с острыми стальными ножками 5 и 6.

На линейке 3 нанесены деления. Для точной установки движок 1 снабжен микрометрическим устройством 2.

Если вместо ножек 5 и 6 ввинтить в штангенциркуль ножки 7 или 8, то его можно превратить в нутромер или кронциркуль для измерения больших размеров.

Для разметки окружностей, центры которых лежат не в одной плоскости, применяется универсальный штангенциркуль конструкции С. В. Ласточкина.

В этом штангенциркуле (поз. II) на линейке 7 закреплена сменная плоская чертилка 1 и перемещается обойма 5 с нониусом 2 и микрометрическим устройством 6 для точной установки.

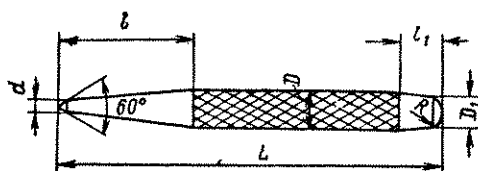
Продолжение табл. 47

В обойму 5 вставляются и закрепляются сменные ножки в виде конусных опор 8, 9 и 10 или удлинители 11 (ножки 9 и 10 — для установки в отверстия детали). Перед окончательной установкой ножек штангенциркуля на размер правильность их положения контролируется с помощью уровня 4. После этого обойма закрепляется винтом 3.

Инструменты для кернения рисок

Таблица 48

Кернеры обыкновенные

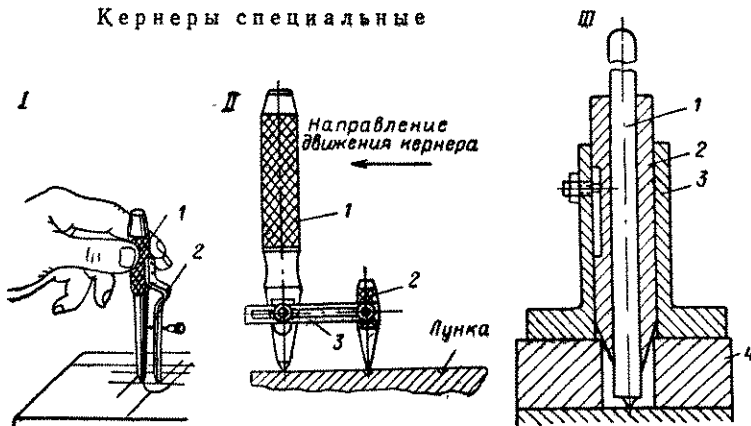


Разметочные кернеры изготавливаются из инструментальной стали марки У7А или реж У8А и подвергаются термообработке до твердости HRC 52—57 на участке длиной l и до твердости HRC 32—40 на участке длиной l_1 . Острие кернера затачивается на шлифовальном станке на конус с углом 60° .

При более точной разметке пользуются малыми кернерами с острием, заточенным под углом 30° — 45° .

У кернера для наметки центров отверстий, подлежащих сверлению, угол заострения делается равным 75° .

Кернеры специальные

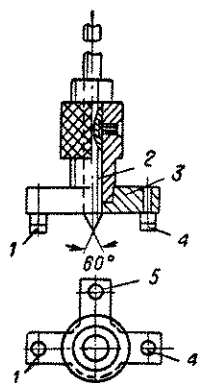


Для накернивания окружностей мелких отверстий, а также закруглений небольших радиусов применяют кернер (поз. I), к корпусу 1 которого двумя винтами прикрепляют пружинящую ножку 2, устанавливаемую в центре накерниваемой окружности или дуги заданного радиуса. Ударами молотка по кернеру наносят углубления на дуге заданного радиуса.

Для разметки ряда мелких отверстий, расположенных на одинаковом расстоянии друг от друга, применяют специальный кернер (поз. II), состоящий из двух кернеров — основного 1 и вспомогательного 2, скрепленных общей планкой 3. Расстояние между ними регулируется в зависимости от шага отверстий при помощи паза в планке 3. Первое углубление накернивают кернером 1. Затем в полученное углубление вставляют кернер 2 и ударом молотка по кернеру 1 накернивают новое углубление. Затем кернер переставляют в следующее положение. Шаг при этом выдерживается постоянным. Достигается повышение производительности и точности разметки.

Для разметки по продерленным отверстиям сопряженной детали 4 (поз. III) применяют специальный кернер 1, свободно перемещающийся во втулке 2. Конус втулки центрируется по отверстию, просверленному в детали 4, и затем вся втулка перемещается на нужное расстояние по высоте и закрепляется в стойке-корпусе 3.

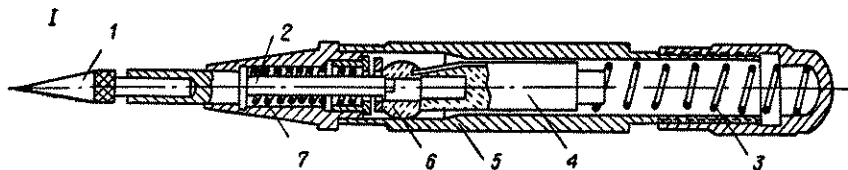
Кернеры для точной разметки



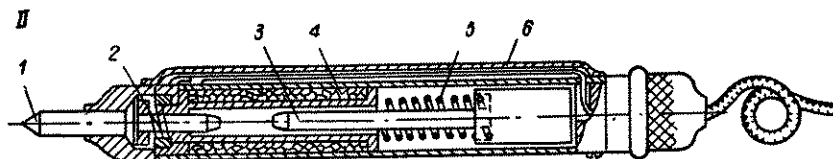
Кернер для точной разметки имеет основание 3, в котором закреплены ножи 1, 5 и 4. Концы ножек выполнены в форме клина. Все три ножки расположены в одной плоскости, а ребро ножки 5 перпендикулярно линии, проходящей через ось кернера и ребра ножек 1 и 4. Ось кернера 2 совпадает с осью симметрии всех трех ножек.

Кернер устанавливают на поверхности размечаемой детали так, чтобы ножки 1 и 4 попали своими острыми кромками на одну из двух взаимно-перпендикулярных рисок, а ножка 5 — на другую. Затем легким ударом по кернеру 2 накернивают деталь.

Механизированные кернеры



Механизированные кернеры не требуют ударов молотками и обеспечивают получение лунок постоянных размеров. Они разделяются на механические (пружинного действия), электрические и пневматические.



Кернер пружинного действия (поз. I) состоит из ударника 4, сухаря 6, двух пружин 3 и 7 и стержня 2. При нажатии на размечаемую деталь острием кернера 1 конец стержня 2, перемещаясь, упирается в сухарь 6, при этом ударник 4 будет перемещаться, сжимая пружину 3. Упершись в ребро заплечика 5, сухарь сдвинется в сторону, и кромка его сойдет со стержня 2. В этот момент ударник под действием сжатой пружины 3 наносит удар по концу стержня с кернером. Сразу же после этого пружина 7 восстанавливает начальное положение кернера. Сила удара (10—15 кГ) регулируется колпачком, сжимающим пружину 3.

Электрический кернер (поз. II) состоит из корпуса 6, пружин 2 и 5, ударника 3, катушки 4 и кернера 1. При нажатии установленным на риске острием кернера электрическая цепь замыкается, и ток, проходя через катушку, создает магнитное поле, а ударник мгновенно втягивается в катушку и наносит удар по стержню кернера. Во время переноса кернера в другую точку пружина 5 размыкает цепь, а пружина 2 возвращает ударник в исходное положение. Электрический кернер отличается высокой производительностью.

Принцип действия пневматического кернера подобен принципу работы пневматического молотка и заключается в следующем. При нажатии пятаком пускового устройства на размечаемую деталь сжатый воздух попеременно направляется в верхнюю или нижнюю полость рабочего цилиндра, при этом плунжер совершает возвратно-поступательное движение в цилиндре и ударяет по сменному кернеру.

При разметке используются также различные измерительные инструменты: стальные рулетки (для грубых обмеров), масштабные линейки, кронциркули, нутромеры, штангенциркули, угольники, угломеры и малки, описание которых было приведено в четвертом разделе.

Закрепление измерительных масштабных линеек при разметке осуществляется в специальных вертикальных угольниках-стойках. Линейка 2 (рис. 29, а) закрепляется в стойке 3 винтом 1.

На рис. 29, б показан угольник-стойка улучшенной конструкции. Здесь линейка 1 закреплена в ползуне 2 и при вращении винта 3 перемещается вместе с ползуном вверх и вниз. Благодаря этому оказывается возможным, не открепляя линейки, быстро и точно устанавливать ее нулевое деление на требуемой высоте. Это особенно важно в тех случаях, когда деталь расположена не непосредственно на плите, а на подкладках или призмах.

При отсчете показаний по линейке глаз измеряющего должен быть расположен примерно в одной плоскости с делением линейки, по которому производится отсчет.

При несоблюдении этого правила возможны значительные ошибки.

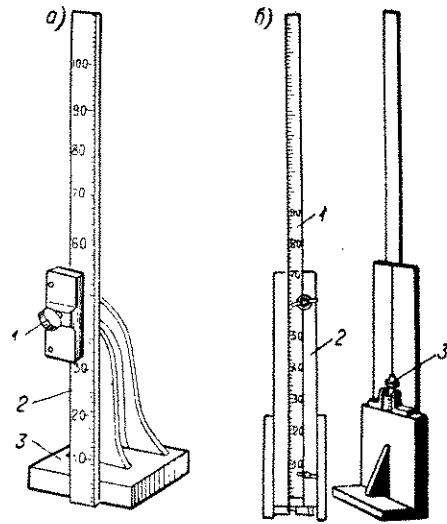


Рис. 29. Вертикальные стойки для измерительных линеек.

2. ПОДГОТОВКА ДЕТАЛЕЙ К РАЗМЕТКЕ

Прежде чем приступить к разметке, слесарь должен тщательно осмотреть заготовку и определить, выйдет ли из нее деталь требуемых размеров и нет ли в заготовке дефектов (трещин, глубоких раковин и пр.). Затем нужно изучить чертеж и наметить план разметки. Все размеры, связанные с разметкой, должны быть рассчитаны.

До установки деталей на разметочную плиту их необходимо очистить от ржавчины, грязи и окалины.

Наносимые на поверхностях детали разметочные риски должны быть хорошо заметны. Для этого размечаемые поверхности окрашивают. Точно обработанные по-

верхности покрывают тонким слоем медного купороса или лака. На грубые поверхности кисточкой наносят раствор мела в воде. Составы, с помощью которых покрываются размечаемые поверхности, должны обладать способностью быстро высыхать на воздухе.

В целях экономии времени и краски размечаемые поверхности следует окрашивать не целиком, а только в тех местах, где будут наноситься разметочные риски. Ширина окрашенной полосы принимается в пределах от 20 до 50 мм.

В табл. 49 приведены основные сведения о способах подготовки поверхностей под разметку.

Таблица 49

Способы подготовки поверхностей детали перед разметкой

Отметка поверхностей		Окраска поверхностей		
под окраску	под покрытие раствором медного купороса	мелом	медным купоросом	спиртовым лаком
Стальными скребками и металлическими щетками	То же, и обезжиривание в растворе едкого натра или каустической соды (100 г на 1 л воды)	1) раствором мела (на 8 л воды 1 кг мела и 1 кг столярного клея), 2) обыкновенным сухим мелом	Раствором медного купороса (3 чайные ложки медного купороса на 1 стакан воды)	1) раствором шеллака в спирте с добавкой фуксина; 2) быстро сохнущим черным лаком

3. ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ НАНЕСЕНИЯ РАЗМЕТОЧНЫХ РИСКОВ

При проведении риска чертилка должна быть наклонена, во-первых, в сторону от линейки (рис. 30, а) и, во-вторых, по на-

правлению перемещения чертилки (рис. 30, б). Угол наклона в обоих случаях должен составлять около 75° — 80° . Эти углы наклона не должны изменяться в процессе нанесения риска, так как в противном случае риски будут непараллельны линейке.

При нанесении риска чертилку нужно все время прижимать к линейке, которая в свою очередь должна плотно прилегать к детали. Рисуку проводят только один раз, тогда она получается чистой и правильной. При повторном проведении риска попасть точно в то же место первой риски невозможно. Если линия нанесена плохо, ее следует закрасить и нанести вновь. На рис. 30, в и г показаны правильное и неправильное положения острия чертилки относительно линейки.

Разметку сложных деталей начинают с нанесения основных центровых риско- осей. Затем, исходя из них, проводят сначала все горизонтальные, потом все вертикальные и в конце все наклонные риски (табл. 50—52).

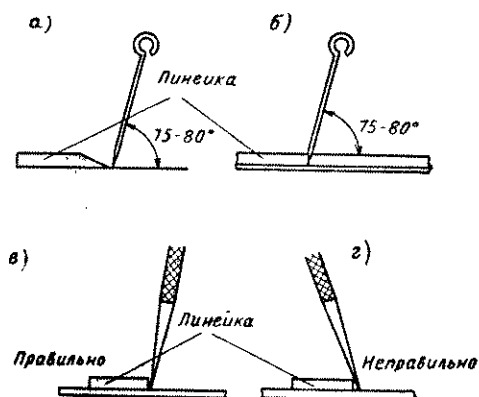
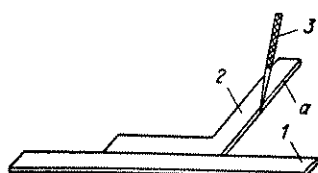


Рис. 30. Схемы положений чертилки при нанесении риска по линейке.

Таблица 50

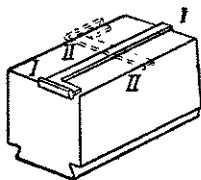
Нанесение перпендикулярных рисков при плоскостной разметке

При помощи угольника и линейки



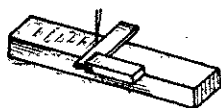
Первую риску проводят по линейке, а затем несколько выше той точки, где требуется восстановить перпендикуляр, наносят углубление кернером (в точке а). После этого к линейке 1 прикладывают полку угольника 2 так, чтобы вторая его полка проходила через керн а. Вдоль этой полки чертилкой 3 наносят риску, перпендикулярную первой.

При помощи угольника с полкой от разметочной плиты



Деталь (заготовку) кладут в угол разметочной плиты и слегка прижимают грузом, чтобы она не сдвигалась в процессе разметки. Первую риску проводят по угольнику, полку которого прижимают к боковой поверхности разметочной плиты (положение угольника I—I). После этого угольник прикладывают полкой к другой боковой поверхности (положение II—II) и проводят вторую риску, которая будет перпендикулярна первой.

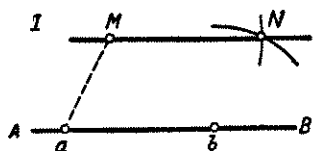
При помощи угольника с полкой от обработанных кромок детали



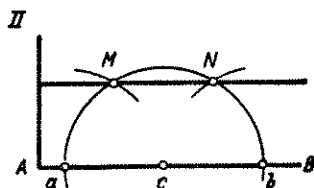
Этот случай аналогичен предыдущему, с той лишь разницей, что базами для угольника с полкой служат боковые поверхности детали, а не разметочной плиты.

Предполагается, что боковые поверхности детали предварительно обработаны и взаимно перпендикулярны.

Проведение через заданную точку M прямой, параллельной прямой AB

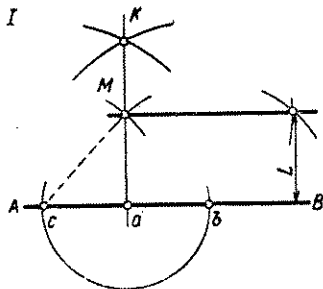


1-й способ (поз. I). На прямой AB берутся произвольные точки a и b . Одна из них a соединяется с точкой M . Из точки b проводится дуга радиусом ab , а из точки M — дуга радиусом aM . На пересечении проведенных дуг находится точка N . Прямая, проведенная через точки M и N , будет параллельна прямой AB .

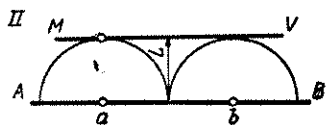


2-й способ (поз. II). Из произвольной точки c на прямой AB радиусом cM проводится полуокружность, пересекающая прямую AB в точках a и b . Эту полуокружность пересекают из точки b , как из центра, дугой радиусом aM в точке N . Прямая MN будет параллельна прямой AB .

Проведение прямой, параллельной заданной прямой AB , на определенном от нее расстоянии L

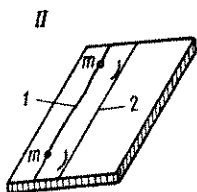
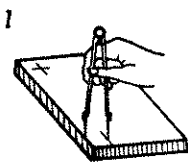


1-й способ (поз. I). В произвольной точке a заданной прямой AB восстанавливается перпендикуляр aK , на котором от точки a откладывается заданный отрезок L ($aM = L$). Затем задача решается рассмотренными выше способами построения.



2-й способ (поз. II). Из произвольных точек a и b на прямой AB проводятся дуги радиусом L . Прямая, касательная к этим дугам, будет параллельной к заданной прямой AB и отстоять от нее на расстоянии L . Способ этот требует, однако, больших навыков.

При помощи разметочного циркуля

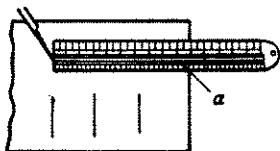


вольные точки m , из них заданным радиусом также проводят две дуги (поз. II) и затем — касательную к ним риску 2.

За разметочную базу (начало отсчета) принимают одну из обработанных сторон заготовки. Устанавливают раствор ножек циркуля на необходимый размер и одну из них располагают на базовой поверхности (ребре) заготовки, а острием второй делают две засечки-дуги заданного радиуса (поз. I); затем проводят риску 1, касательную к этим дугам. Выбрав на риске 1 две произ-

Продолжение табл. 51

При помощи масштабной линейки



Выбирают торец или ребро заготовки за начало отсчета — базу. Масштабную линейку накладывают на размечаемую поверхность, совмещая деление отсчитанного размера a с базой и по нулевому делению линейки чертилкой наносят метку. Такую же метку наносят и с другой стороны заготовки и соединяют их прямой линией.

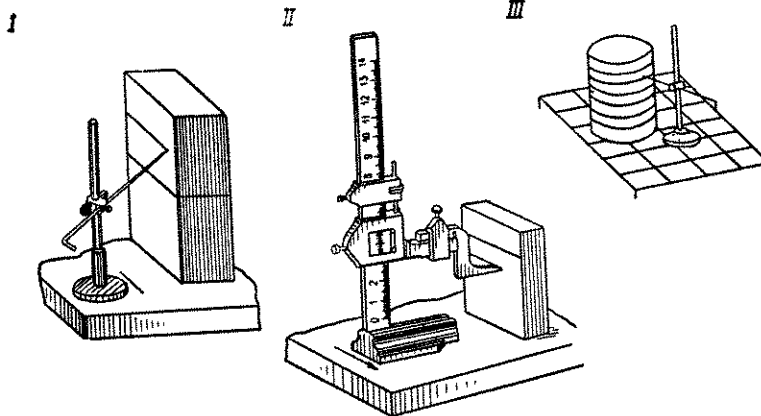
При помощи угольника с полкой

Наносят, как указано в предыдущем случае, одну метку и, ориентируясь на нее, проводят прямую линию. Затем так же наносят метку для второй линии и вновь проводят риску по угольнику.

Таблица 52

Нанесение рисок при пространственной разметке

Нанесение горизонтальных рисок

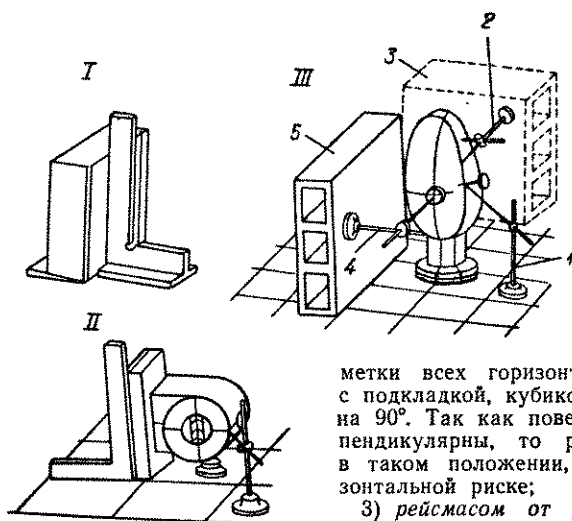


Нанесение горизонтальных рисок на деталях типа кубика возможно и методами плоскостной разметки (при помощи чертилки, линейки и угольника), однако точность размеров и параллельность рисок при разметке рейсмасом, базирующимся от разметочной плиты, будет значительно выше.

При помощи рейсмаса (поз. I) и штангенрейсмаса (поз. II) можно наносить разметочные риски на деталях любой формы, например на цилиндрах (поз. III).

Установка рейсмаса по высоте производится с помощью линейки на стойке по рис. 29.

Нанесение вертикальных рисок



Нанесение вертикальных рисок может производиться одним из следующих способов:

1) чертилкой по угольнику с широкой полкой (поз. I). Этот способ аналогичен способу нанесения вертикальных рисок при плоскостной разметке и имеет ряд недостатков;

2) рейсмасом с поворотом детали на 90° (поз. II).

В этом случае после раз-

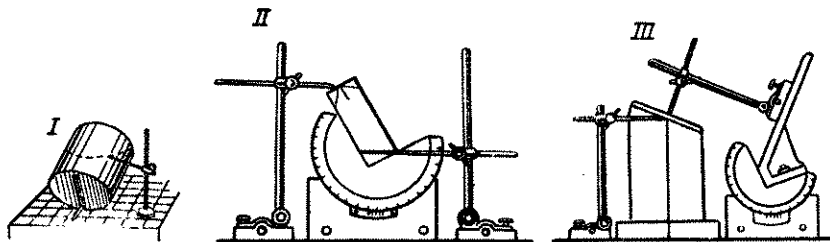
метки всех горизонтальных линий деталь вместе с подкладкой, кубиком или ящиком поворачивается на 90° . Так как поверхности кубиков взаимно перпендикулярны, то риска, проведенная рейсмасом в таком положении, будет перпендикулярна горизонтальной риске;

3) рейсмасом от разметочных ящиков, кубиков или призм без поворота детали (поз. III). Рейс-

масом 1 проводится горизонтальная риска, а рейсмаами 2 и 4, установленными на разметочных ящиках 3 и 5, — вертикальные риски.

К этому способу прибегают в тех случаях, когда невозможна разметка по второму способу.

Нанесение наклонных линий



Разметка наклонных рисок осуществляется одним из следующих способов:

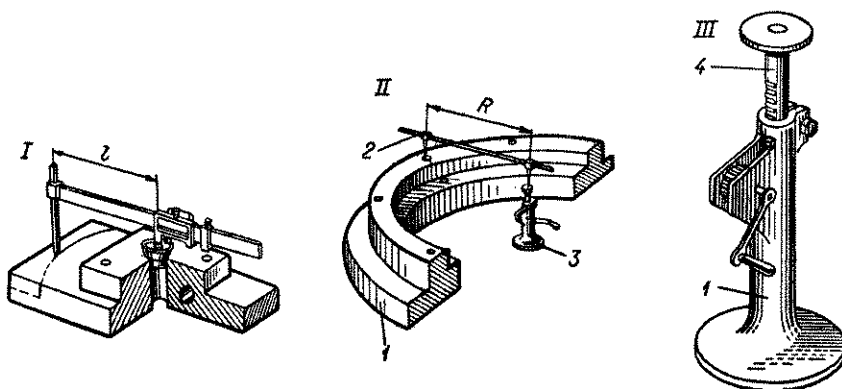
1) ручной чертилкой по малке или уголку. Этот способ универсален, однако он не дает большой точности и его не всегда можно осуществить;

2) путем предварительного наклона размечаемой детали на заданный угол по отношению к разметочной плите. Если требуется разметить под определенным наклоном срез у цилиндра, то проще всего наклонить на заданный угол (с контролем по уголку) сам цилиндр (поз. I) и в этом положении провести рейсмасом от плиты горизонтальную риску.

Для наклона детали весьма удобно использовать универсальные поворотные приспособления — призмы, площадки и пр. На призму может устанавливаться как деталь (и затем поворачиваться на требуемый угол по шкале, поз. II), так и рейсмас на стойке (поз. III).

3) с помощью геометрических построений. Приемы таких построений те же, что и при плоскостной разметке.

Нанесение круговых рисок



Для нанесения круговых рисок на поверхностях, лежащих в разных плоскостях, применяются универсальные или специальные разметочные циркули. В поз. I показан пример использования универсального разметочного штангенциркуля конструкции С. В. Ласточкина (см. табл. 47) при разметке дуги, находящейся на расстоянии l от центра уже просверленного отверстия.

Для разметки отверстий, расположенных на определенном радиусе, отсчитываемом от центра крупной цилиндрической детали, используют циркуль в сочетании с выдвижным центром, устанавливаемым в центре размечаемой окружности (поз. II). В этом случае одну из ножек циркуля 2 устанавливают в углубление выдвинутого центра 3, а второй ножкой, разведенной на расстояние радиуса R , проводят засечку на торце детали 1.

Шпиндель 4 выдвижного центра 1 (поз. III) при помощи рукоятки 2, зубчатого колеса и рейки выдвигается на требуемую высоту до горизонтального расположения циркуля.

4. ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ КЕРНЕНИЯ

Во время работы разметочные риски можно затереть руками так, что они станут плохо заметны. Поэтому после нанесения рисок производят их накернивание. Центры этих накерниваемых углублений (кернов) должны располагаться точно на

располагают с шагом 20—100 мм; на коротких рисках, а также в углах, перегибах и закруглениях берут шаг 5—10 мм.

Керны необходимо ставить на пересечениях рисок и закруглениях. Обработанные поверхности точных деталей обычно не накернивают либо же ставят керны на продолжении рисок — на боковых сторонах детали.

При кернении кернер удерживают тремя пальцами левой руки. Наставив его острый конец на разметочную риску так, чтобы коническое острие совпало с серединой риску, кернер наклоняют в сторону от себя (рис. 31, а). Найдя нужную точку и прижав к ней острие кернера, быстро поворачивают его до вертикального положения (рис. 31, б), после чего правой рукой наносят удар по тупому концу кернера. В момент удара молотка вертикальное положение кернера фиксируют пальцем (рис. 31, в).

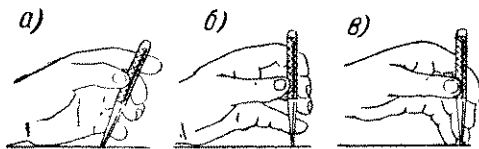


Рис. 31. Приемы накернивания рисок.

разметочных линиях, с тем чтобы после обработки детали на ее поверхности осталась несрезанной половина керна. На длинных рисках простого очертания керны

5. СПОСОБЫ ОТЫСКАНИЯ ЦЕНТРОВ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

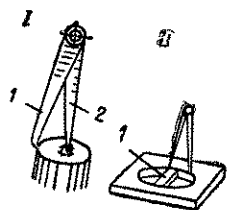
При слесарной обработке деталей цилиндрической формы часто возникает необходимость отыскания центра окружно-

сти. Это достигается различными способами, основные из которых указаны в табл. 53.

Таблица 53

Способы отыскания центров окружностей

При помощи циркуля-центроискателя и штангенциркуля

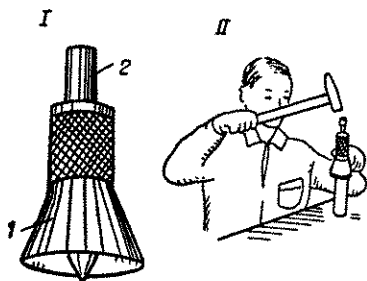


Касаясь отогнутой ножкой 1 циркуля-центроискателя наружной цилиндрической поверхности детали (поз. I), острой прямой ножкой 2 делают на торце детали четыре засечки, проходящие приблизительно через центр. Центр окружности намечается кернером на глаз в середине между этими засечками.

В деталях с отверстием центр его находят таким же способом, предварительно забивая в отверстие планку 1 из дерева (поз. II).

При разметке крупных деталей для нахождения центра окружности применяют штангенциркули соответствующих размеров, которыми пользуются так же, как и циркулем-центроискателем.

При помощи центронаметчика

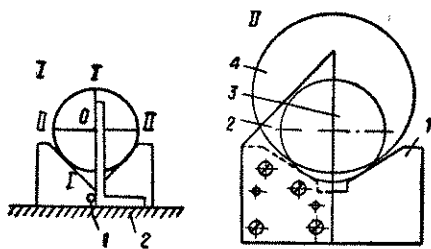


Центронаметчик напоминает пустотелую коническую воронку 1, в центре которой размещается кернер 2 (поз. I).

При отыскании центра отверстия воронка 1 надевается с торца на цилиндрическую деталь так, чтобы деталь достаточно точно центрировалась этой воронкой-коллаком. Затем по верхнему концу кернера наносится удар молотком (поз. II).

Точная разметка будет обеспечена в том случае, если торец детали подрезан правильно и керн-центроискатель установлен перпендикулярно к торцу детали.

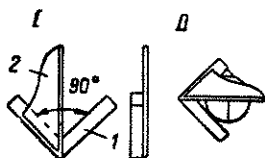
При помощи специальной призмы



Специальная призма имеет на торце упорный штифт 1 (поз. I), расположенный с таким расчетом, что придвинутый к нему угольник 2 наружной стороной вертикальной полки делит угол призмы на две равные части; при этом риска 1—1 обязательно пройдет через центр установленной на призме детали цилиндрической формы. Вторую риску 2—2 проводят после поворота детали примерно на 90° . Пересечение этих двух рисков и будет центром окружности.

Применяют также специальную призму 1, к торцу которой привернута пластина 2 (поз. II) так, что ее вертикальное ребро строго перпендикулярно основанию призмы. Установив вал 3 или 4 на призму, по ребру планки 2 проводят риску на торце вала. Затем после поворота его на 90° проводят вторую риску.

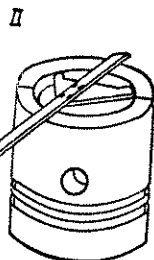
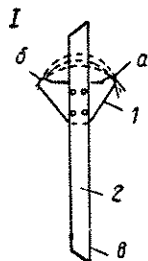
При помощи наружных угольников-центроискателей



Угольник-центроискатель состоит из угольника 1 и линейки 2 (поз. I). Деталь помещается между внутренними полками угольника, линейка 2 при этом располагается на торце детали, по ней и проводят чертилкой первую риску. Затем деталь поворачивают на 90° (поз. II) и так же проводят вторую центровую риску.

Продолжение табл. 53

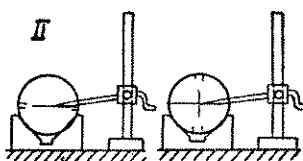
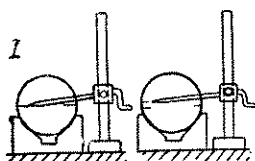
При помощи внутренних центроискателей



Внутренний центроискатель (поз. I) состоит из упорной планки 1, которая прикреплена к линейке 2 так, что кромка в линейки делит пополам угол между концами а и б планки 1.

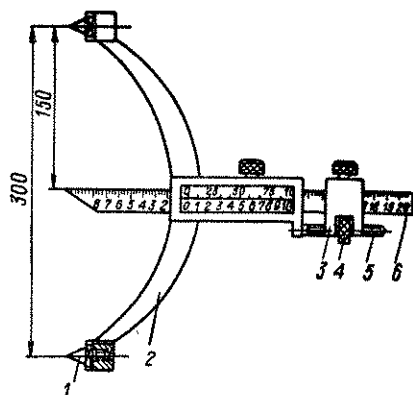
При отыскании центра отверстия в случае деления кольца на части упорная планка вставляется в отверстие и концами а и б прижимается к его стенкам (поз. II). В таком положении проводится первая риска. Затем после поворота центроискателя проводится вторая центровая риска.

При помощи рейсмаса



Чертилку рейсмаса ставят примерно посередине и проводят две короткие риски (поз. I). Затем поворачивают деталь в призме на 180° и прочерчивают еще две короткие риски. После этого чертилку ставят посередине обеих рисков и проводят длинную риску (поз. II). Затем деталь поворачивают примерно на 90° и проводят вторую длинную риску.

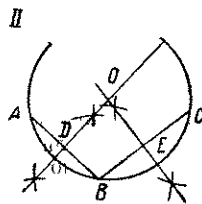
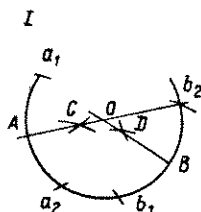
При помощи специального прибора для отверстий больших радиусов



На концах корпуса 2 прибора расположены центры 1 и штангенустройство, состоящее из штанги 6, рамки 3, гайки 4 и винта 5.

Если известна дуга окружности, то прибор устанавливают так, чтобы один из центров при вращении описывал дугу окружности заданного радиуса. В этом случае острие штанги оказывается установленным в центре окружности. Ориентируясь по нему, проводят риски и накернивают центр.

При помощи геометрических построений



Из произвольных точек А и В на данной окружности (поз. I) или дуге ее делают засечки произвольного радиуса: $Bb_1 = Bb_2 = Aa_1 = Aa_2$.

Точки a_1, a_2, b_1 и b_2 слегка накернивают и затем из этих точек радиусом, равным примерно $\frac{2}{3}$ длины хорд a_1a_2 и b_1b_2 , делают засечки, которые пересекутся в точках С и D.

Центр окружности или дуги будет лежать в точке О на пересечении рисков, проведенных из точек А и В через точки С и D и продолженных до их пересечения.

Эта же задача может быть решена и другим способом. На окружности или дуге ее выбирают три произвольные точки A , B и C (поз. II) и слегка накернивают их. Затем проводят хорды AB и BC и делят эти хорды пополам перпендикулярами¹. Точка O , лежащая на пересечении перпендикуляров, восстановленных из точек D и E , и будет искомым центром окружности.

Способ отыскания центров окружностей и дуг с помощью геометрических построений является наиболее точным.

¹ Способ проведения перпендикулярных рисок при геометрическом построении см. в табл. 50 на стр. 103.

6. СПОСОБЫ ПОСТРОЕНИЯ УГЛОВ

Положение наклонной линии на чертеже может быть определено размерами катетов, одним линейным размером с указанием уклона или углом наклона. В зависимости от того, как задано положение наклонной

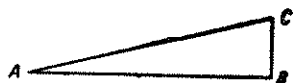
линии, принимается тот или иной способ разметки (табл. 54).

Способы деления углов на две и три равные части приведены в табл. 55.

Таблица 54

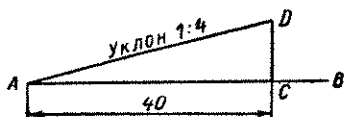
Способы проведения наклонных рисок

По размерам катетов



Проводят риску, на которой откладывают отрезок AB . Из конца этого отрезка восстанавливают перпендикуляр и откладывают на нем отрезок BC . Соединив точки A и C , получают искомую наклонную линию.

По одному линейному размеру и уклону

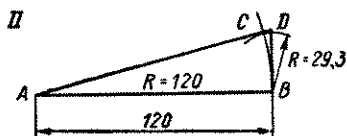
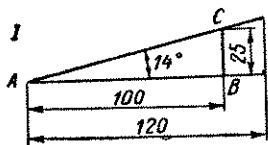


Надпись «Уклон 1:4» означает, что на каждые 4 мм длины (по горизонтали) наклонная линия поднимается (или опускается) на 1 мм.

При построении все размеры увеличивают в 10 или другое число раз. Это повышает точность построения.

На горизонтальной риске AB откладывают отрезок AC длиной 40 мм. Из точки C восстанавливают перпендикуляр, на котором откладывают отрезок CD длиной 10 мм. Прямая AD будет иметь уклон 1:4 = 10:40.

По углу наклона



Проведение наклонной линии в этом случае осуществляется одним из следующих способов:

1) с помощью малки или угольника. Этот способ не дает высокой точности, особенно при разметке деталей очень малых и очень больших размеров;

2) построением угла с помощью тригонометрических зависимостей (поз. I). Из тригонометрии известно, что, например, $\operatorname{tg} 14^\circ = \frac{BC}{AB}$. По таблице тангенсов находят: $\operatorname{tg} 14^\circ = 0,24933 \approx 0,25$, или $\operatorname{tg} 14^\circ = \frac{25}{100}$.

По значению тангенса угла строят сам угол. Для этого на горизонтальной риске откладывают

отрезок $AB = 100$ мм; из точки B восстанавливают перпендикуляр, на котором откладывают отрезок $BC = 25$ мм. Линия AC и будет искомой наклонной линией;
 3) *построением по длине хорды угла при $R = 1$ (поз. II)*. Это построение основано на том, что любой угол можно рассматривать как центральный.

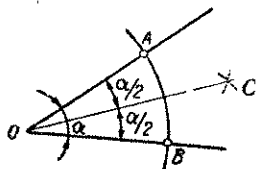
На горизонтальной риске слегка накернивают точки A и B на отрезке $AB = 120$ мм и восстанавливают перпендикуляр BD . Из точки A проводят дугу радиусом AB . Затем находят длину хорды при $R = 1$ для центрального угла 14° : $S = 0,2437$. Очевидно, что для радиуса, равного не 1, а 120 мм, $S = s \times R = 0,2437 \times 120 = 29,244 \approx 29,3$ мм.

Из точки B проводят дугу радиусом 29,3 мм до пересечения в точке C с дугой радиусом 120 мм, проходящей через точку B . Соединив точки A и C и продолжив эту прямую до пересечения с перпендикуляром BD , получают искомую наклонную линию AD .

Таблица 55

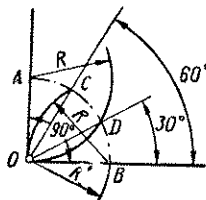
Деление углов на равные части

Деление любого угла на две равные части



Из вершины угла O произвольным радиусом проводят дугу AB . Из точек A и B делают засечки одним и тем же радиусом. Проводят прямую через точки O и C . Прямая OC делит данный угол на две равные части.

Деление прямого угла на три равные части



Из вершины O произвольным радиусом проводят дугу до пересечения со сторонами угла; из точек пересечения A и B дугами того же радиуса пересекают дугу AB в точках C и D , затем соединяют точки пересечения дуги D и C с вершиной угла O . Прямые OD и OC делят прямой угол на три равные части.

7. РАЗМЕТКА РАЗЛИЧНЫХ СОПРЯЖЕНИЙ ПРИ ПОМОЩИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПОСТРОЕНИЙ

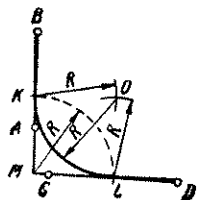
В машиностроении сечения поверхностей в большинстве случаев образованы плавными сопряжениями двух прямых, прямой с дугой, окружности с дугами двух радиусов и т. д. Эти плавные сопряжения часто размечают «методом попыток», т. е. размечают приближенно, затем проверяют ре-

зультат измерениями, вносят поправки и так постепенно добиваются нужных результатов. Этот метод непроизводителен и часто не обеспечивает заданной точности.

Во всех отношениях более рациональным является метод разметки при помощи геометрических построений (табл. 56).

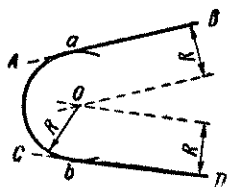
Способы разметки различных сопряжений

Дуга, касательная к двум прямым, образующим прямой угол



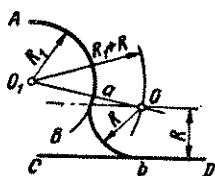
Две взаимно перпендикулярные прямые AB и CD продолжают до пересечения в точке M . Затем из этой точки, как из центра, проводят дугу радиусом R , которая пересекает данные прямые в точках K и L . Из этих точек тем же радиусом R делают две засечки, которые пересекутся в точке O . Эту точку слегка накернивают и из нее проводят дугу радиусом R , которая будет касательной к AB и CD и соединит их плавным закруглением.

Дуга, касательная к двум прямым, образующим произвольный угол



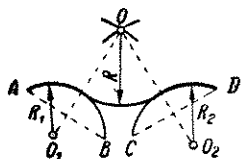
На расстоянии R от заданных прямых AB и CD проводят параллельно им две вспомогательные прямые, которые пересекутся в точке O . Проводя из точки O дугу радиусом R , строят искомую дугу, которая плавно соединит прямые AB и CD .

Дуга, касательная к другой дуге и к прямой



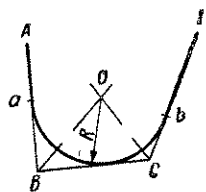
AB — дуга заданного радиуса с центром в точке O_1 ; R — радиус, которым нужно провести дугу, касательную к дуге AB и прямой CD . На расстоянии R от прямой CD проводят параллельную ей вспомогательную прямую. Затем из центра O_1 проводят дугу радиусом $R + R_1$. Пересечение этой дуги со вспомогательной прямой и даст центр O . Эту точку накернивают и из нее, как из центра, проводят дугу радиусом R , которая соединит заданные прямую и дугу плавным закруглением.

Дуга, касательная к двум другим дугам



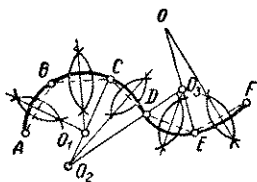
Из центров O_1 и O_2 двух заданных дуг AB и CD радиусами $R_1 + R$ и $R_2 + R$ делают две засечки, которые пересекутся в точке O . Это и есть искомый центр. Проведенная заданным радиусом R из центра O дуга будет касательной к заданным дугам AB и CD .

Дуга, касательная к трем прямым



Заданы три прямые AB , BC и CD . Углы ABC и BCD делят пополам. Затем проводят биссектрисы этих углов до их пересечения в точке O , которая и будет центром искомой дуги.

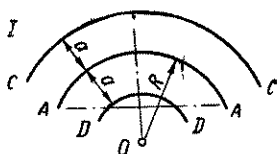
Плавная кривая, проходящая через ряд точек



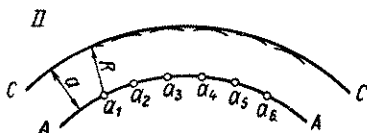
Заданные точки слегка накернивают и соединяют прямыми. Затем находят центр O_1 дуги, проходящей через три точки A, B и C , и из него радиусом $O_1A = O_1B = O_1C$ проводят дугу ABC . Потом наносят прямую, делящую отрезок CD пополам, и находят точку O_2 пересечения этой прямой с продолжением радиуса O_1C . Точка O_2 будет центром дуги CD , которая плавно соединится с дугой ABC .

Таким же способом, проведя прямую, делящую пополам отрезок DE , находят точку O_3 пересечения этой прямой с продолжением прямой O_2D . Точка O_3 будет центром дуги DE . Так же проводят остальные дуги.

Дуга, концентричная заданной дуге



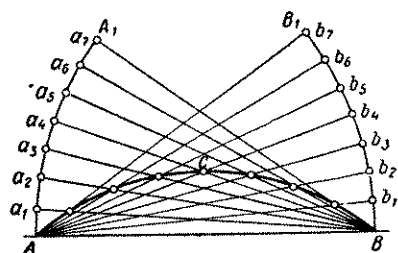
Если центр O заданной дуги AA' находится в пределах заготовки и требуется провести концентричные к ней дуги CC' и DD' , то эти дуги проводят из центра радиусом $R + a$ или $R - a$ (поз. I).



Если же центр дуги AA' находится за пределами заготовки (поз. II), то на дуге AA' накернивают несколько точек $a_1, a_2, a_3, \dots$ и т. д., из которых радиусом R , равным расстоянию a , проводят ряд дуг. Затем с помощью лекал наносят плавную кривую, касательную к этим дугам.

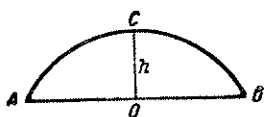
Таким же способом проводят любые кривые, параллельные заданной кривой и отстоящие от нее на некотором расстоянии.

Дуга, проходящая через три точки



и $b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7$. Точку A соединяют с этими точками на дуге BB_1 , а точку B — с точками на дуге AA_1 . Точки пересечения прямых Ab_7, Ab_6, Ab_5, Ab_4 и т. д. с прямыми Va_1, Va_6, Va_4 и т. д. будут лежать на искомой дуге ACB . Их соединяют плавной кривой.

Дуга по заданной длине хорды и стрелки



Заданную хорду AB делят пополам и на перпендикуляре к ней в точке O откладывают стрелку $h = OC$. Если центр дуги находится в пределах заготовки, то по трем точкам A, C и B проводят соответствующую дугу. Если же центр дуги находится вне пределов заготовки, то заданная дуга ACB строится так, как указано в предыдущем случае.

8. ДЕЛЕНИЕ ОТРЕЗКОВ ПРЯМЫХ ЛИНИЙ НА РАВНЫЕ ЧАСТИ

Часто как при плоскостной, так и при пространственной разметке возникает необходимость в делении отрезков прямых линий на несколько равных частей. Выполнять эту работу при помощи простейших средств (масштабной линейки, угольника и чертилки) можно только при весьма грубой разметке. В тех случаях, когда к разметке предъявляются относительно высокие

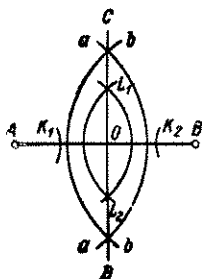
требования по точности, возникает необходимость применять другие, более совершенные способы (табл. 57).

На любое число равных частей, делящееся на 2, 3 или 5, отрезок может быть разделен путем последовательного деления на 2, 3 или 5 частей способами, указанными в табл. 57.

Таблица 57

Способы деления отрезков прямых линий на равные части

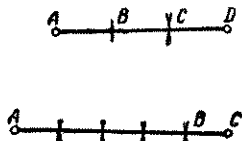
На 2 равные части



Из крайних точек отрезка A и B радиусом больше половины AB проводят две дуги aa и bb . Прямая CD , проходящая через точки пересечения этих дуг, и будет делить отрезок AB на две равные части $AO = OB$.

Может оказаться, что дуги aa и bb пересекутся вне пределов заготовки. Чтобы произвести разметку в этом случае, из точек A и B делают на заданной прямой две засечки произвольным радиусом, но так, чтобы $AK_1 = BK_2$. После этого из точек K_1 и K_2 описывают дуги так, чтобы они пересекались в пределах размечаемой поверхности, например в точках L_1 и L_2 . Прямая L_1L_2 будет также делить отрезок AB пополам.

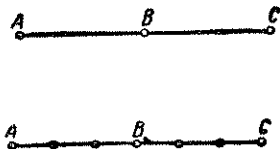
На 3 или 5 равных частей



Для деления отрезка AD на три равные части накернивают точки A и D . Затем устанавливают раствор циркуля на глаз приблизительно на размер, равный $\frac{1}{3} AD$, и вправо от точки A делают засечку, которая пересечет AD в точке B . Этим же раствором циркуля делают засечку из точки B вправо и из точки D влево. Если обе эти засечки не пересекутся в одной точке C , то меняют раствор циркуля и снова делают засечки, пока не получат требуемых результатов.

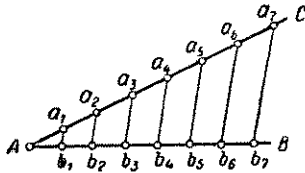
При делении отрезка на 3 или 5 равных частей поступают и так. Вначале измеряют длину отрезка, затем вычисляют, чему равна $\frac{1}{3}$ или $\frac{1}{5}$ часть его, и откладывают возможно точнее эту часть циркулем от одной из крайних точек. В полученной точке ставят керн, а оставшийся отрезок делят на 2 или на 4 части.

На 4, 6 или 8 равных частей



Чтобы разделить отрезок на 4, 6 или 8 равных частей, сначала делят его на 2 части, а затем каждую из этих частей делят на 2, 3 или 4 части.

На любое число равных частей



Если требуется разделить отрезок AB , например, на 7 равных частей, то поступают так. Из точки A под произвольным острым углом проводят прямую AC и от точки A произвольным расстановкой циркуля откладывают на ней 7 равных делений: $Aa_1, a_1a_2, a_2a_3, a_3a_4, a_4a_5, a_5a_6, a_6a_7$.

Точку a_7 соединяют с точкой B заданной прямой и затем через точки $a_6, a_5, a_4, a_3, a_2, a_1$ проводят линии, параллельные a_7B . В точках $b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6$ и B эти линии разделят прямую AB на 7 равных частей.

Пример. Задано разделить отрезок AC на 30 равных частей.

Решение. Вначале делят циркулем отрезок на две равные части (рис. 32, а); затем каждую половину отрезка делят на 15 частей, для чего сначала делят отрезки AB и BC каждый на 3 части и накернивают точки на участках длиной 52,5 мм

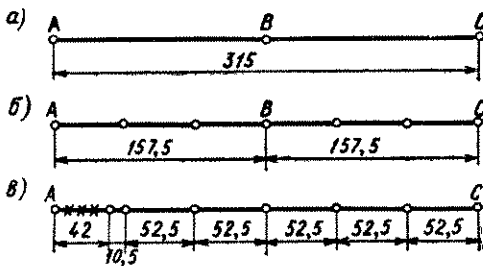


Рис. 32. Деление отрезка на 30 частей.

(рис. 32, в). В свою очередь, эти отрезки способом, указанным в табл. 57, делят на 5 частей каждый (рис. 32, в). После этого получают отрезок AC , разделенный на 30 частей длиной 10,5 мм каждая.

При делении отрезков прямой на число частей, соответствующее неразлагаемому (простым) числам — 11, 13, 17, 19, 23 и т. д. прибегают к следующему построению. Заданный отрезок увеличивают или умень-

шают на некоторую величину, что необходимо для получения числа частей, на которое можно разделить отрезок. Затем рассматриваемыми выше способами производят деление, после чего прибавляют или



Рис. 33. Деление отрезка на 17 частей.

отнимают ту часть отрезка, на которую была уменьшена или увеличена заданная прямая.

Так, например, допустим, что требуется некоторый отрезок AB длиной 408 мм разделить на 17 частей (рис. 33). Длина каждой части равна $408 : 17 = 24$ мм. Откладываем 24 мм левее точки B и полученную прямую AC длиной 384 мм делим на 16 частей. Сначала делим ее пополам, затем каждую половину на две части, полученные отрезки опять на две части и, наконец, еще раз на две части.

Таким образом заданный отрезок AB будет разделен на 17 равных частей.

9. ДЕЛЕНИЕ ОКРУЖНОСТЕЙ НА РАВНЫЕ ЧАСТИ

К делению окружности на равное число частей приходится часто прибегать в производстве.

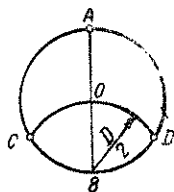
Разделить окружность пополам не представляет труда. Для этого нужно провести один диаметр. Если центр окружности неизвестен, то сначала нужно найти его

(см. табл. 53) и уж затем через него провести диаметр.

Несколько сложнее деление окружностей на 3—15 и большее число частей. Однако и такое деление можно осуществить с помощью способов геометрических построений (табл. 58).

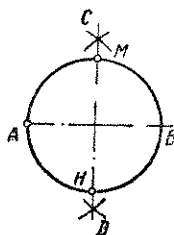
Способы деления окружности на равные части

На 3 равные части



Проводят диаметр AB . Затем из точки B описывают дугу радиусом данной окружности до пересечения с ней в точках C и D . Точки A , C и D делят данную окружность на три равные части.

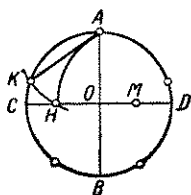
На 4 равные части



Проводят диаметр AB и из точек A и B произвольным равным радиусом делают по две засечки, которые пересекутся в точках C и D .

Прямая CD пересекает окружность в точках M и N и делит диаметр AB на равные части. Точки A , M , B и N делят окружность на 4 части.

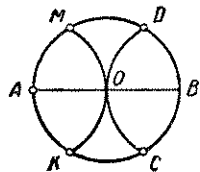
На 5 и на 10 равных частей



Для деления окружности на 5 равных частей проводят два взаимно перпендикулярных диаметра AB и CD . Один из радиусов, например OD , делят пополам и накернивают точку M . Из этой точки M , как из центра, делают засечку радиусом MA до пересечения диаметра CD в точке H . Затем из точки A радиусом AH описывают дугу HK . Отрезок AK будет тем расстоянием, на которое нужно раздвинуть циркуль, чтобы разделить окружность на 5 равных частей.

Для деления окружности на 10 равных частей прибегают к этому же построению, но только раствор циркуля для деления окружности на части устанавливают не по отрезку AK , а по отрезку OH , который будет равен стороне вписанного десятиугольника.

На 6 равных частей



Проводят диаметр AB и из точек A и B прочерчивают дуги радиусом данной окружности. Очевидно, что они пересекутся в центре окружности O . Полученные при этом построении на окружности точки A , C , B , D и M делят ее на 6 равных частей.

Продолжение табл. 58

$D-1_0$, 1_0-2_0 и 2_0-3_0). Точку 3_0 соединяют с точкой a и, продолжая линию 3_0-a до пересечения с заданной окружностью в точке b , получают дугу Bb , равную $1/11$ части окружности. Раствором циркуля, равным этой дуге, и делят окружность на заданное число частей.

3. При помощи делительных приспособлений

Деление окружности на любое число частей можно производить также и при помощи различных делительных приспособлений, которые позволяют с достаточной степенью точности повернуть деталь на заданный угол. Некоторые из таких приспособлений являются вполне универсальными. Так, например, делительные головки, которыми пользуются для деления на равные (и неравные) части деталей, обрабатываемых на фрезерных станках, могут успешно применяться и для целей разметки. Наиболее точные делительные головки (оптические) позволяют производить деление окружности на любое число частей с точностью до $10'$.

10. ПОСТРОЕНИЕ РАЗВЕРТОК ПРОСТЕЙШИХ ТЕЛ

Заготовками для деталей, изготавливаемых из листового и профильного материала и имеющих в готовом виде сложную форму, служат плоские листы и прямые полосы профильного сечения, которые затем подвергаются гибке, отбортовке, вырезке и пр.

При разметке таких плоских и прямых заготовок слесарь должен уметь находить

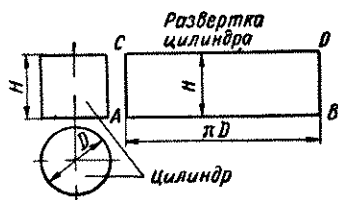
истинные размеры их (если они не заданы специальным чертежом развертки), чтобы после соответствующей обработки деталь приняла требуемые форму и размеры.

Для нахождения истинных размеров заготовок нужно уметь выполнять так называемую развертку пространственных поверхностей в плоскость (табл. 59).

Таблица 59

Способы построения разверток простейших тел

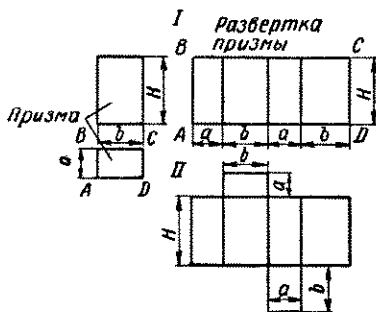
Развертка боковой поверхности цилиндра



Проводят две параллельные риски на расстоянии H , равном высоте цилиндра. Затем на одной из этих линий откладывают отрезок AB , равный длине окружности основания цилиндра; $AB = \pi D$. Далее из точек A и B восстанавливают перпендикуляры до пересечения со второй прямой в точках C и D .

Полученный прямоугольник $ACDB$, высота которого равна высоте цилиндра, а основание длине окружности цилиндра, и представляет собой развертку поверхности цилиндра.

Развертка пустотелой прямоугольной четырехгранной призмы

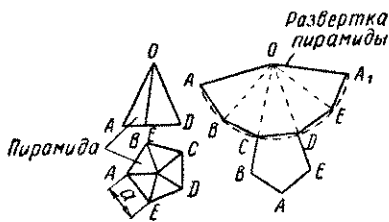


Проводят две параллельные риски на расстоянии H , равном высоте призмы. На одной из них откладывают отрезки, равные сумме всех сторон основания призмы $a + b + a + b$, и из всех точек восстанавливают перпендикуляры до пересечения со второй параллельной риской.

Прямоугольник $ABCD$ (поз. I) и будет представлять собой развертку призмы. Если такой прямоугольник вырезать по разметке и согнуть (по тонким линиям), то получим заданную призму.

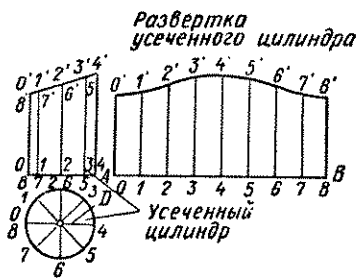
Если призма имеет днище и крышку, то развертка ее будет иметь форму, соответственную показанной в поз. II.

Развертка правильной пятигранной пирамиды



Из точки O радиусом, равным ребру AO , проводят дугу AA_1 . Из точки A этой дуги циркулем делают засечки в точках B , C , D и E так, чтобы $AB = BC = CD = DE = EA_1 = a$. Соединив сплошными линиями эти точки между собой, а штриховыми с центром O , получим ряд равнобедренных треугольников AOB , BOC и т. д., которые образуют боковую поверхность пирамиды. Для получения полной развертки к этой боковой поверхности нужно пристроить правильный пятиугольник $ABCDE$ — основание пирамиды.

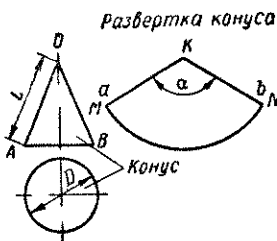
Развертка цилиндра, усеченного наклонной плоскостью



На некоторой прямой откладывают отрезок AB , равный длине окружности основания цилиндра: $AB = \pi D$. Затем окружность цилиндра делят на 8 (или большее число) равных частей (см. табл. 58) и на то же число частей делят отрезок AB . Из полученных на AB точек $0, 1, 2, 3$ и т. д. восстанавливают перпендикуляры и на них откладывают высоты $1-1', 2-2'$ и т. д., равные длинам образующих цилиндра. Через точки $0', 1', 2', 3', 4', 5', 6', 7'$ и $8'$ проводят плавную кривую.

Фигура $AO'8'B$ будет представлять собой развертку боковой поверхности цилиндра, усеченного наклонной плоскостью.

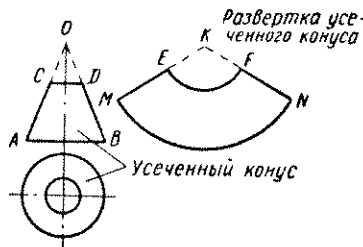
Развертка конуса



Из произвольной точки K радиусом, равным длине образующей конуса L , описывают дугу ab . Точку K соединяют с произвольной точкой M на этой дуге. Затем из точки K под углом α к прямой KM проводят прямую KN . Угол $\alpha = \frac{360 \times D}{2L}$.

Полученный сектор MKN является разверткой боковой поверхности конуса.

Развертка усеченного конуса

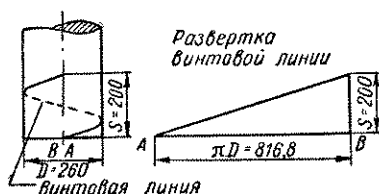


Усеченный конус дополняем до полного и производим построение полного конуса соответственно предыдущей графе данной таблицы. Затем из центра K проводим радиусом OC дугу EF . Фигура $MEFN$ и будет боковой разверткой усеченного конуса.

В тех случаях, когда при построении развертки усеченного конуса вершина K лежит вне пределов заготовки, для построения дуг развертки сначала определяют длину хорд и стрелок и по ним строят дуги разверток.

Продолжение табл. 59

Разметка винтовой линии



Известны диаметр винтовой линии D и шаг ее, т. е. высота S подъема винтовой линии за один полный оборот ее вокруг цилиндра.

Чтобы разметить винтовую линию на цилиндре, предварительно развертывают ее на плоскость, затем берут лист тонкой жести и на нем размечают прямоугольный треугольник ABC , у которого $AB = \pi D$ и $BC = S$. После этого аккуратно вырезают этот треугольник и оборачивают вокруг цилиндра так, чтобы катет AB совпал с основанием цилиндра (точки A и B должны сойтись), при этом гипотенуза AC расположится точно по винтовой линии.

Пользуясь этой кромкой AC жестяного треугольника, можно провести риску и разметить винтовую линию.

11. ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ РАЗМЕТОЧНЫХ РАБОТ

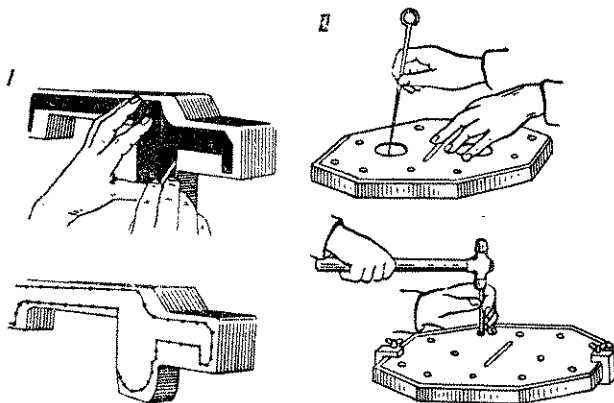
В целях повышения производительности разметки слесари — новаторы производства стремятся применять усовершенствованные приемы разметки и по возможности ис-

пользовать универсальные и специальные приспособления, а также другие способы, облегчающие выполнение разметочных работ (табл. 60).

Таблица 60

Специальные способы выполнения разметочных работ

Разметка по шаблону



К разметке по шаблону обычно прибегают в серийном производстве. Шаблоны изготавливают из листового цинка толщиной 0,5 мм или же из тонкой листовой стали. Для повышения жесткости шаблонов крупных размеров к одной их стороне прикрепляют деревянную или металлическую планку.

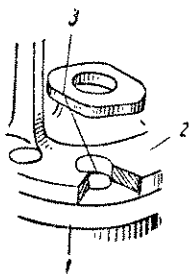
При разметке шаблон накладывают на предварительно закрашенную заготовку (деталь) и проводят чертилкой риску вдоль контура шаблона (поз. I), после чего риску накернивают. При помощи шаблонов удобно размечать отверстия для сверления, так как при этом отпадает необходимость в различных геометрических построениях — делениях отрезков или окружностей на части и пр. Разметку отверстий по шаблону производят либо чертилкой, либо же непосредственно кернером (поз. II). Применение разметочных шаблонов оказывается наиболее эффективным при разметке деталей сложных очертаний и относительно небольших размеров.

Разметка по образцу

В опытном производстве и в ремонтных цехах, где часто возникает необходимость изготовить только одну деталь, аналогичную другой детали или взамен старой, износившейся, прибегают к разметке по образцу, которая напоминает разметку по шаблону. При этом две детали — старую и новую — располагают рядом и выверяют в одинаковом положении. Затем устанавливают чертилку рейсмаса по старой детали и переносят все размеры на новую деталь.

Продолжение табл. 60

Разметка «по месту»

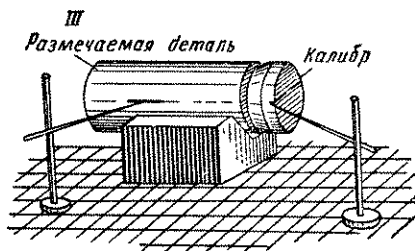
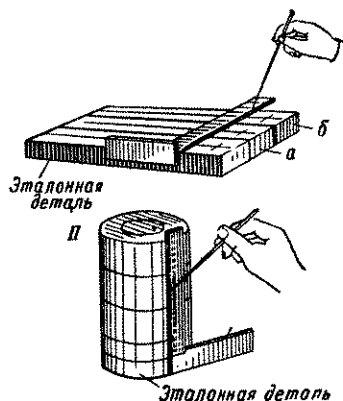


В индивидуальном и мелкосерийном производстве часто приходится, обрабатывая одну из деталей, увязывать ее размеры с фактическими размерами уже изготовленной сопрягающейся с ней детали. В таких случаях прибегают к разметке «по месту».

Так, например, если в детали 1 требуется просверлить отверстия, совпадающие с так же расположенными отверстиями на детали 2, то эту деталь 2 накладывают на деталь 1 и по ее отверстиям чертилкой 3 намечают отверстия в детали 1.

Требования к точности расположения отверстий в этом случае весьма невысокие, так как если даже при обработке отверстий в детали 2 были допущены значительные погрешности по их расположению, то отверстия в детали 1 будут расположены точно так же и обе детали будут правильно сопрягаться между собой.

Разметка по эталонам и калибрам



При изготовлении повторяющихся деталей в мелкосерийном производстве весьма рационально применение разметки по эталонным деталям и калибрам.

При разметке по эталонным деталям одна из них используется для разметки всех остальных деталей партии.

В поз. I показана разметка двух пластин а и б по ранее размеченной эталонной пластине.

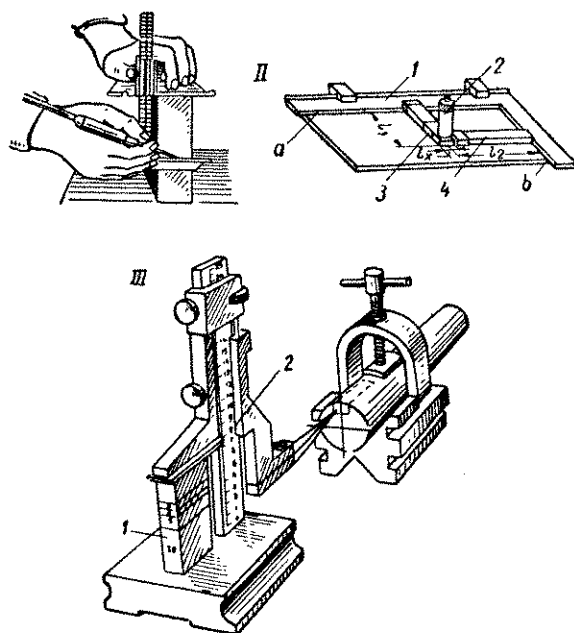
В поз. II представлена аналогичная разметка деталей типа колец по эталонному кольцу. Общая высота стопки деталей не должна превышать высоты угольника I, с помощью которого кольца выверяются по вертикали. Риска наносится чертилкой, направляемой полкой угольника.

Разметка по калибрам отличается от разметки по эталонной детали только тем, что роль эталонной детали в этом случае выполняют специальные калибры, на которые нанесены разметочные риски для последующего перенесения их на размечаемые детали.

В поз. III приведен пример разметки золотниковой втулки по пробке-калибру.

Точная разметка

При точной разметке пользуются более точными измерительными и разметочными инструментами, чем при обычной разметке. Кроме того, при точной разметке необходимо тщательно подготовить поверхности заготовок — покрыть их тонким слоем раствора медного купороса. Применять при точной разметке мел для окраски заготовки не рекомендуется, так как он попадает на руки разметчика и затем на измерительные инструменты, загрязняя их. Кроме того, мел сравнительно быстро стирается.



В поз. I приведен пример нанесения чертилкой разметочных рисок при помощи разметочного штангенциркуля.

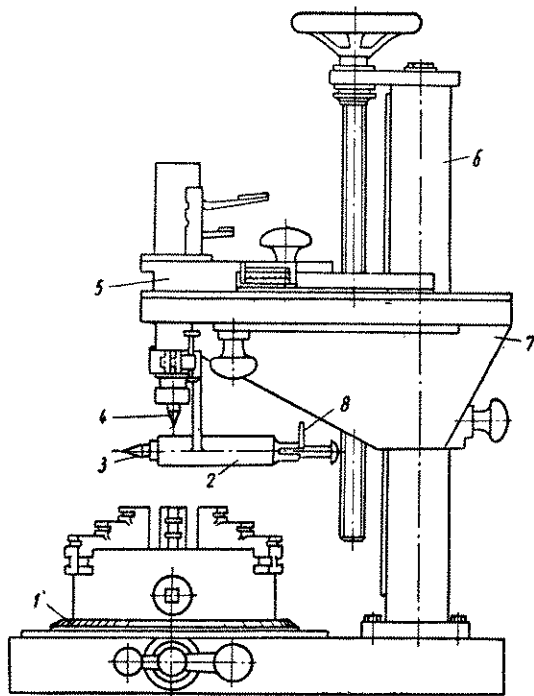
При разметке центра отверстия с точными координатами прибегают к установке кернера по точным мерительным плиткам. Так, например, если требуется разметить центр отверстия детали на точном расстоянии l_1 и l_2 от ребер детали или угольника 1 (поз. II), то, зная длину l квадратного основания кернера 2, подбирают набор мерительных плиток 3, равный $l_1 - \frac{l}{2}$, и прикладывают его к кромке а

угольника, а к кромке б угольника прикладывают набор плиток 4, равный $l_2 - \frac{l}{2}$. Затем к этим наборам плотно придвигают квадратное основание кернера 2, после чего, осторожно убрав плитки, накернивают отверстие.

Для точной разметки шпоночной канавки (поз. III) после подготовки торцевой поверхности валика деталь устанавливают на призму, находят центр валика и проверяют правильность его горизонтального расположения. Затем на торце валика рейсмасом наносят горизонтальную риску, проходящую через центр, поворачивают валик на 90° и проверяют вертикальность прочерченной линии по угольнику. После этого на торце валика прочерчивают рейсмасом горизонтальную линию, затем делают две риски на боковой поверхности, соответствующие ширине шпоночной канавки, а на торце — на глубину канавки. Повернув валик шпоночными рисками вверх, наносят риску, указывающую глубину шпоночной канавки. Все риски накернивают, определяя контуры шпоночной канавки.

Для точной установки штангенрейсмаса 2 может быть использован блок мерных плиток 1.

Разметка с помощью разметочных приспособлений



Значительного повышения производительности труда можно достигнуть при использовании разметочных приспособлений.

На рисунке изображено универсальное приспособление, служащее для разметки цилиндрических деталей. Основными элементами этого приспособления являются поворотный круг 1 со шкалой, разделенной на 360°, и трехрукачковым патроном для крепления размечаемой детали; колонка 6, по которой с помощью штурвала и винта вертикально перемещается траверса 7. В траверсе посредством рукоятки и реечной пары передвигается в горизонтальном направлении ползун 5, несущий втулку со шпинделем, в котором крепится разметочный кернер 4.

На верхней части ползуна смонтирован корпус, куда вставлены рукоятка взвода и спусковой рычаг.

К втулке шпинделя прикреплено устройство 2 с кернером 3 горизонтального перемещения для разметки детали по диаметру.

Деталь, подлежащая разметке, закрепляется в патроне. Ползун устанавливается по линейке и нониусу на заданный размер и фиксируется. Траверсу опускают с помощью штурвала до соприкосновения кернера 4 с деталью. Рукояткой взвода шпиндель поднимается вверх. При нажатии на рычаг он под давлением пружины падает вниз и ударяет кернером по детали. Затем шпиндель возвращается в исходное положение, патрон с деталью поворачивается на необходимый угол, отсчитываемый по шкале поворотного круга, и осуществляется дальнейшая разметка детали.

Для разметки детали по ее наружной поверхности шток кернера 3 отводится вправо. При нажатии на палец 8 кернер под действием пружины ударяет по детали.

Аналогичным образом производится разметка для нанесения кернов, определяющих положение поверхностей после поворота заготовки.

РАЗДЕЛ ШЕСТОЙ

РЕЗКА И ВЫРЕЗКА

В зависимости от формы и размеров деталей и заготовок резка может производиться вручную, на механических станках и ацетилено-кислородным пламенем. Тонкая проволока разрезается кусачками, крупный сортовой металл (круглый, полосовой, угловой, двутавровый, коробчатый и т. п.) — приводными ножовками и дисковыми пилами, а также электрическим и газопламенными способами. Листовой металл раз-

резают ножницами — ручными и приводными.

Трубы вручную режут ножовкой и труборезом; механическую резку труб осуществляют на специальных и универсальных станках.

Для резки незакаленной твердой стали, закаленной стали и твердых сплавов применяют тонкие дисковые шлифовальные круги.

1. РЕЗКА МЕТАЛЛОВ НОЖОВКАМИ

Ручная ножовка (МН 524-60) состоит из ножовочного станка 1 (рис. 34, а), на-

Согласно ГОСТу обычно применяют ножовочные полотна с углами $\gamma = 0^\circ$ и

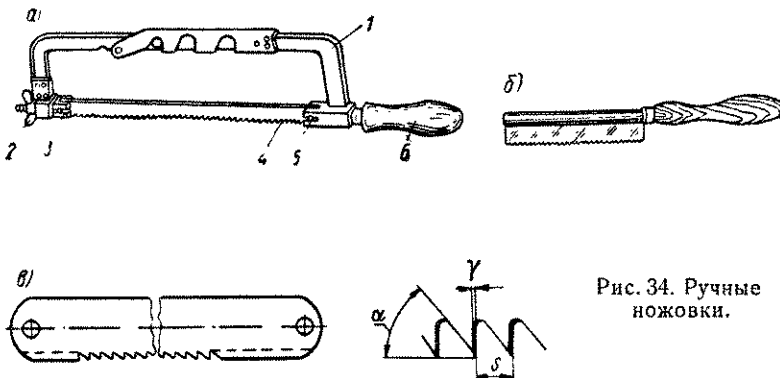


Рис. 34. Ручные ножовки.

тяжного винта с барашковой гайкой 2, рукоятки 6 и ножовочного полотна 4, которое вставляется в прорези головок 3 и крепится штифтами 5.

Для прорезания шлицов в мелких винтах и других деталях применяют ножовки с тонким полотном, закрепляемым в пазу П-образной оправки с деревянной рукояткой (рис. 34, б). Такие полотна обычно изготавливают сами слесари из ленточной пружинной стали.

Ножовочные полотна. В зависимости от назначения ножовочные полотна (ГОСТ 6645-68) разделяются на машинные и ручные. Машинные полотна изготавливаются из стали марки Р9 или Р18, а ручные — из стали марки Р9 или Х6ВФ.

Зубья ножовочного полотна (рис. 34, в) имеют форму клина с передним γ и задним α углами.

Таблица 61

Величина шага зубьев ножовочных полотен для разрезания разных металлов

Характеристика материалов	Шаг зубьев, в мм
Листовой материал; детали с тонкими стенками	0,8
Тонкостенные трубы; тонкий профильный прокат . .	1,0
Угловой и другой профильный прокат; стальные трубы; электрические кабели; медь; латунь; алюминий	1,3
Чугун; мягкая сталь; асбест	1,6

$\alpha = 40^\circ$; шаг зубьев S может колебаться в зависимости от свойств разрезаемых материалов и характера заготовок (табл. 61).

Для уменьшения трения ножовочного полотна о стенки разрезаемого металла зубья

разводятся в разные стороны (рис. 35, а).

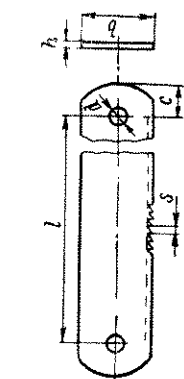
Ножовочные полотна с гофрированной разводкой (рис. 35, б) менее производительны и быстрее изнашиваются.

Размеры ножовочных полотен приведены в табл. 62.

Таблица 62

Размеры ножовочных полотен, в мм
(ГОСТ 6645-68)

l	Шаг зубьев S				h	b	d	c
Ножовочные полотна машинные								
350	1,6	2,5	—	—	1,25	25	6	9
350	—	2,5	4	—	1,6	32	7	11
400	—	2,5	4	—	1,6	32	7	11
400	—	—	4	6,3	2	40	8	12
450	—	—	4	6,3	2	40	8	12
600	—	—	4	6,3	2,5	50	10	15
Ножовочные полотна ручные								
250	0,8	1	—	—	0,65	13	4	6
300	0,8	1	1,25	—	0,65	13	4	6
300	—	—	1,25	1,6	0,8	16	4,5	7



Общие правила резки ручной ножовкой. Прежде чем приступить к работе, нужно выбрать ножовочное полотно, соответствующее твердости, форме и размерам разрезаемого материала. Необходимо также

нужно проверять легким нажатием пальца на полотно сбоку: если оно не прогибается, значит натяжение достаточное.

Положение корпуса слесаря при работе должно быть таким, как показано на рис. 36, а. Способ захвата рамки представлен на рис. 36, б.

Процесс резки состоит из двух ходов: рабочего, когда ножовка перемещается вперед от работающего, и холостого, когда ножовка перемещается назад, по направлению к работающему. При холостом ходе на ножовку не нажимают, в результате чего зубья ее только скользят, а при рабочем ходе обеими руками создают легкий нажим так, чтобы ножовка двигалась прямолинейно. Чем больше размеры детали и тверже металл, тем сильнее должен быть этот нажим. Принято считать, что сила нажима должна быть примерно 1 кг на 0,1 мм толщины полотна.

Длина хода ножовки должна быть такой, чтобы работало примерно $\frac{2}{3}$ ее длины. Число двойных ходов — 30—60 в 1 минуту.



Рис. 35. Разведенные зубья ножовочного полотна:

а — при $S=0,8$ мм; б — при $S>0,8$ мм.

проверить, правильно ли вставлено полотно в рамку (зубья должны быть направлены остриями от рукоятки). Натяжение полотна должно быть достаточно сильным, но не чрезмерным, так как это может вызвать его поломку. Степень натяжения

Перед окончанием распила нажим на ножовку ослабляют, так как при сильном нажиме ножовочное полотно не отрезает, а ломает металл и может само сломаться. При резке не следует давать полотну на-

греваться. Для уменьшения трения о стенки пропила детали полотно периодически смазывают минеральным маслом или графитовой смазкой, особенно при резке вязких металлов. Латунь и бронзу разрезают только новыми полотнами, так как даже малоизношенные зубья в этих случаях не режут, а скользят.

При поломке одного или нескольких зубьев ножовочного полотна работу следует прекратить и либо заменить полотно новым, либо сточить на точиле еще 2—3 соседних зуба и только после этого продолжать работу, в противном случае ножовка

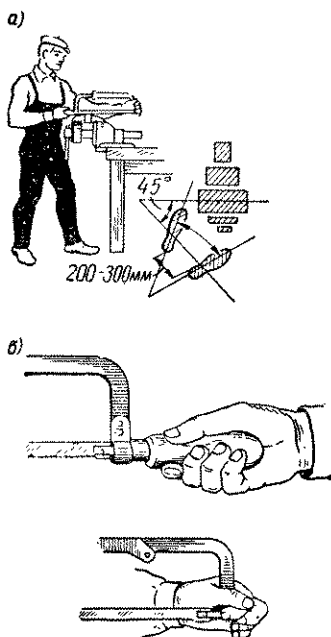


Рис. 36. Положение корпуса слесаря и рук на рамке ножовки при работе.

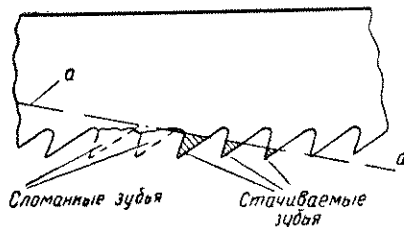


Рис. 37. Схема заточки соседних зубьев для использования ножовочного полотна с выломанными зубьями.

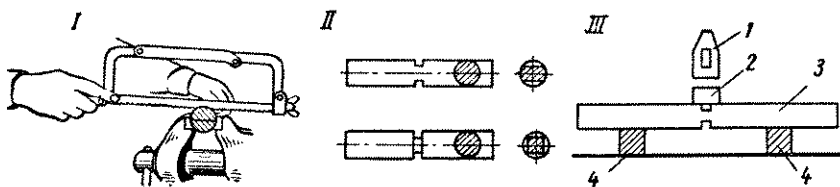
быстро придет в негодность. Как производить заточку соседних зубьев (по линии *aa*), показано на рис. 37.

Основные приемы резки ручными ножовками приведены в табл. 63, а в табл. 64 показано применение механизированных ножовок.

Таблица 63

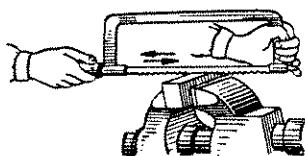
Основные приемы резки ножовкой

Резка круглого металла



На разрезаемой заготовке предварительно делают разметочную риску. Затем заготовку зажимают в тисках в горизонтальном положении и трехгранным напильником по риску делают неглубокий пропил для лучшего направления ножовки. Предварительно полотно смазывают кисточкой вареным маслом. Далее, установив в пропил ножовку (поз. I), производят отрезку, не допуская отламывания заготовки. Отламывание разрешается лишь тогда, когда торцы заготовки будут опилены. В этом случае в прутке делают надрезы (поз. II) с двух-четырех сторон, а затем его разламывают, зажав в тисках либо с помощью молотка I (поз. III), которым наносят удары по металлическому брусу 2; заготовку 3 устанавливают при этом на подкладках 4.

Резка полосового и квадратного металла

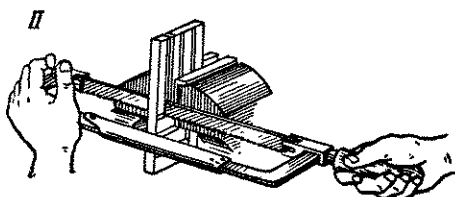
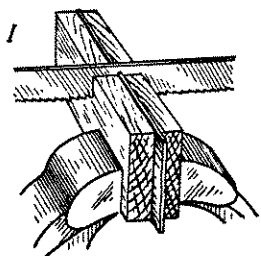


После закрепления заготовки в тисках в месте будущего реза трехгранным напильником делают неглубокий пропил для лучшего направления ножовки. В начале резки ножовку немного наклоняют в сторону от себя (или на себя). По мере врезания наклон постепенно уменьшают до тех пор, пока рез не дойдет до противоположной кромки заготовки. Затем осуществляют резку при горизонтальном положении ножовки.

Более рациональной следует считать резку полосового материала не по широкой, а по узкой его стороне. Это, однако, можно допустить только в том случае, когда ширина стороны больше, чем 2,5 шага зубьев полотна.

Ножовкой можно разрезать полосовой материал только в том случае, если его толщина больше расстояния между тремя зубьями ножовочного полотна.

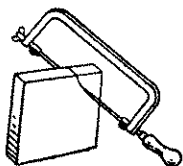
Резка тонкого листового и профильного материала



Заготовки и детали из тонкого листового материала зажимают между плоскими деревянными брусками по одной или по несколько штук и разрезают вместе с брусками (поз. I).

При резке полосы вдоль ее длины и при глубоких резах ножовочному полотну в рамке придают боковое положение (поз. II). Для этого полотно переставляют в боковые прорези головок рамки. При таком положении ножовки работать нужно очень осторожно, так как при перекосе рамки ножовочное полотно может легко сломаться.

Резка по криволинейным контурам

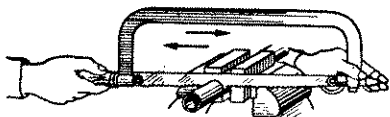


При резке по криволинейным контурам ножовочное полотно стачивают на точиле до ширины 8—10 мм. Сточенное полотно закрепляют в рамке, придав ему предварительно такое же боковое положение, как и при глубоких резах.

Для вырезки отверстий пользуются также сточенными ножовочными полотнами или пилками от лобзика.

Чтобы вырезать в металле (листе) фасонное окно (отверстие), просверливают (или вырубают) отверстие диаметром, равным ширине полотна ножовки (или пилы лобзика). Пропустив через такое отверстие полотно (или пилу), закрепляют его в рамке и производят резку по заданному направлению.

Резка труб



Резку труб осуществляют ножовочным полотном с мелкими зубьями.

Трубу зажимают в тисках в деревянных колодках или в специальных зажимах так, чтобы не смять ее стенки.

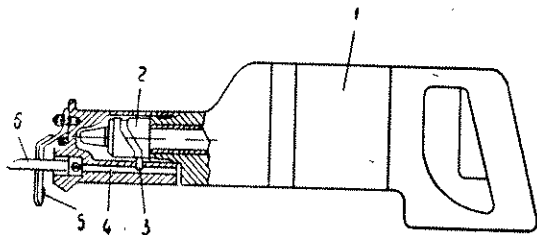
Разрезаемая труба должна занимать горизонтальное положение. В начале реза ножовку тоже нужно держать горизонтально. После того как зубья полотна войдут в металл, ножовку следует наклонить на себя и, время от времени поворачивая заготовку на 45—90° от себя, продолжать резку.

Нажим на ножовку должен быть небольшим. Число двойных ходов — 35—45 в 1 минуту.

Таблица 64

Электрические и пневматические ножовки

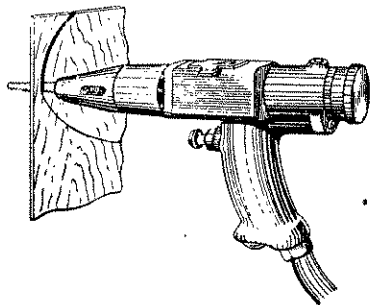
Электромеханическая ножовка



В корпусе 1 ручной электромеханической ножовки расположен электродвигатель, вращающий вал с насаженным на него барабаном 2. Спиральный паз барабана перемещает палец 3, закрепленный в ползуне 4, при этом ножовка 6, расположенная на ползуне, совершает возвратно-поступательные движения. Палочка 5 служит для упора инструмента во время разрезания.

Производительность электромеханической ножовки значительно выше, чем ручной. Применение ее значительно облегчает труд рабочего.

Пневматическая ножовка

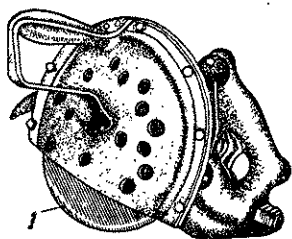


Переносная опилочно-ножовочная машинка приводится в действие сжатым воздухом с помощью двигателя роторного типа. Чтобы облегчить наблюдение за резкой, отработанный сжатый воздух направляется в место реза и выдувает стружку.

Машинка снабжается сменными зажимными патронами для закрепления напильников и ножовочных полотен различного размера.

Машинка очень компактна и удобна в работе.

Дисковые пилы



Для резки мягких металлов и тонких листовых материалов применяются электрические и пневматические пилы, рабочим инструментом которых являются как обычные пильные диски из инструментальных сталей, так и диски из углеродистой стали, работающие по принципу пил трения.

Пила представляет собой диск 1 диаметром 175 мм и толщиной 1 мм. С помощью пневматического ротационного двигателя мощностью 1,75 л. с., помещенного в корпусе, диск вращается со скоростью 4000 об/мин.

Качество реза получается хорошее. Производительность резки 2 м/мин. Рабочее давление в сети 5 ат. Габаритные размеры пилы — 319×200×273 мм; полный вес — 4,7 кг.

2. РЕЗКА МЕТАЛЛОВ РУЧНЫМИ НОЖНИЦАМИ

В слесарных и жестяничных цехах широкое распространение получило разрезание металла ручными ножницами. С помощью ножниц возможно разрезание весьма тонкого листового и полосового материала,

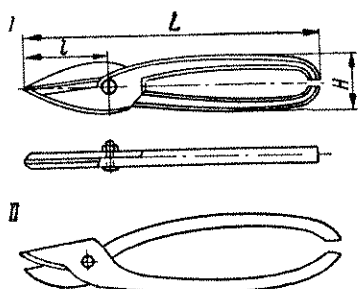
а также заготовок сложной конфигурации.

Ножницы ручные (ГОСТ 7210-54), а также кусачки для разрезания проволоки приведены в табл. 65.

Таблица 65

Ножницы, кусачки и труборезы

Ручные ножницы



Ручные ножницы предназначены для разрезания листового материала толщиной 0,5—1,0 мм по прямой линии и по окружности большого радиуса.

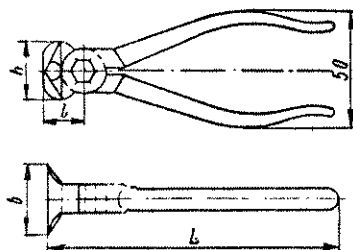
Основные размеры ножниц (поз. I)
(ГОСТ 7210-54), в мм

L	200	250	320	360	400
l	55—65	70—82	90—105	100—120	110—130
H	40	40	50	50	55

Для вырезки криволинейных поверхностей с малыми радиусами, а также отверстий в трубах или сосудах из тонкого листового материала используют ножницы с криволинейными лезвиями (поз. II).

Кусачки (острогубцы)

Применяются для разрезания стальной проволоки диаметром до 5 мм. Изготавливаются кусачки из углеродистой инструментальной стали марок У7 и У8. Губки кусачек закаливаются.

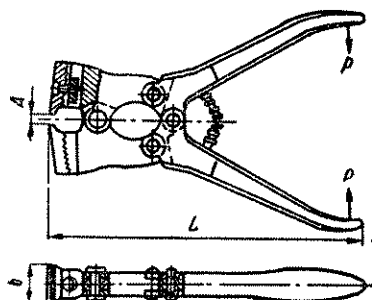


Основные размеры кусачек, в мм
(ГОСТ 7282-54)

b	L	l	h
26	125	16	20
30	150	18	24
36	175	20	28
40	200	22	30

Кусачки шарнирные

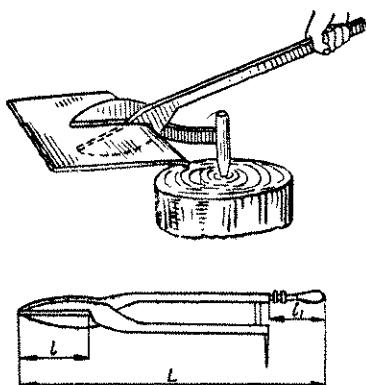
Используются для разрезания стальной проволоки. Благодаря наличию у шарнирных кусачек двойной рычажной системы усилие P , прикладываемое к рукояткам, увеличивается; оно примерно в 10 раз больше, чем у обычных кусачек. Это позволяет разрезать с помощью шарнирных кусачек твердую стальную проволоку большего диаметра, чем обычными кусачками.



Основные размеры шарнирных кусачек, в мм

A	b	L
2	12	100
3	16	125
6	20	160

Стуловые ножницы

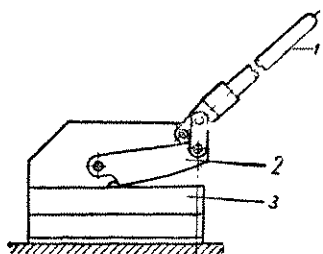


Применяются они для разрезания листового металла толщиной до 3 мм. По сравнению с ручными стуловые ножницы отличаются большими размерами, а также и тем, что одна из ручек имеет шип, с помощью которого она закрепляется на верстаке, стуле или в тисках, что обеспечивает устойчивость в работе и дает значительную свободу рукам слесаря.

Основные размеры стуловых ножниц, в мм

L	l	l_1
400 1000	100 250	150 350

Рычажные ножницы



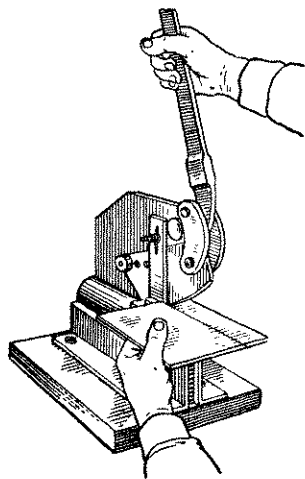
Используются для разрезания листового металла толщиной до 5 мм.

Верхний шарнирно закрепленный нож 2 приводится в действие от рычага 1. Нижний нож 3 — неподвижный.

Ножи изготавливаются из инструментальной стали У8 и закаливаются до твердости $HRC\ 52-60$. Углы заострения режущих граней ножей $\beta = 75-85^\circ$.

В некоторых конструкциях рычажные ножницы снабжаются пневматическим приводом.

Криволинейные рычажные ножницы



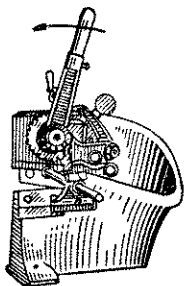
Применяются для разрезания и вырезания фигурных со сложными очертаниями заготовок из тонкого листового материала.

Верхний и нижний ножи имеют криволинейную форму.

При эксплуатации этих ножниц необходимо следить за тем, чтобы ножи были всегда остро заточены.

Продолжение табл. 65

Усиленные рычажные ножницы с зубчатым перебором (сортные ножницы)

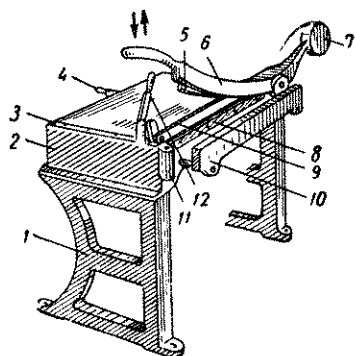


Ножницы позволяют резать сталь разных сечений: круглого — диаметром до 20 мм, квадратного — до 22×22 мм, полосового — 5×50 мм, углового — $65 \times 65 \times 8$ мм и таврового — 35×5 мм.

Благодаря наличию зубчатого перебора сравнительно небольшая сила в 20 кГ, приложенная к рычагу, позволяет развивать на ножах усилие в 40 раз большее, т. е. 800 кГ.

Ножницы смонтированы на массивной чугунной станине и обычно устанавливаются на специальном фундаменте.

Рычажные маховые ножницы



Применяются преимущественно для разрезания листового металла толщиной до 2,5 мм на прямые длинные полосы. Разрезание листового металла можно выполнять как по разметке, так и по упору.

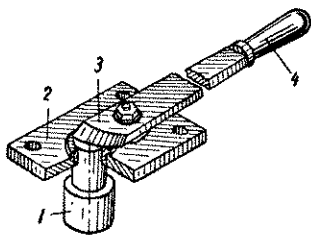
Рычажные ножницы имеют чугунные станину 1 и стол 2. В стол встроены нижний неподвижный нож 8, а верхний подвижный нож 5 с криволинейной режущей кромкой закреплен в ножедержателе 6. Верхний подвижный нож 5 имеет противовес 7, уравнивающий ножедержатель с ножом.

Размер отрезаемых заготовок намечается предварительной разметкой или ограничивается регулируемым упором 10, для чего упор сначала устанавливают на требуемое расстояние

от режущей кромки нижнего неподвижного ножа. Лист 3 во время разрезания плотно прижимают боковой кромкой к упору 10, а другой кромкой — к пружинному упору 11. После этого поворотом рукоятки 12 от себя лист плотно прижимают сверху прижимной планкой 9 и, опуская верхний нож с ножедержателем 6, разрезают заготовку.

Ножедержатель при опускании вниз упирается в пружинный упор 11. Перестановка упора осуществляется при помощи рукоятки 4.

Специальные рычажные ножницы верстачного типа



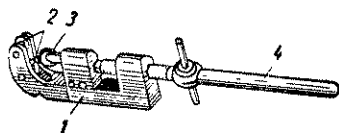
Имеется много типов ножниц, устанавливаемых на верстаке и служащих для разрезания листового и круглого материала.

Так, например, ножницы с эксцентриковым ножом применяются для отрезания остатков на торцах цилиндрических деталей.

Они состоят из плиты 2, прикрепляемой к верстаку, и шарнирно закрепленного на ней рычага 3. На одном конце рычага имеется нож, а на другом — рукоятка 4.

При отрезании конца деталь 1 ставится во втулку в отверстии плиты снизу и удерживается в ней левой рукой.

Труборезы



Труборез представляет собой стальную скобу 1 с тремя круглыми дисковыми резами (роликами) 2 и 3. Ролик 3 — передвижной.

Труборез надевается на трубу, зажатую в специальные тиски. Подвижный резец передвигается до соприкосновения со стенкой трубы. Затем при помощи рукоятки 4 труборез поворачивается вокруг трубы.

Труборезы выполняются трех размеров: № 1 — для разрезания труб диаметром $\frac{1}{4}$ — $\frac{3}{4}$ " ; № 2 — 1— $2\frac{1}{2}$ " ; № 3 — 3—4".

Трубы более мелких размеров разрезаются труборезами, снабженными только одним режущим роликом.

Приемы резки ручными ножницами. Перед началом работы следует проверить заточку лезвий ножниц и зазоры между ними. При большом зазоре края отрезаемой заготовки сминаются.

При разрезании ножницы следует раскрывать примерно на $\frac{2}{3}$ длины их лезвий,

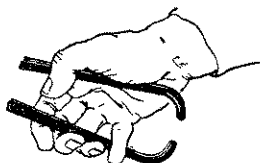
тогда они будут захватывать и резать металл со сравнительно небольшими усилиями.

Резку осуществляют по разметочным рискам либо по упорам. Последовательность резки ножницами и применяемые при этом приемы приведены в табл. 66.

Таблица 66

Основные приемы резки ножницами

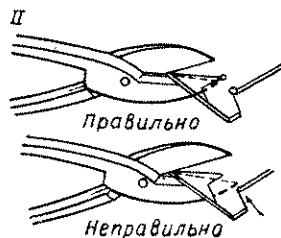
Рабочие приемы при резке



Ножницы берут в правую руку, при этом большой палец кладут на верхнюю ручку ножниц, указательным, средним и безымянным пальцами охватывают нижнюю ручку снизу, а мизинец располагают между ручками (он служит для их раздвигания во время разрезания); затем разводят лезвия ножниц примерно на $\frac{3}{4}$ их длины, левой рукой берут разрезаемый лист металла и закладывают его между лезвиями так, чтобы он был перпендикулярен к ним.

При сжатии ручек ножниц во время разрезания следят за тем, чтобы лезвия не сходились полностью, так как это приводит к разрыву металла в конце разрезания. При раскрывании ножниц лист передвигают на себя.

Вырезка углов



Толщина листа, в мм	Диаметр сверла, в мм
0,5—0,6	3
0,8—1,0	4
1,2—1,5	5

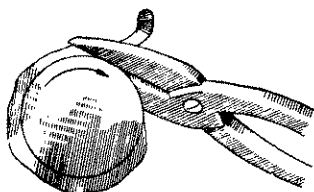
До вырезки заготовку размечают и в углах впадин просверливают отверстия для выхода лезвий ножниц (поз. I). Диаметр сверла зависит от толщины разрезаемого материала.

Резку нужно вести так, чтобы лезвия ножниц сходились в просверленном отверстии (поз. II).

Острые или надрезанные углы приводят к появлению трещин на листе.

Продолжение табл. 66

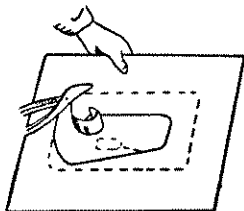
Вырезка деталей с криволинейным контуром



Вначале размечают круг и вырезают заготовку круга прямым резом с припуском 5—6 мм.

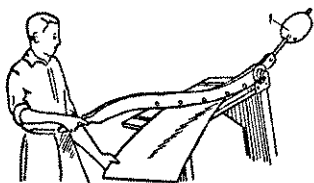
Обрезать деталь ножницами по риске нужно по направлению движения часовой стрелки, так как при этом ножницы не закрывают разметочной риски. При передвижении заготовки нужно плотно прижимать ножницы к концу прорезанного места, тогда не образуется заусенцев.

Вырезание отверстий и внутренних контуров



При вырезании отверстий и внутренних контуров криволинейного очертания предварительно в материале необходимо вырубить зубилом отверстие для прохода лезвий ножниц, а затем вырезать по риске. Отверстия следует вырезать ножницами с криволинейными лезвиями.

Резание рычажными ножницами



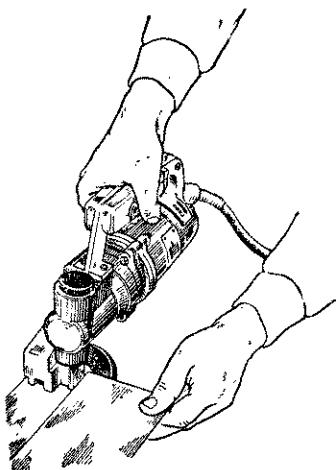
Разрезание листового материала рычажными ножницами производится либо по разметке, либо по упору. При резке по разметке материал устанавливают так, чтобы риска приходилась точно под режущей кромкой лезвия, затем материал укрепляют прижимом или поддерживают левой рукой.

Противовес 1 служит для предохранения от произвольного опускания рычага с лезвием, а также для обеспечения равномерного нажима на разрезаемый материал.

3. РЕЗКА МЕТАЛЛОВ МЕХАНИЗИРОВАННЫМИ НОЖНИЦАМИ

Таблица 67

Электрические и пневматические ножницы

Стандартные ножницы.
Электроножницы вибрационного
и вырубного типов

Электроножницами разрезают листовую сталь толщиной до 2,7 мм и другие листовые материалы.

В зависимости от толщины разрезаемого металла и мощности двигателя производительность электроножниц достигает 3—6 м/мин. Они особенно удобны при резке по фигурному раскрою, так как позволяют резать по контуру с малым радиусом кривизны.

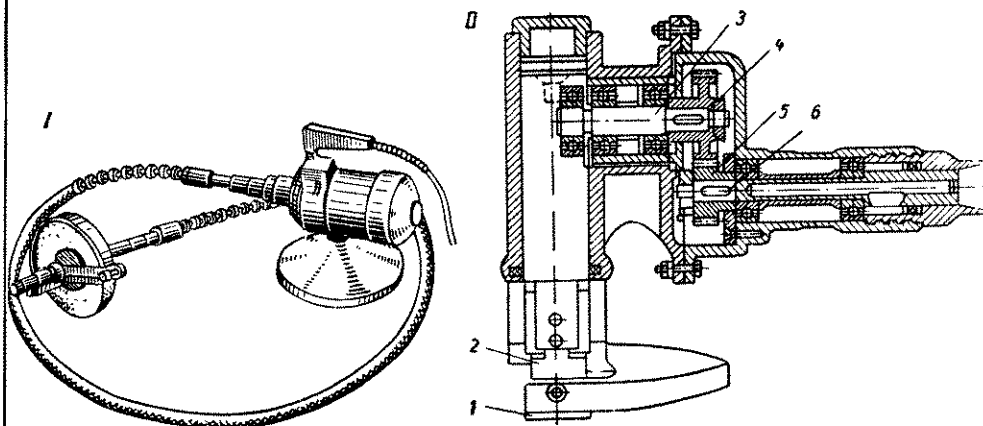
Величину зазора между ножками электроножниц устанавливают в зависимости от толщины разрезаемого материала:

Продолжение табл. 67

Толщина разрезаемого материала, в мм	0,4	0,5—0,8	1,0—1,3	1,6—2,0	2,0—2,7
Величина зазора, в мм	0,03—0,08	0,07—0,13	0,22—0,25	0,30—0,35	0,35—0,40

Электроножницы вырубного типа применяются для вырезки отверстий и внутренних контуров. Они снабжены вместо ножей режущей втулкой (пуансоном) и матрицей с накладкой. При возвратно-поступательном движении (при каждом ходе вверх) пуансон вырезает стружку в форме полумесяца. При начале резки из середины листа в нем предварительно просверливается отверстие диаметром не менее 20 мм, в которое вводят пуансон и матрицу электроножниц.

Сменные головки для механизированной резки



К универсальным переносным шлифовальным машинкам с гибким шлангом (валом) типа, показанного в поз. I, выпускаются специальные сменные головки для механизированной резки (поз. II).

Головка эта присоединяется к гибкому валу привода (электродвигателя). Нижний нож 1 неподвижен, а верхний 2 совершает возвратно-поступательное движение, сообщаемое эксцентриковым валиком 3, который приводится во вращение от вала 6 через зубчатые колеса 4 и 5.

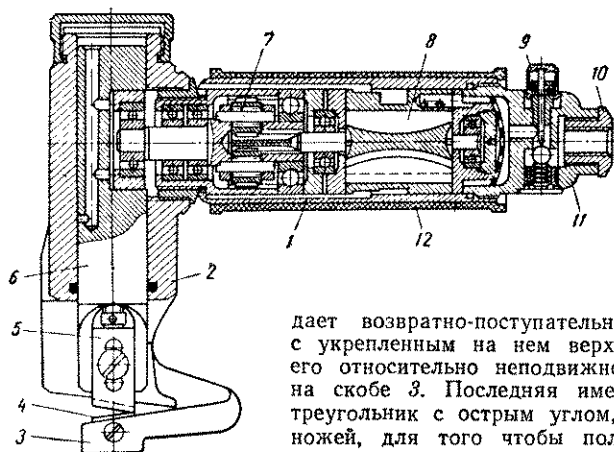
С помощью такой головки можно производить резку листового металла толщиной до 2,5 мм со скоростью до 3 м/мин.

Пневматические ножницы

Малогобаритные пневматические вибрационные ножницы состоят из режущей головки 2 и приводного механизма. В последний входят пусковое устройство 11, пневматический двигатель 8 и планетарный редуктор 7, заключенный в трубчатый дюралюминиевый корпус 1, сверху которого надета оболочка 12 из полихлорвинилового пластика. Режущая головка состоит из ползуна 6 с подвижным ножом и скобы 3 с неподвижным ножом 4.

Шланг для воздуха подключается к резьбовому штуцеру 10. Приводной механизм включается в работу нажатием на кнопку 9. Сжатый воздух под давлением 5—6 атм попадает в полость статора и, воздействуя на лопасти ротора пневматического двигателя 8, приводит ротор во вращение.

Продолжение табл. 67



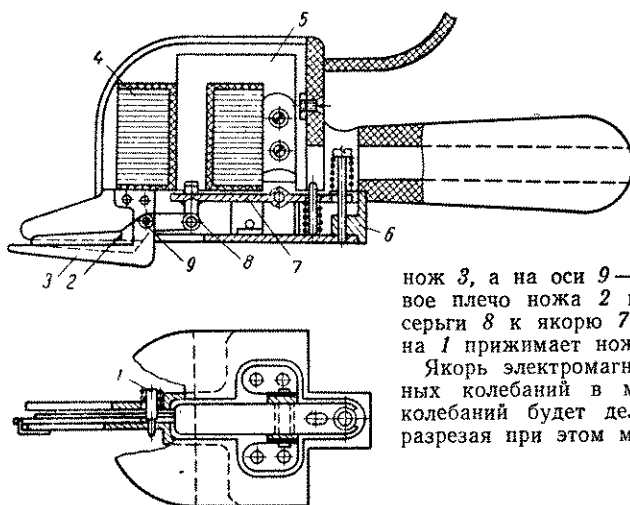
На конце вала ротора имеются зубья, сцепляющиеся с зубчатыми колесами планетарного редуктора 7. Концевая (левая) часть оси планетарного редуктора изготовлена эксцентрично и своим концом входит в подшипник ползуна. Во время вращения оси планетарного редуктора ее эксцентричность придает возвратно-поступательное движение ползуну 6 с укрепленным на нем верхним ножом 5, перемещающий его относительно неподвижного ножа 4, укрепленного на скобе 3. Последняя имеет в поперечном сечении треугольник с острым углом, направленным в сторону ножей, для того чтобы получаемые половины листа расходились одна вверх, а другая вниз. Это создает проходимость ножницам во время резки.

В отличие от электрических пневматические ножницы более производительны и безопасны, обладают значительно меньшими габаритами и весом. Кроме того, пневматические ножницы более надежны в работе, обладают более длительным сроком службы, а ремонт их значительно проще и дешевле.

Технические характеристики пневматических ножниц

Тип ножниц	Наибольшая толщина разрезаемой стали, в мм	Число двойных ходов ножа в минуту	Рабочее давление сжатого воздуха, в атм	Наименьший радиус реза, в мм	Ширина реза, в мм	Полный вес, в кг
ПВН-3	3,0	1500	5	50	—	3,5
ПНК-2	1,5	1000	5	25	5,0	2,2
ПНК-3	2,5	1500	5	45	5,5	2,8

Специальные ножницы.
Электромагнитные вибрационные ножницы
конструкции Г. К. Моргунова

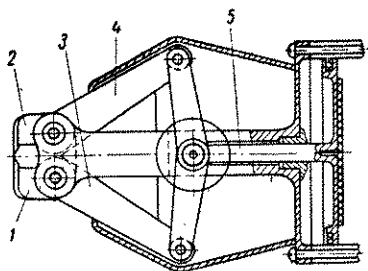


Ручные электромагнитные вибрационные ножницы служат для резки металлических листов толщиной 0,5—1,5 мм. Они состоят из электромагнита 5 с катушкой 4 и якорем 7, смонтированным внутри корпуса ножниц на основании 6. К этому же основанию крепится неподвижный

нож 3, а на оси 9 — подвижный нож 2. Правое плечо ножа 2 прикреплено при помощи серьги 8 к якорю 7 электромагнита. Пружина 1 прижимает ножи друг к другу.

Якорь электромагнита совершает 6000 полных колебаний в минуту; такое же число колебаний будет делать и подвижный нож, разрезая при этом металл.

Пневматические кусачки



Для обрезки концов обмотки на заводе «Электросила» имени С. М. Кирова по предложению Б. П. Фомина и В. К. Юдина были изготовлены и применяются пневматические кусачки.

Под действием сжатого воздуха шток-поршень 5 перемещается слева направо и увлекает за собой тяги 3 и 4, которые разводят связанные с ними шарнирно губки 1 и 2 кусачек. При ходе поршня в обратном направлении губки кусачек сходятся и откусывают лишний конец обмотки.

Кусачки работают при давлении воздуха 4 кг/см^2 ; число двойных ходов поршня — 18 в минуту; вес кусачек — 6 кг.

4. СТАЦИОНАРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИМЕНЯЕМОЕ ДЛЯ РЕЗКИ МЕТАЛЛА

Наибольшая производительность труда и наименьшая утомляемость рабочего обеспечиваются при использовании специализированного стационарного оборудования для резки.

Такое оборудование устанавливается не только в заготовительных, но и в сбороч-

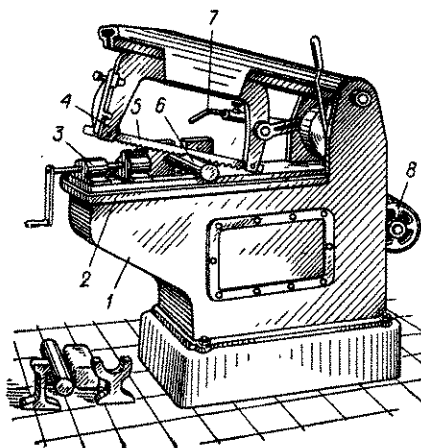
ных цехах машиностроительных заводов и слесарям нередко приходится самим работать на этих станках.

В табл. 68 приведена характеристика стационарного оборудования, применяемого на машиностроительных предприятиях для резки металла.

Таблица 68

Универсальное и специальное стационарное оборудование и приспособления для механизированной резки

Механические ножовки (ножовочные механические пилы)



Ножовочные механические пилы (типа 872)резают заготовки диаметром до 220 мм. Их габариты — $1300 \times 750 \times 680 \text{ мм}$; мощность электродвигателя — 1,3 кВт.

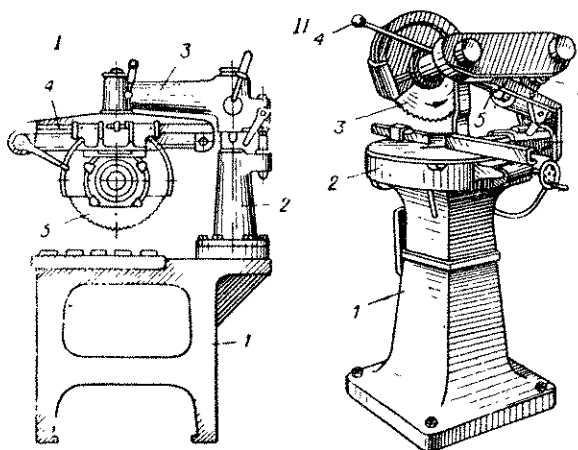
В единичном и мелкосерийном производстве для резки заготовок широко используются механические ножовки.

Станина 1 приводной ножовки имеет стол 2, на котором в зажимных тисках 3 крепится разрезаемая заготовка 6. Рамка 4 с ножовочным полотном 5 получает возвратно-поступательное движение от привода с электродвигателем 8.

В целях предупреждения нагрева полотна при разрезании применяется охлаждение маслом, эмульсией и водой. Охлаждающая жидкость подается через трубопровод 7 на место реза.

Продолжение табл. 63

Дисковые пилы



Дисковые пилы осуществляют резание вращающейся пилой. Диаметр пил — 275, 600 и 710 мм. Наибольший диаметр разрезаемой заготовки: до 75 мм у пил типа 860 и до 250 мм — у пил типа 862. Мощность электродвигателя — 2,3—14,3 кВт.

Дисковые пилы, применяющиеся в механосборочных цехах, делятся на универсальные, маятниковые и пилы трения. Рабочей частью пилы является диск с режущими зубьями или гладкий диск (в пиле трения).

Универсальная дисковая пила имеет чугунную станину (стол) 1, на которой

укреплена вертикальная колонка (поз. I). На колонке смонтирован поворотный кронштейн 3 с направляющими 4 для электродвигателя, на оси которого устанавливается режущий диск 5. Кронштейн можно поворачивать вокруг колонки и опускать или поднимать на необходимую высоту.

Маятниковая пила состоит из одностоечной чугунной станины 1 (поз. II), на которой смонтированы поворотный стол 2 и кронштейн 3 с качающейся подставкой электродвигателя 6. От подставки отходит хобот 5 с режущим диском 3 и рукояткой 4.

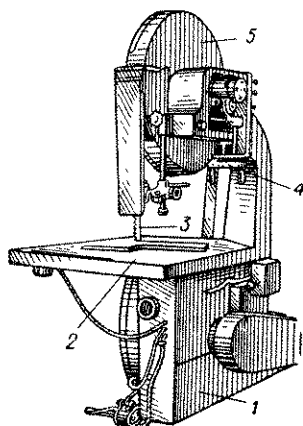
Процесс разрезания этой пилой осуществляется при плавной подаче хобота с вращающимся диском на заготовку, расположенную на столе.

Режущие диски диаметром до 400—500 мм и толщиной 1—3,5 мм изготавливают из инструментальной стали. В дисках больших размеров применяют вставные зубья из быстрорежущей стали.

Принцип действия пил трения основан на том, что режущий диск, вращающийся с большой скоростью, при соприкосновении с разрезаемым металлом нагревает его в месте реза до температуры плавления. Разогретые частицы легко отделяются вращающимся диском и выбрасываются наружу. Поверхность разреза получается ровной, чистой, но с наплывом по краям, который легко снимается зубилом.

Стол пилы имеет зажимное приспособление для крепления заготовки. Режущий диск пилы изготавливается из низкоуглеродистой стали специального проката.

Ленточные пилы



Для резки профильного металла, листов, труб и других материалов с пределом прочности $\sigma_b \leq 4 \text{ кг/мм}^2$ ($\leq 393 \text{ Н/мм}^2$) часто применяют ленточные пилы.

Использование их особенно эффективно при вырезании листовых заготовок со сложными или криволинейными очертаниями и при окончательной отделке вырезов на внутренних и наружных поверхностях.

Режущее полотно такой пилы представляет собой бесконечную стальную ленту шириной от 6 до 25 мм и толщиной от 0,6 до 1,4 мм с насеченными по кромке зубьями высотой 1,0—1,5 мм. Узкие ленты служат для резки по криволинейным контурам с малыми радиусами закруглений.

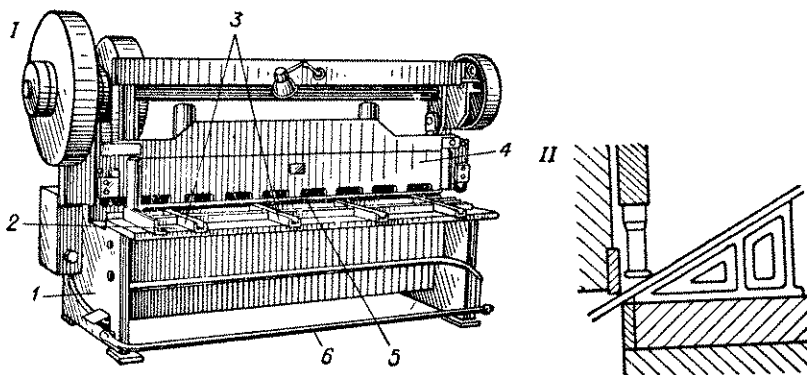
Для разрезания листов, труб и профилей из алюминиевых сплавов широкое применение получила ленточная пила ЛС-80. Она состоит из чугунной станины 1 и стола 2. В верхней части станины на оси смонтирован ведомый шкив, закрытый кожу-

хом 5. Ведущий шкив и электродвигатель размещены в нижней части станка. В столе имеется прорез, через которую проходит режущее полотно 3. Конструкция стола позволяет осуществлять резку металла под углом. Натяг полотна производится маховиком 4. Для предупреждения сползания режущей ленты со шкивов на их ободы наклеены ленты из прорезиненной ткани.

Процесс резки листового металла сводится к подаче листа, уложенного на стол станка, под движущуюся режущую ленту. Разрезание ведется по разметочным рискам.

Ленточная пила должна иметь хорошее ограждение, перекрывающее всю ленту за исключением работающей части ее.

Гильотинные ножницы



Ножницы с наклонными ножами (гильотинные) применяются для резки листового и реже полосового проката, а также листовых неметаллических материалов.

Существует большое количество различных типов ножниц, отличающихся друг от друга как по конструктивным признакам, так и по технологическим характеристикам.

В поз. I показаны ножницы с наклонными ножами. Резать материал на этих ножницах можно по разметке и без нее с помощью удлинителей 3. Станина 1 ножниц сварная из листовой стали. В ее передней части закреплен стол 2, на котором установлены удлинители 3 с Т-образными пазами, служащими для удлинения стола в случае разрезания больших листов, а также для установки передних упоров и различных приспособлений.

Привод ножниц осуществляется от отдельного электродвигателя через клиноременную и зубчатую передачи на коленчатый вал. Ножевая платформа (ползун) 4, приводимая от коленчатого вала через шатуны, движется вверх и вниз. Расположение привода верхнее. Управляют ножницами при помощи кнопок и педали 6.

Задний упор 5 состоит из двух цилиндрических реек; на них от одного маховика передвигаются кронштейны для установки упорной линейки на необходимое расстояние от кромок ножей. Мерная резка листа достигается с помощью заднего упора. Ножницы могут работать одиночными ходами и непрерывными (автоматически).

Обычно ножницы снабжены прижимами для удержания разрезаемого материала. Прижимы действуют автоматически при перемещении ползуна вниз.

Техническая характеристика гильотинных ножниц

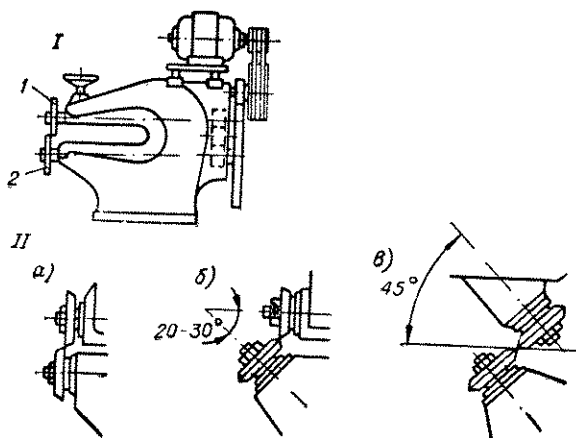
Модели кривошипных (гильотинных) ножниц	Для резки листов размерами, в мм
H-3310	1×1000
H-472	1,6×1600
H-473	2,5×1600
HB-474	4×2000
H-475	6,3×2000
H-477	12,5×2000
HB-748	16×3200
H-481A	20×3200
H-482	25×3200
H-483	32×3200

Максимальная толщина разрезаемого на этих ножницах материала составляет 20—32 мм при ширине реза 2000—3200 мм. Мощность электродвигателей для привода ножниц — от 1,7 до 20 кВт.

Ножницы с наклонными ножами используются для резки по прямым линиям. На них режутся листы на полосы для последующей штамповки, а также мерные заготовки. Изменяя положение упоров, можно изготавливать заготовки трапециевидной, ромбовидной, треугольной и другой формы.

На ножницах можно вырезать и заготовки более сложной формы по разметке (без применения упоров), а также срезать кромки листа под углом к плоскости реза до 30° (например, при подготовке под сварку). В последнем случае заготовку располагают наклонно к плоскости стола с помощью специальных подставок (поз. II).

Парнодисковые ножницы



Ножницы этого вида имеют одну пару круглых ножей 1 и 2 (поз. I). По расположению ножей ножницы подразделяются на три типа: с прямым расположением ножей (поз. II, а), с одним наклонно расположенным ножом (поз. II, б) и с двумя наклонно расположенными ножами (поз. II, в).

Ножницы с прямым расположением ножей применяются для резки полос, фасонных заготовок и для гибки кромок листовых деталей.

Ножницы с одним и двумя наклонными ножами используются для фигурной

резки, резки по кругу, а также для отбортовки и гибки. Реже они служат для резки по прямым линиям (например, отрезки полос).

Минимальные радиусы кривизны контура деталей, в мм

Диаметр ножей	Толщина разрезаемого материала, в мм		
	до 1	от 1,5 до 2,5	от 3 до 6
75	40	45	50
90	50	75	85
100	50	75	90
125	50	90	90

На парнодисковых ножницах с одним и двумя наклонными ножами можно вырезать также отверстия замкнутого контура. Минимальные радиусы кривизны наружного контура, достижимые при работе на таких ножницах, зависят от толщины разрезаемого материала и диаметра ножей.

Парнодисковые ножницы модели Н-4414 выпускаются Таганрогским заводом кузнечно-прессового оборудования. Наибольшая толщина разрезаемого этими ножницами материала — 3 мм.

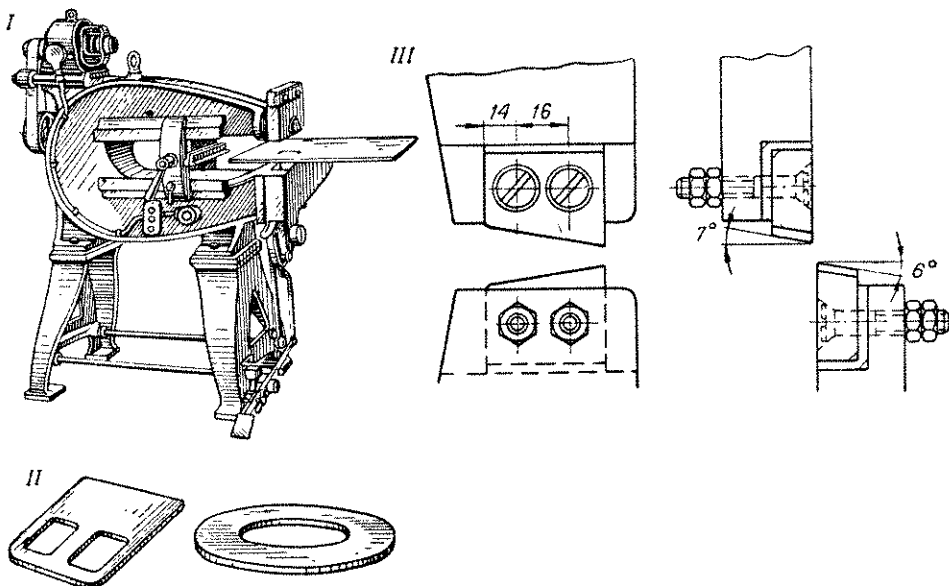
Высечные и вибрационные ножницы

Эти ножницы (поз. I) предназначены в основном для фигурной резки листового металла по наружным и внутренним контурам. На них можно резать и по прямым линиям, однако для этой цели они используются очень редко, так как по производительности и качеству реза значительно уступают ножницам с наклонными и дисковыми ножами.

Примеры работ, выполняемых на высечных и вибрационных ножницах, приведены в поз. II. Резка производится в основном по разметке или по специальным

шаблонам. Вырезка по окружности может вестись с применением специального центрирующего приспособления.

Конструкция и геометрия ножей вибрационных ножниц, а также места их крепления показаны в поз. III.



В ползуне высечных ножниц закрепляется нож, углы заточки которого те же, что и у вибрационных ножниц. Здесь же крепится пуансонодержатель. В нем устанавливается пуансон, предназначенный для высечки внутренних замкнутых контуров. В нижней части ножниц в специальной расточке точно центрируется матрица.

Техническая характеристика ножниц

Модели высечных ножниц	Техническая характеристика
H-532	Наибольшая толщина обрабатываемого листа 2,5 мм
H-533	То же, 4 мм
H-535	То же, 6,3 мм

Для обеспечения хорошего качества реза между рабочими плоскостями режущего инструмента должен быть выдержан зазор, равный 5—6% толщины разрезаемого материала. Практически величину этого зазора можно принимать для материалов с $\sigma_b \approx 45 \text{ кг/мм}^2$: при толщине материала до 2,5 мм равным 0,1 мм; 2,5—4 мм — 0,2 мм, 4—6 мм — 0,3 мм.

Зазор между режущими кромками пуансона и отверстия матрицы выдерживается при их изготовлении.

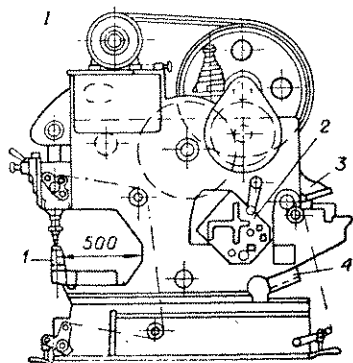
Комбинированные пресс-ножницы

Эти ножницы (поз. I) предназначаются для резки профильного (сортового) проката (круг, квадрат, уголок, швеллер) и листов, а также для пробивки отверстий и выполнения зарубочных работ.

У таких ножниц в зависимости от модели имеются: пробивное устройство 1, сортовые ножницы 2, зарубочное устройство 3 и листовые ножницы 4.

Принцип резки сортового проката заключается в том, что материал, помещенный между ножами соответствующего профиля, разрезается при сдвиге одного (подвижного) ножа по отношению к другому (неподвижному).

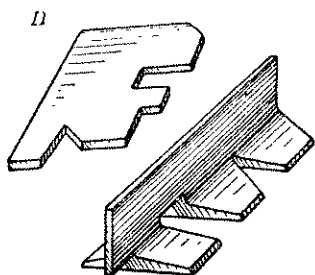
Продолжение табл. 68



Пробивка отверстий, как и зарубочные работы, производится чаще всего по разметке и в отдельных случаях по специальным шаблонам. Шаблон повторяет контур высечки. Он накладывается на заготовку и помогает ориентировать ее по отношению к ножам. Примеры работ, выполняемых на зарубочных устройствах, приведены в поз. II.

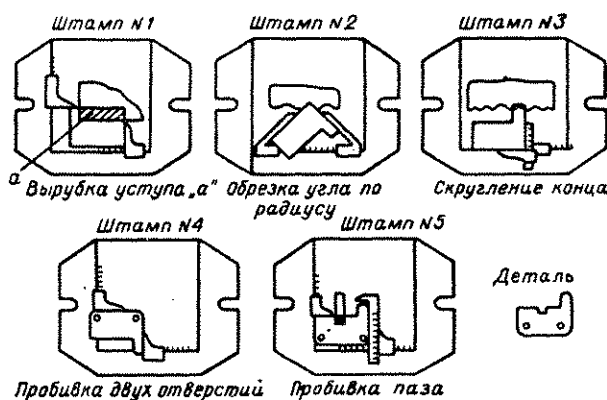
Резка на листовых ножницах производится в основном по разметке. Мерные по длине заготовки из проката отрезаются по специальным упорам или по разметке.

Техническая характеристика
комбинированных пресс-ножниц



Модели комбинированных пресс-ножниц	Техническая характеристика
Н-513	Наибольшая толщина разрезаемого листа 13 мм
НБ-633	То же, 16 мм
Н-635А	То же, 26 мм

Универсальные штампы, применяемые вместо резки металла



Сущность этого метода, предложенного ленинградским слесарем-новатором В. М. Богдановым, заключается в том, что контур детали, разделенный на простейшие элементы (прямые, кривые, окружности и т. д.), образуется последовательной штамповкой при помощи набора элементарных универсальных штампов.

На рисунке представлена технология изготовления накладки при помощи пяти универсальных

штампов, каждый из которых формирует определенный элемент детали.

Как показывает опыт, методом поэлементной штамповки можно получить от 30 до 60% деталей из листа, изготавлиющихся в обычных условиях слесарем вручную.

Приблизительно можно считать, что если даже партия насчитывает только 20 деталей, то замена слесарной обработки штамповкой в универсальных штампах уже вполне рациональна. Трудоемкость изготовления деталей при этом уменьшается в 2 раза и более.

5. ИНСТРУМЕНТЫ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ВЫРЕЗАНИЯ ПРОКЛАДОК ИЗ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА

Наиболее производительным методом изготовления прокладок является вырубка их с помощью специальных просечек (рис. 38), которые имеют форму самих прокладок. Поэтому номенклатура применяемых просечек должна быть весьма значительной. Помимо простых используются и специальные просечки.

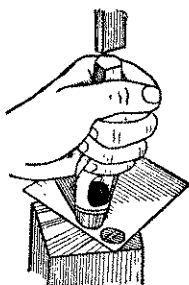


Рис. 38. Вырубка прокладки с помощью просечки.

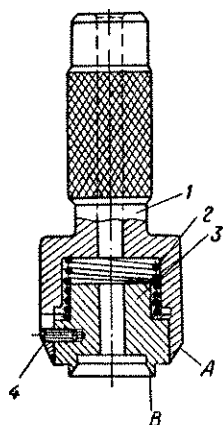


Рис. 39. Просечка для изготовления прокладок.

На рис. 39 показана просечка для изготовления кольцевых прокладок. Верхняя часть стального корпуса 1 представляет собой рукоятку, по которой производится удар молотком.

В нижней части корпуса расточено ступенчатое отверстие, в которое вставляется пуансон 3, испытывающий действие пружины 2. Вертикальное перемещение пуансона ограничивается винтом 4.

При ударе молотком по корпусу режущая кромка А вырубает наружный контур, а кромка В пуансона — внутренний контур прокладки. После вырубаания прокладка под действием пружины 2 выталкивается из корпуса просечки.

В зависимости от материала вырубаемой прокладки угол заострения режущих граней просечки делается для резины $20-30^\circ$, для паронита 30° , для войлока 10° .

Часто более эффективным оказывается изготовление прокладок с помощью универсальных приспособлений. В этом случае надобность в просечках вообще отпадает.

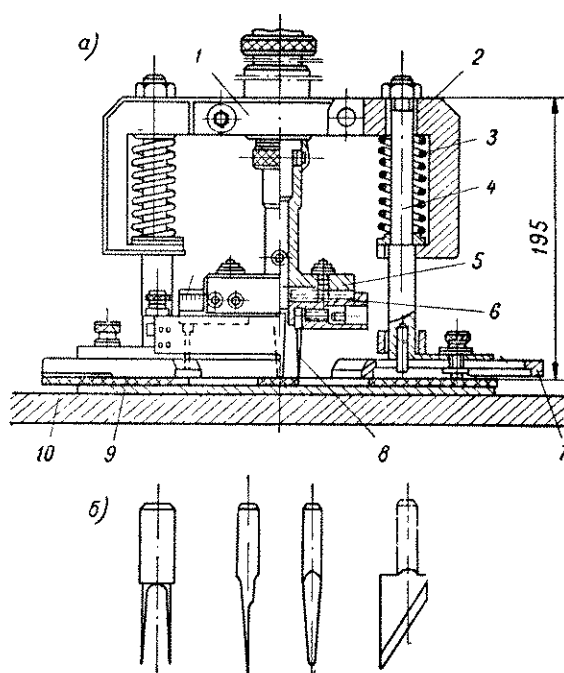


Рис. 40. Универсальное приспособление для изготовления круглых прокладок.

Такое приспособление (рис. 40, а) при помощи хомута 1 закрепляется на скалке шпинделя, а головка с раздвижными ножами — в шпинделе сверлильного станка. В рамку 2 вмонтированы два стержня 4 с пружинами 3 и двумя прижимами 7.

При помощи микрометрических винтов кулачки 6 с ножами 8 устанавливают на требуемый наружный и внутренний размеры вырезаемого кольца. Затем под лапы прижима кладут деревянную прокладку 9 толщиной 10 мм, а на нее лист 10, из которого вырезают прокладку. После этого включают станок. При опускании шпинделя прокладочный материал прижимается к столу станка, и ножи врезаются в него.

В зависимости от материала ножи имеют различную конфигурацию режущих граней.

На рис. 40, б приведены четыре типа подобных ножей. На боковой поверхности державок нанесены деления а (рис. 40, а),

при помощи которых определяется вылет державки из фланца 5 патрона и, следовательно, расстояние лезвия ножа от оси вращения шпинделя.

Приспособление можно настроить для вырезания колец любого диаметра в пределах от 5 до 150 мм.

Другим путем механизации изготовления круглых прокладок средних размеров в условиях мелкосерийного производства яв-

С помощью круговой пилы можно вырезать прокладки толщиной до 35 мм из различных материалов за исключением картона и бумаги.

Существенным недостатком этой конструкции является необходимость изготовления большого количества таких пил для вырезания прокладок разных размеров.

Вырезка прокладок больших размеров может производиться также на универ-

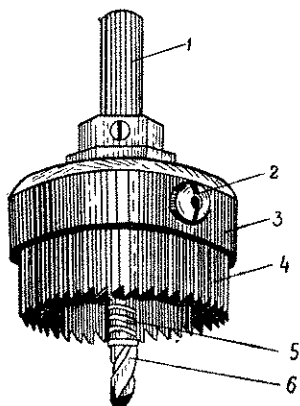


Рис. 41. Круговая пила для вырезания дисков и прокладок.

ляется вырезка их на сверлильных станках при помощи круговых пил.

Держатель 3 круговой пилы (рис. 41) навинчивается на хвостовик 1, закрепляемый в патроне сверлильного станка. Отрезок ленточной пилы 4 закладывается в держатель и закрепляется винтом 2.

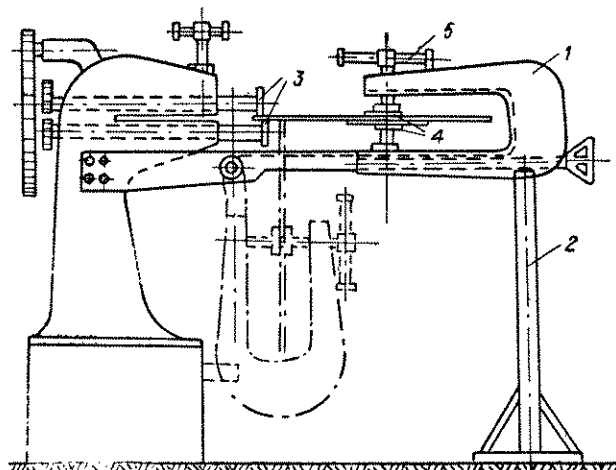


Рис. 42. Роликовые ножницы (зиг-машина).

сальных дисковых ножницах, приспособленных для круговой резки, или же на зиг-машинах, снабженных для этой цели специальным приспособлением.

На рис. 42 приведен общий вид зиг-машины с подобным приспособлением. Оно состоит из раздвижного поворотного бугеля 1, подставки 2 и набора рабочих роли-

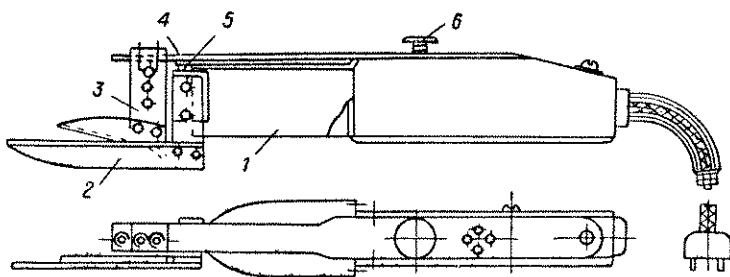


Рис. 43. Электромагнитные ножницы.

Конусная головка винта разжимает полотно пилы и плотно прижимает его к внутренней поверхности держателя. В державке хвостовика при помощи винта крепится направляющее сверло 6 с надетой на него пружиной 5. Пружина служит для выталкивания вырезанного диска из пилы.

ков 3. Обрабатываемая заготовка крепится между дисками 4 с помощью винта 5.

Вырезаемую сердцевину кольца поддерживает плоская пружина (на рисунке не показана), упирающаяся в центр кольца. При необходимости получения колец с внутренним диаметром меньше 10 мм эта

пружина снимается. Для безопасности работы на приспособлении предусмотрен кожух.

Для вырезки картонных прокладок применяются вибрационные электромагнитные ножницы типа ВЭН-0 конструкции Л. М. Сытых и В. А. Овчинникова (рис. 43). Принцип их работы такой же, как и у ножниц Г. К. Моргунова.

Неподвижный нож 2 жестко прикреплен к сердечнику катушки 1, а подвижный

нож 3 — к вибрирующему якорю 4. Ножницы приводятся в действие нажимом кнопки включателя 6; изменение скорости регулируется винтом 5. Ножницы могут включаться непосредственно в сеть напряжением 220 В или, если катушка рассчитана на напряжение 36 В, — через трансформатор. Ножницы имеют небольшие габариты. Их успешно используют при резке на криволинейных участках.

6. НОРМЫ ВРЕМЕНИ НА РАЗРЕЗАНИЕ МАТЕРИАЛА РУЧНОЙ НОЖОВКОЙ

Норма штучного времени на разрезание материала ручной ножовкой определяется по следующей формуле:

$$T_{шт} = (T \times k + T_v) \cdot \left(1 + \frac{x}{100}\right) \text{ мин.}, \quad (1)$$

где T — время на разрезание материала определенного сечения, определяемое по табл. 69;

k — коэффициент, учитывающий изменение условий работы по сравнению с принятыми при расчете норм времени по табл. 69; коэффициент k определяется по табл. 70;

T_v — вспомогательное время на установку и снятие детали или заготовки; принимается по табл. 71;

x — дополнительное время на обслуживание рабочего места и естественные надобности рабочего, в %; принимается в зависимости от условий работы от 6 до 10% (для нормальной работы 6%, для удобной, но тяжелой — 8% и для тяжелой неудобной работы — 10%).

При определении норм времени, приведенных в табл. 69, приняты следующие условия работы: разрезание производится на верстаке в слесарных тисках при удобном положении рабочего; длина режущей

части ножовочного полотна 300 мм; материал режется под углом 90° к его геометрической оси. При изменении этих условий нормы времени, указанные в табл. 69, нужно умножать на поправочные коэффициенты, приведенные в табл. 70.

Пример. Определить норму штучного времени на отрезание вручную ножовкой ($l = 300$ мм) заготовки весом до 1 кг и диаметром 18 мм; материал — сталь $\sigma_B = 70$ кг/мм². Отрезка производится на верстаке в слесарных тисках при удобном положении рабочего.

Соответственно формуле (1) находим составляющие ее элементы: T — время на отрезание заготовки, которое определяем по табл. 69: $T = 2,80$ мин.; $k = 1$, так как разрезание производится ножовкой с $l = 300$ мм и под углом к оси заготовки, равным 90°; время на обслуживание рабочего места и естественные надобности принимаем $x = 6\%$; T_v — вспомогательное время на установку и снятие заготовки по табл. 71 составляет 0,26 мин.

Подставляя эти значения в формулу (1), получаем:

$$T_{шт} = (2,8 \times 1,0 + 0,26) \cdot \left(1 + \frac{6}{100}\right) = 3,24 \text{ мин.}$$

Таблица 69

Нормы времени на разрезание материала ручной ножовкой

Сечение круглое		Обрабатываемый материал			
диаметр d , в мм	площадь F , в мм ²	сталь $\sigma_B = 40-60$ кг/мм ²	сталь $\sigma_B = 61-80$ кг/мм ²	чугун HV 170-200	бронза $\sigma_B = 25-35$ кг/мм ²
		Время T , в мин.			
5	19,63	0,25	0,34	0,20	0,15
8	50,27	0,54	0,74	0,42	0,31
10	78,54	0,80	1,08	0,60	0,45
12	113,10	1,08	1,40	0,82	0,62
14	153,90	1,40	1,80	1,08	0,80
16	201,00	1,70	2,30	1,30	1,00
18	254,50	2,05	2,80	1,60	1,20
20	314,20	2,46	3,45	1,90	1,40

Продолжение табл. 69

Сечение квадратное		Обрабатываемый материал			
Сторона квадрата a , в мм	площадь F , в мм ²	сталь $\sigma_B = 40-60$ кг/мм ²	сталь $\sigma_B = 61-80$ кг/мм ²	чугун HB 170-200	бронза $\sigma_B = 25-35$ кг/мм ²
		Время T , в мин.			
5	25	0,30	0,41	0,24	0,18
8	64	0,65	0,89	0,51	0,37
10	100	0,96	1,30	0,72	0,54
12	144	1,30	1,68	0,98	0,75
14	196	1,62	2,20	1,30	0,96
16	256	2,10	2,80	1,56	1,21
18	324	2,45	3,40	1,92	1,45
20	400	3,00	4,15	2,30	1,68
Сечение шестигранное		Обрабатываемый материал			
размер под ключ S , в мм	площадь F , в мм ²	сталь $\sigma_B = 40-60$ кг/мм ²	сталь $\sigma_B = 61-80$ кг/мм ²	бронза средней твердости	латунь средней твердости
		Время T , в мин.			
6	31,18	0,31	0,43	0,20	0,16
8	55,42	0,60	0,82	0,34	0,26
10	86,60	0,88	1,20	0,50	0,39
12	124,70	1,20	1,54	0,68	0,53
14	169,74	1,54	2,00	0,88	0,66
17	250,27	1,90	2,60	1,15	0,86
19	312,63	2,35	3,20	1,35	1,03
22	419,14	3,30	4,50	1,85	1,45
24	498,82	4,10	5,40	2,20	1,75
Сечение прямоугольное		Обрабатываемый материал			
размеры прямоугольника, в мм	площадь F , в мм ²	сталь $\sigma_B = 30-40$ кг/мм ²	сталь $\sigma_B = 41-60$ кг/мм ²	латунь средней твердости	
		Время T , в мин.			
12×6	72,0	0,53	0,70	0,24	
16×8	128,0	0,81	1,15	0,37	
20×10	200,0	1,24	1,65	0,56	
25×12	312,5	1,91	2,55	0,86	
30×15	450,0	2,55	3,40	1,15	
35×17	612,5	3,30	4,40	1,48	
40×20	800,0	4,15	5,50	1,87	
45×22,5	1 012,5	4,95	6,60	2,33	
50×25	1 250,0	6,15	8,20	2,80	
Трубы		Обрабатываемый материал			
размеры диаметров D/d , в мм		сталь $\sigma_B = 30-40$ кг/мм ²		латунь средней твердости	
		Время T , в мин.			
10/6		0,11		0,050	
14/10		0,15		0,070	
17/13		0,18		0,081	
22/18		0,25		0,110	
25/21		0,29		0,130	
29/25		0,34		0,153	
35/30		0,40		0,180	
44,5/38		0,52		0,234	
51/45		0,62		0,280	
Примечание. Перевод значений σ_B в кг/мм ² на принятые в системе СИ значения в Н/мм ² см. в табл. 6.					

Таблица 70

Поправочные коэффициенты к нормам времени по табл. 69

Условия работы	Значение k	Условия работы	Значение k
Угол при разрезании: 90° 75° 60° 45°	1,00	Положение при работе: удобное неудобное	1,00
	1,03		1,10—1,25
	1,15	Длина ножовочного полотна, в мм: 300 250 200	1,00
	1,42		1,10
			1,15

Таблица 71

Нормы вспомогательного времени на установку, закрепление и снятие детали

Характер установки детали	Вес (масса) детали, в кг							
	1	2	3	4	5	6	9	10
	Время T_v , в мин.							
На верстаке без крепления	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19
С креплением в слесарных тисках	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,37	0,39
На верстаке с креплением струбцинами	0,31	0,34	0,36	0,38	0,41	0,43	0,45	0,47
На верстаке с креплением прижимными планками	0,35	0,38	0,41	0,43	0,46	0,49	0,51	0,53

РАЗДЕЛ СЕДЬМОЙ

РУБКА МЕТАЛЛА

Рубкой называется обработка металла режущим и ударным инструментами, в результате которой удаляются (срубаются, вырубаются) лишние слои металла или разрубается на части металл, предназначенный для дальнейшей обработки и использования. Точность обработки рубкой составляет не более 0,5—1 мм.

К процессу рубки металла прибегают лишь в тех случаях, когда заготовки по тем или иным причинам не удастся обработать на станках. Рубкой выполняют следующие операции: удаление (срубание) лишних слоев металла с поверхностей заготовок; выравнивание неровных и шерохова-

тых поверхностей; снятие (обрубание) кромок и заусенцев на кованных и литых заготовках; удаление (обрубка) после сборки выступающих кромок листового материала, концов полос и уголков; разделение на части листового и сортового материала; образование отверстий в листовом материале по намеченным контурам; подгонку кромок встык под сварку; удаление головок заклепок; образование смазочных канавок и шпоночных пазов.

В качестве режущего инструмента при рубке применяют зубило, крейцмейсель, канавочник, а в качестве ударного — слесарные или пневматические молотки.

1. ЗУБИЛА И КРЕЙЦМЕЙСЕЛИ

Зубила и крейцмейсели (рис. 44) обычно изготавливают из стали марки У7А, реже из сталей У7, У8 и У8А. Режущая часть этих

Для прорубания канавок в отверстиях используют специальные зубила, так называемые канавочники (рис. 44, в), которые

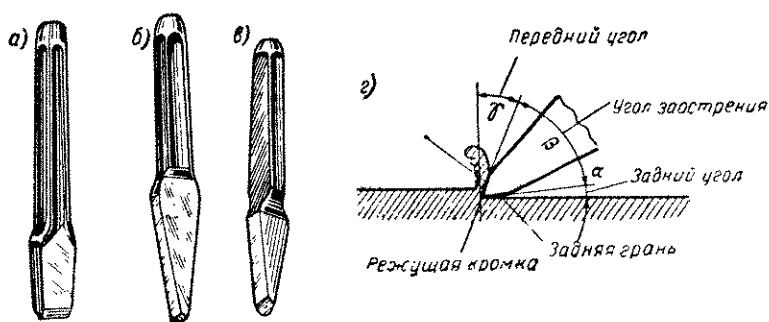


Рис. 44. Зубила и крейцмейсели:

а — зубило; б — крейцмейсель; в — канавочник; г — геометрия зубила.

инструментов представляет собой клин, образованный двумя гранями (рис. 44, г). У крейцмейселя режущая часть более узкая; она служит для прорубания узких пазов или канавок прямоугольного сечения,

изготавливают из стали У8А. Твердость рабочей части на длине 30 мм HRC 53—56, а хвостовой части на длине 15 мм HRC 30—35.

Данные о конструкции и размерах зубил и крейцмейселей приведены в табл. 72.

Таблица 72

Конструкция и основные размеры зубил и крейцмейселей

Зубила слесарные (ГОСТ 7211-72)

Technical drawing of a chisel. The top view shows a cross-section with dimensions A (height), B (width), b (width of the cutting edge), and C (width of the handle). The side view shows the chisel with dimensions L (total length), l (length of the cutting edge), m (length of the cutting edge), and angle alpha (angle of the cutting edge).

Основные размеры, в мм

A	B	b	L	l	m	C	α°		
							Обрабатываемый материал		
							твердый	средний	мягкий
5	8	5	100	25	2—3	12	70	60	45
10	8	5	125	25	2—3	12			
15	10	8	150	40	4—5	16			
20	16	12	175	50	4—5	25			
25	20	16	200	60	5—6	30			

Крейцмейсели слесарные (ГОСТ 7212-54)

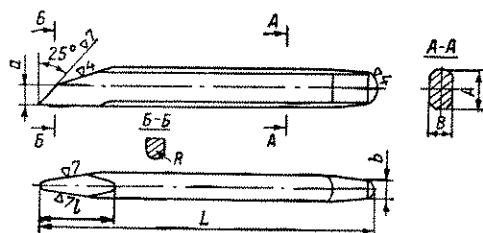
Technical drawing of a cold chisel. The top view shows a cross-section with dimensions A (height), B (width), C (width of the cutting edge), and H (height of the handle). The side view shows the chisel with dimensions L (total length), l1 (length of the cutting edge), l2 (length of the cutting edge), h (height of the cutting edge), m (length of the cutting edge), and angle alpha (angle of the cutting edge).

Основные размеры, в мм

A	L	B	C	H	l ₁	l ₂	h	m	α°		
									Обрабатываемый материал		
									твердый	средний	мягкий
2	150	8	12	15	15	30	1,5	3—4	70	60	45
5	150	10	16	20	20	35	4	3—4			
8	175	10	16	20	20	35	7	4—5			
10	175	16	25	30	25	45	8	4—5			
12	200	16	25	35	30	50	10	4—5			
15	200	16	25	40	35	55	13	4—5			

Продолжение табл. 72

Канавочники слесарные (МН 485-60)



Основные размеры, в мм

Диаметр отверстий	R	A	B	b	L	l	a
10—18	1,0	6	6	5	80	15	3
20—22	1,0	12	8	6	100	25	6
24—30	1,5	12	8	6	120	25	6
32—50	1,5	12	8	6	150	25	6
52—78	2,0	16	10	8	200	30	8
80—120	2,5	25	16	12	300	40	12
Св. 125	3,0	25	16	12	350	40	12

2. ЗАТОЧКА ЗУБИЛ И КРЕЙЦМЕЙСЕЛЕЙ

Как видно из данных табл. 72, угол заточки α слесарного зубила определяется в зависимости от твердости и вязкости обрабатываемого материала. В зависимости от вида обрабатываемого материала можно принять следующие средние значения углов заточки:

Обрабатываемый материал	α°
Чугун и бронза	75
Сталь и железо	60
Латунь и медь	45
Цинк и алюминий	35

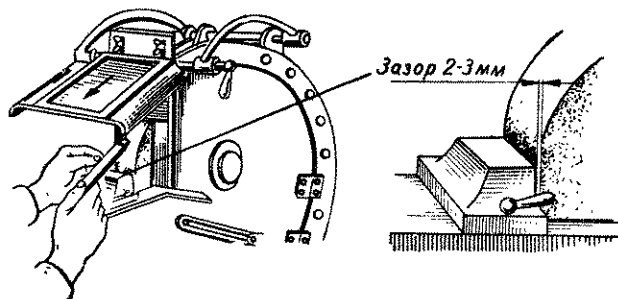


Рис. 45. Заточка зубила.

ного круга. Зубило поворачивают то одной, то другой гранью, попеременно затачивая их (рис. 45) и часто опускают инструмент в воду.

Сильно нажимать зубилом на круг нельзя, так как это может привести к значительному перегреву инструмента и потере его рабочей частью первоначальной твердости.

По окончании заточки с режущей кромки зубила снимают заусенцы, осторожно и попеременно накладывая грани на вращающийся шлифовальный круг. Затем режущую кромку зубила заправляют на абразивном круге.

При заточке зубила необходимо внимательно следить за

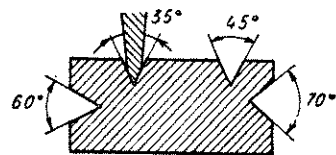


Рис. 46. Шаблон для контроля углов заточки зубила.

Заточка зубил и крейцмейселей производится на заточном станке. Взяв зубило в руки, его накладывают на подручник и с легким нажимом медленно передвигают влево и вправо по всей ширине абразив-

тем, чтобы режущая кромка была прямой, а грани — плоскими и с одинаковыми углами наклона. Величина угла заострения при заточке проверяется шаблоном (рис. 46).

Затачивать инструмент без подручника запрещается. При заточке зубила или крейцмейселя необходимо пользоваться за-

щитным экраном, предохраняющим глаза слесаря от попадания частичек шлифовального круга.

3. ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ РУБКИ

Для рубки надо выбирать возможно более прочные и тяжелые тиски (предпочтительно стуловые) с губками шириной не менее 145—150 мм, так как легкие тиски быстро приходят в негодность.

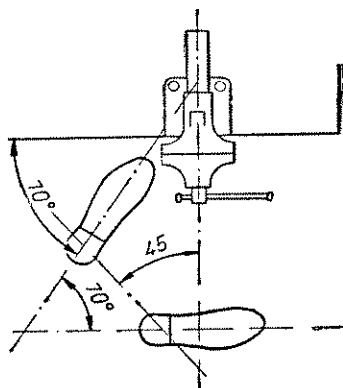


Рис. 47. Положение ног слесаря при рубке.

При рубке надо стоять у станка устойчиво, вполоборота к ним. Левую ногу выставляют на полшага вперед, а правую, которая служит главной опорой, слегка отставляют назад, раздвинув ступни ног под углом примерно 45° (рис. 47).

Зубило держат в левой руке за среднюю часть стержня несколько ближе к головке. Сильно сжимать зубило в руке не следует.

При другом способе рубки в начале замаха, когда рука движется вверх, рукоятка молотка обхватывается всеми пальцами. В дальнейшем по мере подъема руки вверх мизинец, безымянный и средний пальцы постепенно разжимаются и поддерживают

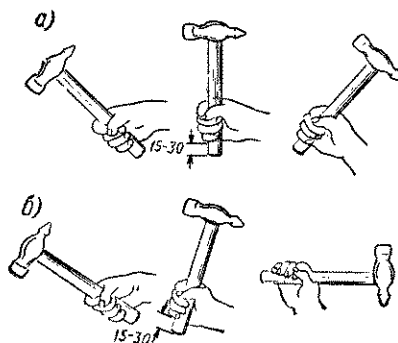


Рис. 48. Положение пальцев на рукоятке при ударе молотком.

наклоненный назад молоток (рис. 48, б). Затем разжатые пальцы сжимают и ускоряют движение руки вниз. В результате получается сильный удар молотком.

Эффективность рубки зависит и от вида удара молотком. Различают удары кистевой, локтевой и плечевой.

При кистевом ударе (рис. 49, а) молоток раскачивают только за счет изгиба кисти

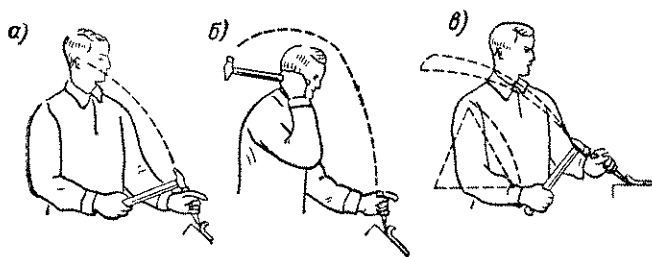


Рис. 49. Движение рук при кистевом, локтевом и плечевом ударах.

Молоток берут правой рукой за рукоятку на расстоянии 15—30 мм от ее конца. Рукоятку обхватывают четырьмя пальцами и прижимают к ладони; большой палец накладывают на указательный, а все пальцы крепко сжимают. Они остаются в таком положении как при замахе, так и при ударе (рис. 48, а).

Такой удар применяют при легкой работе: для снятия тонких стружек металла, удаления небольших неровностей.

При локтевом ударе (рис. 49, б) рука изгибается в локте, поэтому удар получается более сильным. Локтевой удар используют при обычной рубке, когда приходится снимать слой металла средней толщины,

или при прорубании различных пазов и канавок.

При плечевом ударе (рис. 49, в) рука движется в плече, при этом получается большой замах и максимальной силы удар — удар с плеча. Плечевым ударом пользуются при рубке толстого металла и обработке больших плоскостей.

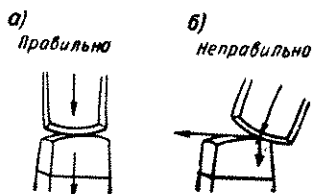


Рис. 50. Правильный и неправильный удары молотком по головке зубила.

Удар молотка по зубилу должен быть метким, т. е. таким, при котором центр бойка молотка попадает в центр головки зубила (рис. 50, а), а рукоятка молотка

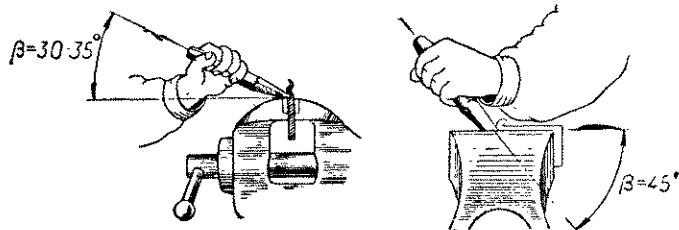


Рис. 51. Установка зубила при рубке: слева — угол установки к горизонту; справа — угол установки к оси тисков.

образует прямой угол с зубилом. Несоблюдение этого правила ослабляет силу удара и способствует косому удару (рис. 50, б), при котором молоток соскальзывает с зубила и может вызвать травму.

Зубило нужно держать с наклоном под углом $\beta = 30-35^\circ$ по отношению к обрабатываемой поверхности. При меньшем угле наклона зубило будет скользить, а не резать, а при большем — углубляться в металл и давать большую неровность. Максимальная глубина первого (т. е. чернового) прохода составляет обычно 1,5—2 мм. Глубина чистового прохода не должна превышать 0,5—0,8 мм.

Вес слесарного молотка выбирают в зависимости от размеров зубила и толщины снимаемой стружки (обычно толщина стружки составляет 1—2 мм) из расчета 40 г на 1 мм ширины лезвия зубила.

При работе крейцмейселем вес (массу) молотка принимают из расчета 80 г на 1 мм ширины лезвия.

При рубке вязких металлов лезвие зубила нужно смазывать машинным маслом или мыльной водой.

При рубке чугуна и бронзы смазку не применяют.

Следует иметь в виду, что при рубке могут отлетать мелкие куски металла, может соскочить с ручки плохо насаженный молоток и даже зубило может слететь с обрабатываемой детали. Кроме того, промахнувшись, можно ударить молотком по руке. Чтобы избежать травмы, необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

- 1) рукоятка молотка должна быть хорошо закреплена и не иметь трещин;
- 2) при работе зубилом и крейцмейселем слесарь должен пользоваться защитными очками;
- 3) при рубке твердого и хрупкого металла обязательно применение ограждений в виде сеток, щитков, ширм;
- 4) для предохранения рук от повреждений (при неудобных работах, а также в период обучения) на зубило следует надевать предохранительную резиновую шайбу, а на кисть руки — предохранительный щиток (рис. 52);

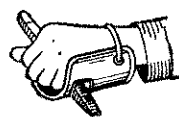


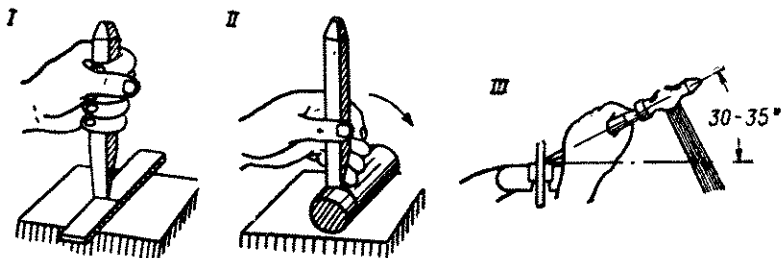
Рис. 52. Щиток для предохранения кисти руки при рубке.

б) боек молотка должен быть без забоин, а поверхность его несколько выпуклой.

Основные приемы рубки приведены в табл. 73.

Основные приемы рубки

При разрубании металла



Заготовки из металла разрубают на наковальне, массивной плите или рельсе. Они должны плотно прилегать к опоре, иначе сила удара частично будет расходоваться на их выравнивание.

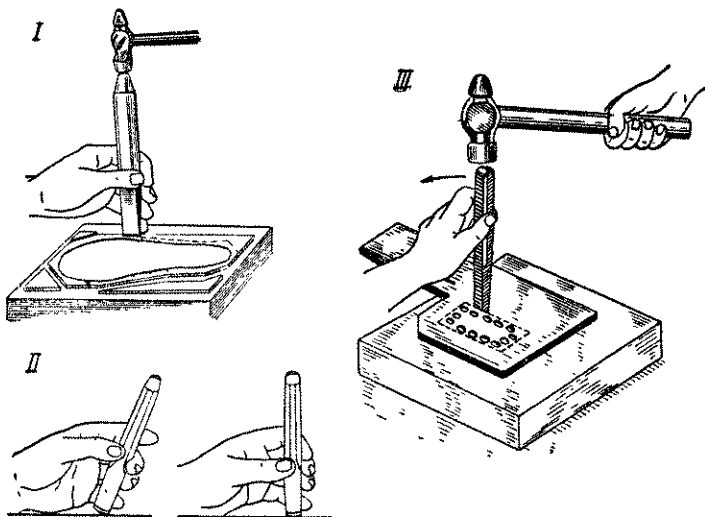
При разрубании металла зубило устанавливают вертикально и ведут рубку плечевым ударом.

Листовой металл толщиной до 2 мм обычно разрубают с одного удара, поэтому под него следует подкладывать прокладку из мягкой стали. Толстый листовой или полосовой материал (поз. I) сначала надрубают примерно на половину его толщины с обеих сторон, а затем ломают, перегибая его в разные стороны.

При разрубании круглого материала (поз. II) его поворачивают после каждого удара, постепенно углубляя разрез. После того как большая часть сечения будет надрублена, кусок отламывают.

Рубку листового металла производят в тисках, устанавливая зубило на уровне губок тисков (поз. III). Разрубание рекомендуется начинать с правого конца и перемещать зубило влево в направлении неподвижной губки тисков.

При вырубке заготовок из листового металла



Вырубку фигурных заготовок из листового металла производят по разметке в несколько приемов:

1) отступив от разметочной риски на 2—3 мм, легкими ударами по зубилу надрубают контур (поз. I);

2) затем рубят по контуру, нанося по зубилу сильные удары;

Продолжение табл. 73

3) перевернув лист, прорубают зубилом по ясно обозначившемуся на противоположной стороне контуру;

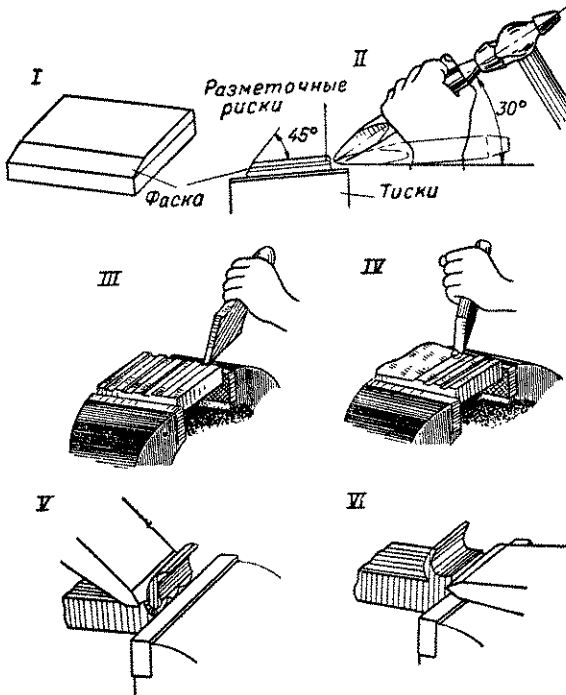
4) вновь поворачивают заготовку другой стороной и заканчивают рубку.

Для вырубki заготовок из листового металла лучше применять зубило с закругленным лезвием. Если рубить зубилом с прямым лезвием, то прорубаемая канавка получается не ровной, а ступенчатой.

При вырубании зубило сначала устанавливают наклонно, так, чтобы лезвие было направлено вдоль разметочной риски (поз. II). Затем зубилу придают вертикальное положение и наносят удар молотком по головке. При перестановке зубила часть лезвия оставляют в прорубленной канавке.

При толщине листового металла свыше 8 мм размеченный контур предварительно обсверливают. Вдоль линий чистовой обработки на расстоянии немного большего половины диаметра сверла проводят линию, на которой намечают кернами центры и по ним сверлят отверстия. Затем лист кладут на металлическую плиту из мягкой стали и прорубают по контуру (поз. III).

При обрубании плоскостей



На заготовке предварительно наносят разметочные риски, а на стороне, противоположной той, с которой начинают рубку, делают фаску (скос) по размеру снимаемого слоя металла (поз. I и II).

Заготовку зажимают в тисках так, чтобы разметочная риска, по которой нужно рубить, была расположена выше уровня губок на 4—6 мм. Рубку выполняют в несколько проходов: первая зарубка толщины снимаемого слоя делается при горизонтальном положении зубила (на поз. II показано пунктиром), а дальнейшая рубка производится уже при нормальной установке зубила.

При черновой рубке по разметочным рискам толщина стружки должна быть небольшой (не более 1,5—2 мм), а при чистовой толщина снимаемого слоя составляет 0,5—0,7 мм.

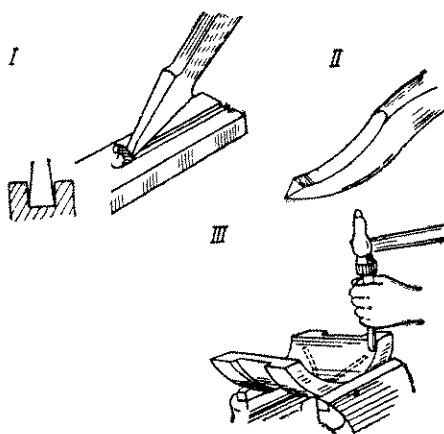
При рубке широких поверхностей рекомендуется

сначала прорубать крайнейселем канавки (поз. III), а затем уже зубилом срубать образовавшиеся на поверхности выступы (поз. IV). Толщина стружки при каждом проходе крайнейселя берется от 0,5 до 1 мм, а при обрубании выступов зубилом — до 2 мм.

При таком способе рубки фаски (скосы) делаются как на задней, так и на передней сторонах заготовки. При наличии скосов крайнейселем хорошо забирает стружку и снимает ее ровным слоем на всей заготовке. На поверхности заготовки предварительно наносят также разметочные риски, указывающие расстояние между канавками. Промежутки между канавками должны быть равны 0,8 ширины режущей кромки зубила.

При рубке чугуна, бронзы и других хрупких металлов зубило нельзя доводить до кромки заготовки, так как при этом край ее может выкрошиться (поз. V). Недорубленные места нужно рубить с противоположной стороны (поз. VI), пережав обрабатываемую заготовку.

При вырубке канавок

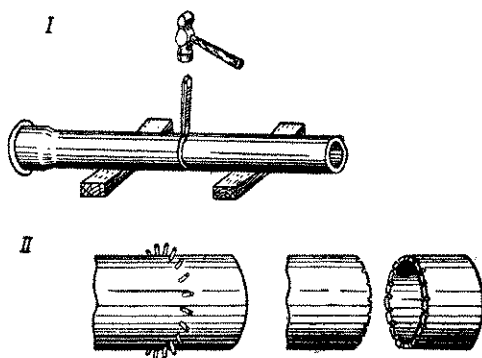


При вырубке прямых канавок (поз. I) заготовку зажимают в тисках так, чтобы дно канавки было выше губок тисков на 2—3 мм. Канавку прорубают крейцмейселем предварительно (толщина стружки 1—2 мм) и окончательно (толщина 0,5—1 мм). Крейцмейсель затачивают с поднутрением таким образом, чтобы его лезвие было шире концевой части.

Для прорубания смазочных канавок во вкладышах и втулках применяют специальные крейцмейсели-канавочники (поз. II), при этом сначала на вогнутой поверхности вкладыша размечают расположение канавок, а затем зажимают его в тисках и приступают к рубке.

Прорубание канавки ведут от края к середине вкладыша подшипника (поз. III) в такой последовательности: установив канавочник на некотором расстоянии от края вкладыша и нанося по канавочнику легкие удары молотком, намечают след канавки по разметочным рискам; вторым проходом канавку углубляют, выдерживая ее профиль; затем чистовым проходом канавочника подравнивают и зачищают канавку окончательно.

При перерубании чугунных труб



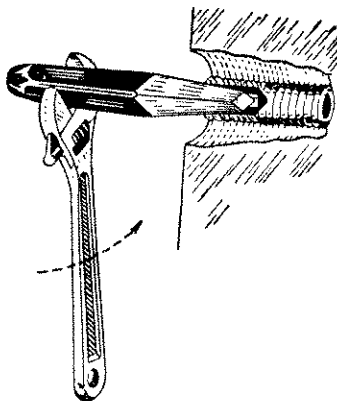
Перерубание чугунных труб производят зубилом или крейцмейселем. Сначала на трубе наносят линию переруба, затем кладут ее на деревянные подкладки (поз. I) и производят перерубание, при этом трубу постепенно поворачивают вокруг оси. После нескольких полных оборотов надрубленная часть трубы легко отделяется.

Строго воспрещается перерубать трубы на весу, так как в этом случае в местах рубки могут появиться продольные трещины.

При перерубании чугунных труб больших диаметров сначала рекомендуется обозначить линию переруба, по которой затем на равных расстояниях один от другого наносят керны и сверлят сквозные отверстия. В эти отверстия забивают деревянные пробки (клинья) (поз. II). Затем зубилом или крейцмейселем перерубают все перемычки, поворачивая трубу вокруг оси.

Продолжение табл. 73

При извлечении сломанных болтов и шпилек



Для извлечения сломанного болта или шпильки прежде всего намечают керном центр детали. Затем спиральным сверлом небольшого диаметра сверлят отверстие на всю длину болта или шпильки. Сверлом большего диаметра отверстие рассверливают так, чтобы от болта или шпильки осталась только тонкостенная трубка с резьбой. Затем в отверстие вставляют крейцмейсель и слегка ударяют по нему. Надев гаечный ключ на хвост крейцмейселя, поворачивают его против часовой стрелки, чтобы вывернуть сломанный болт или шпильку. Если резьба болта или шпильки заржавела, то, просверлив отверстие, в него наливают немного керосина или жидкого масла так, чтобы жидкость попала на резьбовую нарезку.

4. МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РУБКИ

Ручная рубка — тяжелая, трудоемкая и малопроизводительная операция. Поэтому во всех случаях, когда это представляется

механизированных инструментов, а также специальных приспособлений и инструментов.

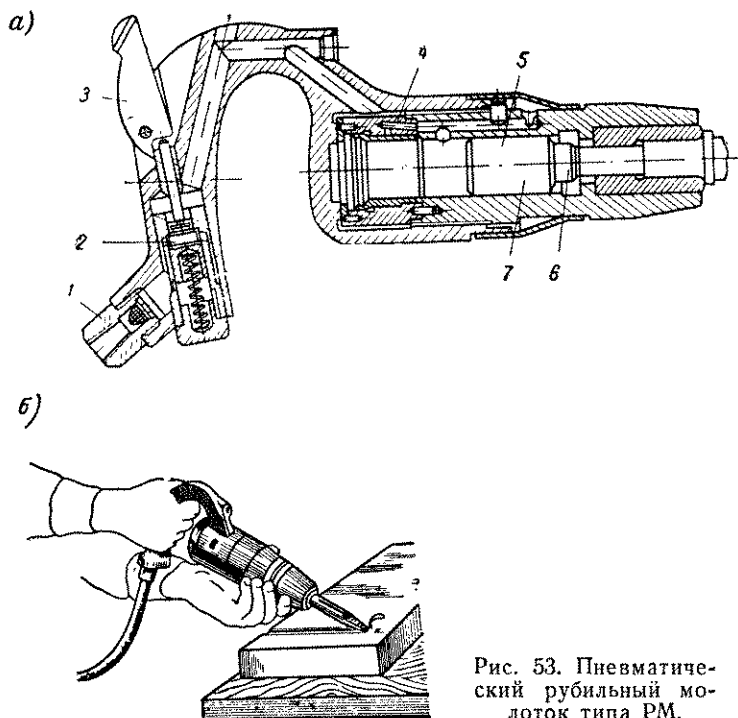


Рис. 53. Пневматический рубильный молоток типа РМ.

возможным, стараются заменить ее другими, более производительными операциями (например, обработкой абразивным инструментом и на металлорежущих станках) либо же прибегают к применению ручных

Применение ручных механизированных инструментов. Для механизации рубки металла используют пневматические молотки.

Пневматический рубильный молоток типа РМ (рис. 53, а) состоит из корпуса, бойка,

золотника и рукоятки с пусковым устройством. Сжатый воздух из цеховой магистрали через резиновый шланг и штуцер 1 поступает к рукоятке молотка. Слесарь берет правой рукой рукоятку, а левой удерживает молоток за ствол, направляя движение зубила (рис. 53, б).

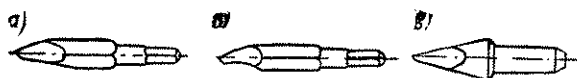


Рис. 54. Зубила для рубки пневматическим молотком:

а — прямое; б — с криволинейной кромкой; в — крайнейсель.

живает молоток за ствол, направляя движение зубила (рис. 53, б).

При нажатии на курок 3 открывается клапан 2, и воздух под давлением 5—6 атм из магистрали через штуцер 1 поступает в цилиндр. В зависимости от положения золотника 4 воздух через каналы внутри корпуса попадает в камеру рабочего хода 5 или в камеру обратного хода 6. В первом

Применение специальных инструментов и приспособлений, ускоряющих процесс рубки. В ряде случаев значительно повысить производительность рубки позволяет использование специальных инструментов и приспособлений.

Для зачистки сварных швов, легкой рубки, клепки и чеканки в труднодоступных местах применяют малогабаритный пневматический молоток МЗС (рис. 55). Отдача такого молотка во время работы почти не чувствуется.

Молоток состоит из пускового устройства 7, ствола 3, распределительного кольца 6 с золотником 5 и ударника 4. Ствол 3 имеет продольные каналы, которые сообщаются с центральным отверстием радиальными канавками. В конце ствола запрессована буска 2, служащая для направления хвостовика рабочего инструмента 1.

Принцип работы молотка МЗС тот же,

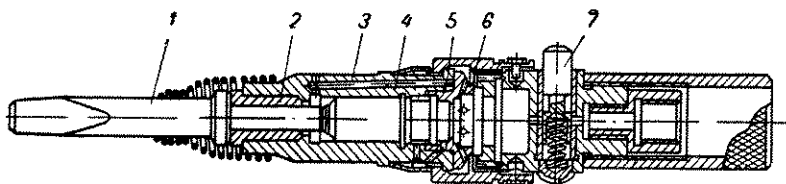


Рис. 55. Малогабаритный пневматический молоток типа МЗС.

случае воздух толкает ударник 7 вправо, и он ударяет по хвостовику рабочего инструмента. В конце рабочего хода золотник давлением воздуха смещается, воздух попадает в камеру 6, и совершается обратный ход. Затем цикл работы повторяется.

Молоток включают в работу после того, как режущей кромкой инструмента нажали на обрабатываемую поверхность.

В качестве инструмента для рубки пневматическими молотками служат специальные зубила (рис. 54).

Производительность рубки при использовании механизированных инструментов повышается в 4—5 раз.

что и описанного пневматического молотка для рубки. При нажатии кнопки пускового устройства 7 сжатый воздух приводит в движение ударник 4 в стволе 3. Ударник наносит ряд последовательных ударов по хвостовику рабочего инструмента 1 благодаря перераспределению воздуха с помощью золотника 5. В табл. 74 приведены технические характеристики рубильных молотков МЗС и типа РМ.

Как показал опыт, при помощи малогабаритного молотка можно обрубить цветные металлы толщиной до 10 мм, углеродистую сталь толщиной до 5 мм и легированную — до 3 мм.

Таблица 74

Технические характеристики рубильных молотков

Марка молотка	Длина, в мм	Вес, в кг	Число ударов в минуту	Расход воздуха, в м³/мин.	Рекомендуемое применение
МЗС	250	Около 1,0	2800—3000	0,3	Легкая рубка, клепка, чеканка
РМ-1	230	5,0	2400	0,5—0,6	Легкая рубка
РМ-3	370	5,6	1500	0,5—0,6	Средняя рубка и клепка заклепок диаметром до 10 мм
РМ-5	430	6,5	1000	0,5—0,6	Тяжелая рубка и клепка в горячем состоянии заклепок диаметром до 12 мм

5. НОРМЫ ВРЕМЕНИ НА ОБРУБКУ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЗУБИЛОМ И ВЫРУБКУ КАНАВОК КРЕЙЦМЕЙСЕЛЕМ

Нормы штучного времени ($T_{шт}$) на обрубку поверхностей зубилом и вырубку канавок крейцмейселем определяются по следующей формуле:

$$T_{шт} = (T \times A \times k + T_a) \cdot \left(1 + \frac{x}{100}\right) \text{ мин.}, \quad (2)$$

где T — норма времени на обрубку зубилом 1 см² поверхности, принимаемая по табл. 75, или на вырубку крейцмейселем 1 пог. см канавки, принимаемая по табл. 77;

A — размер обработки: площадь F , в см²; для обрубки зубилом или длины канавки l , в пог. см;

k — коэффициент, учитывающий изменение условий работы, принятых при расчете норм времени по табл. 75 и 77; коэффициент k определяется по табл. 76 и 78;

T_a — вспомогательное время на установку, закрепление, открепление и снятие обрабатываемой детали в мин., принимаемое по табл. 71;

x — дополнительное время на обслуживание рабочего места и естественные надобности слесаря, принимаемое от 6 до 10% (для нормальной работы — 6%, для легкой, но тяжелой — 8% и для неудобной тяжелой работы — 10%).

Приведенные в табл. 75 нормы времени на обрубку 1 см² поверхности зубилом предусматривают следующие условия работы:

1) обрубка горизонтальная (сверху) без соблюдения размеров;

2) обрубка на верстаке в тисках при удобном положении рабочего;

3) ширина режущей кромки зубила 20 мм.

При изменении условий работы нормы времени, указанные в табл. 75, умножаются на поправочные коэффициенты по табл. 76.

Нормы времени, приведенные в табл. 77, предусматривают вырубку канавок крейцмейселем в разъемных подшипниках на верстаке в слесарных тисках. При изменении условий указанные нормы времени умножают на поправочные коэффициенты k по табл. 78.

Таблица 75

Нормы времени на обрубку 1 см² поверхностей зубилом вручную

Обрабатываемый материал и его характеристика	Толщина обрабатываемого слоя, в мм	Площадь обрабатываемой поверхности F , в см ²								
		20	30	40	50	60	70	80	90	100
		Время T , в мин.								
Сталь $\sigma_B = 40\text{--}60$ кг/мм ² (393—588 Н/мм ²)	1,0	0,122	0,115	0,111	0,107	0,104	0,102	0,100	0,099	0,097
	1,5	0,184	0,173	0,166	0,160	0,157	0,153	0,150	0,148	0,145
	2,0	0,245	0,230	0,221	0,214	0,209	0,204	0,200	0,197	0,194
Сталь $\sigma_B = 61\text{--}80$ кг/мм ² (598—785 Н/мм ²)	1,0	0,170	0,152	0,145	0,137	0,130	0,128	0,123	0,120	0,118
	1,5	0,290	0,260	0,245	0,235	0,225	0,218	0,210	0,205	0,200
Чугун $HB\ 170\text{--}200$ (1660—1960 Н/мм ²)	1,0	0,114	0,107	0,100	0,095	0,092	0,090	0,087	0,085	0,081
	1,5	0,212	0,195	0,180	0,172	0,166	0,160	0,155	0,150	0,147
	2,0	0,265	0,245	0,232	0,222	0,215	0,210	0,202	0,200	0,195
Бронза средней твердости	1,0	0,088	0,082	0,077	0,073	0,071	0,068	0,066	0,064	0,062
	1,5	0,148	0,138	0,130	0,125	0,120	0,118	0,115	0,112	0,110
	2,0	0,190	0,177	0,167	0,160	0,155	0,150	0,148	0,145	0,140

Таблица 78

Поправочные коэффициенты к нормам времени по табл. 77

Условия работы	Коэффициент k
Обработка на верстаке и в тисках удобная	1,0
" " месте неудобная	1,1—1,25
Вырубка канавок на плоских поверхностях	0,80
" " внешних цилиндрических поверхностях	1,15
" " внутренних цилиндрических разъемных по- верхностях	1,00
Вырубка прямых канавок	1,00
" ломаных "	1,15
" кривых "	1,20

РАЗДЕЛ ВОСЬМОЙ

ПРАВКА ЗАГОТОВОК

Детали и заготовки из полосового, пруткового или листового материала могут быть погнутыми, кривыми, покоробленными или иметь выпучивания, волнистость и т. п.

Слесарная операция, при которой таким заготовкам или детали ударами молотка или давлением пресса придают правильную геометрическую форму, называется правкой.

Правку производят как в холодном, так и в нагретом состоянии. В последнем слу-

чае стальные заготовки и детали нагревают до температуры $1100-850^{\circ}$, а дуралюминиевые — до $470-350^{\circ}$.

Правка металла может быть машинной (на правильных валках, прессах и всякого рода приспособлениях) и ручной, выполняемой слесарными молотками на стальной или чугунной плите или на наковальне.

При выборе способа правки учитывают характер материала, размер детали (заготовки) и величину прогиба.

1. ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ ПРАВКИ МЕТАЛЛА ВРУЧНУЮ

Ручная правка листового металла и заготовок из него производится молотками на правильных плитах и специальных рихтовальных бабках.



Рис. 56. Правильная плита.

Правильная плита (рис. 56) изготавливается из серого чугуна сплошной конструкции или с ребрами. Размеры плит чаще всего делятся $1,5 \times 5$, 2×2 , $1,5 \times 3$ и 2×4 м.



Рис. 57. Рихтовальные бабки.

Рабочая поверхность плиты должна быть ровной и чистой. Плита должна быть массивной, тяжелой и достаточно устойчивой, чтобы при ударах молотка не было никаких сотрясений.

Плиты устанавливаются на металлических или деревянных подставках, которые могут обеспечить кроме устойчивости и необходимую горизонтальность.

Вокруг плиты должно быть достаточно места, чтобы можно было свободно работать.

Рихтовальные бабки (рис. 57) изготавливаются из стали и закаляются. Рабочая поверхность бабки может быть цилиндрической или сферической радиусом $R = 150-200$ мм.

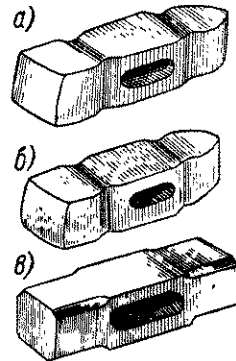


Рис. 58. Молотки, применяемые при правке.

Для правки листов толщиной от 1 до 2 мм применяют, как правило, три типа молотков. Они предназначены: для первоначальной (грубой) правки (рис. 58, а), для рихтовки (глажения) листа после грубой правки (рис. 58, б) и для окончательной доводки листа (рис. 58, в).

Боек первого молотка выполнен со сферической поверхностью малого радиуса. У второго молотка радиус сферы больше, а у молотка для окончательной доводки боек имеет ровную поверхность с кромками, закругленными по радиусу 2 мм.

Для правки листов толщиной от 3 мм и выше можно пользоваться двумя молотками.

Для правки деталей с окончательно обработанной поверхностью, а также тонких стальных изделий или заготовок из цветных металлов и сплавов применяют молотки из мягких материалов — медные, латунные, свинцовые, деревянные.

Молоток при правке держат за конец рукоятки, несильно зажимая ее в руке. При ударе молоток нужно опускать на лист вертикально всей площадью бойка.

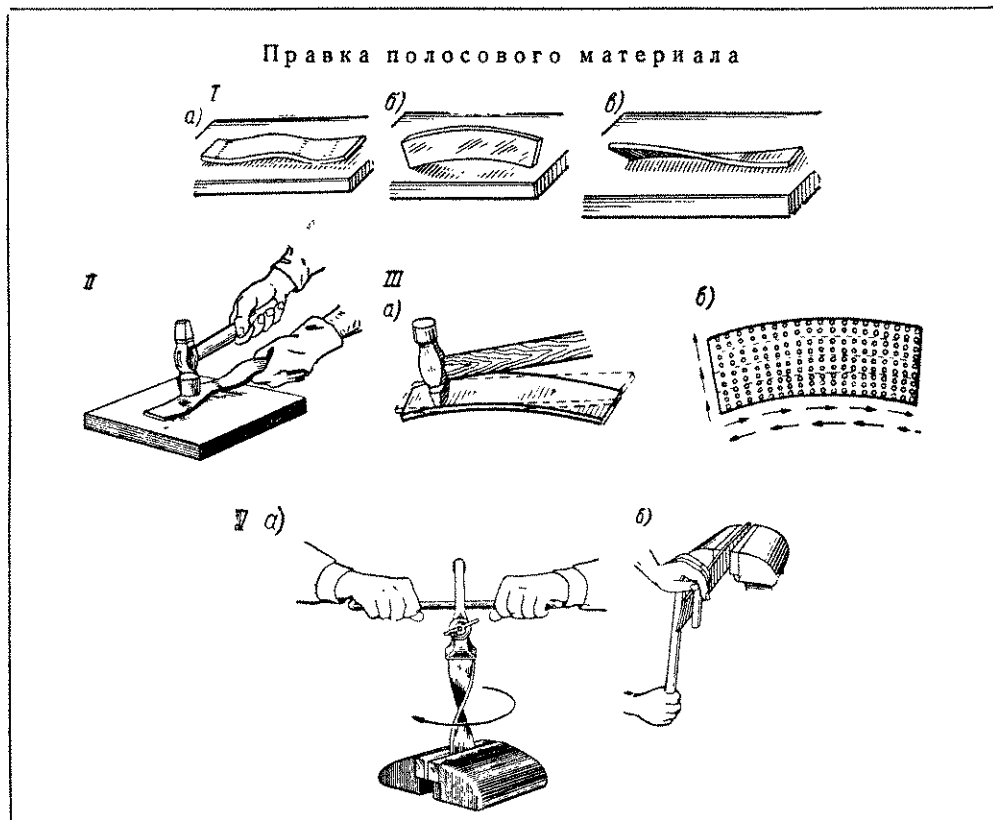
В момент удара молоток будет обязательно отскакивать. Этим движением следует научиться управлять так, чтобы отскакивание молотка от листа вверх было направлено по вертикали к плите.

Для правки тонкого листового и полосового металла служат также металлические и деревянные гладилки и бруски.

Приемы ручной правки приведены в табл. 79.

Таблица 79

Основные приемы ручной правки



Наиболее распространены следующие виды изгиба заготовок из полосового материала: изгиб по плоскости (поз. I, а), изгиб по ребру (поз. I, б) и извернутость (поз. I, в).

Правка полосового материала по плоскости производится в следующей последовательности. Искривленную полосу кладут на плиту и, придерживая ее левой рукой, по выпуклым местам полосы наносят удары молотком (поз. II), при этом удары наносят сначала по краям выпуклости широкой стороны и постепенно приближаются к середине выпуклости, поворачивая по мере необходимости полосу с одной стороны на другую. Сила удара регулируется в зависимости от размеров полосы и степени искривления.

Результаты правки (прямолинейность заготовки) оценивают на глаз или же по правильной плите с помощью линейки.

Выправив широкую сторону заготовки, приступают к правке ребер. После одного-двух ударов полосу поворачивают с одного ребра на другое.

При правке полосы, изогнутой на ребро, удары наносят по широкой плоскости. Прижав левой рукой полосу к плите, наносят удары носком молотка (поз. III, а) по всей длине полосы, постепенно переходя от нижней кромки к верхней (на схеме в поз. III, б направления и последовательность ударов показаны стрелками).

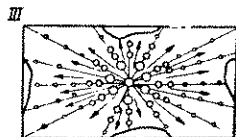
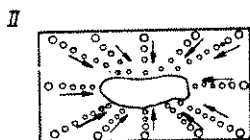
У нижней кромки наносят сильные удары, а по мере приближения к верхней силу ударов уменьшают, но увеличивают их частоту. При таком способе правки нижняя кромка постепенно вытягивается больше, чем верхняя, и полоса выравнивается.

Правку прекращают, когда верхняя и нижняя кромки становятся прямолинейными.

При правке извернутых полос один конец заготовки закрепляют в слесарных тисках (поз. IV, а), а второй конец зажимают в ручных тисках. Затем, вставив рычаг между губками ручных тисков, равномерным усилием поворачивают рычаг до полного выпрямления спиральной кривизны. Вместо тисков может быть использован специальный рычаг (поз. IV, б).

Результат правки проверяют на глаз или по зазору на плите определяют кривизну. При необходимости окончательную правку проводят на плите.

Правка листового материала



Правку изогнутого листа, имеющего поперечные волны — волнистость (поз. I), осуществляют следующим образом. Изогнутый лист кладут на правильную плиту и, придерживая его одной рукой, наносят легкие удары молотком по выступающим частям листа вдоль поперечных волн. Сначала правят лист с одной стороны, а затем его переворачивают и правят с другой стороны.

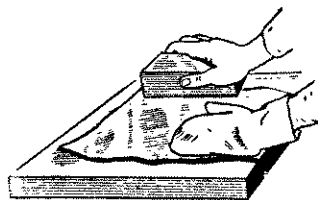
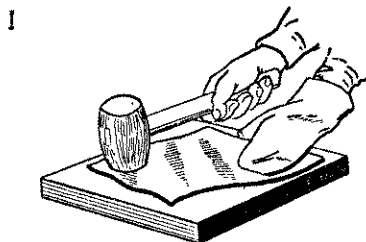
При наличии выпуклости в середине заготовки ее кладут на плиту и выпуклости обводят мелом. Затем наносят частые удары молотком от края листа по направлению к выпуклости. По мере приближения к выпуклости удары молотком следует делать чаще и слабее (поз. II).

Если на заготовке имеется волнистость по краям, то удары молотком наносят по направлению от середины заготовки к ее краям (поз. III).

После устранения выпуклостей и волнистости лист переворачивают и легкими ударами молотка окончательно восстанавливают его прямолинейность.

В процессе правки нужно следить за тем, чтобы на поверхности листа не оставались следы от ударов молотком.

Правка тонкого листового материала



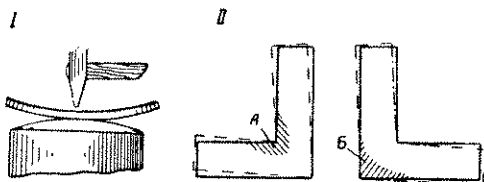
При правке тонкого листового материала пользуются легкими деревянными (поз. I), медными, латунными или свинцовыми молотками. Приемы правки такие же, как и стальными молотками.

Правку весьма тонкого листового материала осуществляют с помощью металлических или деревянных брусков-гладилок (поз. II).

При правке лист периодически переворачивают.

Продолжение табл. 79

Правка закаленных деталей



Закаленные детали выправляют специальным молотком с закругленной узкой стороной бойка. Деталь при этом лучше располагать не на плоской плите, а на рихтовальной бабке, имеющей гладкую поверхность (поз. I). Удары при правке наносят не по выпуклой, а по вогнутой стороне детали.

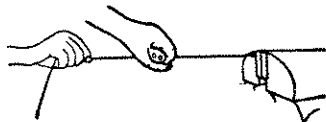
Правка закаленной полосы (линейки и пр.) ведется в такой последовательности:
1) положив деталь на бабку выпуклостью вниз, молотком наносят не сильные, но частые удары по впадине, начиная с ее середины и постепенно переходя к краям;
2) перехватив левой рукой деталь за второй конец, производят правку другой ее части;
3) в процессе правки время от времени проверяют, уменьшается ли стрела прогиба детали.

Удары молотком должны быть не сильными, чтобы не сломать деталь.

Правка угольников, у которых вследствие деформаций при закалке изменился угол между полками (поз. II), производится в такой последовательности:

1) вначале правят сами полки (так же, как закаленные линейки);
2) затем, если угол между полками угольника после закалки уменьшился, удары молотком наносят у внутреннего угла в месте А, а если угол увеличился, то в месте Б (удары наносят с обеих сторон угольника, чтобы не нарушить правильности его плоскости).

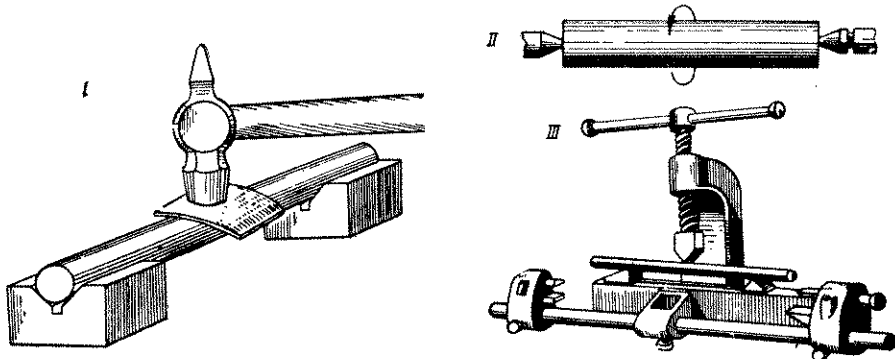
Правка тонкой проволоки



Правку проволоки осуществляют как в специальных приспособлениях, так и простейшими способами — с помощью деревянного бруска.

В бруске из твердой породы дерева просверливают отверстие, через которое пропускают выправляемую проволоку. Конец проволоки надо зажать в тисках.

Правка пруткового материала и валов



Короткие прутки диаметром до 12 мм правят на правильной плите, нанося молотком удары по выпуклостям и искривленным местам. После устранения выпуклостей добиваются прямолинейности прутка, нанося легкие удары по всей его длине и одновременно поворачивая левой рукой.

Правка прутков и валов диаметром свыше 12 и до 30 мм осуществляется на призмах и ручных прессах.

Перед правкой на призмах перекачиванием прутка по плите определяют выпуклые места, которые отмечают мелом. Затем прутки устанавливают на призмы выпуклым местом вверх так, чтобы призмы отстояли от отметки на расстоянии 50—100 мм (поз. I), и наносят удары по выпуклому месту молотком со вставками из мягкого металла (меди, свинца). Если правку производят стальным молотком, то применяют подкладки из мягких металлов.

Продолжение табл. 79

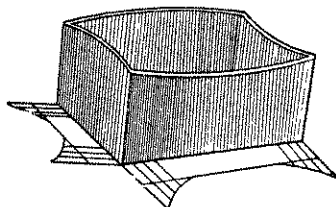
Последовательность правки вала на ручном прессе следующая. Вал устанавливают между центрами (поз. II) так, чтобы он имел возможность поворачиваться. Взяв в правую руку мел и уперев руку в неподвижную поддержку, левой рукой вращают вал и постепенно подводят мел к валу; если вал искривлен, то мел будет касаться его только в отдельных — выпуклых — местах.

Далее вал устанавливают на призмы под винт (или шпindel) прессы выпуклой частью вверх (поз. III). Вращая рычаг, нажимают винтом прессы на вал, периодически проверяя его прямолинейность линейкой на просвет.

Чтобы избежать вмятин и забоин, под вал и под шпindel прессы устанавливают подкладки из мягкого металла.

Для устранения остаточных напряжений в местах правки ответственные валы медленно нагревают в течение 0,5—1 часа до температуры 400—500° и потом медленно охлаждают.

Правка сварных узлов и отдельных специальных деталей



Деформированные сварные конструкции из листов (баки, коробки, кожуха и пр.) правят, нанося удары со стороны впадин, а не со стороны выпуклостей.

Правку стенок сварной коробки производят, нанося удары с внутренней стороны коробки. Но так как при этом нельзя полностью выправить лист, то, когда выпуклость немного уменьшится, сильным ударом молотка создают выпуклость на обратной стороне и продолжают наносить удары с внутренней стороны по краю (углу) коробки.

Для правки сварных конструкций, а также некоторых специальных деталей применяют различного рода специальные винтовые приспособления.

2. МЕХАНИЗАЦИЯ ПРАВКИ МЕТАЛЛА

Механизация правки осуществляется с помощью правильных валцов, специальных прессов и приспособлений (табл. 80).

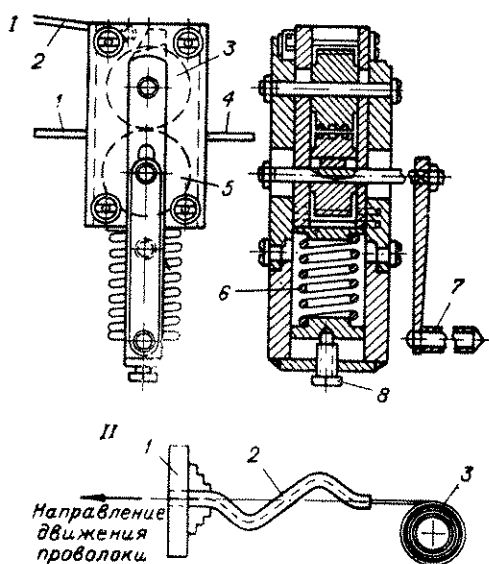
При усовершенствовании процессов рез-

ки, гибки, сварки и термической обработки деформации заготовок могут настолько снизиться, что трудоемкость правки значительно уменьшится и станет минимальной.

Таблица 80

Основные способы механизированной правки металла

С помощью специальных приспособлений для правки



Одним из основных путей механизации правки металла небольших сечений является применение различного рода приспособлений.

В поз. I показано приспособление для правки полос небольшой толщины, которое устанавливается в верстачных тисках.

Заготовку из полосового металла кладут на полку 1 и пропускают между роликами 3 и 5, для чего с помощью рукоятки 2 поднимают ролик 3. Затем рукоятку 2 опускают и, вращая рукоятку 7, приводят во вращение ролики 3 и 5. Заготовку пропускают между ними и в выправленном состоянии подают на полку 4.

Винтом 8 регулируют натяг пружины 6, определяющий силу нажима ролика 5 на выправляемую заготовку.

Применение этого приспособления позволяет повысить производительность в 3—5 раз по сравнению с ручной правкой.

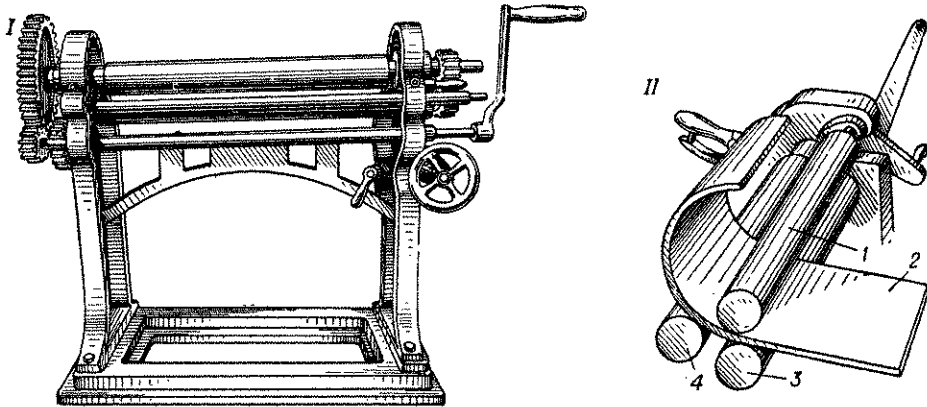
Продолжение табл. 80

Правка проволоки осуществляется на правильных станках и с помощью специальных приспособлений. Простейшим (элементарным) приспособлением является кусок изогнутой трубы, один конец которой зажат в патроне токарного станка.

Конец проволоки из бунта 3 (поз. II) пропускают через трубу 2, патрон 1 и полый шпиндель передней бабки. Затем приводят во вращение шпиндель и начинают тянуть проволоку в направлении, показанном стрелкой.

Производительность правки при 600 оборотах шпинделя в минуту составляет около 300 м/час. В зависимости от диаметра выпрямляемой проволоки диаметр трубы подбирается различным.

С помощью гибочных валцов



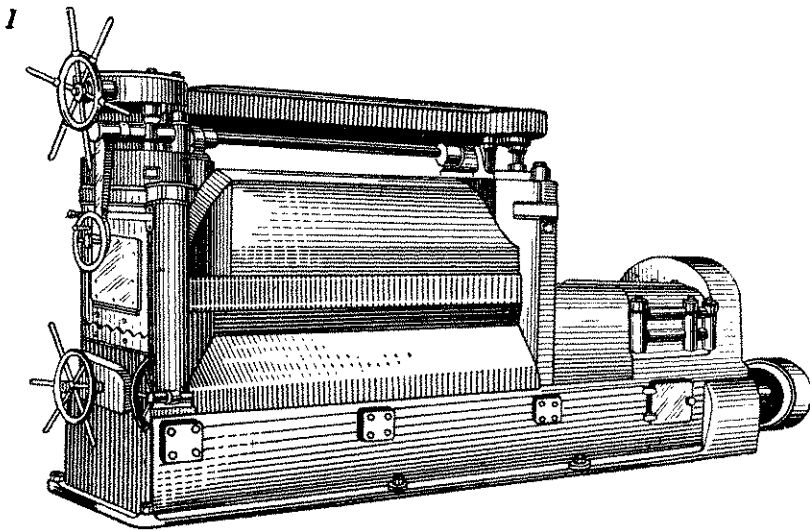
В ручных валцах (поз. I) правят обычно заготовки из листа толщиной до 3 мм. Валки 1 и 3 (поз. II) расположены один над другим, и в зависимости от толщины заготовки 2 их можно удалять друг от друга или сближать между собой. Так же может быть поднят или опущен расположенный сзади третий валок 4. Валки должны быть отрегулированы так, чтобы они не были сильно прижаты друг к другу.

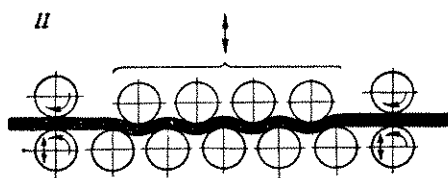
Заготовку (лист или полосу) устанавливают между двумя передними валками и, вращая рукоятку по часовой стрелке, пропускают между валками.

Часто для полного устранения выпучин и вмятин заготовки приходится пропускать между валками несколько раз.

Ручные валцы применяют для правки заготовок толщиной до 2,5 мм. Заготовки толщиной 3—6 мм правят на приводных валцах.

С помощью листопрямильных валцов





Для правки листового материала лучше всего использовать специальные правильные вальцы с разным количеством валков (поз. I). Листы или детали, подвергающиеся правке, пропускают между двумя рядами валков, расположенных в шахматном порядке (поз. II). Машина имеет парные входные направляющие валки, расположенные один под

другим, и парные выходные направляющие валки. Скорость вращения входных направляющих валков несколько меньше, чем у выходных, благодаря чему помимо правки лист подвергается еще и незначительному растяжению, что также способствует выравниванию заготовок.

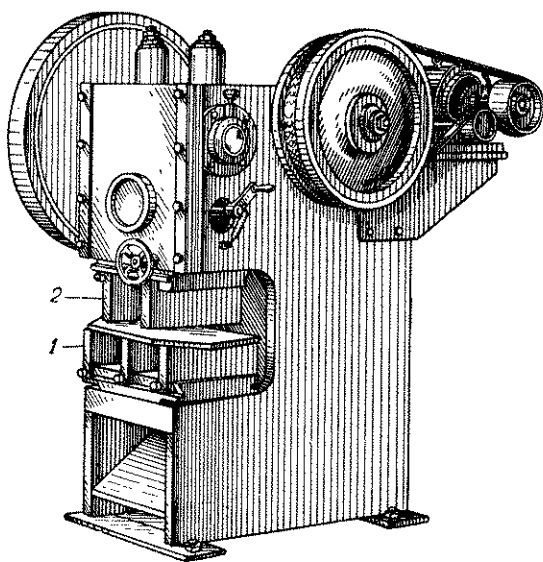
Пятивалковые вальцы применяются для правки толстых листов. Листы толщиной от 3 до 5 мм правят в семивалковых вальцах. Это вызывается тем обстоятельством, что тонкие листы при гибке их валками сильно пружинят, поэтому во время правки требуется образование большого числа волн (изгибов).

Правка более тонких листов (толщиной от 2 до 3 мм) производится на девяти- и одиннадцативалковых вальцах. Листы толщиной от 0,5 до 2 мм правят на вальцах, имеющих 21 валок.

Пятивалковые правильные вальцы имеют пять рабочих валков, размещенных в два ряда. В нижнем ряду находятся три рабочих валка, а в верхнем — два. Оси верхних валков проходят над промежутками нижних, благодаря чему достигается более быстрая правка.

После правки тонких листов на многовалковых вальцах иногда появляется необходимость подправлять заготовки ударами молотка, так как на вальцах они выправляются не полностью.

С помощью правильных прессов



Правильные прессы служат для правки металла толщиной до 25 мм.

Для правки листовых заготовок и сортового материала применяются специальные и универсальные прессы.

На рисунке показан специальный пресс для правки листовых заготовок. Долбяк прессы имеет две ударные колодки 2, которые ударяют по листовой заготовке, уложенной на опорные колодки 1. Ударные колодки расположены над промежутками между опорными колодками. Расстояние между колодками 2 регулируется. Чем толще выправляемый лист, тем больше это расстояние.

В процессе правки заготовку удерживают обеими руками, подставляя под ударные колодки то место, где требуется нанести удар.

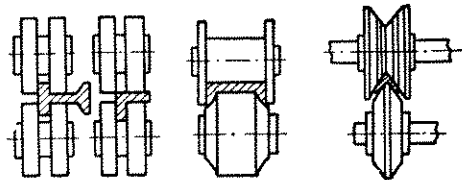
Долбяк имеет 60 ходов в минуту и приводится в действие с помощью зубчатой передачи от электродвигателя.

Для правки крупносортового профильного металла служат горизонтальные гибочные прессы (бульдозеры).

Для правки мелких листовых заготовок и небольших плоских деталей используется универсальное и специальное прессовое оборудование различных типов. Так, например, для правки плоских деталей (шайб, гаек и др.) успешно применяются штампы.

Продолжение табл. 80

С помощью сортоправильных вальцов



Сортовой материал лучше всего править на специальных сортоправильных вальцах. По конструкции они сходны с листоправильными вальцами, а принципиально отличаются только формой роликов. При машинной правке сортового металла форма правильных роликов должна соответствовать форме выправляемой заготовки.

РАЗДЕЛ ДЕВЯТЫЙ

ГИБКА МЕТАЛЛА

1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОЦЕССЕ ГИБКИ МЕТАЛЛА

Гибкой называется операция, с помощью которой заготовка из тонкого металла принимает требуемую форму за счет растяжения наружных и сжатия внутренних слоев металла.

В практике слесарного дела слесарю часто приходится изгибать полосовой, круглый и других профилей металл под углом с определенным радиусом, выгибать разной формы кривые (угольники, петли, скобы и т. д.).

Во время гибки все внутренние слои металла, расположенные внутри согнутых углов, будут сжиматься, уменьшаться в размерах, а все наружные слои растягиваться, удлиняться, и только средние слоигибаемого металла сохраняют и после гибки свои первоначальные размеры.

Очень важно при гибке определить длину заготовки. Все расчеты длин заготовок ведут по «средней линии» согнутых деталей, или, как принято говорить, — по «нейтральной линии».

При гибке деталей из листовых заготовок пластическая деформация всегда сопровождается упругой, поэтому в согнутой на определенный угол детали после снятия напряжения происходит явление распружинения, т. е. угол загиба всегда несколько увеличивается, а деталь немного выпрям-

ляется. Угол, на который распрямляется деталь вследствие упругой отдачи, или пружинения, называется углом упругой деформации. Величина этого угла зависит от марки и толщины материала, а также от радиуса гибки. При изготовлении деталей гибкой следует учитывать пружинящие свойства металлов.

Способы гибки деталей с применением оснастки, изготовленной с учетом их пружинения, сопряжены с трудностями, так как заранее трудно точно определить угол пружинения. Поэтому оснастку, предназначенную для производства точных деталей, приходится несколько раз дорабатывать.

Существует и другой вид гибки, при котором обеспечивается получение точных углов и радиусов изгиба. Это так называемая гибка с растяжением, когда заготовка при гибке подвергается растяжению с помощью добавочного растягивающего усилия, при этом все волокна сечения испытывают растяжение и наблюдается лишь некоторое сокращение сечения, тогда как угол и радиус гибки остаются без изменения.

Наибольшее распространение в слесарной практике получили гибочные работы, основанные на схеме простогогиба, т. е. с учетом пружинения.

2. РАСЧЕТ РАЗМЕРОВ ЗАГОТОВОК ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ, ИЗГОТОВЛЯЕМЫХ ГИБКОЙ

Расчет длины заготовки детали, изготовляемой гибкой, сводится к определению длины нейтральной линии в сечении детали. В табл. 81 приведены формулы для определения размеров заготовок наиболее распространенных профилей.

Для упрощения расчетов длин заготовок рекомендуется пользоваться вспомогательными табл. 82 и 83.

В табл. 82 приведены заранее рассчитанные длины нейтральных линий изогнутых участков при гибке под прямым углом

($\alpha = 90^\circ$) для материала толщиной $s = 0,5\text{—}5$ мм и $r = 0,5\text{—}15$ мм.

Для расчета длины заготовки при изгибе под разными углами согласно табл. 81 необходимо применять следующую формулу:

$$L = l_1 + \frac{\pi}{180} \left(r + \frac{s}{2} \right) \alpha + l_2,$$

где $\frac{\pi}{180} \left(r + \frac{s}{2} \right) \alpha$ — длина нейтральной линии изогнутого участка при угле изгиба α .

Таблица 81

Формулы для определения длин заготовок при гибке

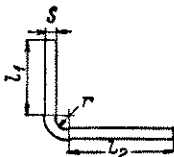
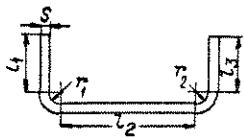
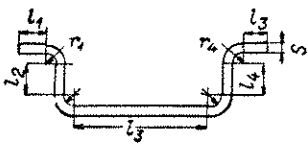
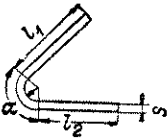
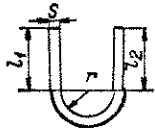
Наименование и эскиз профиля	Формулы для определения длины заготовки (L)
С одним перегибом 90° 	$L = l_1 + \frac{\pi}{2} \left(r + \frac{s}{2} \right) + l_2;$ при $l_1 = l_2 = l$ $L = 2l + \frac{\pi}{2} \left(r + \frac{s}{2} \right)$
С двумя перегибами 90° 	$L = l_1 + \frac{\pi}{2} \left(r_1 + \frac{s}{2} \right) + l_2 + \frac{\pi}{2} \left(r_2 + \frac{s}{2} \right) + l_3;$ при $l_1 = l_3$ и $r_1 = r_2 = r$ $L = 2l_1 + l_2 + \pi \left(r + \frac{s}{2} \right)$
С четырьмя перегибами 90° 	$L = l_1 + \frac{\pi}{2} \left(r_1 + \frac{s}{2} \right) + l_2 + \frac{\pi}{2} \left(r_2 + \frac{s}{2} \right) + l_3 +$ $+ \frac{\pi}{2} \left(r_3 + \frac{s}{2} \right) + l_4 + \frac{\pi}{2} \left(r_4 + \frac{s}{2} \right) + l_5;$ при $l_1 = l_5$; $l_2 = l_4$ и $r_1 = r_2 = r_3 = r_4 = r$ $L = 2l_1 + 2l_2 + l_3 + 2\pi \left(r + \frac{s}{2} \right)$
С одним перегибом α° 	$L = l_1 + \frac{\alpha\pi}{180} \left(r + \frac{s}{2} \right) + l_2;$ при $l_1 = l_2 = l$ $L = 2l + \frac{\alpha\pi}{180} \left(r + \frac{s}{2} \right)$
V-образной формы 	$L = l_1 + \pi \left(r + \frac{s}{2} \right) + l_2;$ при $l_1 = l_2 = l$ $L = 2l + \pi \left(r + \frac{s}{2} \right)$

Таблица 82

Длины нейтральных линий изогнутых участков при гибке под прямым углом ($\alpha = 90^\circ$), в мм

$\begin{matrix} s, \text{ в мм} \\ r, \text{ в мм} \end{matrix}$	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
0,5	1,12	1,26	1,41	1,57	1,73	1,96	2,36	2,75	3,14	3,93	4,77
1,0	1,96	2,04	2,20	2,36	2,51	2,74	3,14	3,54	3,93	4,71	5,50
1,5	2,36	2,83	2,98	3,14	3,3	3,54	3,93	4,32	4,71	5,50	6,28
2,0	3,54	3,62	3,77	3,93	4,09	4,32	4,71	5,10	5,50	6,23	7,06
2,5	4,32	4,40	4,55	4,71	4,86	5,10	5,50	5,90	6,28	7,06	7,85
3,0	5,10	5,18	5,36	5,50	5,65	5,90	6,29	6,84	7,06	7,85	8,64
3,5	5,79	5,96	6,12	6,28	6,44	6,84	7,06	7,45	7,85	8,64	9,42
4,0	6,66	6,75	6,92	7,06	7,22	7,45	7,85	8,25	8,64	9,42	10,20
4,5	7,45	7,50	7,70	7,85	8,00	8,25	8,65	9,05	9,42	10,2	11,00
5	8,25	8,32	8,48	8,64	8,80	9,05	9,42	9,82	10,2	11,0	11,80
6	9,81	9,90	10,05	10,20	10,35	10,6	11,0	11,4	11,8	12,6	13,30
7	11,4	11,5	11,6	11,8	11,9	12,2	12,6	13,0	13,3	14,1	14,9
8	13,0	13,1	13,2	13,35	13,5	13,75	14,1	14,5	14,9	15,7	16,5
9	14,5	14,6	14,75	14,9	15,1	15,3	15,7	16,1	16,5	17,3	18,1
10	16,1	16,2	16,35	16,5	16,7	16,9	17,3	17,7	18,1	18,8	19,6
11	17,7	17,75	17,9	18,1	18,3	18,5	18,8	19,3	19,6	20,4	21,2
12	19,22	19,3	19,5	19,6	19,8	20,0	20,4	20,8	21,2	22,0	22,8
13	20,8	20,9	21,0	21,2	21,4	21,6	22,0	22,4	22,8	23,6	24,4
14	22,4	22,5	22,6	22,8	22,9	23,2	23,6	24,0	24,4	25,1	25,9
15	23,9	24,0	24,2	24,4	24,5	24,7	25,1	25,5	25,9	26,7	27,4

Таблица 83

Значения величины k для расчета длин нейтральных линий изогнутых участков

r, в мм	s, в мм												Величина k, в мм								
	0,3	0,5	0,8	1,0	1,2	1,5	1,6	1,8	2,0	2,5	2,8	3,0		3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
1	0,020	0,022	0,024	0,026	0,028	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	0,038	0,039	0,042	0,044	0,045	0,048	0,049	0,051	0,052	0,057	0,059	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	0,055	0,057	0,059	0,061	0,063	0,065	0,066	0,068	0,070	0,074	0,077	0,079	0,082	0,105	—	—	—	—	—	—	—
4	0,072	0,074	0,077	0,079	0,080	0,083	0,084	0,086	0,087	0,092	0,094	0,096	0,100	0,122	0,127	0,131	—	—	—	—	—
5	0,090	0,092	0,094	0,096	0,098	0,100	0,101	0,103	0,105	0,109	0,112	0,113	0,118	0,140	0,144	0,148	0,157	0,183	—	—	—
6	0,107	0,109	0,112	0,113	0,115	0,118	0,119	0,120	0,122	0,127	0,128	0,131	0,135	0,157	0,161	0,168	0,175	0,201	0,209	0,227	0,236
7	0,125	0,127	0,129	0,131	0,133	0,135	0,136	0,138	0,140	0,144	0,147	0,148	0,153	0,175	0,179	0,183	0,192	0,218	0,227	0,244	0,253
8	0,142	0,144	0,147	0,148	0,150	0,153	0,154	0,155	0,157	0,161	0,164	0,166	0,170	0,192	0,196	0,201	0,205	0,227	0,231	0,249	0,253
9	0,160	0,161	0,164	0,166	0,168	0,170	0,171	0,173	0,175	0,179	0,182	0,183	0,188	0,209	0,214	0,218	0,223	0,244	0,249	0,266	0,271
10	0,177	0,179	0,182	0,183	0,185	0,188	0,188	0,190	0,192	0,196	0,199	0,201	0,205	0,227	0,231	0,236	0,240	0,262	0,266	0,284	0,288
11	0,195	0,196	0,199	0,201	0,202	0,206	0,206	0,208	0,209	0,214	0,216	0,218	0,223	0,244	0,249	0,253	0,257	0,279	0,284	0,301	0,305
12	0,212	0,214	0,216	0,218	0,220	0,223	0,223	0,225	0,227	0,231	0,234	0,236	0,240	0,262	0,266	0,271	0,275	0,297	0,301	0,314	0,323
13	0,230	0,231	0,234	0,236	0,237	0,240	0,241	0,243	0,244	0,249	0,251	0,253	0,257	0,279	0,284	0,288	0,292	0,314	0,319	0,332	0,340
14	0,247	0,249	0,251	0,253	0,255	0,257	0,258	0,260	0,262	0,266	0,269	0,271	0,275	0,297	0,301	0,303	0,305	0,310	0,314	0,327	0,336
15	0,264	0,266	0,269	0,271	0,272	0,275	0,276	0,278	0,279	0,284	0,286	0,288	0,292	0,314	0,319	0,321	0,323	0,327	0,332	0,349	0,358
16	0,282	0,284	0,286	0,288	0,290	0,292	0,293	0,295	0,297	0,301	0,303	0,305	0,310	0,332	0,336	0,340	0,345	0,367	0,371	0,384	0,393
17	0,299	0,301	0,304	0,305	0,307	0,310	0,311	0,312	0,314	0,319	0,321	0,323	0,327	0,349	0,353	0,358	0,362	0,384	0,388	0,401	0,410
18	0,317	0,319	0,321	0,323	0,325	0,327	0,328	0,330	0,332	0,336	0,339	0,340	0,345	0,367	0,371	0,375	0,380	0,401	0,410	0,428	0,436
19	0,330	0,336	0,339	0,340	0,342	0,345	0,346	0,347	0,349	0,353	0,356	0,358	0,362	0,384	0,388	0,393	0,401	0,419	0,428	0,446	0,454
20	0,352	0,353	0,356	0,358	0,360	0,362	0,363	0,365	0,367	0,371	0,375	0,375	0,380	0,401	0,406	0,410	0,419	0,436	0,446	0,463	0,471
21	0,369	0,371	0,373	0,375	0,377	0,380	0,380	0,382	0,384	0,388	0,391	0,393	0,397	0,419	0,423	0,428	0,436	0,454	0,463	0,480	0,489
22	0,387	0,388	0,391	0,393	0,394	0,397	0,398	0,400	0,401	0,406	0,408	0,410	0,415	0,436	0,441	0,445	0,454	0,471	0,480	0,497	0,506
23	0,404	0,406	0,408	0,410	0,412	0,415	0,415	0,417	0,419	0,423	0,426	0,428	0,432	0,454	0,458	0,463	0,471	0,489	0,497	0,515	0,524
24	0,421	0,423	0,426	0,428	0,429	0,432	0,433	0,435	0,436	0,441	0,443	0,445	0,449	0,471	0,475	0,480	0,489	0,506	0,515	0,532	0,541
25	0,439	0,441	0,443	0,445	0,447	0,449	0,450	0,452	0,454	0,458	0,461	0,463	0,467	0,489	0,493	0,497	0,506	0,524	0,532	0,550	0,559
26	0,456	0,458	0,461	0,463	0,464	0,467	0,468	0,469	0,471	0,476	0,478	0,480	0,484	0,506	0,511	0,515	0,524	0,541	0,550	0,567	0,576
27	0,474	0,478	0,478	0,480	0,482	0,484	0,485	0,487	0,488	0,498	0,496	0,497	0,502	0,524	0,528	0,532	0,541	0,559	0,567	0,585	0,593
28	0,491	0,493	0,496	0,497	0,499	0,502	0,503	0,504	0,506	0,511	0,513	0,515	0,519	0,541	0,545	0,550	0,559	0,576	0,585	0,602	0,617
29	0,509	0,511	0,513	0,515	0,517	0,519	0,520	0,522	0,524	0,528	0,531	0,532	0,537	0,559	0,563	0,567	0,576	0,593	0,602	0,617	0,632
30	0,526	0,528	0,531	0,532	0,534	0,537	0,538	0,539	0,541	0,545	0,548	0,550	0,554	0,576	0,580	0,584	0,593	0,610	0,619	0,636	0,651

Обозначая длину нейтральной линии изогнутого участка через A , можно написать, что

$$A = \frac{\pi}{180} \left(r + \frac{s}{2} \right) = \frac{3,14}{180} \left(r + \frac{s}{2} \right) \cdot \alpha = \\ = 0,0175 \cdot \left(r + \frac{s}{2} \right) \alpha = k\alpha,$$

где $k = 0,0175 \left(r + \frac{s}{2} \right)$.

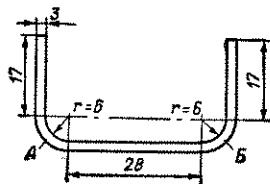


Рис. 59. Скоба.

Во вспомогательной табл. 83 приведены вычисленные заранее значения k для разных r и s . Пользуясь этой таблицей, можно

упростить формулу для определения длины нейтральных линий изогнутых участков при изгибе под разными углами α :

$$L = l_1 + k\alpha + l_2. \quad (3)$$

Пример 1. Определить длину заготовки для скобы, изображенной на рис. 59.

Согласно табл. 81 длина заготовки определяется по следующей формуле:

$$L = l_1 + \frac{\pi}{2} \left(r_1 + \frac{s}{2} \right) + l_2 + \frac{\pi}{2} \left(r_2 + \frac{s}{2} \right) + l_3,$$

где $\frac{\pi}{2} \left(r_1 + \frac{s}{2} \right)$ и $\frac{\pi}{2} \left(r_2 + \frac{s}{2} \right)$ — длины ней-

тральных линий изогнутых участков в углах A и B . При $s = 3$ мм и $r = 6$ мм эти длины равны 11,8 мм (по табл. 82).

Подставляя эти величины, а также значения длин прямолинейных участков (l_1 , l_2 и l_3) в расчетную формулу, получим искомую длину заготовки:

$$L = 17 + 11,8 + 28 + 11,8 + 17 = 85,6 \text{ мм.}$$

3. ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ ГИБКИ ВРУЧНУЮ

Гибку деталей из тонких заготовок производят не ударами, а сглаживанием. Гибку заготовок из листового и полосового металла толщиной более 0,5 мм и из круглого материала диаметром более 4 мм

производят на оправках ударами молотка. Форма оправки должна соответствовать форме изгибаемого профиля с учетом деформации металла (табл. 84—86).

Таблица 84

Наименьшие радиусы гибки листового материала в холодном виде

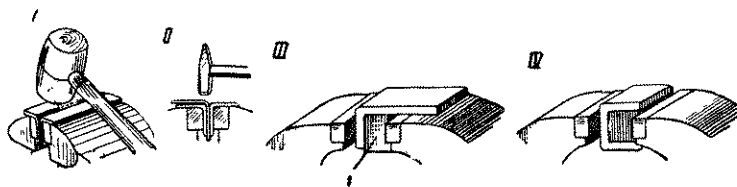
Материал	Сталь $\sigma_B = 40-50 \text{ кг/мм}^2$ (392—400 Н/мм ²)				
	Дуралюминий	Алюминий	Медь	Латунь	
Толщина материала, в мм	Наименьшие радиусы гибки, в мм				
0,3	0,5	1,0	0,5	0,3	0,4
0,4	0,5	1,5	0,5	0,4	0,5
0,5	0,6	1,5	0,5	0,5	0,5
0,6	0,8	1,8	0,6	0,6	0,6
0,8	1,0	2,4	1,0	0,8	0,8
1,0	1,2	3,0	1,0	1,0	1,0
1,2	1,5	3,6	1,2	1,0	1,2
1,5	1,8	4,5	1,5	1,5	1,5
2,0	2,5	6,5	2,0	1,5	2,0
2,5	3,5	9,0	2,5	2,0	2,5
3,0	5,5	11,0	3,0	2,5	3,5
4,0	9,0	16,0	4,0	3,5	4,5
5,0	13,0	19,5	5,5	4,0	5,5
6,0	15,5	22,0	6,5	5,0	6,5

Примечания. 1. В этой таблице приведены значения минимальных радиусов гибки листового материала вдоль волокон проката. При гибке поперек волокон радиусы гибки можно уменьшать примерно вдвое.

2. При меньших радиусах гибку следует производить в нагретом состоянии.

Таблица 85

Основные приемы гибки деталей из листового и полосового металла

Гибка под углом 90° 

Заготовку детали зажимают в тиски так, чтобы линия гибки находилась на уровне верхней кромки губок (или нагубников) тисков.

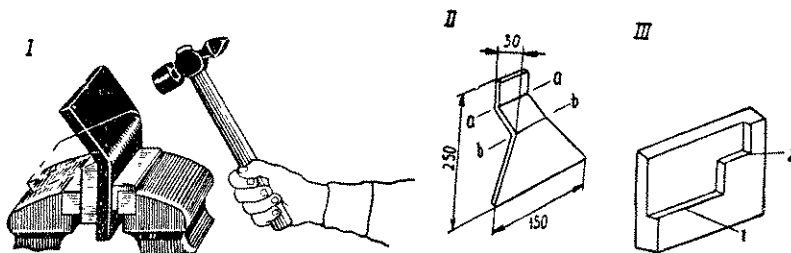
Гибку производят обычно за два приема: сначала ударом по верхней части заготовки (поз. I), а затем внизу у губок под углом 90° (поз. II).

Для гибки используются как металлические, так и деревянные молотки. Первый прием гибки лучше выполнять деревянным молотком, так как он не портит поверхности детали. Угол в месте перегиба обычно формируют металлическим молотком. Ударять им нужно равномерно всей поверхностью бойка.

Гибка деталей, имеющих несколько прямых углов, производится на оправках, зажимаемых в тисках.

На заготовке предварительно размечают линии изгиба. Затем на оправке I вышеописанным способом загибают заготовку (поз. III). Противоположную сторону загибают до полного прилегания к оправке (поз. IV).

Полки обычно загибают деревянными молотками, а углы формируют металлическими молотками.

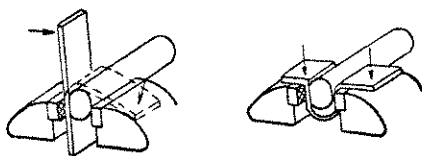
Гибка деталей под углами, не равными 90° 

При гибке полос под острым углом на заготовке чертилкой размечается место изгиба, затем заготовку закрепляют вместе с оправкой так, чтобы риска была обращена в сторону загиба и выступала над ребром оправки на 0,5 мм (поз. I). Ударами молотка полосу изгибают до полного прилегания ее к грани оправки.

Детали с несколькими изгибами подвергают гибке на специальных оправках, размеры и форма которых соответствуют размерам и форме детали.

Так, для гибки детали по линиям aa и bb (поз. II) применяется оправка (поз. III), в которой полка 1 служит для упора заготовки при гибке по линии bb , а полка 2 — для упора тонким концом при гибке по линии aa .

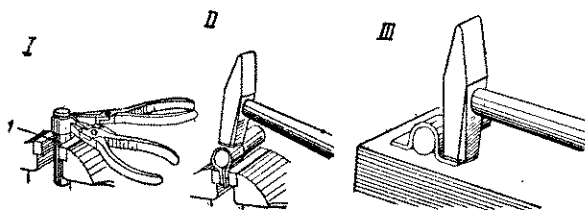
Гибка скобы



В этом случае используют оправку цилиндрической формы. Диаметр оправки должен соответствовать размеру паза скобы.

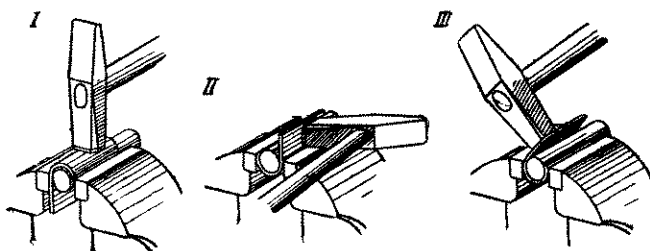
Последовательность и направление ударов при гибке показаны стрелками.

Гибка хомутика



Вначале на заготовке размечают места сгиба. Затем в тисках в вертикальном положении зажимают оправку I, диаметр которой равен диаметру отверстия хомутика, и по разметочным рискам с помощью двух плоскогубцев изгибают хомутик на оправке (поз. I). Формирование хомутика производят на той же оправке металлическим молотком (поз. II), а окончательную отделку — на плите (поз. III).

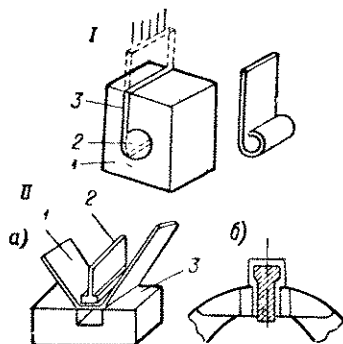
Гибка втулки



Последовательность переходов при гибке цилиндрической втулки на оправке показана на поз. I, II и III.

При гибке цилиндрической втулки требуется соблюдать особую осторожность, так как сильными и неточными ударами молотка можно вызвать деформацию втулки.

Гибка в приспособлениях

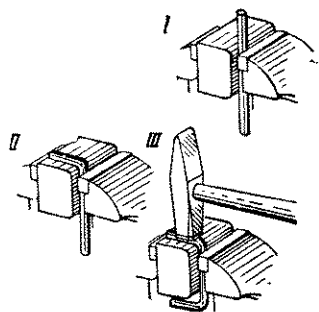


Применение простейших приспособлений для гибки сокращает затраты ручного труда и улучшает качество обработки. Так, например, изготовление шарнирной петли значительно облегчается при использовании приспособления, показанного в поз. I. В прорезь 3 корпуса I вставляется заготовка 2, после чего под действием равномерных ударов молотка или нажима губок тисков на верхнюю кромку заготовки противоположная ей нижняя кромка, упирающаяся в отверстие приспособления, изгибается так, что образует при этом петлю требуемого размера.

При помощи простейших приспособлений фигурное ушко (поз. II) изготавливается в две операции. Сначала заготовка 1 устанавливается в приспособление 2 (поз. II, а), а затем ушко окончательно обжимается в тисках (поз. II, б).

Основные приемы гибки деталей из проволоки

Гибка прутка под углом 90°



Гибку деталей типа скоб из тонкой проволоки производят круглогубцами, а из проволоки диаметром более 3 мм — в тисках на оправке.

Отрезанную по нужному размеру и размеченную заготовку устанавливают в вертикальное положение (поз. I) и ударами молотка загибают первый конец (поз. II). Затем так же загибают второй конец. Форма и размеры оправки I (поз. III) соответствуют размерам скобы.

Гибка ушка круглогубцами

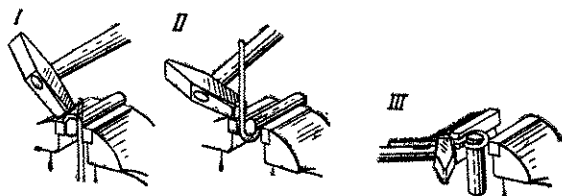


Ушко со стержнем из тонкой проволоки изготавливают с помощью круглогубцев.

Берут заготовку длиной на 10—15 мм больше, чем требуется по чертежу. Удерживая ее за один конец, второй конец изгибают, постепенно переставляя круглогубцы в местах изгиба (поз. I). Ушко получают, постепенно исправляя места изгиба до необходимого размера (поз. II).

После того как ушко будет загнуто соответственно заданным размерам, ему окончательно придают нужную форму с помощью приема, показанного в поз. III. Когда ушко совсем готово, избыточный конец стержня удаляют кусачками (поз. IV).

Изготовление ушка на оправке



Ушко из сравнительно толстой проволоки изготавливают в тисках на круглой оправке. Сначала на заготовке отмеряют от конца расстояние, равное половине длины окружности ушка. Затем заготовку зажимают в тисках в вертикальном положении так, чтобы на-

меченная риска приходилась на уровне губок тисков (поз. I). Проволоку изгибают, ударяя молотком в местах прилегания ее к оправке.

После того как одна половина ушка загнута, заготовку вместе с оправкой зажимают в тисках (поз. II) и загибают вторую половину ушка.

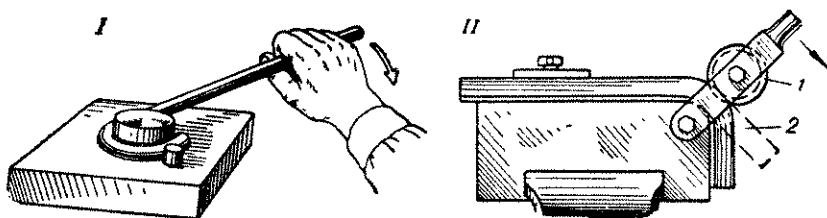
Окончательно формируют ушко, сочетая удары молотком с обжимкой в губках тисков (поз. III).

4. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ГИБКИ МЕТАЛЛА

Таблица 87

Приспособления и устройства для механизированной гибки

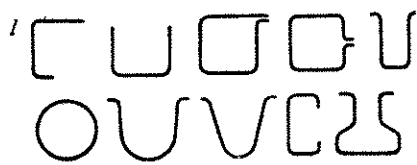
Простейшие приспособления



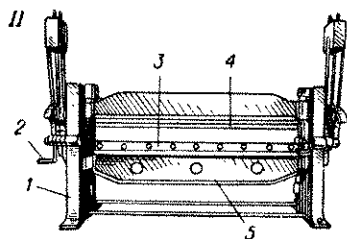
Приспособление для гибки прутка в кольцо (поз. I) закрепляется в тисках. Нажимая рукой на свободный конец прутка, изгибают второй его конец в кольцо. Если свободный конец прутка короткий, а также при необходимости изгибать прутки из материалов относительно больших диаметров, загибание конца производят ударами молотка.

Приспособление, показанное в поз. II, предназначено для гибки полосового материала 2 «на ребро». Принцип его действия ясен из рисунка. Во время гибки ролик 1 рекомендуется смазывать маслом.

Листогибочные машины с поворотной траверсой



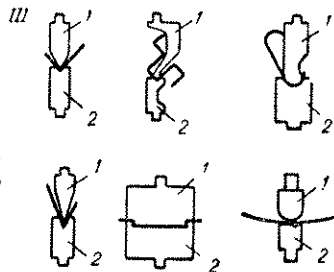
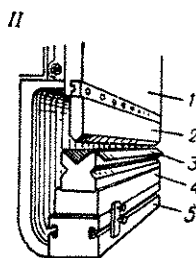
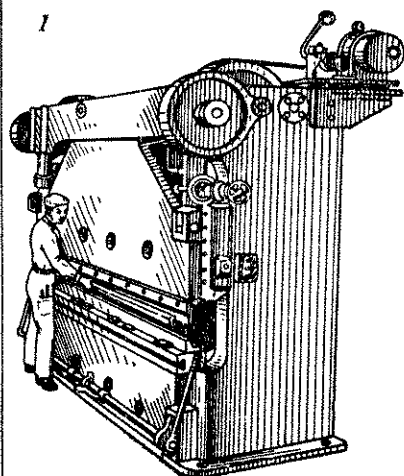
Машины этого типа предназначены для разнообразной (в основном — продольной) гибки листового материала. За один ход выполняется одна несложная операция (поз. I). Сложные профили сгибаются на машине за несколько переходов.



Машина (поз. II) состоит из двух стоек 1, жестко соединенных между собой столом 3, поворотной траверсы 5 и прижимной траверсы 4. Поворот траверсы на угол до 180° на машинах легкого типа производится вручную рукоятками 2. Машины тяжелых типов располагают для этой цели механическим приводом.

Подлежащий гибке лист устанавливается на столе 3 и прижимается к нему траверсой 4, а затем вращением поворотной траверсы 5 конец листа загибается до требуемого положения.

Листогибочные прессы



Листогибочные прессы (поз. I) применяют для выполнения весьма разнообразных работ — от гибки кромок до гибки профилей в одной или нескольких плоскостях под разными углами или же по плавной кривой того или иного вида.

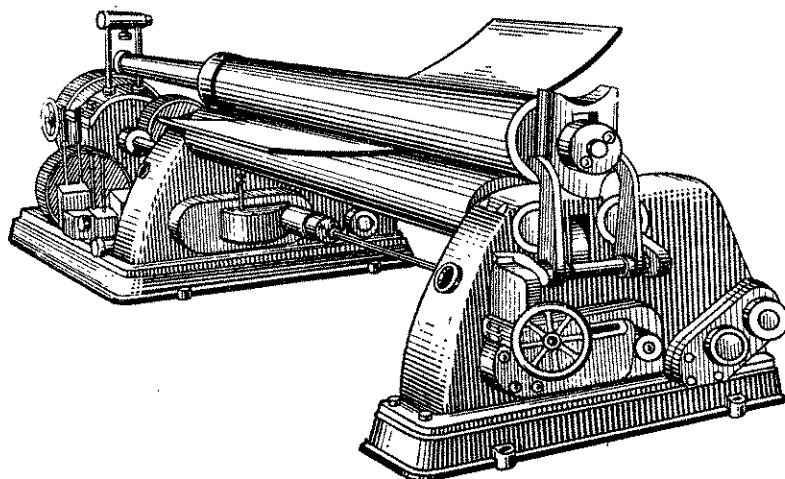
Гибка профилей производится с помощью пуансона 2 (поз. II), закрепленного на раме ползуна 1, и матрицы 3, устанавливаемой на подкладке 4 плиты 5 прессы или непосредственно на плите.

Пуансоны различаются по форме и радиусам гибки. Рабочая часть матрицы представляет собой гнездо, простроганное обычно в форме угольника или прямого паза.

Примеры применяемых для гибки пуансонов 1 и матриц 2 различных профилей приведены в поз. III.

Для получения требуемого профиля с рядом перегибов гибку производят последовательно в несколько переходов с продвижением заготовки или листа каждый раз до установленного упора. Количество переходов равно количеству перегибов на профиле.

Листогибочные вальцы



Продолжение табл. 87

Вальцы состоят из двух нижних валков, которым сообщается вращательное движение, и верхнего валка, смонтированного на откидном подшипнике. Верхний валок приводится в движение от заготовки. Он имеет возможность перемещаться по высоте для придания листу при гибке заданного радиуса. Если заготовки должны получить коническую поверхность, то верхнему валку придают уклон, равный уклону образующей конической поверхности.

Таблица 88

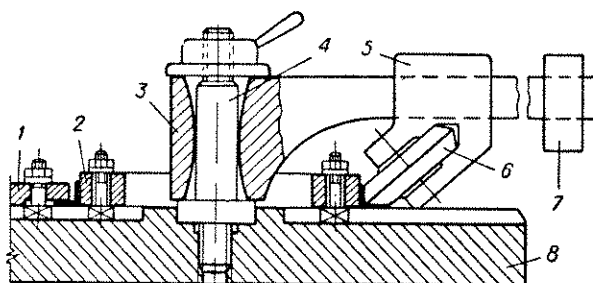
**Основные технические данные оборудования для механической гибки,
изготавливаемого отечественными заводами**

Наименование оборудования	Модель	Техническая характеристика
I. Прессы листогибочные (кромкогибочные) кривошипные		
Пресс листогибочный (кромкогибочный) кривошипный	ИА-134	Усилие 100 т
То же	И-135	„ 160 т
II. Машины листогибочные с поворотной гибочной балкой		
Машина листогибочная с поворотной гибочной балкой	И-242	Наибольшая толщина листа 1,6 мм
То же	И-2144	То же, 2,5 мм
III. Машины листогибочные трех- и четырехвалковые		
Вальцы листогибочные трехвалковые	С-235А	Наибольшие размеры загибаемого листа 2 × 1500 мм
Вальцы листогибочные	И-713	То же, 4 × 2000 мм
То же	И-2220	То же, 10 × 2000 мм
Вальцы гибочные четырехвалковые	—	То же, 12 × 6300 мм
Вальцы листогибочные	367П	То же, 25 × 2500 мм
IV. Прессы гибочно-штамповочные горизонтальные (бульдозеры)		
Пресс гибочно-штамповочный . . .	И-216	Усилие 200 т
V. Машины роликовые сортогибочные		
Машина роликовая сортогибочная	С-249	Наибольшие размеры изгибаемого уголка 50 × 50 × 6 мм
Машина правильно-гибочная . . .	И-622	То же, 80 × 80 × 10 мм
Правильный станок для прутков и труб	9412	Наибольший диаметр прутка до 30 мм, труб — до 40 мм
Зиг-машина	С-237А	Наибольшая толщина обрабатываемого материала 2 мм

Таблица 89

Приспособления и оборудование для механизированной гибки деталей из полосового и профильного материала

Настольные станки и приспособления с ручным приводом



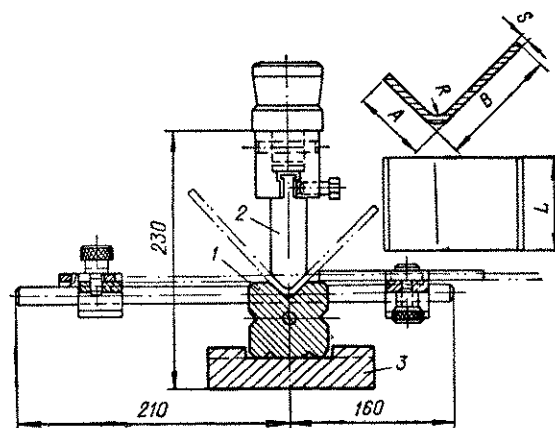
Гибка по какому-то радиусу заготовок профильных сечений часто производится на настольных приспособлениях.

Приспособление, показанное на рисунке, имеет чугунную или стальную плиту 8, на которой в зависимости от диаметра гибяемого кольца устанавливаются и крепятся болтами сменные упорные кольца 2. В центре такого кольца на-

ходит ось 4 с рукояткой 3, по которой передвигается каретка 5 с роликом 6. В зависимости от заданного радиуса изгиба эта каретка крепится на рукоятке в соответствующем положении.

Для увеличения силы нажима на горизонтально расположенную полку угольника на рукоятку надевается груз 7. Угольник необходимой длины закрепляется на плите с помощью болта и планки 1. Путем обкатки роликом 6 при повороте рукоятки 3 производится гибка.

Универсальные механические прессы и универсальные штампы



Для механизированной гибки небольших деталей могут быть использованы обычные механические прессы.

В мелкосерийном производстве при большой номенклатуре деталей весьма рационально применение универсальных штампов.

Основными деталями такого штампа являются матрица 1 и сменные пуансоны 2. Гибочная матрица представляет собой призму квадратного сечения, вдоль боковых граней которой выбраны угловые пазы разной глубины, предназначенные для гибки заготовок различной толщины.

Матрицы устанавливают на плиту 3 таким образом, чтобы паз, соответствующий данному размеру гибки, был обращен в сторону пуансона. Боковое смещение матрицы ограничено двумя скрепленными с плитой стойками.

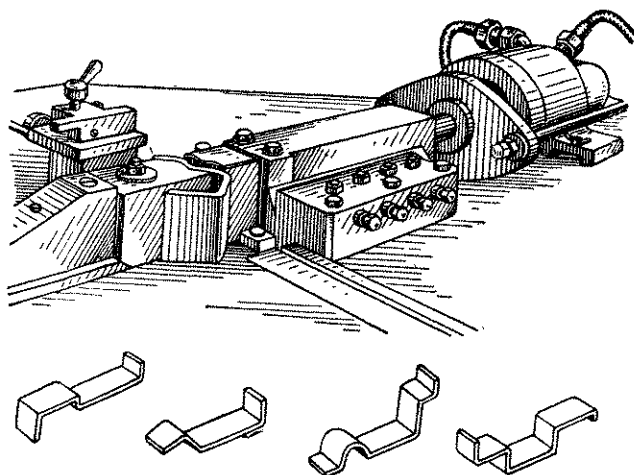
Сменный пуансон, рабочий контур которого обработан по определенному радиусу, крепится в пуансонодержателе.

В этом штампе в пределах предусмотренных его конструкцией габаритов можно выполнять гибку как по разным радиусам, так и под разными углами. В последнем случае должны быть изготовлены дополнительные комплекты матриц и пуансонов с сечениями, соответствующими профилю детали.

Возможные размеры обработки, в мм

размеры	от	до
A } B }	8	200
L	10	350
R	1,5, 2, 3, 4, 5, 6	
s	1,5	6

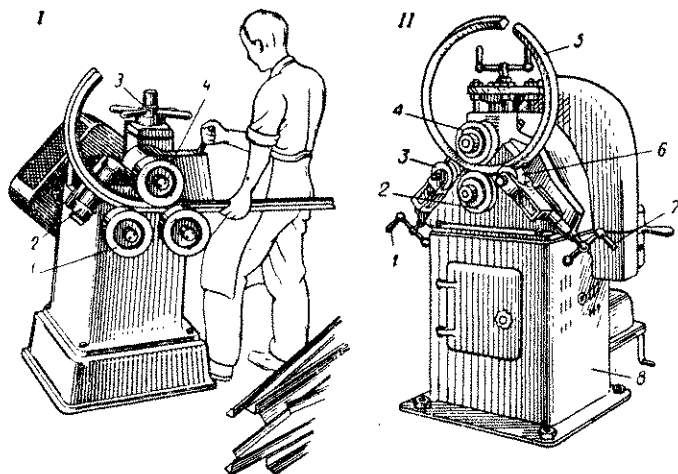
Специальные гидравлические и пневматические гибочные прессы



Для механизации процесса гибки отдельными предприятиями и новаторами производства создаются специальные гибочные прессы с гидравлическим и пневматическим приводами.

На рисунке в качестве примера показан такой пресс, построенный на заводе «Электросила» для механизации гибки шин из полосовой меди. Внизу приведены типы шин, подвергающихся гибке на этом прессе.

Трехроlikовые и четырехроlikовые гибочные станки



На универсальных трехроlikовых и четырехроlikовых станках гнут профили с разными радиусами кривизны.

В поз. I показан трехроlikовый станок для гибки профилей, изготовляемых из листов алюминиевых сплавов толщиной до 2,5 мм.

Наладка верхнего ролика 4 относительно двух нижних 1 осуществляется вращением рукоятки 3. При гибке заготовка должна быть прижата верхним роlikом

к двум нижним. Прижимы 2 устанавливают так, чтобы они свободно скользили по полкам профиля, не давая ему скручиваться в процессе гибки. Поверхность роликов должна быть чисто полированной во избежание задиrow и царапин на изготавливаемой профильной заготовке.

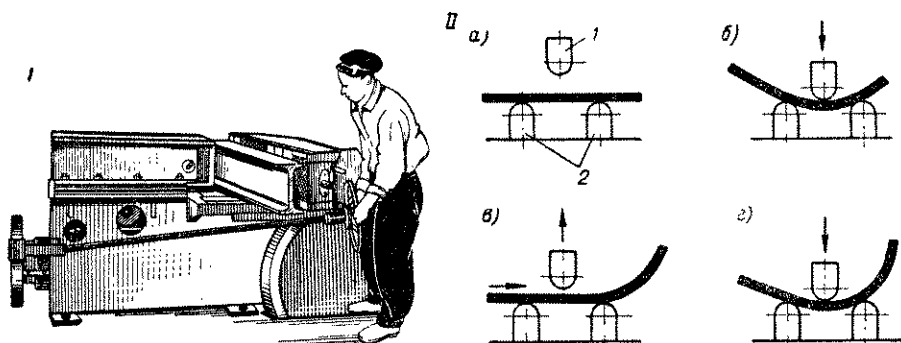
Профили с большими радиусами гибки изгибают на трехроликовом станке в несколько переходов. Профили, имеющие форму кругов, спирали или криволинейные очертания разной кривизны, изготавливают на четырехроликовых станках.

Четырехроликовый станок (поз. II) состоит из станины 8, внутри которой смонтирован приводной механизм; двух ведущих роликов 2 и 4, подающих заготовку, и двух нажимных роликов 3 и 6, изгибающих заготовку 5. Нужный радиус гибки устанавливается поворачиванием рукояток 1 и 7.

Техническая характеристика четырехроликового станка типа 58

Вылет роликов от станины	30 мм
Нормальные диаметры ведущих роликов	154 мм
Наименьший диаметр загибаемого кольца	155 мм
Наибольшее сечение изгибаемого профиля с полкой наружу (высота полки×ширину полки×толщину материала с сопротивлением разрыву до 45 кг/мм ²)	35×35×5 мм

Горизонтальные гибочные прессы (бульдозеры)



В качестве универсального оборудования для гибки деталей из профильного металла наибольшее применение получили горизонтальные гибочные прессы типа бульдозеров (поз. I).

Схемы гибки заготовок из сортового металла на этих прессах показаны в поз. II.

Двухопорное гибочное устройство состоит из опор 2 и толкача 1, имеющего возвратно-поступательное перемещение. Расстояние между опорами и величина хода толкача могут изменяться. Заготовка укладывается на опоры (поз. II, а) или на специальные опорные ролики, а затем при рабочем ходе толкача участок заготовки, расположенный между опорами, прогибается на заданную стрелку прогиба (поз. II, б). Величина ее зависит от межопорного расстояния и величины хода толкача.

Во время обратного (холостого) хода толкача заготовка продвигается вперед вручную (поз. II, в), и таким образом под толкач подводится следующий участок заготовки (поз. II, г). Далее заготовку последовательно продвигают так, чтобы все участки были подвергнуты изгибу, при этом участки изгиба должны перекрывать друг друга, т. е. величина каждого продвижения заготовки должна быть меньше расстояния между опорами. Контроль изгиба производится по шаблону на выходе заготовки.

5. ГИБКА ТРУБ

Гибку труб производят в холодном и горячем состояниях ручным и механизированным способами, с наполнителями и без наполнителей.

Наполнители применяют для предотвращения образования складок и сплющивания стенок труб. В качестве наполнителей используется просушенный мелкий песок или канифоль.

Имеется некоторая практика применения в качестве наполнителя вместо песка воды, которую после заполнения труб замораживают.

Для каждой трубы в зависимости от ее диаметра и материала должен быть установлен минимально допустимый радиус гибки. При меньшем радиусе гибка недопустима (табл. 90 и 91).

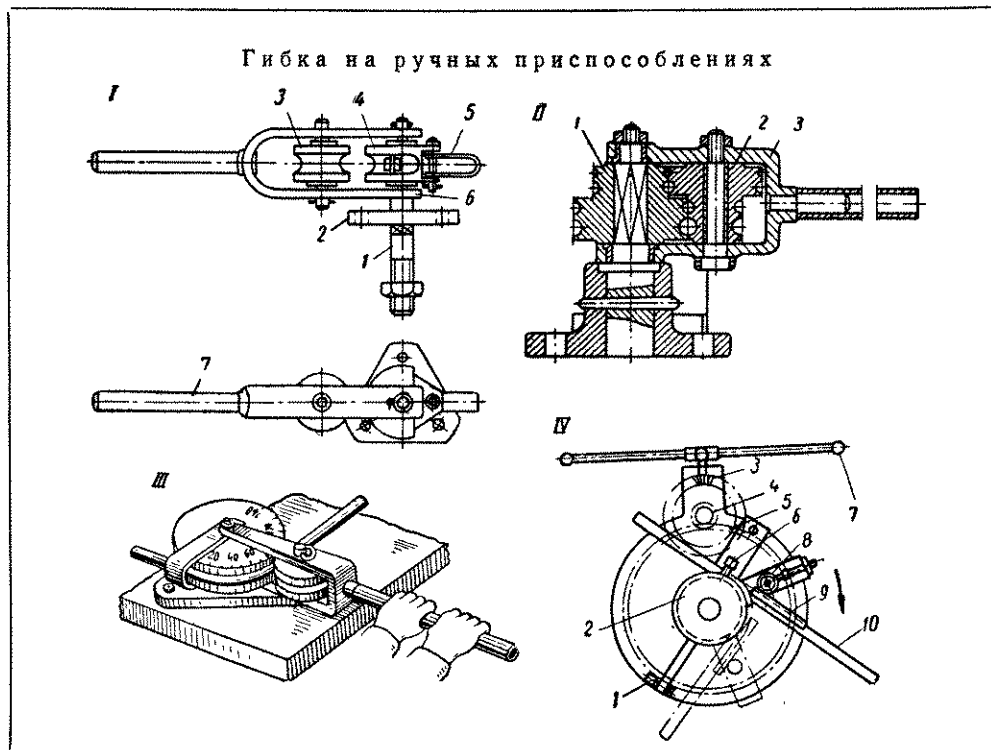
Таблица 90

Значения минимально допустимых радиусов гибки в холодном состоянии труб различных диаметров, в мм

Наружный диаметр трубы, в мм	Материал трубы				Наружный диаметр трубы, в мм	Материал трубы			
	Ст. 45	Ст. 35	Ст. 20	Ст. 10		Ст. 45	Ст. 35	Ст. 20	Ст. 10
18	74	62	56	43	105	450	344	282	240
24	95	79	65	55	110	510	377	310	264
32	115	96	79	67	130	536	450	370	315
38	156	131	107	91	145	578	484	398	339
50	197	165	136	115	155	620	522	430	360
60	238	199	165	139	181	720	600	498	425
75	280	260	194	173	194	752	630	516	444
80	324	270	224	190	206	835	702	575	488
90	362	302	250	213	220	920	770	635	540

Таблица 91

Основные способы гибки труб



Продолжение табл. 91

При гибке в холодном состоянии труб диаметром до 25 мм применяются ручные приспособления. В поз. 1 показан ручной станок, предназначенный для гибки труб диаметром от 12 до 20 мм.

Станок имеет ось 1 и опорную плиту 2, с помощью которых он крепится болтами к верстаку. Рабочими органами станка являются неподвижный ролик 4 с хомутиком 5, укрепленный на оси 1, и подвижный ролик 3, закрепленный на скобе 6 с рукояткой 7.

Изгибаемую трубу концом закладывают в хомут между роликами, затем вращают скобу с подвижным роликом вокруг оси неподвижного ролика до получения требуемого изгиба, после чего возвращают скобу в исходное положение и вынимают трубу.

Для гибки медных трубок разных диаметров при сборке машин применяют многоручьевой трубогиб (поз. II). В этом случае трубку пропускают между роликами 1 и 2 до соприкосновения с упором, затем при повороте вилки 3 подвижный ролик 2 обкатывается вокруг неподвижного, изгибая трубку по радиусу, равному радиусу ролика 1.

С помощью ручного рычажного трубогиба (поз. III) можно изгибать стальные газовые трубы диаметром $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ и 1" в холодном состоянии без наполнителя.

Для ручной гибки стальных труб диаметром до 50 мм на угол 180° без наполнителя в холодном состоянии может использоваться специальная головка (поз. IV) с ручным приводом.

Головка состоит из плиты с неподвижным упором 6 для крепления трубы, сменного гибочного шаблона 2 с полукруглой канавкой и обкатывающего ролика 8, который через сменный ползун 9 с полукруглой канавкой создает усилие для гнутья трубы вокруг гибочного шаблона.

При вращении рукоятки 7 приводится во вращение коническая зубчатая передача 3. На одной оси с ведомым коническим колесом установлено цилиндрическое зубчатое колесо 4, которое вращает цилиндрическое колесо 5, приводящее в движение обкатывающий ролик.

Перемещаясь, обкатывающий ролик давит на ползун и изгибает трубу 10 вокруг гибочного шаблона. Гибочный шаблон и ползун имеют полукруглые канавки (ручьи), размеры которых соответствуют наружным диаметрам изгибаемых труб.

При работе на головке надо следить за тем, чтобы обкатывающий ролик и прижимная планка были установлены в соответствии с гибочным шаблоном.

На столе станка имеется переставной упор 1 для фиксации конца гiba.

Гибка труб в холодном состоянии на специальных станках

Для гибки труб диаметром до 150 мм со значительной толщиной стенки и сравнительно большим радиусом гiba служат станки, работающие по схеме обкатки. В этом случае обкатывающий прижимной ролик 2 (поз. I) движется вокруг неподвижного гибочного шаблона 1 и прижимает при этом трубу к шаблону либо непосредственно (поз. I, а), либо же с помощью специального ползуна 3 (поз. I, б).

Размеры ручьев гибочного шаблона 1, обкатывающего ролика 2 и ползуна 3 должны соответствовать наружному диаметру изгибаемой трубы.

Для повышения производительности применяют многоручьевые гибочные шаблоны, при помощи которых можно гнуть на один и тот же радиус одновременно несколько труб. На этих станках устанавливают также гибочные шаблоны, которые позволяют за одну установку оснастки получить 2—3 различных радиуса гiba.

В качестве примера в поз. II приведен общий вид трубогибного станка типа ВМС-22М, работающего по схеме обкатывания.

Внутри сварной рамы 7 расположен электродвигатель 4. При помощи клиноременной передачи вращение от электродвигателя передается редуктору 8, на конце выходного вала которого установлено зубчатое колесо 6, находящееся в зацеплении с колесом 5.

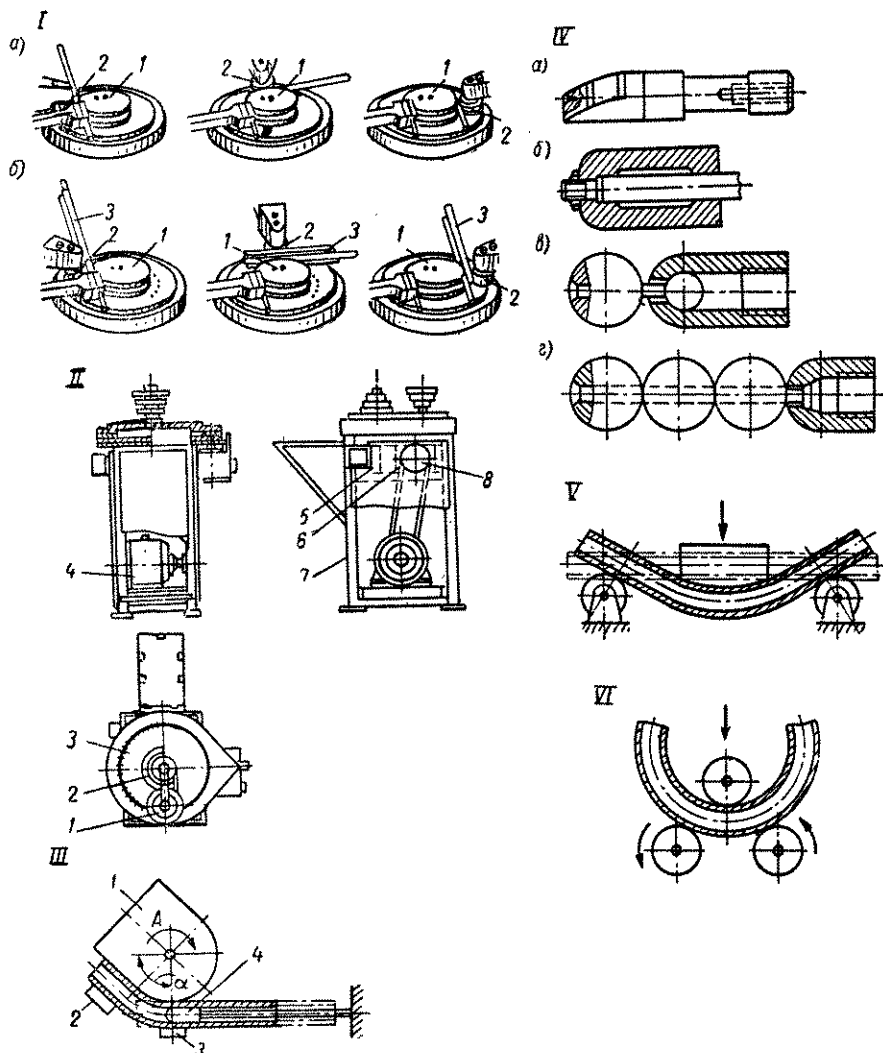
Последнее крепится к поворотному столу 3, несущему блок подвижных роликов 1. В центре стола неподвижно укреплен ось, на которой установлен блок роликов 2.

На поворотном столе сверху нанесена стрелка, которая позволяет определить угол его поворота при гнутье трубы по градуировке на неподвижном кожухе стола. Комплект роликов дает возможность гнуть трубы диаметром от $\frac{1}{2}$ до $1\frac{1}{4}$ ".

Сбоку станка предусмотрен откидной столик, на котором можно разместить чертеж изгибаемой трубы.

Машинное время для гибки трубы на угол 180° составляет 7 сек.

При большом объеме работ для гибки труб диаметром от 10 до 426 мм (особенно тонкостенных) широко используются трубогибочные станки, работающие по схеме наматывания (поз. III). В этом случае, в отличие от метода гибки с обкаткой, вращение сообщается гибочному шаблону, ползун же неподвижен или перемещается в продольном направлении.



Механизм устройства для гибки способом наматывания состоит из гибочного шаблона I, зажима 2 и ползуна 3 (опорной колодки). В большинстве случаев применяется еще и дорн 4, служащий для предотвращения образования овальности и гофров.

Наибольшее распространение получили дорны, имеющие следующие формы: ложкообразную (поз. IV, а), шарообразную (поз. IV, б) или усеченную шарообразную (поз. IV, в). При гибке тонкостенных труб применяют составные дорны (поз. IV, г), дополнительные звенья которых размещаются по всему гибу. Такие дорны поддерживают стенку трубы в месте изгиба, облегчают перемещение трубы по дорну, придают ей круглую форму и даже выравнивают неглубокие гофры.

Продолжение табл. 91

Порядок работы на станке следующий. Трубу устанавливают в ручей гибочного шаблона и прикрепляют к прямолинейной его части при помощи зажима 2, затем регулируют ползун 3, которым труба во время гибки прижимается к гибочному шаблону. Приводимый во вращательное движение гибочный шаблон увлекает за собой трубу, которая, находясь в ручье между шаблоном и ползуном, стаскивается с дорна и изгибается на необходимый угол и радиус.

Для гибки крупных труб (диаметром до 350 мм) при строительных и ремонтных работах получили применение прессы и установки, работающие по схеме, приведенной в поз. V.

Станки этого типа менее производительны, чем станки для гибки наматыванием или с обкаткой, поэтому при массовом и крупносерийном производстве они малоэффективны. Обычно они оборудуются гидравлическим приводом.

При большом углегиба процесс гибки осуществляется по участкам путем последовательных перестановок трубы.

Для гибки труб диаметром до 3 1/2" по кольцу или спирали, а также труб сравнительно большой длины с большим радиусомгиба применяют трубогибочные станки, работающие по схеме вальцевания (поз. VI).

На этих станках труба увлекается силами трения в направлении вращения роликов и приобретает на выходе кривизну, которая определяется взаимным расположением роликов. Станки могут быть с тремя и четырьмя роликами.

Ролики имеют ручки, радиусы которых соответствуют наружным радиусам трубы. Глубина каждого ручья немного меньше половины диаметра трубы (на 1—5 мм).

При данном способе гибки можно гнуть трубы с наименьшим радиусом $R = 6D_{\text{нар}}$.

Гибка труб в нагретом состоянии (горячая гибка)

Известно, что при нагреве повышается пластичность металла и соответственно уменьшается усилие, необходимое для гибки.

Существуют два способа изготовления криволинейных участков с предварительным нагревом трубы-заготовки:

- 1) на станках или плитах;
- 2) протяжкой крутоизогнутых отводов на роге.

Выбор способа гибки зависит от объема производства, параметров трубы и от того, как влияет подогрев на качество изогнутой трубы во время эксплуатации.

При массовом производстве более целесообразен и чаще применяется второй способ.

Процесс гибки трубы в горячем состоянии состоит из следующих операций: разметка трубы; установка заглушки на один конец ее; заполнение трубы наполнителем (чаще всего песком); уплотнение песка; установка второй заглушки; нагрев; гибка; снятие заглушек и опорожнение трубы от песка; очистка внутренней поверхности трубы.

Минимальные величины радиусагиба для труб с наружным диаметром до 426 мм и отводов с наружным диаметром до 820 мм, а также ряд нормальных радиусовгиба приведены в ГОСТе 9842-61.

Госгортехнадзор СССР рекомендует минимальный радиусгиба при горячей гибке с набивкой $R = 3,5D_{\text{на}}$.

Песок, применяемый в качестве наполнителя, должен быть просушен и тщательно просеян. Такой песок равномерно и легко уплотняется в трубе, что исключает образование местных пустот. Уплотненный крупнозернистый песок лучше сопротивляется сжатию.

Нельзя заполнять трубы горным песком, так как он содержит органические вещества, легко выгорающие и пригорающие к стенкам трубы.

Песок для набивки труб используется не более 3—4 раз, после чего он обычно загрязняется и не отвечает техническим требованиям.

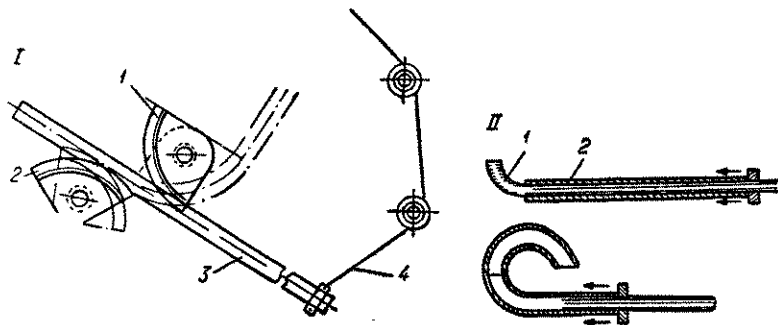
Наполненные песком трубы плотно закрываются второй заглушкой. Конструкция заглушек зависит от величины внутреннего диаметра трубы. Для труб малых диаметров заглушки могут быть из глины, резины или твердых пород дерева в виде конусной пробки длиной, равной 1,5—2 диаметрам трубы с конусностью около 1/10. Для труб больших диаметров заглушки изготавливаются металлическими.

Нагрев трубы может производиться в нефтяных, электрических и коксовых горнах, в пламенных или электрических печах, а также электроконтактным способом. Наиболее прогрессивным способом является нагрев с помощью токов высокой частоты.

Режим нагрева зависит от материала трубы. Так, например, трубы из стали 20 загружают в печь и нагревают до температуры $910-920^{\circ}\text{C}$; при этой температуре их выдерживают из расчета по 1 мин. на каждый миллиметр толщины стенки трубы.

Начинать гибку можно при температуре не ниже 880°C , а заканчивать при температуре не ниже 720°C . После снятия трубы со станка ее охлаждают на воздухе.

В зависимости от необходимой производительности горячая гибка труб производится на плите, на трубогибном станке или на приспособлении.



При гибке на плитах применяются сменные гибочные шаблоны. Нагретая до требуемой температуры труба 3 (поз. I) закладывается между гибочными шаблонами — упорным 2 и опорным 1. Каждый шаблон установлен на оси, вокруг которой он может свободно вращаться. К концу трубы 3 присоединяется трос 4, идущий от лебедки. При натяжении троса труба гнется вокруг опорного гибочного шаблона. Во время гибки оба шаблона поворачиваются.

После охлаждения трубы из нее выбивают пробки и высыплют песок. Затем трубу простучивают кувалдами, обращая особое внимание на изогнутые участки. После этого трубу очищают от остатков пригоревших частиц песка.

При гибке способом горячей протяжки (поз. II) отрезок трубы 2 надевается на штангу, соединенную с рогообразным сердечником 1, затем, начиная с конца, расположенного ближе к сердечнику, заготовка нагревается и одновременно под действием приложенной силы наталкивается на сердечник. Так как последний имеет кривизну и уширяется к концу, то труба-заготовка, проходя под действием перемещающей ее силы по сердечнику, гнется и одновременно калибруется по необходимому диаметру.

Данный способ обладает следующими технико-экономическими преимуществами:

- 1) представляется возможным гнуть трубы с наименьшим радиусомгиба $1-1,5D_y$;
- 2) сокращается трудоемкость изготовления криволинейных участков.

Гибка труб на штампах

Одним из наиболее производительных способов изготовления криволинейных труб из черных и цветных металлов в крупносерийном производстве является гибка на штампах.

Имеются следующие виды гибки труб на штампах:

- 1) гибка отдельных участков трубы в одной или нескольких плоскостях без нагрева заготовки;
- 2) гибка угольников из нагретых труб — горячая штамповка;
- 3) штамповка отдельных элементов угольников с последующей их сваркой.

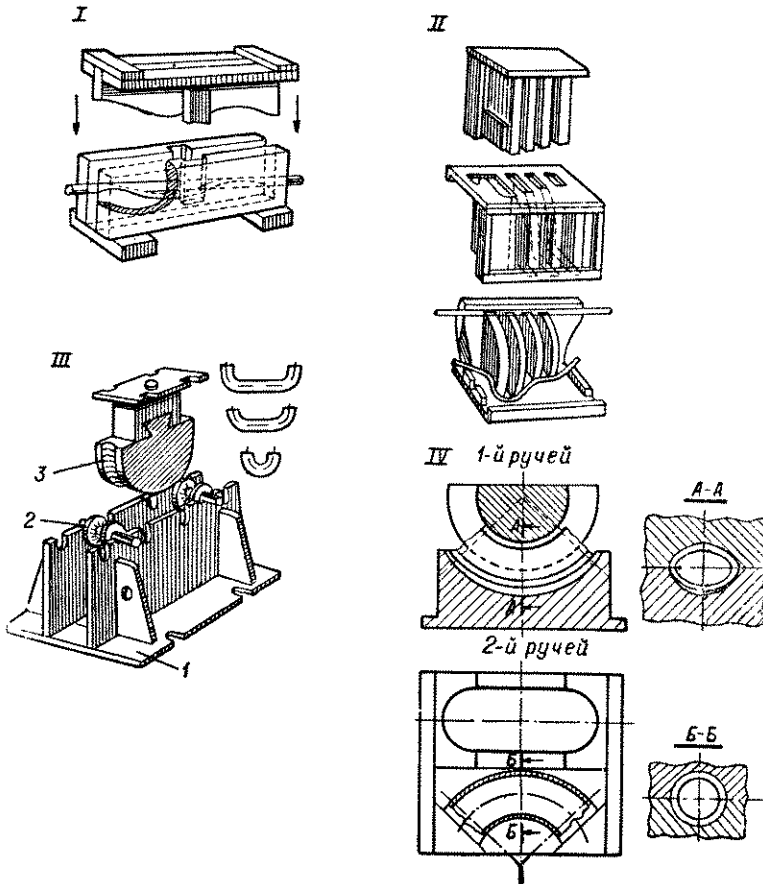
Штампы устанавливаются на гидравлических, пневматических и фрикционных прессах. В зависимости от объема производства применяют штампы деревянные и металлические. Деревянные штампы изготовляют из березы, а рабочую поверхность их облицовывают металлической пластиной или фиброй.

Продолжение табл. 91

В зависимости от назначения трубопровода и требований к овальности трубы в изогнутом участке она гнется на штампе с заполнителем или без него.

В поз. I приведен пример использования деревянного штампа для гибки труб в одной плоскости.

Труба заводится в матрицу, рабочая поверхность которой имеет в продольном направлении кривизну, необходимую для изгиба трубы, а в поперечном сечении ручей в форме полуокружности.



Гибка осуществляется за один ход пресса. Созданиегиба в двух плоскостях производится в два приема на двух штампах, каждый из которых служит для гибки в одной плоскости, или на одной и той же матрице, с двух сторон которой делаются выемки, имеющие кривизну по профилюгиба.

При гибке трубы в одной плоскости по сложному профилю применяют штамп с промежуточной коробкой (поз. II). В этом случае изменяется и сам процесс гибки. Труба укладывается на матрицу, затем надевается промежуточная коробка и опускается пуансон, который перемещает трубу вниз, при этом она плавно скользит по выступам матрицы и изгибается.

В поз. III показан пример использования металлического штампа к гидравлическому прессу. В этом штампе гибка производится на двух опорах в виде роликов 2, устанавливаемых на сварном башмаке 1. Диаметр и форма желоба роликов соответствуют форме и диаметру сечения трубы. Верхняя подушка с пуансоном 3 крепится к траверсе пресса. Пуансон и ролики сменные. Ролики могут переставляться в пазах соответственно радиусугиба и диаметру трубы.

В поз. IV приведена схема горячей штамповки угольников-отводов. Штамповка производится на двухручьевых штампах (один ручей гибочный, второй — формовочный), устанавливаемых на штамповочных прессах. Исходной заготовкой для штамповки служит отрезок трубы с двухсторонними косыми срезами. Заготовку трубы под штамповку можно получить рубкой в штампе, резкой на дисковой пиле или на приводном ножовочном станке.

Перед штамповкой заготовка подвергается нагреву в печи до ковочной температуры соответствующей стали. Нагретая заготовка вкладывается в полость первого ручья штампа (поз. IV). Ручей имеет в поперечном сечении овальную форму, которую приобретает труба при изгибе без внутреннего ограничителя возможных изменений формы, при этом степень изменения формы поперечного сечения зависит от отношения толщины стенок к ее диаметру.

После гибки в первом ручье производят формовку, для чего изогнутую трубу вкладывают во второй ручей, поворачивая ее при этом на 90° относительно продольной оси.

При окончательной формовке овальное сечение в гйбе приобретает круглую форму и одновременно происходит выравнивание толщины стенок и уменьшение разностенности.

6. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПРУЖИН

По своему назначению цилиндрические пружины делятся на работающие на растяжение, на сжатие и на скручивание.

(рис. 60, б) и скручивание (рис. 60, в), витки плотно прилегают один к другому. В пружинах, работающих на растяжение, последние витки отгибают на 90° и загибают в виде полуколец и колец.

На рис. 60, а показаны основные размеры цилиндрической пружины.

Очевидно, что

$$D_{\text{нар}} = D_{\text{вн}} + 2d. \quad (4)$$

Для расчета длины заготовки, потребной для изготовления пружины, необходимо знать средний диаметр пружины D_0 , который равен:

$$D_0 = D_{\text{вн}} + d \quad (5)$$

или

$$D_0 = D_{\text{нар}} - d. \quad (6)$$

Длину заготовки l пружины (без учета колец на концах) определяют по следующей формуле:

$$l = \pi D_0 n, \quad (7)$$

где π — отношение длины окружности к диаметру, равное 3,14;

D_0 — средний диаметр пружины;

n — число витков пружины.

При подсчете витков пружины учитываются только рабочие витки. У работающих на сжатие пружин с неприжатыми концами число рабочих витков определяют путем вычитания из числа всех витков по одному витку с каждого конца. Если крайние витки прижаты для образования опорной плоскости, то вычитают по $3/4$ витка с каждого конца.

У пружин, работающих на сжатие (рис 60, а), витки расположены на некотором расстоянии друг от друга; концы пружин прижимают к смежным виткам. У пружин, работающих на растяжение

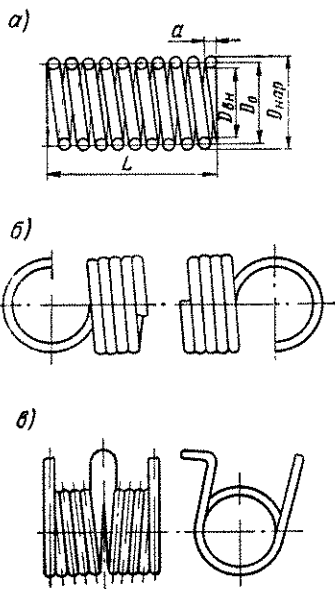


Рис. 60. Цилиндрические пружины.

Пример 1. Определить длину заготовки цилиндрической пружины, если диаметр проволоки $d = 3$ мм, внутренний диаметр пружины $D_{вн} = 20$ мм, а число витков $n = 12$.

1. В этом случае средний диаметр

$$D_o = D_{вн} + d = 20 + 3 = 23 \text{ мм.}$$

2. Длина заготовки составит:

$$l = \pi D_o n = 3,14 \times 23 \times 12 = 866,64 \text{ мм.}$$

Пример 2. Определить длину заготовки цилиндрической пружины при $d = 2,5$ мм, $D_{нар} = 20$ мм и $n = 10$.

$$1. D_o = D_{нар} - d = 20 - 2,5 = 17,5 \text{ мм.}$$

$$2. l = \pi D_o n = 3,14 \times 17,5 \times 10 = 549,5 \text{ мм.}$$

Навивка пружин производится на универсальных токарных станках (рис. 61),

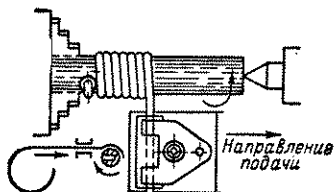


Рис. 61. Навивка пружины на токарном станке.

а в условиях серийного и массового производства — на специальных пружинонавивальных автоматах.

Диаметр оправки для навивки пружин находится по формуле:

$$D = k D_{вн},$$

где D — диаметр оправки, в мм;

k — коэффициент, который берется по табл. 92;

$D_{вн}$ — внутренний диаметр пружины, в мм.

Таблица 92

Значение коэффициента k

Предел прочности при растяжении материала проволоки σ_B , кг/см ²	Коэффициент k	Предел прочности при растяжении материала проволоки σ_B , кг/см ²	Коэффициент k
100—150	0,95	225—250	0,86
150—175	0,91	250—275	0,84
175—200	0,89	275—300	0,83
200—225	0,87	Свыше 300	0,82

В отдельных случаях (преимущественно в индивидуальном производстве) прибегают к ручной навивке пружин на оправке,

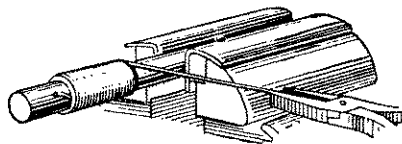


Рис. 62. Ручная навивка пружины на оправке, закрепленной в тисках.

зажимаемой в тисках между деревянными, свинцовыми или медными нагубниками (рис. 62).

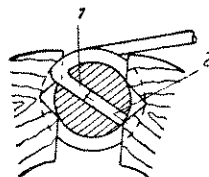


Рис. 63. Заправка конца пружинной проволоки 1 в отверстие 2 оправки для навивки цилиндрической пружины.

На конце оправки сверлится отверстие 2 диаметром на 0,1—0,2 мм больше диаметра проволоки d . В это отверстие заправляется

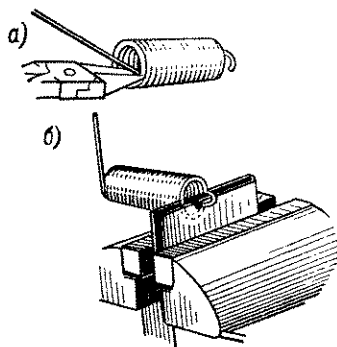


Рис. 64. Заправка полукольца на конце цилиндрической пружины.

конец 1 пружинной проволоки и загибается под углом так, чтобы при навивке она не соскочила с оправки (рис. 63).

По окончании навивки конец проволоки откусывают или отламывают, сделав пред-

варительно надрез трехгранным напильником.

Заправка концов пружин в виде полуколец выполняется вручную с помощью круглогубцев (рис. 67, а) и простейших



Рис. 65. Положение конца пружины в трубке при нагреве перед обжатием.

приспособлений (рис. 64, б). Для этой же цели применяют и специальные приспособления.

Чтобы обжать концы пружины, работающей на сжатие, пружину 2 вставляют в

направляющую трубку 1 так, как это показано на рис. 65, и через отверстие трубки нагревают пламенем газовой горелки или паяльной лампы. Как только виток нагреется до красного цвета, пружину вынимают

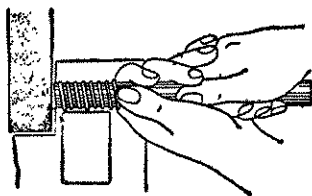


Рис. 66. Заточка (заправка) концов пружины на шлифовальном круге.

из трубки и быстро прижимают к какой-либо плоской поверхности. После обжатия пружину надевают на оправку, а концы затачивают на шлифовальных кругах (рис. 66).

РАЗДЕЛ ДЕСЯТЫЙ

ОПИЛИВАНИЕ И ЗАЧИСТКА МЕТАЛЛОВ

Опиливание — процесс снятия слоя металла с поверхности заготовки при помощи напильников. Опиливание выполняется различными по назначению, размерам и форме напильниками и подразделяется на предварительное (черновое) и окончательное (чистовое и отделочное). Опиливанием достигаются требуемые размеры, форма и шеро-

ховатость поверхностей обрабатываемой детали.

Большое распространение имеет также зачистка поверхностей, осуществляемая при помощи абразивных кругов, головок, брусков, шлифовальных шкурок, абразивных лент и металлических щеток.

1. НАПИЛЬНИКИ

Напильники представляют собой стальные закаленные бруски различной формы, на рабочих поверхностях которых сделана насечка (или нарезка) зубьев.

всей длине зуба, и при работе ими требуются большие усилия. Одинарную насечку под углом $\lambda = 25^\circ$ по отношению к линии, перпендикулярной оси напильника

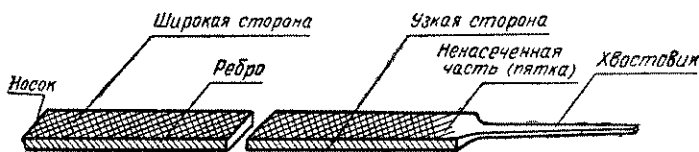


Рис. 67. Напильник.

Основные части напильника показаны на рис. 67. Насечка напильников бывает одинарной (простой) (рис. 68, а), двойной

(см. рис. 68, а), имеют узкие стороны плоских и ножовочных напильников и надфилей и одна из узких сторон рашпиля.

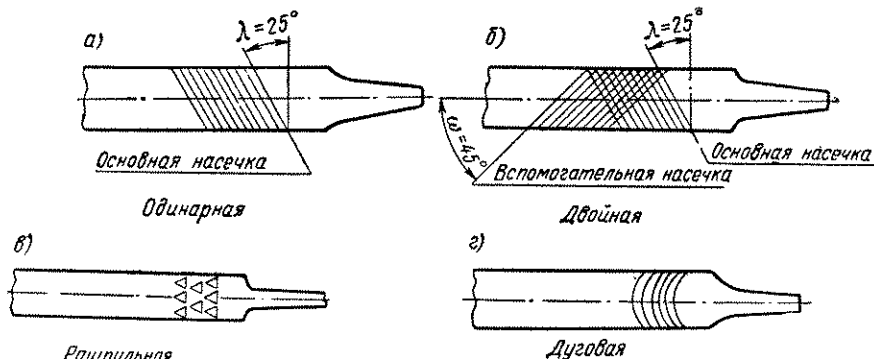


Рис. 68. Виды насечек напильников.

(перекрестной) (рис. 68, б), рашпильной (рис. 68, в) и дуговой (рис. 68, г).

Напильники с одинарной насечкой срезают металл широкой стружкой, равной

Большинство напильников имеют двойную насечку: основную под углом $\lambda = 25^\circ$ и вспомогательную под углом $\omega = 45^\circ$ (см. рис. 68, б). Напильники с нарезанными

зубьями имеют основную насечку под углом $\lambda = 20^\circ$ и вспомогательную под углом $\omega = 70^\circ$.

Если смотреть на насечку напильника от хвостовика к носку, то основная насечка имеет направление слева направо вверх, а вспомогательная — справа налево вверх. Основная (нижняя глубокая) насечка образует профиль зуба, а вспомогательная (верхняя неглубокая) насечка разделяет зуб на отдельные участки для дробления стружки, благодаря чему облегчается ее снятие.

Шаг (расстояние между соседними зубьями) основной насечки больше шага вспомогательной насечки. В результате этого зубья располагаются друг за другом по прямой, составляющей с осью напильника угол 5° . При движении напильника следы зубьев частично перекрывают друг друга, и обрабатываемая поверхность получается более чистой.

Рашпильная (точечная) насечка в виде крупных зубьев пирамидальной формы образуется выдавливанием металла заготовки рашпиля специальными трехгранными зубилами. Каждый зуб смещен относительно расположенного впереди зуба на половину шага.

Дуговая (радиальная) насечка выполняется в виде острых и однородных по шагу и глубине зубьев криволинейной (дуговой) формы.

Зубья напильников могут быть образованы насечением, фрезерованием, протягиванием и нарезанием. Наиболее распространенным способом образования зубьев является насечение их на специальных станках.

Независимо от способа выполнения насечки зубья напильника имеют форму клина с углом заострения β , задним углом α , передним углом γ и углом резания δ (рис. 69).

Передним углом γ называется угол между передней поверхностью зуба и плоскостью, проходящей через его вершину перпендикулярно оси напильника.

Угол заострения β образуется между передней и задней поверхностями зуба напильника.

Задним углом α называется угол, образующийся между задней поверхностью зуба и плоскостью опиленной заготовки.

Угол резания δ образуется между передней поверхностью зуба и плоскостью опиленной заготовки.

Практикой слесарной обработки установлены следующие значения углов зубьев:

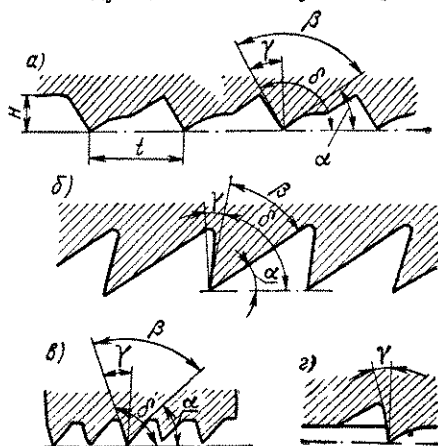


Рис. 69. Форма и геометрия зубьев напильника:

H — глубина насечки; t — шаг насечки.

а) для напильников с насеченными зубьями (рис. 69, а): γ — отрицательный до -15° , $\beta = 70^\circ$, $\alpha = 36^\circ$, $\delta = 106^\circ$;

б) для напильников с фрезерованными и шлифованными зубьями (рис. 69, б): $\gamma = +2 \div 10^\circ$, $\beta = 60 \div 65^\circ$, $\alpha = 20 \div 25^\circ$, $\delta = 80 \div 90^\circ$;

в) для напильников с зубьями, полученными протягиванием (рис. 69, в): $\gamma = -5^\circ$, $\beta = 55^\circ$, $\alpha = 40^\circ$, $\delta = 95^\circ$.

Передний угол γ зуба рашпильной насечки (рис. 69, г) может быть отрицательным, но не должен превышать -5° .

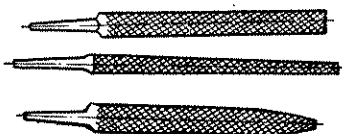
Передний угол γ зуба радиальной насечки должен быть в пределах $4 \div 5^\circ$, допускается и отрицательный передний угол не более -3° .

По своему назначению напильники разделяются на: 1) слесарные общего назначения; 2) надфили; 3) рашпили; 4) для обработки цветных металлов; 5) машинные (для опилоочных станков); 6) борнапильники; 7) рихтовочные; 8) специальные (табл. 93).

Основные виды напильников

Таблица 93

Слесарные напильники общего назначения (ГОСТ 1465-69)



Напильники слесарные общего назначения изготавливаются следующих типов: плоские (тупоносые и остроносые), квадратные, трехгранные, ромбические, ножовочные, круглые (с насеченным и нарезанным зубом), полукруглые.

В зависимости от числа насечек на 10 мм длины напильники делятся на драчевые с номерами насечки № 0, 1, 2; личные — № 3 и бархатные — № 4 и 5.

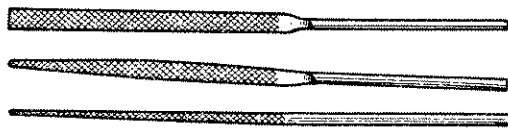
Продолжение табл. 93

Характеристика номеров насечки напильников						
Длина рабочей части напильника L , в мм	Номера насечки					
	0	1	2	3	4	5
	Количество основных насечек на 10 мм длины					
100 } 125 }	—	14	20	28	40	56
150	—	12	17	24	34	48
200	—	10	14	20	28	40
250	—	8,5	12	17	24	34
300	—	7	10	14	20	28
350 } 400 }	4,5	6	8,5	12	—	—

Напильники общего назначения изготовляют из стали марки У13А или У13 (допускается изготовление из стали марки ШХ15 или 13Х). Глубина закаленного слоя, считая от дна впадины зуба, должна быть не менее 0,3 мм. Твердость и острота зубьев напильника должны обеспечивать сцепляемость с контрольной пластинкой из стали марки У12 или У13, имеющей твердость не менее *HRC* 54. Твердость хвостовика напильника на участке от конца до середины его длины не должна превышать *HRC* 35.

Основные размеры напильников общего назначения приведены в табл. 94.

Надфили (ГОСТ 1513-67)



Надфили — это напильники малых размеров с мелкой насечкой. Они изготовляются одиннадцати типов и пяти номеров насечек.

Характеристика номеров насечки надфилей

Длина рабочей части L , в мм	Номера насечки				
	1	2	3	4	5
	Количество основных насечек на 10 мм длины				
40	40	56	80	112	—
60	28	40	56	80	112
80	20	28	40	56	80

Изготавливают надфили из стали марки У13 или У13А, допускается их изготовление из стали У12 или У12А. Твердость и острота зубьев должны обеспечивать сцепляемость их с контрольной пластинкой из стали марки У10 или У12 твердостью не менее *HRC* 54.

Основные размеры надфилей указаны в табл. 95.

Продолжение табл. 93

Рашпили (ГОСТ 6876-68)



Рашпили общего назначения (тип I) изготовляют четырех исполнений (плоские тупоносые, плоские остроносые, круглые и полукруглые) и двух номеров насечек.

Характеристика номеров насечки рашпелей

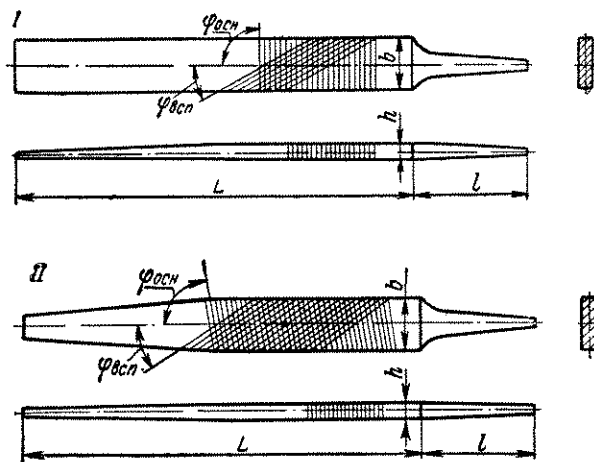
Номера насечки	Длина рабочей части, в мм	Число зубьев на 10 мм по ширине	Число рядов зубьев на 10 мм по длине	Число насечек узкой стороны на 10 мм длины
1	200	3	4	10
	250	2,5	3,5	9
	300	2,5	3	9
	350	2	3	7
2	200	4	5	20
	250	3,5	4,5	18
	300	3,5	4	16
	350	3	4	14

Материал рашпиля — сталь марки У7 или У7А; допускается изготовление рашпелей из стали марок У8, У8А, У10, У10А, У12 и У12А (по ГОСТу 5210-67).

Твердость и острота зубьев рашпиля должны обеспечивать сцепляемость их с контрольной пластинкой из стали марки У7 или У10 твердостью не менее HRC 35.

Основные размеры рашпелей общего назначения приведены в табл. 96.

Напильники для обработки цветных металлов



Напильники для обработки цветных металлов имеют другие, более рациональные для данного конкретного сплава углы наклона насечек. Эти напильники выпускаются только двух типов: плоские тупоносые (поз. I) и плоские остроносые (поз. II).

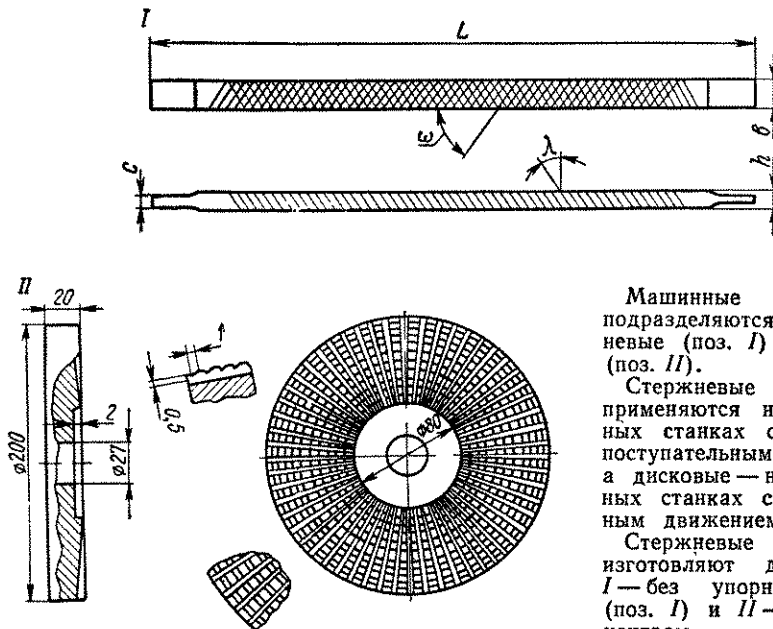
Продолжение табл. 93

Рекомендуются следующие основные размеры плоских напильников для обработки цветных металлов:

Тип напильника	Длина L , в мм	Размеры сечения $b \times h$, в мм	Длина хвостовика L_1 , в мм	Количество насечек на 10 мм длины при обработке						Углы наклона насечек φ при обработке, в °					
				латуни		дуралюмина		бронзы		латуни		дуралюмина		бронзы	
				основн.	вспом.	основн.	вспом.	основн.	вспом.	основн.	вспом.	основн.	вспом.	основн.	вспом.
Остроносые	160	16×4	50	9	7	7	14	10	9	—	—	—	—	—	—
	200	20×5	55	8	6	6	12	9	8	—	—	—	—	—	—
Тупоносые	315	30×8	70	6	5	4,5	9	7	6	85	30	60	50	60	45
	400	40×10	90	5	4	4	8	6	5	—	—	—	—	—	—

Примечание. Одна из узких сторон насекается под углом 90° с числом насечек, равным числу основных насечек широкой стороны. Материал напильников — сталь У13А.

Машинные напильники (для опиловочных станков)



Машинные напильники подразделяются на стержневые (поз. I) и дисковые (поз. II).

Стержневые напильники применяются на опиловочных станках с возвратно-поступательным движением, а дисковые — на опиловочных станках с вращательным движением.

Стержневые напильники изготовляют двух типов: I — без упорного центра (поз. I) и II — с упорным центром.

Напильники типа I имеют с обоих концов хвостовую ненасеченную часть, за которую напильник закрепляется в движущейся рамке опиловочного станка. Конечный напильник типа II выполнен в виде центра с углом 60° .

Напильники типа I выполняют длиной 100, 125, 150 и 200 мм, а типа II — 150, 200 и 250 мм. Насечка напильников — двойная с углами наклона основной насечки $\lambda = 25^\circ$ или $\lambda = 35^\circ$ и вспомогательной $\omega = 50^\circ$.

Продолжение табл. 93

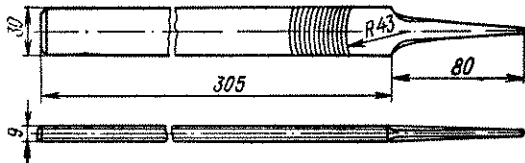
По характеру образования зуба борнапильники могут быть либо фрезерованными (борфрезы, поз. I), либо насеченными (борнапильники, поз. II).

Фрезерованные борнапильники изготавливают из быстрорежущей стали марки P18, насеченные — из стали У13, У13А или ШХ15.

Борнапильники и борфрезы могут быть цельными с цилиндрическим хвостовиком (поз. III, б) или насадными (поз. III, а).

Промышленность выпускает разнообразные как по размерам, так и по геометрической форме рабочей части борнапильники (МН 2227-61 — МН 2239-61) и борфрезы (МН 2188-61 — МН 2200-61).

Рихтовочные напильники



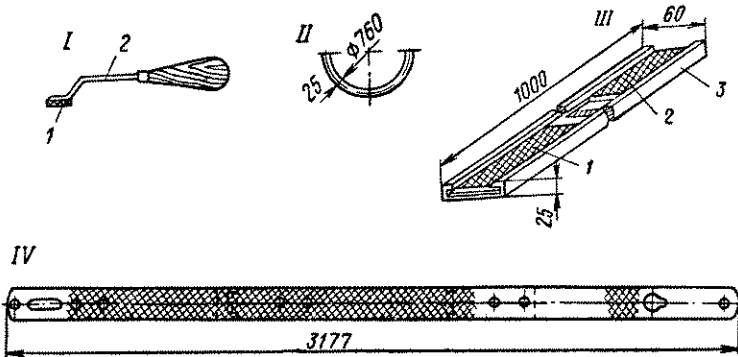
Рихтовочные напильники служат для выравнивания поверхностей кузовов легковых автомобилей и других изделий из листовой стали перед их шпаклевкой и окраской.

Рихтовочные напильники в зависимости от мест обработки

имеют различную конструкцию. Так выполняются плоские рихтовочные напильники с радиально-фрезерованными зубьями на широких сторонах и отверстиями на обоих концах для крепления в державке и двусторонние рихтовочные напильники с хвостовиком, как показано на рисунке. Рихтовочные напильники могут быть также плоскими изогнутыми для обработки вогнутых поверхностей и полукруглыми прямыми и изогнутыми для обработки поверхностей типа желобов.

Рихтовочные напильники изготавливают из полосовой инструментальной углеродистой стали марок У13 и У13А, а также из стали ШХ15.

Специальные напильники



Напильники специальных типов — пазовые, плоские с овальными ребрами и т. п. — предназначаются для опилования пазов, обработки фасонных поверхностей и т. д. В ряде случаев применяют напильники, форма и размеры которых соответствуют специфическим условиям обработки.

Для зачистки ручьев штампа в труднодоступных местах используется специальный напильник (поз. I) в виде куса плоского надфиля 1, припаянного к прутку 2, который, если понадобится, можно изогнуть так, чтобы осуществить зачистку внутри штампа.

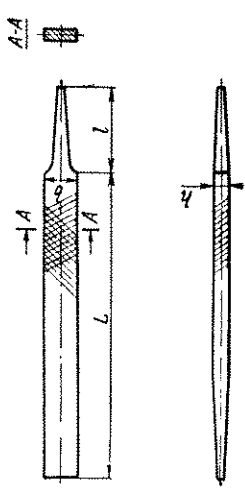
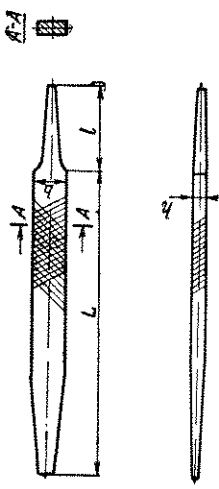
Опиливание в одной плоскости торцов 1 и 2 колец большого размера (поз. II) представляет трудности в связи с отсутствием напильников длиной более 450 мм. Это затруднение устраняется при использовании специального напильника длиной 1000 мм (предложение Я. Ф. Филиппова и Б. П. Фомина), состоящего из двух брусков-напильников 1 и 2, уложенных в одну дуралюминиевую обойму 3 (поз. III).

Применение специальных напильников позволяет повысить производительность при опиловании труднодоступных и сложных поверхностей в 1,5—2 раза.

В поз. IV показана цепь напильников к ленточнопильному станку. На ленте длиной 3177,5 мм закреплены с помощью прокладок и заклепок 40 напильников.

Таблица 94

Размеры слесарных напильников общего назначения
(ГОСТ 1465-69)

Тип и общий вид напильника	Обозначение	Номера насечек	Длина рабочей части L , в мм												
			100	125	150	200	250	300	350	400					
			Длина хвостовика l , в мм												
			40	45	50	55	60	70	80	90					
			Сечение рабочей части, в мм												
			$b \times h$												
	2820—0001÷ 2820—0038	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35×9			40×10
		1, 2, 3	10×3	$12,5 \times \times 3,5$	16×4	20×5	25×7	30×8							
		4, 5	—												
	2820—0051÷ 2820—0088	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35×9			40×10
		1, 2, 3	10×3	$12,5 \times \times 3,5$	16×4	20×5	25×7	30×8							
		4, 5	—												

Продолжение табл. 94

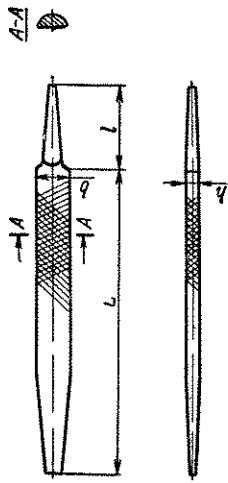
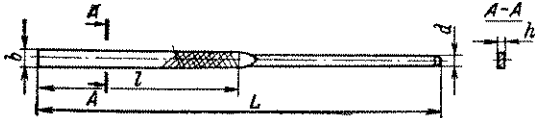
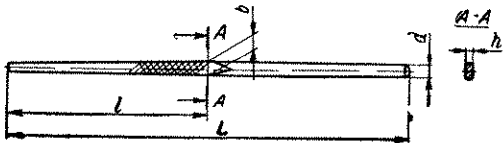
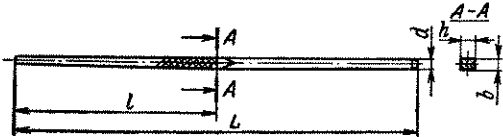
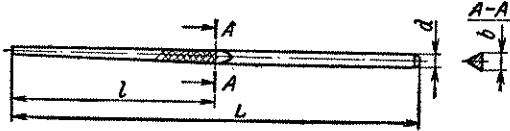
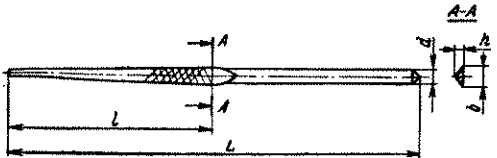
Тип и общий вид напильника	Обозначение	Номера насечек	Длина рабочей части L , в мм																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
			100	125	150	200	250	300	350	400																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
			Длина хвостовика l , в мм																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
			40	45	50	55	60	70	80	90																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
			Сечение рабочей части, в мм																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Полукруглые 	2822—0101 + 2822—0164	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Таблица 95

Основные размеры надфилей
(ГОСТ 1513-67)

Тип и общий вид надфиля	Основные размеры $L \times d$, в мм		
	80 × 2,0	120 × 2,5	160 × 3,5
	Длина рабочей части L , в мм		
	40	60	80
	Сечение рабочей части, в мм		
	$b \times h$		
Плоские тупоносые 	3 × 1	4 × 1,2	5,5 × 1,5
Плоские остроносые 	3 × 1	4 × 1,2	5,5 × 1,5
Квадратные 	1,8 × 1,8	2,2 × 2,2	3 × 3
Треугольные 	2,6	3,4	4,5
Треугольные односторонние 	4 × 1,2	4,5 × 1,5	6 × 2

Продолжение табл. 95

Тип и общий вид надфиля	Основные размеры $L \times d$, в мм		
	80 × 2,0	120 × 2,5	160 × 3,5
	Длина рабочей части l , в мм		
	40	60	80
Сечение рабочей части, в мм			
Круглые	d		
	2	2,5	3,5
Полукруглые	$b \times h$		
	4 × 1,2	4,5 × 1,5	6 × 2
Ромбические	$b \times h$		
	4 × 1,2	4,5 × 1,5	6 × 2
Ножовочные	$b \times h$		
	4 × 1,2 4 × 1,2 (II)	5 × 1,5 —	6 × 2 —
Овальные	$b \times h$		
	4 × 1,2	4,5 × 1,5	6 × 2

Продолжение табл. 95

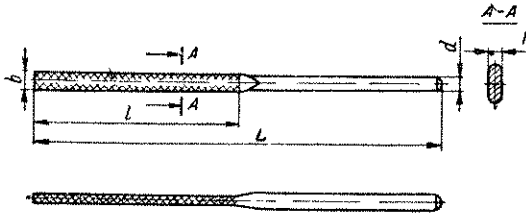
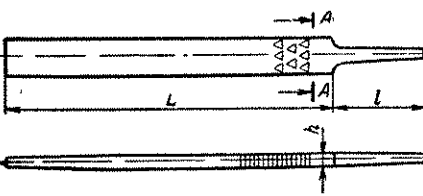
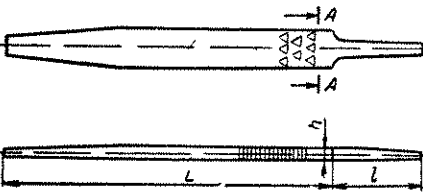
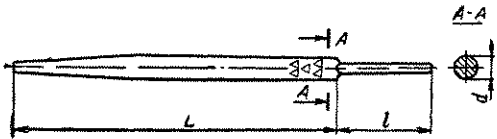
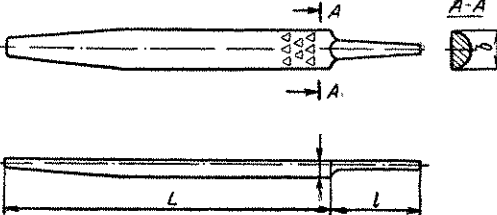
Тип и общий вид надфиля	Основные размеры $L \times d$, в мм		
	80 × 2,0	120 × 2,5	160 × 3,5
	Длина рабочей части l , в мм		
	40	60	80
	Сечение рабочей части, в мм		
Пазовые 	$b \times h$		
	3,2 × 1	4,5 × 1,2	6 × 1,5

Таблица 96

Основные размеры рапшилей общего назначения типа I
(ГОСТ 6876-68)

Тип и общий вид рапшиля	Обозначение	Длина рабочей части L , в мм			
		200	250	300	350
		Длина хвостовика l , в мм			
		55	60	70	80
		Сечение рабочей части, в мм			
Плоские тупоносые 	3806—0001÷ 3806—0008	$b \times h$			
		20×5	25 × 7	30 × 8	35×10
Плоские остроносые 	3806—0001÷ 3806—0028	$b \times h$			
		20×5	25 × 7	30 × 8	35×10

Продолжение табл. 96

Тип и общий вид рашпиля	Обозначение	Длина рабочей части L , в мм			
		200	250	300	350
		Длина хвостовика l , в мм			
		55	60	70	80
		Сечение рабочей части, в мм			
Круглые		d			
		8	10	12	16
Полукруглые		$b \times h$			
		20×6	25×7	30×5	35×11

2. ВЫБОР НАПИЛЬНИКОВ

В зависимости от материала, размеров и конфигурации детали, а также от требуемой точности обработки и шероховатости поверхности выбирают тип напильника, номер его насечки, размеры, форму его поперечного сечения и длину.

Выбор типа напильника. Основные типы напильников даны в табл. 93; размеры основных типов слесарных напильников приведены в табл. 94; надфилей—в табл. 95, рашпелей—в табл. 96.

Для опилования стали, чугуна и других твердых материалов применяются напильники с двойной насечкой.

Для опилования мягких материалов (бронзы, латуни, меди, алюминия, баббита, свинца и др.) и неметаллических материалов служат напильники с одинарной насечкой; имеются также специальные напильники для обработки цветных сплавов (см. табл. 93). Для опилования дерева, кожи, резины, а также баббита, свинца,

цинка используются напильники с рашпильной насечкой.

Надфили применяются при опиловании очень тонких и мелких изделий, а также в труднодоступных местах при изготовлении инструментов и штампов. При обработке твердосплавных матриц и пуансонов, различных видов керамики, ферритов, стекла, а также для доводки режущего твердосплавного инструмента без снятия его со станка используются алмазные надфили, изготавливаемые из естественных и искусственных алмазных порошков.

Выбор номера насечки напильника. Величину насечки напильника выбирают в зависимости от толщины снимаемого слоя, требуемого класса чистоты поверхности и точности обработки.

При выборе номера насечки слесарных напильников общего назначения можно руководствоваться данными, приведенными в табл. 97.

Таблица 97

Точность и шероховатость поверхности при опилывании напильниками общего назначения в зависимости от класса напильника

Вид обработки	Вид напильника	Номера насечки	Припуск на обработку, в мм	Слой, снимаемый за один проход, в мм	Точность обработки, в мм	Шероховатость обработанной поверхности
Черновое опилывание	Драчевый	0 и 1	0,5—1,0	0,05—0,10	0,1—0,2	$\nabla 1 - \nabla 3$
Чистовое опилывание	Личной	2 и 3	0,15—0,30	0,02—0,06	0,02—0,05	$\nabla 4 - \nabla 6$
Отделочная обработка	Бархатный	4 и 5	0,05—0,10	0,01—0,03	0,01—0,005	$\nabla 7$ и выше

Выбор формы поперечного сечения напильника. Форма поперечного сечения напильника выбирается в зависимости от профиля, размеров и расположения обрабатываемой поверхности.

В табл. 98 показаны примеры обработки выпуклых и вогнутых поверхностей, отверстий, пазов и зубьев зубчатых колес различными типами напильников.

При выборе напильника для опилывания плоскостей необходимо учитывать, что правильно опилить плоскость можно только в том случае, если напильник имеет прямо-

угольную или выпуклую, но не вогнутую поверхность.

Выбор длины напильника. Длина напильника выбирается в зависимости от вида обработки и величины опиливаемой поверхности. Рекомендуемая длина напильников приведена в табл. 99.

При выборе напильника часто руководствуются тем, что длина его должна быть на 150 мм больше длины обрабатываемой поверхности. Во всяком случае, при опилывании желательно использовать всю рабочую длину напильника.

Таблица 98

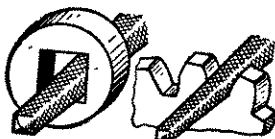
Форма поперечного сечения напильника в зависимости от профиля обрабатываемой поверхности

Плоские напильники



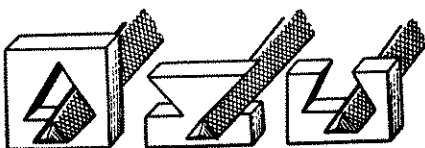
Применяются для опилывания наружных и внутренних плоских поверхностей, а также поверхностей, сопряженных под углом 90° .

Квадратные напильники



Используются для распиливания квадратных и прямоугольных отверстий, для обработки пазов и узких поверхностей, недоступных для опилывания плоскими напильниками. Квадратные напильники часто применяют для зачистки углов.

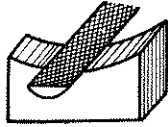
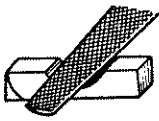
Треугольные напильники



Служат для обработки углов более 60° в открытых и закрытых пазах, отверстиях, а также плоскостей в недоступных для плоских напильников местах.

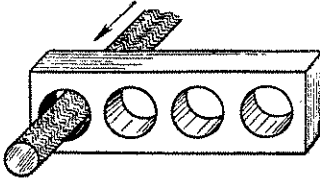
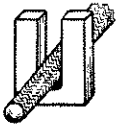
Продолжение табл. 98

Полукруглые напильники



Применяются для опилования выпуклых и вогнутых поверхностей с большим радиусом, а также галтелей. Плоской стороной напильника можно опиловать плоские поверхности.

Круглые напильники



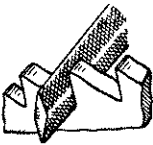
Служат для распиливания круглых и овальных сферических отверстий, а также поверхностей, недоступных для полукруглого напильника.

Ножовочные напильники



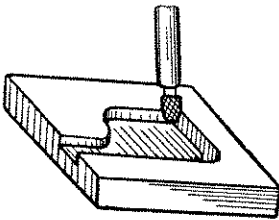
Используются для опилования внутренних углов до 10° , клиновидных канавок, узких пазов, зубьев шестерен, плоскостей в трехгранных, квадратных и прямоугольных отверстиях.

Ромбические напильники



Применяются для опилования зубьев, шестерен, звездочек, для распиловки профильных пазов и поверхностей, расположенных под острыми углами.

Борнапильники



Служат для обработки фасонных поверхностей и выемок у матриц и пуансонов вытяжных и чеканочных штампов, пресс-форм и пр.

Таблица 99

Выбор длины напильника

Вид обработки	Рекомендуемая длина рабочей части напильника L , в мм
Опиливание тонких пластин	100—160
Опиливание поверхностей с длинной обработки, в мм:	
до 50	160—250
51—100	250—315
свыше 100	315—400
Распиливание отверстий	100—200
Снятие большого припуска	315—400
Отделочная обработка	100—160

3. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ОБРАЩЕНИЯ С НАПИЛЬНИКАМИ И УХОД ЗА НИМИ

Новые напильники имеют светло-серый цвет. Темный цвет свидетельствует о том, что напильник окислился или плохо закален.

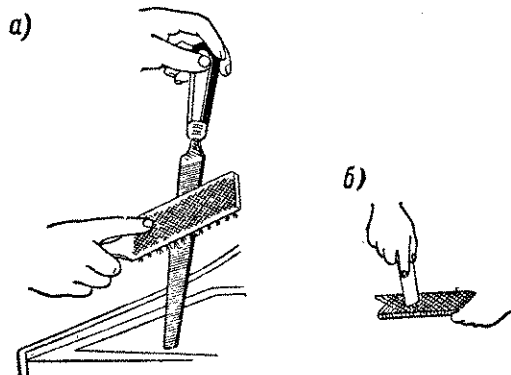


Рис. 70. Очистка напильника с помощью стальной щетки и лопаточки.

При работе с напильниками необходимо соблюдать следующие правила:

1. Во время работы и при хранении напильники нельзя ударять друг о друга или

о твердые металлические предметы, так как удары приводят к повреждению зубьев и поломке инструментов. Напильники нужно класть на специальные деревянные подставки.

2. Необходимо следить за тем, чтобы на напильники не попадали смазывающие вещества, грязь и особенно абразивная пыль, так как это снижает их режущую способность. По этой же причине нельзя протирать напильник рукой.

3. Нельзя опиливать чугунные заготовки по корке или же поковки с окалиной, так как зубья напильника при этом быстро изнашиваются и выкрашиваются.

4. Для увеличения срока службы новый напильник сначала следует использовать для опиловки мягких материалов, а затем уже обрабатывать чугун и сталь.

5. Периодически необходимо очищать напильники от стружки стальными щетками (рис. 70, а) или специальными острогачеными лопаточками из латуни, алюминия или твердых пород дерева (рис. 70, б).

Если щеткой не удается удалить застрявшие стружки, то напильник рекомендуется опустить на 8—10 мин. в 10-процентный раствор серной кислоты и потом, промыв в воде, вновь очистить стальной щеткой.

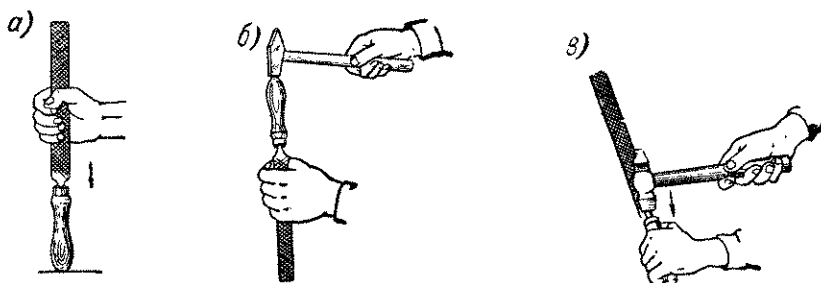


Рис. 71. Приемы насаживания рукоятки на напильник.

После этого напильник следует хорошо промыть в растворе каустической соды, а затем в горячей воде и высушить.

Для очистки напильника от каучуковой, фибровой и деревянной стружки его предварительно опускают на 15—20 мин. в горячую воду, а потом чистят стальной щеткой.

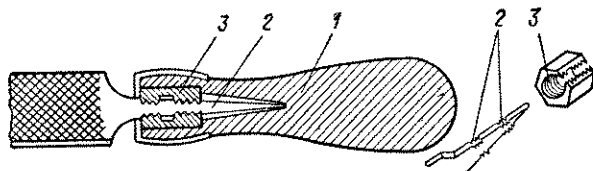


Рис. 72. Универсальная рукоятка для напильников.

Для предохранения инструмента от забивания стружкой мягких и вязких металлов перед их опиливанием напильник рекомендуется натереть мелом (при опиливании алюминия — стеарином).

Замасленные напильники чистят сначала куском березового угля, натирая их вдоль рядов насечек, а затем стальной щеткой. Если такая очистка окажется малоэффективной, то замасленный напильник следует промыть в горячем растворе каустической соды, затем очистить стальной щеткой, промыть в воде и высушить.

Для удобства работы напильником на его хвостовик насаживают рукоятку, изготовленную из дерева, прессованной бумаги или пластмассы. Рукоятку необходимо подобрать соответствующих размеров, просверлить в ней отверстие, надеть на конец металлическое кольцо и насадить ее на напильник. Диаметр отверстия в рукоятке

не должен быть больше ширины средней части хвостовика.

Деревянная рукоятка, насаженная на напильник определенного размера, не может быть пересажена на инструмент меньшего размера, так как из-за разности размеров хвостовиков трудно обеспечить плотность ее насадки.

При насаживании рукоятки хвостовик напильника вставляют в отверстие рукоятки и ударяют ее головкой о верстак (рис. 71, а) или молотком по рукоятке (рис. 71, б). Для снятия рукоятки с напильника наносят два-три несильных удара молотком по кольцу рукоятки (рис. 71, в).

Иногда слесари крепят в одной рукоятке несколько напильников разных размеров. В этом случае используются универсальные рукоятки особой конструкции. Одна из них показана на рис. 72. Корпус 1 рукоятки выполнен из дерева твердой породы. Надежное крепление рукоятки на напильнике 2 осуществляется при помощи закаленной втулки 3, в отверстие которой имеются две резьбовые нарезки. При ввертывании в эту втулку напильника 2 на его хвостовике втулка нарезает витки резьбы, что является достаточным для надежного соединения напильника с ручкой 1.

4. НОРМЫ СТОЙКОСТИ, ЗАТУПЛЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗНОШЕННЫХ НАПИЛЬНИКОВ

Затупление напильников. По мере затупления режущих зубьев напильника они становятся меньше и утрачивают способность резать металл.

О притуплении зубьев можно судить по тому, что при опиливании затупившимся напильником значительно возрастает усилие, которое должен приложить слесарь для снятия стружки. Поверхность изношенного напильника имеет блестящий, а не матовый вид.

Период времени, в течение которого напильник сохраняет свои режущие свойства, т. е. стойкость напильника, зависит от обрабатываемого материала, качества напильника, а также от ухода за ним.

В среднем можно считать, что при нормальных условиях работы стойкость напильников хорошего качества составляет: при опиливании стали средней твердости — 12—15 рабочих смен; твердой стали — 10—12; мягкой стали и бронзы — 15—18; латуни и алюминия — 15—20 рабочих смен.

Восстановление изношенных напильников. После частичного затупления напильников их работоспособность можно восстановить следующими способами.

Обдужка песком. Зубья изношенного напильника подвергают обдужке песком под давлением 4—5 ат. Струя воздуха с песком направляется сначала вдоль канавок между зубьями, а затем перпендикулярно спинке зуба, при этом со спинки снимается слой металла, и затупление зуба уменьшается. Такой способ может использовать только опытный рабочий.

Химическое восстановление. Травлением в 5-процентном водном растворе серной кислоты напильник очищают от ржавчины и грязи. Затем его обезжиривают в горячем 5-процентном растворе едкого натра или каустической соды, промывают и очищают стальными щетками. После такой подготовки напильник травят в течение 5—8 мин. в 20-процентном растворе азотной и серной кислоты (по 10 частей каждой).

Затем вновь промывают водой и в щелочном растворе и в течение 30 мин. выдерживают в кипящей воде.

Электролитическое восстановление. Очищенный от грязи и жира (см. выше) напильник помещают в электролитическую ванну (90% воды, 7% азотной и 3% серной кислоты) и подвергают действию элек-

трического тока. После этого его промывают водой и щелочью и выдерживают в горячей воде.

Пересечка напильников. После двукратного восстановления напильников указанными способами их подвергают пересечке, т. е. на них вновь делают острые режущие зубья, предварительно сняв старые.

5. ОБЩИЕ ПРАВИЛА И ПРИЕМЫ ОПИЛИВАНИЯ

На производительность труда при ручном опиливании оказывает влияние правильный выбор положения слесаря при работе и его движений в процессе опиливания, а также способа закрепления заготовки.

Наиболее удобным рабочим положением считается такое, при котором корпус работающего составляет 45° с линией, проходящей через губки тисков (рис. 73, а).

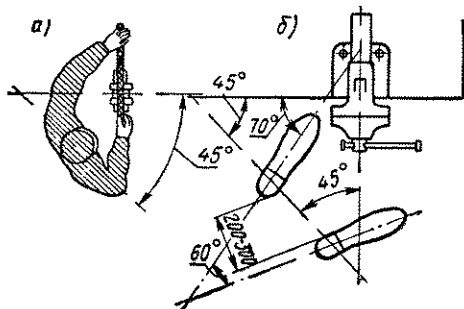


Рис. 73. Правильное положение корпуса и ног слесаря при опиливании.

Левая нога слесаря должна быть выдвинута вперед носком в сторону рабочего движения напильника на расстояние 150—200 мм от переднего края верстака, а правая отдалена от левой на 200—300 мм так, чтобы угол между средними линиями ступней составлял примерно 60° — 70° (рис. 73, б).

При снятии напильником толстых слоев металла, когда приходится нажимать на напильник с большой силой, правую ногу отставляют от левой на 500—700 мм, так как в этом случае она является основной опорой. При слабом нажиме на напильник (например, при доводке или отделке поверхности детали) ноги ставят почти рядом. В конце рабочего хода корпус слесаря слегка наклоняется в сторону тисков и упор делается на левую ногу.

Наибольшая производительность труда при опиливании обеспечивается при расположении верхней поверхности губок тисков на уровне локтя рабочего.

Положение рук также имеет важное значение. Напильник берут в правую руку так, чтобы рукоятка упиралась в середину ладони руки, четыре пальца охватывали рукоятку снизу, а большой палец располагался сверху (рис. 74, а). Ладонь левой руки накладывают несколько поперек напильника на расстоянии 20—30 мм от его

носка, при этом пальцы должны быть слегка согнуты, но не свисать (рис. 74, б); они не поддерживают, а только прижимают напильник. Локоть левой руки должен быть немного приподнят. Правая рука от локтя до кисти должна составлять с напильником прямую линию.

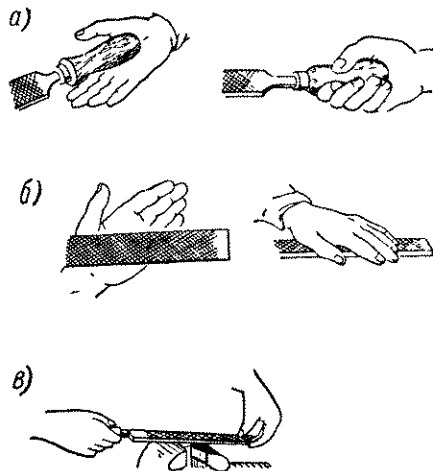


Рис. 74. Правильное положение рук слесаря на напильнике.

Существенной является координация движений слесаря и усилий, прикладываемых к напильнику (баланси́рование).

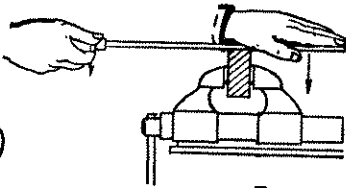
При чистовом опиливании вертикальное усилие на напильник должно быть значительно меньше, чем при черновом. В этом случае левой рукой нажимают на нос напильника не ладонью, а лишь большим пальцем (рис. 74, в).

Движение напильника должно быть строго горизонтальным, поэтому вертикальные усилия на рукоятку и нос напильника должны изменяться в зависимости от положения точки опоры напильника на деталь. Прижимать напильник к детали необходимо только при его рабочем ходе (от себя — вперед), строго соблюдая при этом распределение усилий нажима на него правой и левой рукой (рис. 75).

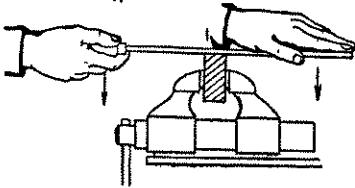
В начале рабочего хода основной нажим выполняется левой рукой, а правая рука только поддерживает напильник в горизонтальном положении (рис. 75, а). В середине рабочего хода усилие нажима на на-

пильник обеими руками должно быть одинаковым (рис 75, б). В конце рабочего хода основной нажим выполняется правой рукой, а левая только поддерживает напильник в горизонтальном положении (рис. 75, в).

а)



б)



в)

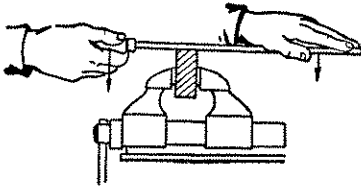


Рис. 75. Распределение усилий нажима на правую и левую руки при опиливании.

При обратном ходе напильника (к себе—назад) не следует отрывать его от поверхности детали, инструмент при этом должен лишь скользить по опиливаемой поверхности.

При закреплении детали в тисках нужно следить за тем, чтобы обрабатываемая поверхность выступала над губками тисков не более чем на 3—5 мм.

При опиливании ребер тонких заготовок или пакетов из них их следует сначала зажимать в специальных прокладках струбцинами или ручными тисками, а затем уже эти прокладки зажимать в тисках (рис 76).

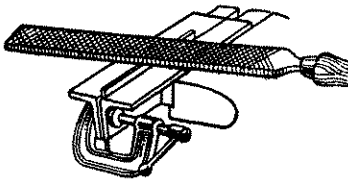


Рис. 76. Закрепление тонких деталей при опиливании.

Тонкие детали обычно прикрепляют к деревянному бруску мелкими гвоздями или между деревянными пластинами 1, 2 и 3, обеспечивающими неподвижность детали (рис. 77).

Для закрепления различных по конфигурации мелких деталей наиболее удобным является применение специальных губок А (рис. 78), которые зажимают в слесарных тисках обычного типа.

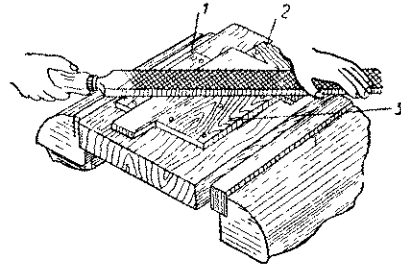


Рис. 77. Закрепление тонкого угольника при помощи деревянных планок.

При опиливании цилиндрических поверхностей в тисках зажимают призматическую деревянную подставку, а на ней располагают конец опиливаемой детали (рис. 79).

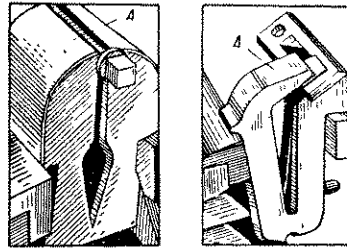


Рис. 78. Закрепление мелких деталей с помощью специальных губок.

В ряде случаев цилиндрические стержни при опиливании укладывают непосредственно на губки тисков, которые предварительно раздвигают на расстояние несколько меньшее, чем диаметр стержня.

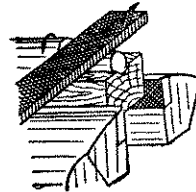
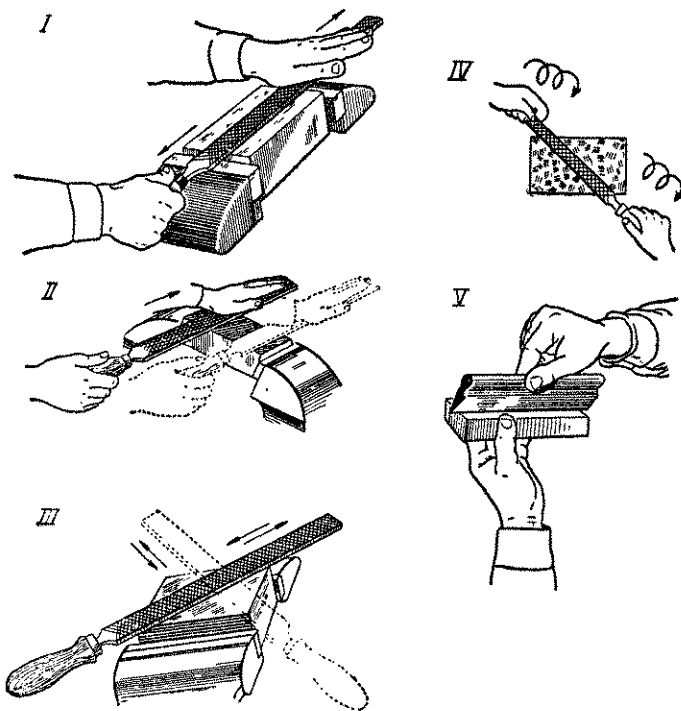


Рис. 79. Положение детали при опиливании цилиндрических поверхностей.

Последовательность и техника выполнения отдельных приемов при опиливании определяются размерами, точностью, видом и расположением опиливаемых поверхностей, а также величиной припуска, материалом и конфигурацией обрабатываемых деталей (табл. 100).

Способы опиления

Опиливание плоскостей



При опиливании плоскостей направление движения напильника, а следовательно, и положение штрихов (следов напильника) на обработанной поверхности может быть продольным (поз. I), поперечным (поз. II), перекрестным (поз. III) и круговым (поз. IV).

Работая напильником только в одном направлении, трудно получить правильную и чистую поверхность.

При поперечном опиливании напильник быстрее снимает слой металла, так как он соприкасается с меньшей площадью обрабатываемой поверхности и легче врезается в металл. Поэтому большие припуски лучше снимать поперечным опилением.

Продольное опиление (поз. I) обычно применяют после поперечного опиления узких поверхностей (граней) для придания им надлежащей точности и прямолинейности в продольном направлении.

Хорошие результаты по производительности и качеству поверхности при обработке плоскостей достигаются при опиливании перекрестным (косым) штрихом; движение напильника при этом переносится попеременно с угла на угол (поз. III).

Круговыми штрихами опиление производят в тех случаях, когда с поверхности нужно снять выступающие части металла, а также при отделке ее бархатными напильниками.

Плоские поверхности, как уже указывалось выше, опиляют плоскими напильниками.

Если чистота обработки в чертеже не обусловлена, то опиление, как правило, производят только драчевым напильником. При необходимости получить более чистые и гладкие поверхности опиление заканчивают личным напильником.

В процессе опиления надо следить за тем, чтобы не заваливать края обрабатываемой плоскости. С этой целью необходимо периодически проверять плоскость линейкой на просвет, предварительно удалив щеткой стружку (поз. V).

Продолжение табл. 100

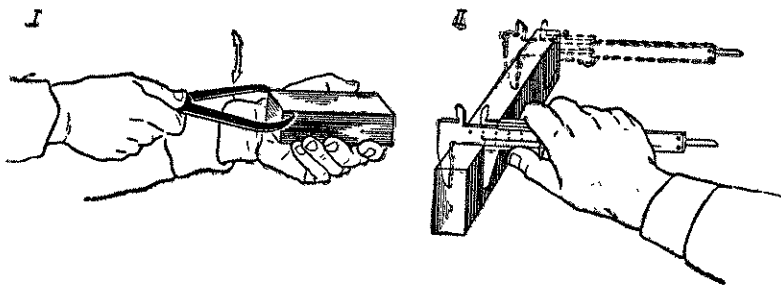
Проверка на просвет производится вдоль, поперек и по диагонали контролируемой плоскости. Нельзя передвигать линейку по проверяемой поверхности, так как она быстро изнашивается и теряет прямолинейность.

Если плоская поверхность должна быть опилена особенно тщательно, то ее проверяют с помощью поверочной плиты «на краску». Для этого на поверхность поверочной плиты с помощью тряпочного тампона наносят тонкий равномерный слой краски (синьки или сажи, разведенной в масле). Затем проверяемую деталь осторожно накладывают на поверхность плиты и с легким усилием перемещают по всей ее поверхности. После снятия детали с плиты на выступающих участках поверхности детали остается краска. Именно эти выступающие участки и подлежат дополнительному опиливанию. Проверка производится до тех пор, пока не будет получена поверхность с равномерными пятнами краски.

Контроль за правильностью обработки при косом (перекрестном) опиливании заключается в наблюдении за штриховой сеткой. При опиливании правильной плоскости (не заваленной при предыдущей обработке) перекрестным штрихом на поверхности заготовки должна все время сохраняться сетка, образуемая зубьями напильника. Отсутствие сетки на каком-либо участке поверхности указывает на неправильное положение напильника в этом месте.

При опиливании же перекрестным штрихом плоскости, заваленной при предыдущей обработке, сетка должна проявляться только на выступающей (выпуклой) части поверхности.

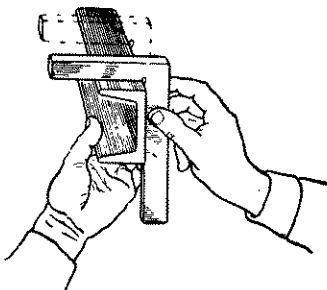
Опиливание параллельных плоскостей



Опиливают сначала грубо, а потом начисто (драчевым и личным напильниками) одну поверхность, которая считается базовой, т. е. исходной, для дальнейшей обработки. Затем от этой поверхности как от базовой размечают обрабатываемую деталь — проводят риски, указывающие расположение второй (параллельной) поверхности, и определяют припуск на обработку.

Контроль параллельности поверхностей после опиливания осуществляют кронциркулем (поз. I) или штангенциркулем (поз. II).

Опиливание плоскостей, расположенных под прямым углом

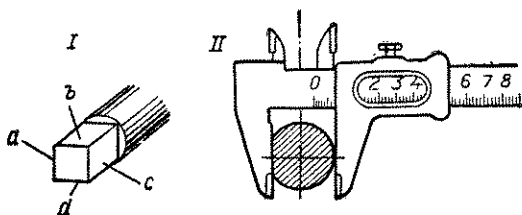


Приняв одну более широкую или более длинную поверхность из сопрягаемых поверхностей за базовую, опиливают ее начисто. Угольником проверяют угол между обработанной (базовой) и необработанной поверхностями. Затем опиливают вторую плоскость под прямым углом, проверяя линейкой и угольником выступающие места, подлежащие дальнейшей обработке.

Последовательность опиливания поверхностей, расположенных под внутренним прямым углом, такая же, как и у поверхностей под наружным углом. В этом случае опиливание ведут так, чтобы ко второй поверхности было обращено ребро напильника без насечки.

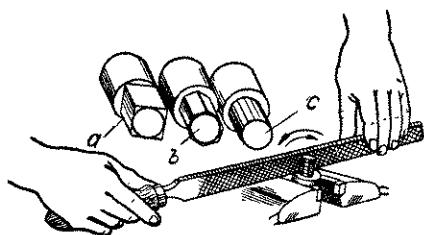
Опиливание прямоугольной плитки начинают с самой большой плоскости, которую принимают за базовую. Затем переходят к опиливанию второй плоскости, параллельной первой, и далее уже обрабатывают узкие плоскости — ребра под углом 90° к базовой плоскости и между собой.

Опиливание квадрата на конце стержня



Эту работу начинают с опиления первой грани *a* (поз. I); размер ее контролируют штангенциркулем (поз. II). Затем параллельно ей опиляют вторую грань *c*, при этом контролируют размер головки квадрата. Третью грань *b* опиляют под углом 90° к граням *a* и *c*, что контролируется угольником. Четвертую грань *d* опиляют параллельно третьей грани в размер.

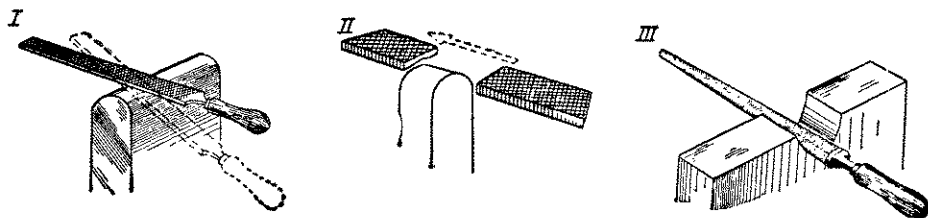
Опиливание цилиндрических заготовок



Цилиндрический стержень *I* сначала опиляют на квадрат *a* (в размер его сторон должен входить припуск на последующую обработку). Затем у квадрата опиляют углы и получают восьмигранник *b*, из которого опилением получают шестнадцатигранник *c* и далее цилиндрический стержень требуемого диаметра.

Слой металла до получения четырех и восьми граней снимают драчевым напильником, а восьмигранник и шестнадцатигранник опиляют личным напильником. Проверку обработки производят штангенциркулем в нескольких местах.

Опиливание криволинейных поверхностей



Опиливание криволинейных поверхностей обычно связано со снятием значительных припусков. Поэтому, прежде чем приступить к опиливанию, следует разметить заготовку, а затем выбрать наиболее рациональный способ удаления лишнего металла: в одном случае требуется предварительное выпиливание ножовкой, в другом — высверливание, в третьем — вырубка и т. д.

Криволинейные поверхности могут быть выпуклыми и вогнутыми.

Выпуклые поверхности опиляют плоскими напильниками вдоль и поперек выпуклости (поз. I). При движении напильника вперед вдоль выпуклости правая рука должна опускаться вниз, а носок напильника подниматься вверх. Этим обеспечивается получение плавного закругления поверхности со штрихами, направленными вдоль ее кривизны.

При поперечном опиливании выпуклой поверхности (поз. II) напильнику кроме прямолинейного движения сообщают еще и вращательное.

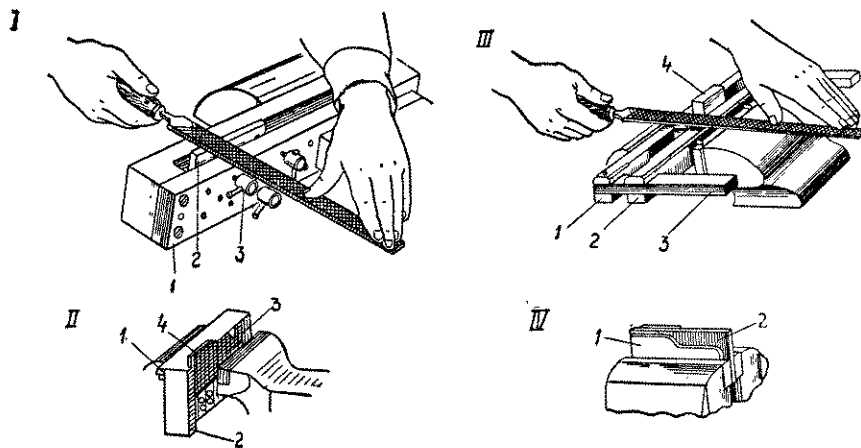
Вогнутые поверхности (поз. III) опиляют круглыми, полукруглыми и овальными напильниками, при этом радиус рабочего сечения напильника должен быть меньше, чем радиус опиляемой поверхности.

Продолжение табл. 100

При опиливании вогнутых поверхностей сочетаются два движения напильника — прямолинейное и вращательное, т. е. каждое движение напильника вперед сопровождается небольшим перемещением его правой рукой на $\frac{1}{4}$ оборота вправо или влево.

Черновое опиливание криволинейных поверхностей следует вести драчевым напильником. Не доходя примерно на 0,3—0,5 мм до разметочной риски, драчевый напильник нужно заменить личным, после чего продолжать обработку до установленного размера. Правильность формы поверхности лучше всего проверять по шаблону на просвет, а перпендикулярность поверхности к торцу заготовки — угольником.

Опиливание узких поверхностей тонких деталей



При опиливании узких поверхностей шириной до 4 мм прибегают к склепыванию 3—10 деталей в пакеты. Приемы опиливания в пакете те же, что и при обработке широких плоскостей.

Можно обходиться и без склепывания деталей, используя при их опиливании приспособления, называемые *наметками*. К таким приспособлениям относятся раздвижные рамки, плоскопараллельные наметки, копирные приспособления (кондукторы) и т. д.

Простейшее приспособление представляет собой металлическую рамку *1* (поз. *I*), лицевая сторона которой тщательно обработана и закалена до высокой твердости. Обрабатываемая деталь *2* вставляется в рамку и слегка зажимается болтами *3*. Затем уточняют установку, добиваясь совпадения риски на заготовке с внутренним ребром рамки, после чего окончательно закрепляют винты. Рамку зажимают в тисках и обработку ведут до тех пор, пока напильник не коснется верхней плоскости рамки. Поскольку эта плоскость рамки обработана с большой точностью, опиливаемая плоскость не требует дополнительной проверки при помощи линейки.

Весьма удобна обработка в плоскопараллельных наметках (поз. *II*). Плоскопараллельная наметка имеет точно обработанные плоскости и два выступающих под прямым углом буртика *1* и *2*. На опорной плоскости *3* наметки есть несколько резьбовых отверстий для крепления направляющей линейки или угольника, что дает возможность опиливать детали под заданным углом. По наметке можно обрабатывать кромки, расположенные под прямым углом, без контроля угольником во время опиливания.

Наметку устанавливают в тисках так, чтобы буртиком *1* она легла на неподвижную губку тисков. Обрабатываемую деталь *4* устанавливают между подвижной губкой и опорной плоскостью *3* наметки, упирая базовую кромку детали в буртик *2*. Слегка зажав тиски, легким постукиванием по пластинке подводят разметочную риску до совпадения с верхней поверхностью наметки. Затем окончательно зажимают наметку с пластинкой в тисках и начинают опиливание кромки.

Универсальная наметка (поз. *III*) состоит из двух стальных закаленных брусков *1* и *2* прямоугольного сечения, скрепленных между собой направляющими

Продолжение табл. 100

Брусок 1 жестко соединен с планками, а брусок 2 может передвигаться вдоль этих планок параллельно первому бруску.

Перед опиливанием в слесарные тиски устанавливают раздвижную рамку, а затем заготовку 4. После совмещения разметочной линии с верхней плоскостью рамки заготовку вместе с планками зажимают в тисках.

Наиболее производительным и точным способом опиливании криволинейных поверхностей является опилование по копиру в кондукторах (поз. IV).

По копиру 1 опиляют заготовку 2. Рабочие поверхности копира обработаны с точностью от 0,05—0,1 мм, закалены и отшлифованы. Заготовку вместе с копиром зажимают в тисках. Затем опиляют выступающую часть заготовки до уровня копира. При изготовлении большого количества одинаковых деталей из тонкого листового материала в кондукторе одновременно закрепляют несколько заготовок.

6. МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОПИЛИВАНИЯ

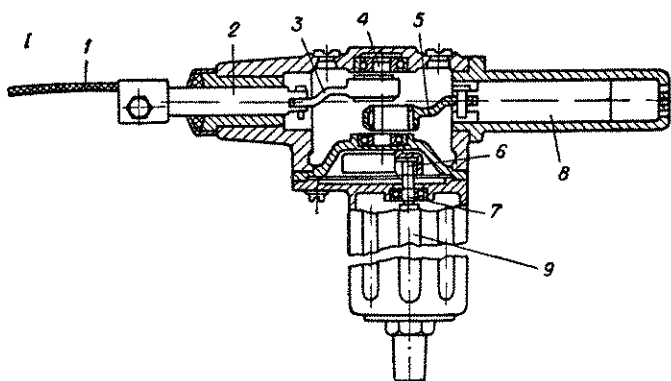
В целях замены ручного труда, повышения производительности и точности обработки прибегают к использованию раз-

личных механизированных напильников и специальных опиловочных станков (табл. 101).

Таблица 101

Механизированный инструмент для опиливания и опиловочные станки

Механизированные напильники



Пневматический напильник (поз. I) применяется для обработки плоскостей. На конце ротора 7 пневматического двигателя 9 имеется шестерня, которая через шестерню 6 с внутренним зацеплением (передаточное отношение 1:10) передает вращение коленчатому валу 4. Этот вал шарнирно связан с двумя шатунами 3 и 5. Шатун 3 соединен со штоком 2, в котором закреплен напильник 1. Шатун 5 соединен с балансиром 8, предназначенным для гашения реактивных сил. При вращении вала шток и балансир совершают возвратно-поступательные движения в противоположных направлениях. Благодаря этому создается равновесие реактивных сил напильника и балансира, что облегчает труд рабочего.

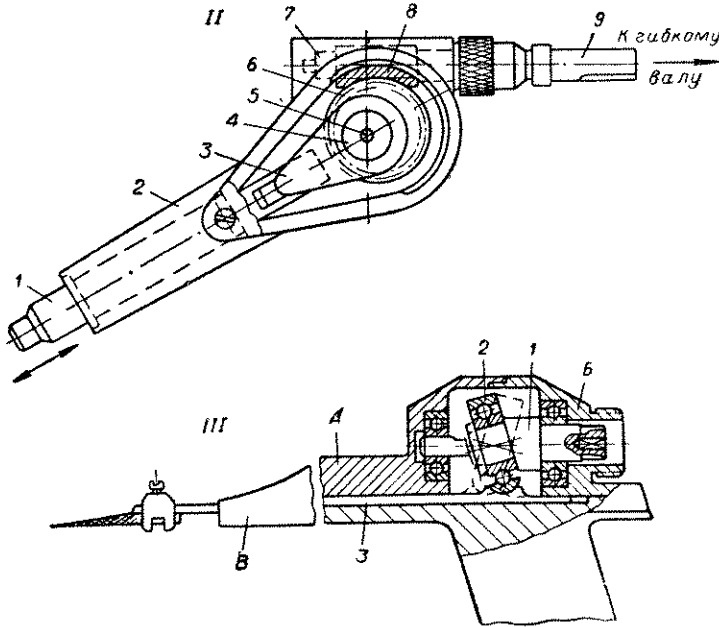
Вес всей машинки составляет 2,9 кг. Максимальная длина напильника — 300 мм, длина хода — 12 мм, число двойных ходов в минуту — 1500, мощность двигателя — 0,25 л. с., осевое усилие — 9 кг.

Аналогично устроены электрические напильники, работающие от двигателей однофазного постоянного или переменного тока.

Продолжение табл. 101

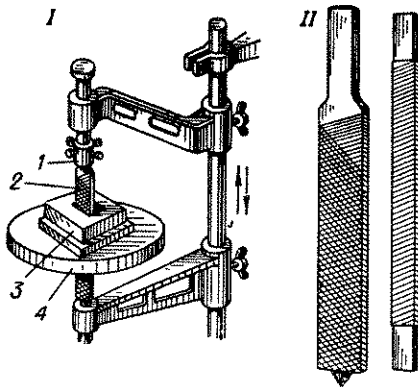
Механический напильник (поз. II), работающий от электрического привода с гибким валом, состоит из корпуса 2, червячного колеса 6 и червяка 8, валика 7, наконечника 9, роликов 4 и 5, бугеля 3 и плунжера 1. Плунжер при работе червячной передачи и эксцентрика совершает возвратно-поступательное движение. Величина хода напильника, закрепленного в плунжере, составляет 25—30 мм.

При работе этим инструментом слесарь двумя руками прижимает напильник к обрабатываемой поверхности, регулируя степень нажатия на нее.



Бор-пистолет для отделочного опиливания, например, надфилями (поз. III) состоит из корпуса А, узла преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное Б и наконечника В. Коленчатый вал 1 пистолета получает вращательное движение от наконечника гибкого вала и придает раскачивающее движение диску 2. Наружная обойма диска имеет впадину, в которую входит зуб ползуна 3. Диск 2 приводит ползун и прикрепленный к нему инструмент в возвратно-поступательное движение.

Опиловочные станки



Опиловочный станок (поз. I) смонтирован на станине и имеет педальное управление. Его рама совершает возвратно-поступательное движение с помощью шатунного механизма, приводимого в движение электродвигателем. Процесс опиливания ведут в следующем порядке.

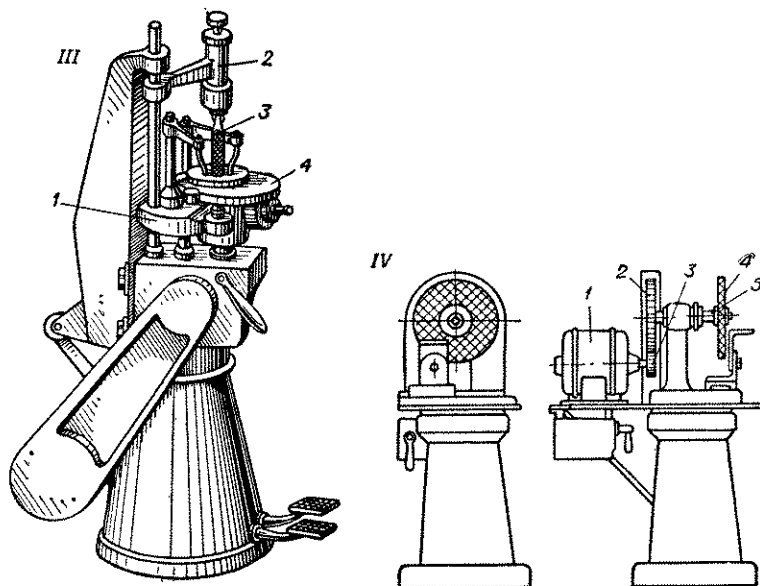
В установленный в кронштейне станка зажимной патрон 1 закрепляется напильник 2. Его конструкция несколько отличается от обычных напильников более строгой параллельностью рабочих плоскостей и наличием двух хвостовиков (поз. II). Деталь 3 устанавливается на столе 4, а нижний хвостовик напиль-

ника закрепляется в нижнем кронштейне. С помощью педали рама станка приводится в движение, и деталь вручную подается к поверхности напильника. Особенно эффективно применение опилочных станков при обработке внутренних контуров вырубных штампов.

В поз. III приведен общий вид опилочного станка. Через отверстие в центре стола 4 проходит машинный напильник 3, закрепленный хвостовой частью в патроне верхнего кронштейна 2. С противоположной стороны напильник имеет конусный центр, которым упирается в углубление в нижнем кронштейне 1. В зависимости от длины машинного напильника расстояние между кронштейнами 2 и 1 регулируется.

Поворотное устройство стола 4 позволяет опилывать поверхности под различными углами. Заменяв напильник ножовочным полотном, на станке можно производить и разрезку деталей.

Машинные напильники имеют различные сечения. Максимальный ход напильника — 100 мм, минимальный — 10 мм. Напильнику можно сообщать от 75 до 340 двойных ходов в минуту. В зависимости от материала обрабатываемой детали обычно принимают следующее число двойных ходов напильника: для углеродистых сталей и чугуна 75—120; для конструкционных сталей 100—150 в минуту.



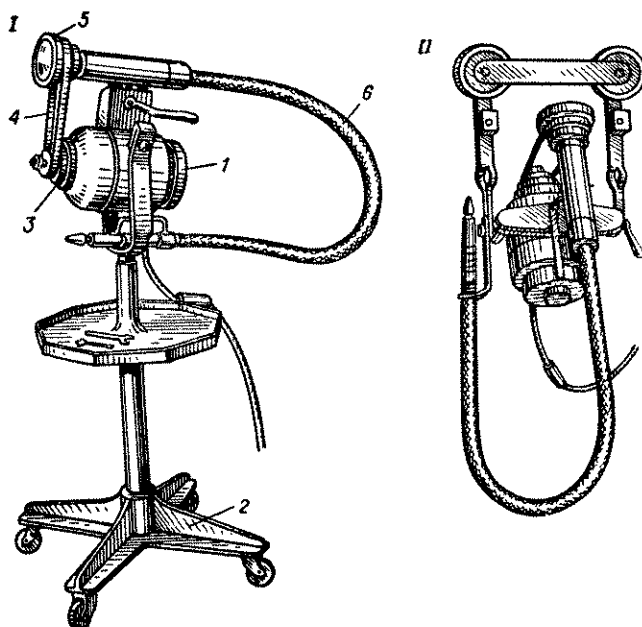
Пример конструкции опилочного станка с круглым вращающимся дисковым напильником приведен в поз. IV.

Вращение от электродвигателя 1 к шпинделю 5 напильника 4 передается через шестерню 3 и зубчатое колесо 2.

При скорости вращения вала электродвигателя 1400 об/мин. дисковый напильник совершает 140 об/мин. Такая скорость достаточна для выполнения слесарно-опилочных работ. Манипулируя деталью вокруг напильника 4, можно снять на ней заусенцы, зачистить литейные наплывы и неровности.

Продолжение табл. 101

Опиловочные станки с гибким валом



На опиловочных станках используются борнапильники (см. табл. 93). Передвижной опиловочно-зачистной станок (поз. I) с гибким валом смонтирован на тележке 2. На вал электродвигателя 1 насажен ступенчатый шкив 3, передающий клиновым ремнем 4 вращение шкиву 5 контрпривода, соединенного с гибким валом 6. Эта установка обладает большой маневренностью. Электродвигатель ее вместе с ременной передачей и контрприводом может быть повернут в наиболее удобное для рабочего положение и закреплен рукояткой.

В поз. II показан аналогичный подвесной станок.

7. ЗАЧИСТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ АБРАЗИВНЫМИ КРУГАМИ И ГОЛОВКАМИ

Абразивные инструменты для зачистки поверхностей. Для зачистки поверхностей с помощью ручных механизированных шлифовальных машинок используют плоско-

дом посредством гибкого валика, а также на небольших ручных механизированных шлифовальных машинках применяют абразивные головки различных форм (рис. 80)

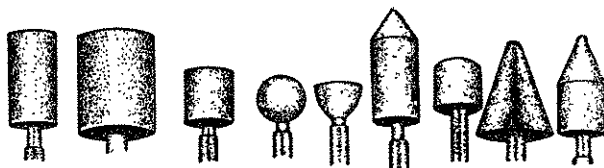


Рис. 80. Абразивные головки, применяемые для зачистки поверхностей.

прямые (ПП), чашечно-цилиндрические (ЧЦ) и чашечно-конические (ЧК) абразивные круги (ГОСТ 2424-67).

На передвижных универсальных опиловочно-шлифовальных установках с приво-

малого размера (ГОСТ 2447-64) и бор-головки шлифовальные.

Шлифовальные круги состоят из натуральных (наждак и корунд) или искусственных (карбокорунд и электрокорунд)

зерен абразивных материалов, скрепленных связкой. В качестве связки используются

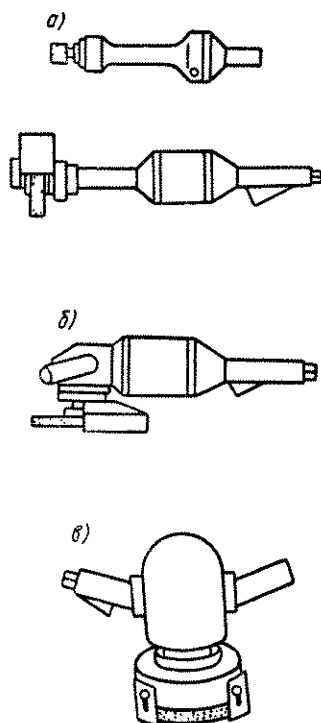


Рис. 81. Механизированные шлифовальные машинки:
а — прямые; б — угловые; в — торцовые.

керамические, бакелитовые и вулканистые материалы.

Шлифовальные круги различают по зернистости и твердости. Зернистость круга

работана деталь, тем меньше единиц зернистости должен иметь круг.

Для шлифовальных работ используются круги зернистостью 50—200, а для зачистки — 16—40.

От правильного выбора шлифовального круга зависят нормальная работа электрошлифовальных машинок, изнашиваемость кругов и производительность труда рабочего.

При выборе шлифовального круга исходят из механических и физических свойств обрабатываемого материала.

Механизированные ручные шлифовальные машинки. Шлифовальные машинки служат для зачистки швов после сварки, очистки поверхности деталей от ржавчины и очистки литых.

Основные типы шлифовальных машинок, изготавливаемых отечественными заводами, приведены на рис. 81. Наиболее распространены так называемые прямые машинки с электрическим и пневматическим двигателями. Рабочим инструментом в этих машинках является плоский шлифовальный круг, работающий периферией. Прямые шлифовальные машинки применяются для грубой зачистки сварных швов, литых, удаления больших припусков и т. д.

Используются машинки как с электрическим, так и с пневматическим приводом. Технические характеристики наиболее распространенных типов электрошлифовальных машинок приведены в табл. 102. Основные параметры их должны соответствовать ГОСТу 11096-64.

Шлифовальные машинки пневматического действия менее чувствительны к перегрузкам и отличаются большей безопасностью при эксплуатации. Они получили и большее распространение, чем электрошлифовальные машинки.

Технические характеристики пневматических шлифовальных машинок приведены в табл. 103. Основные параметры ручных

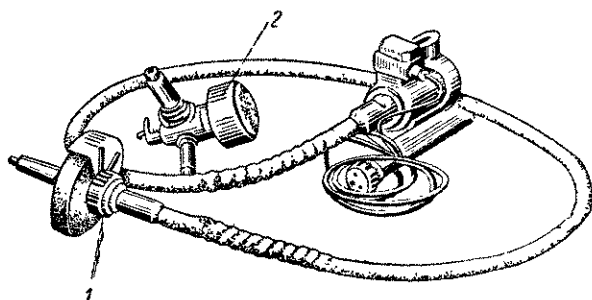


Рис. 82. Электрошлифовальная машинка с гибким валом.

зависит от размера его зерен. ГОСТом 3647-59 предусмотрены круги зернистостью 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200. Чем чище и точнее должна быть об-

пневматических шлифовальных машинок должны соответствовать ГОСТу 12634-67.

Кроме шлифовальных машинок с абразивным кругом на одной оси с электродви-

Таблица 102

Технические характеристики электрических шлифовальных машин

Марка	Наибольший диаметр рабочего круга, в мм	Число оборотов шпинделя в минуту	Электродвигатель					Габаритные размеры, в мм			Вес, в кг
			тип	мощность, в кВт	частота, в Гц	напряжение, в В	число оборотов ротора в минуту	длина	ширина	высота	
ЭШ-125	125	3 350	Асинхронный трехфазный с короткозамкнутым ротором	0,80	200	36	11 600	470	140	—	6,2
С-447А	125	3 160	То же	0,40	200	36	11 600	535	140	100	4,5
С-499	200	2 320	" "	0,80	200	36	11 600	572	215	220	5,5
МРШЗ	200	2 800	" "	0,40	50	220	2 800	494	214	247	11,5
И-82	50	10 500	" "	0,20	200	36/220	10 500	375	73	73	1,8
И-66	175	3 200	" "	0,80	200	36/220	11 400	530	190	215	6,2
С-560 (угловая)	130	3 000	Универсальный коллекторный однофазный	0,12	50	220	11 600	225	64	—	1,5
С-517 (угловая)	180	5 800	То же	0,40	50	220	11 600	430	225	140	3,4
С-423А (плоскошлифовальная)	200 × 100 (размеры рабочей платформы)	3 870	" "	0,12	50	220	11 600	200	190	—	2,2
ЭП-1210 (полировальная)	175	1 800	Асинхронный трехфазный с короткозамкнутым ротором	0,27	180	220	11 600	445	150	—	4,5

Таблица 103

Технические характеристики пневматических шлифовальных машинок

Марка	Наибольший диаметр шлифовального круга, в мм	Число оборотов шлифшпинделя в минуту	Мощность, в л. с.	Расход воздуха, в м ³ /мин.	Габариты, в мм			Диаметр воздушного шланга в шту, в мм	Вес, в кг
					длина	ширина	высота		
ШР-06А	60	6 000	0,4	0,7	405	65	65	13	3,0
ПШМ-08-60А	60	12 000	0,6	0,85	420	65	65	13	1,8
П-2008	80	10 000	0,8	0,9	465	98	86	13	2,6
ПШМ-08-90	90	7 500	0,8	1,5	515	110	100	13	2,8
ЭМПТ-1,5-90	150	5 000	1,5	1,9	625	170	160	13	6,0
УПШР-1	110	3 000	0,8	0,8	370	125	119	13	3,4
ТШ-1	150	4 500	1,4	0,95	294	235	212	15	5,0
ЭП-1099	125	6 000	0,5	0,8	432	150	175	13	3,0
ЭП-1097	75	10 000	0,2	0,4	460	90	85	9	2,2
ЭП-1087	30	16 000	0,2	0,5	310	49	49	13	1,5
ШПТ	15	60 000	0,05	0,2	188	56	56	9	0,44
2133	—	2 500	0,25	0,5	—	—	—	9	1,7
И-44А	125	5 000	1,4	1,8	364	243	212	16	4,75
ПР-1444	—	2 500	0,7	0,4	—	—	—	—	0,8

гателем выпускаются шлифовальные машинки с гибким валом. Они также предназначены для зачистки сварных швов, литья, очистки от ржавчины, снятия фасок под сварку и т. д. Наиболее распространенная шлифовальная машинка с гибким валом и

двумя сменными головками — прямой 1 и торцевой 2 — показана на рис. 82.

Кроме ручных машинок с гибким валом для целей зачистки применяются также и опилочно-зачистные станки с гибким валом (см. табл. 101).

8. ЗАЧИСТКА И ПОЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ШЛИФОВАЛЬНОЙ ШКУРКОЙ И АБРАЗИВНЫМИ ЛЕНТАМИ

Шлифовальные шкурки изготавливаются из абразивных зерен и порошков, наклеиваемых на полотно или бумагу.

Шкурка шлифовальная водостойкая ЭС производится из зеленого карбида кремния на бумажной (ГОСТ 10054-62) и на тканевой (ГОСТ 13344-67) основе. Шкурки для сухого шлифования выполняются на бумажной (ГОСТ 6456-68) и тканевой (ГОСТ 5009-68) основе. Размеры рулонов и листов шлифовальной шкурки указаны в табл. 104.

Шлифовальная шкурка для сухого шлифования на бумажной основе выпускается трех типов:

1) для машинной и ручной обработки металлов;

2) для машинной и ручной обработки неметаллических материалов;

3) для машинной обработки неметаллических материалов (с редким покрытием основы абразивным слоем).

Шкурки из шлифзерен изготавливаются зернистостью № 16, 20, 25, 32, 40 и 50, а из шлифпорошка зернистостью № 3, 4, 5, 6, 8, 10 и 12.

Шлифовальная шкурка для сухого шлифования на тканевой основе выпускается

двух типов: для машинной и ручной обработки металлов и для машинной и ручной обработки неметаллических материалов.

Шкурки для сухого шлифования на тканевой основе из шлифзерна изготавливаются зернистостью № 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100 и 125, а из шлифпорошка № 3, 4, 5, 6, 8, 10 и 12.

Абразивные ленты разделяются на следующие три группы (ГОСТ 12439-66):

1) текстильные ленты (жгуты), покрытые абразивными пастами. Эти ленты широко применяются на полировальных работах при производстве подшипников качения;

2) абразивные ленты с тонким слоем абразивного зерна или ленты из рулонной шлифовальной шкурки. Абразивный слой, толщина которого в 1,5—4 раза превышает размер зерна, укрепляется на основе ленты медровым или синтетическим клеем либо же жидким стеклом. Эта группа лент имеет наибольшее распространение. Чаще всего ленты склеиваются внахлестку из обычной или водонепроницаемой шлифовальной шкурки. Наиболее рационально склеивать их шевронным или косым швом. Шов делается на очищенных от абразива концах ленты;

Таблица 104

Шкурка шлифовальная для сухого шлифования

Наименование шкурки	Размеры			
	рулонов		листов	
	ширина, в мм	длина, в м	ширина, в мм	длина, в м
Шкурка шлифовальная на бумажной основе (ГОСТ 6456-68)	720	30, 50, 100	400	560
	800	30, 50, 100	400	710
	900	30, 50, 100	450	630
	1250	20, 30, 50	560	800
			630	900
			710	800
Шкурка шлифовальная на тканевой основе (ГОСТ 5009-68)	760	30, 50	210	280
	775	30, 50	250	300
	820	30, 50	380	600
			750	800
			800	800

Таблица 105

Последовательность переходов при зачистке и полировании

№ перехода	Название перехода	Зернистость абразива	Классы шероховатости обработанной поверхности
1	Грубая обдирка (зачистка) . . .	100—200	6
2	Шлифование (зачистка)	32—80	7—8
3	Полирование:		
	предварительное	3—25	8—9
4	окончательное	M40 — M28	9—10
5	Зеркальное полирование	M10—M5 и тонкая паста ГОИ	11—12

3) гибкие абразивные ленты с толстым слоем абразивного зерна. Связкой в этом случае служит резина или синтетические смолы, а основой — бесконечные ремни (из бейтинга или аналогичной ткани). Толщина абразивного слоя составляет 3—8 мм. В связи с недостаточной эластичностью и высокой стоимостью ленты этого типа имеют пока еще ограниченное применение.

Зачистка и полирование шкурками производятся вручную с помощью универсальных и переносных машинок и на стационарных станках, а абразивными лентами — механизированными инструментами и на специальных станках.

Выбор способа зачистки и полирования, а также количества, характера и последовательности отдельных переходов зависит от обрабатываемого материала и требований к поверхности, ее состоянию, конструкции и размеров детали и величины при-

пуска. Припуски на зачистку и полирование обычно находятся в пределах 0,05—0,3 мм.

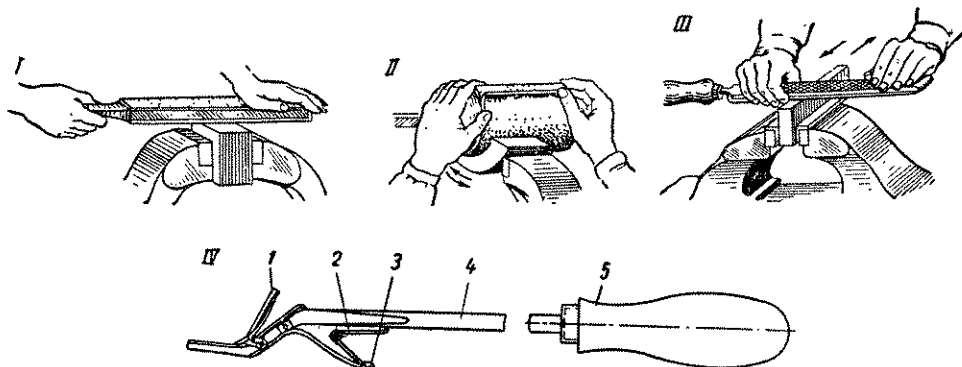
Наиболее часто применяющаяся последовательность переходов при полировании приведена в табл. 105. Как видно из данных этой таблицы, при полировании можно повысить чистоту поверхности за один переход на 1—2 класса.

Количество переходов определяется в зависимости от заданной шероховатости и состояния поверхности. Так, например, если поступающая на полирование поверхность имеет шероховатость ∇ 6-го класса, то для получения поверхности ∇ 8—9-го классов требуется всего два перехода (второй и третий).

Рациональные способы зачистки и полирования поверхностей шлифовальными шкурками и абразивными лентами приведены в табл. 106.

Способы зачистки поверхностей шлифовальными шкурками и абразивными лентами

Ручная зачистка шлифовальной шкуркой

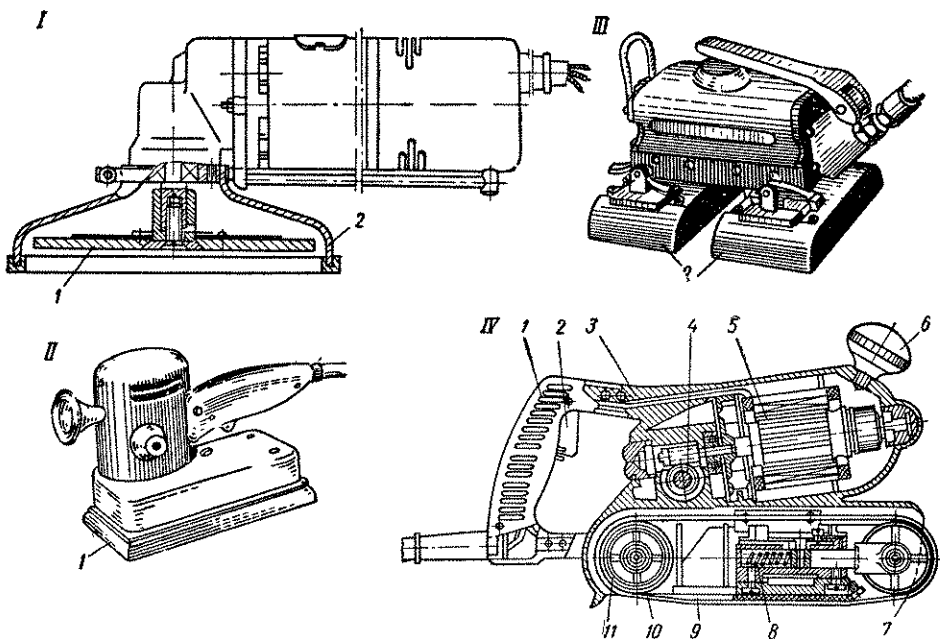


При ручной зачистке в зависимости от формы обрабатываемой поверхности пользуются деревянными оправками прямоугольного (поз. I) или круглого (поз. II) сечения. В отдельных случаях полосу шкурки накладывают на плоский напильник, придерживая при работе концы ее рукой (поз. III).

В поз. IV показана специальная державка, предназначенная для закрепления абразивной ленты при обработке деталей в труднодоступных местах. Державка состоит из верхнего зажима 1, двух пружин 2, нижнего зажима 3, стержня 4 и деревянной ручки 5. Шлифовальная шкурка крепится к державке зажимами 1 и 3.

Простая по конструкции и дешевая в изготовлении державка обеспечивает быструю и надежную смену и крепление шкурки в процессе работы. Зачистку ведут сначала грубыми, а затем тонкими шкурками.

Зачистка и полирование шлифовальными шкурками с помощью механизированных инструментов



Механизацию процесса полирования шлифовальными шкурками осуществляют с помощью пневматических и электрических машинок. Шлифовальную шкурку склеивают при этом в виде колец, которые закрепляют на эластичном основании специальных разжимных головок, устанавливаемых на шпинделях механизированных машинок.

В поз. I показана угловая дисковая шлифовальная машинка типа С-516 с электрическим приводом. Рабочим инструментом здесь является гибкий (резиновый) диск 1 диаметром 130 мм, на который крепится шлифовальная шкурка. На переднем конце корпуса машинки имеется резиновый кожух 2, служащий пылесборником.

В поз. II и III приведены две малогабаритные полировальные машинки, рабочим инструментом в которых служит шлифовальная шкурка, закрепляемая на специальных платформах (подушках) 1 и 2, совершающих вращательное и возвратно-поступательное движения.

Машинка первого типа (см. поз. I) выполнена с одной платформой, совершающей круговые движения по некоторой траектории. Эти движения напоминают движения рук рабочего при отделочных операциях ручного шлифования абразивной шкуркой.

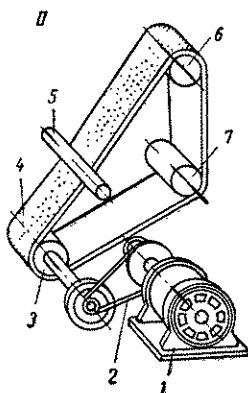
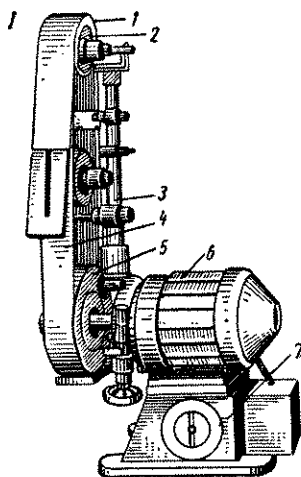
Вторая машинка (см. поз. III) имеет две платформы, которые совершают возвратно-поступательное движение, соответствующее движениям рук рабочего при грубой шлифовке абразивной шкуркой.

Машинка первого типа предназначена для окончательных, а второго типа — для предварительных операций при механизированной отделке поверхностей.

В поз. IV показана электрическая шлифовально-полировальная машинка И-106 с бесконечной абразивной лентой. Включение электродвигателя 5 производится курком 2. Вращательное движение от ротора электродвигателя через зубчатую передачу 4 передается на ведущий ролик 11, который приводит в движение бесконечную абразивную ленту 10.

Пружина 8 обеспечивает перемещение ведомого ролика 7 для создания постоянного натяжения абразивной ленты. Средней частью нижней ветви лента опирается на пластину 9. В рабочем положении машинка поддерживается двумя руками за рукоятки 1 и 6, которые крепятся к корпусу 3. Вес шлифовально-полировальной машинки И-106 составляет около 7 кг.

Зачистка и полирование на специальных стационарных ленточно-шлифовальных станках



Наряду с переносными шлифовальными машинками для механизации зачистки абразивными шкурками и лентами применяются специальные ленточно-шлифовальные станки.

Полирование, подгонку по контуру, снятие фасок, зачистку заусенцев и сварных швов осуществляют на настольных ленточных станках типа ИЛПС (поз. I).

Станок состоит из кожуха 1, натяжного ролика 2, натяжного устройства 3, абразивной ленты 4, приводного ролика 5, электродвигателя 6 и литого корпуса 7.

Используемая на станке в качестве рабочего инструмента гибкая абразивная лента позволяет обрабатывать мелкие и средние детали самой разнообразной формы.

Размеры абразивной ленты: длина — 1350—1550 мм; максимальная ширина — 50 мм; диаметр ведущего ролика — 200 мм; мощность электродвигателя — 1,0 кВт; габаритные размеры — 500×350×810 мм; вес — 40 кг.

В поз. II приведена принципиальная схема станка с бесконечной абразивной лентой, изготовленного на ленинградском заводе «Красногвардеец».

Здесь вращение от электродвигателя 1 мощностью 2,8 кВт посредством ременной передачи 2 передается валу с ведущим роликом 3. Бесконечная абразивная лента 4, к которой прижимается деталь 5, проходит через ролик 3, ведомый 6 и натяжной 7 ролики.

9. ЗАЧИСТКА И ПОЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩАЮЩИМИСЯ ЩЕТКАМИ И ЭЛАСТИЧНЫМИ КРУГАМИ

Для снятия заусенцев, скругления острых кромок, очистки поверхностей от окалины, ржавчины, грязи, для зачистки сварных швов применяются механические вращающиеся щетки. Они широко используются и для отделочной обработки деталей,

свойствами обладают щетки с ворсом из проволоки, свитой в жгуты. Щетки с неметаллическим ворсом чаще всего применяются с различными абразивными составами для отделочных работ: полирования, удаления цветов побежалости и т. п.

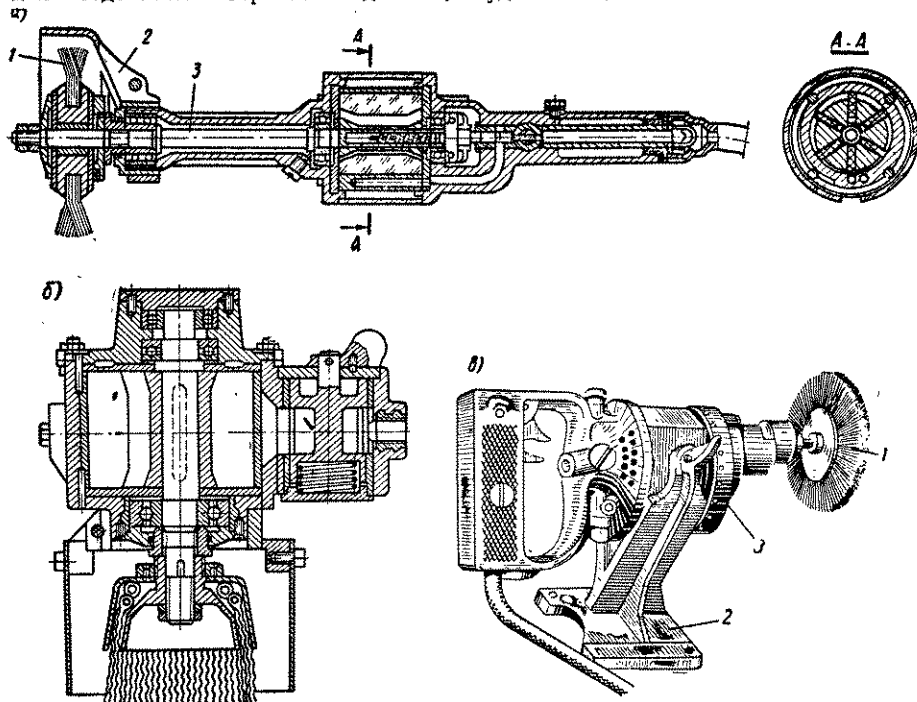


Рис. 83. Пневматические и электрические машинки, используемые для зачистки и полирования поверхностей.

а также для получения шероховатой поверхности с целью повышения ее адгезионной способности (при подготовке к пайке, сварке, перед окраской).

В табл. 107 показаны основные типы механических щеток, применяемых в промышленности.

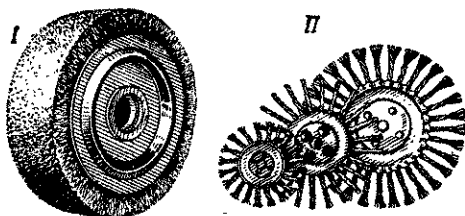
Наибольшей жесткостью и режущими

Для обработки деталей вращающимися щетками в качестве оборудования используются электрические и пневматические ручные шлифовальные и полировальные машинки, машинки с гибким валом, вертикально-сверлильные и шлифовально-полировальные, а также специальные станки.

Таблица 107

Основные типы механических щеток

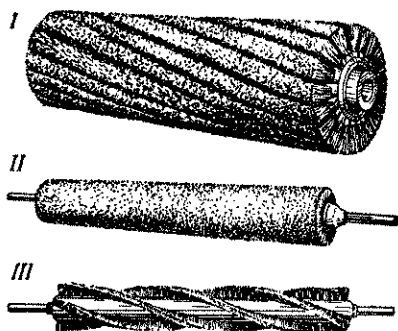
Дисковые щетки



Конструкции дисковых щеток и их размеры очень разнообразны. Наиболее распространены дисковые щетки с гофрированным радиальным провололочным ворсом (поз. I).

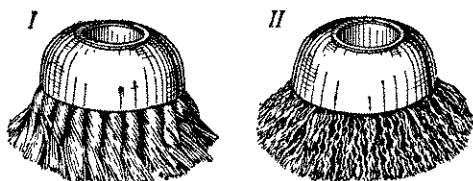
Наружный диаметр щеток, как правило, не превышает 250—300 мм, а ширина ворсовой части—50—60 мм. В поз. II показаны узкие щетки с радиальным провололочным ворсом, свитым в жгуты. Такие щетки обладают наибольшей жесткостью и хорошими режущими свойствами.

Цилиндрические щетки



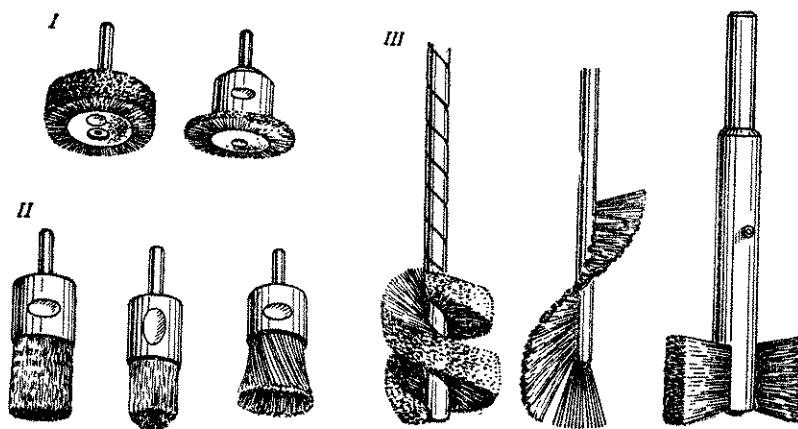
Для полирования и очистки больших поверхностей применяются цилиндрические щетки со сплошным гофрированным (поз. I) и прямым (поз. II) ворсом, а также с неметаллическим ворсом малой плотности, расположенным в виде спирали (поз. III).

Торцовые (чашечные) щетки



Служат для обработки больших поверхностей. В поз. I показана торцовая щетка с ворсом, свитым в жгуты, применяемая для тяжелых работ, а в поз. II — щетка из гофрированной проволоки для легких отделочных работ и для полирования.

Концевые щетки

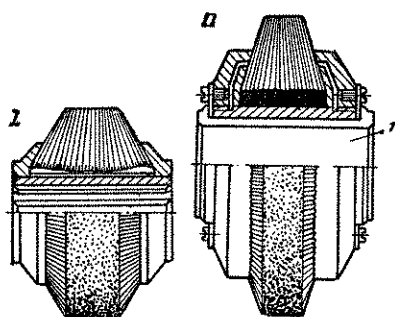


Предназначены для обработки внутренних поверхностей деталей. Дисковые концевые щетки (поз. I) позволяют производить обработку боковых поверхностей. Имеются щетки, которые обрабатывают одновременно дно и боковые поверхности в деталях различного профиля.

Торцовые концевые щетки (поз. II) служат для обработки донных поверхностей в глубоких пазах и отверстиях.

Концевые щетки с радиально расположенным ворсом (поз. III) широко используются для обработки внутренних резьбовых поверхностей.

Жесткие металлические щетки (иглофрезы)



Иглофрезы представляют собой специальную конструкцию проволочной щетки, обладающую большой плотностью и жесткостью ворса. Они могут обеспечить большой съем металла (до 4 мм за один проход) и шероховатость поверхности в пределах $\nabla 4 - \nabla 8$ -го классов. По конструкции иглофрезы подразделяются на два типа: бескорпусные (поз. I), устанавливаемые непосредственно на рабочую оправку зачистного устройства, и корпусные (поз. II), располагающие втулкой-корпусом I, которая позволяет легко заменять ворс щетки после его износа.

При полировании ручными шлифовальными и полировальными машинками применяются преимущественно дисковые и торцовые щетки. На рис. 83, а показана пневматическая шлифовальная машинка типа ШР-2 с дисковой щеткой I, устанавливаемой на конце шпинделя 3. Для безопасности работы щетка закрыта защитным кожухом 2. Машинка позволяет использовать дисковые щетки диаметром до 200 мм.

Торцовая реверсивная пневматическая машинка с чашечной щеткой показана на рис. 83, б. Сверлильная машинка 3 со щет-

кой I, смонтированной на подставке 2, показана на рис. 83, в.

Электрические машинки с гибким валом также широко применяются для выполнения различных работ щетками.

Вертикально-сверлильные станки используются преимущественно при обработке внутренних поверхностей концевыми щетками I диаметром до 100 мм (рис. 84, а).

Полуавтоматический станок, показанный на рис. 84, б, предназначен для обработки торцовыми щетками плоских поверхностей.

Деталь в этом случае располагается на

столе 2, а щетка — в шпинделе 1. Полирование эластичными вращающимися кругами получило широкое распространение в качестве декоративной отделки и подготовительной операции перед никелированием, хромированием и другими процессами.

Эластичные полировальные круги выполняются из фетра и войлока, различных

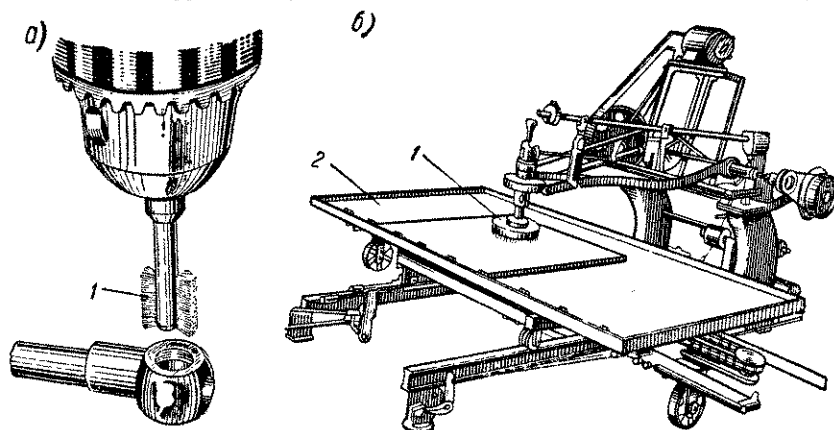


Рис. 84. Применение станков для зачистки и полирования щетками.

Эластичные круги применяются также при обработке деталей, не требующих высокой точности: рукояток, маховичков, втулок, рефлекторов и других деталей автомобилей, мотоциклов, станков, а также предметов широкого потребления.

тканей и прессованной бумаги, из резины, кожи и других материалов. Фетровые и войлочные круги просты в изготовлении, но имеют ограниченное применение из-за высокой их стоимости. Наиболее распространены текстильные (матерчатые) круги. Их

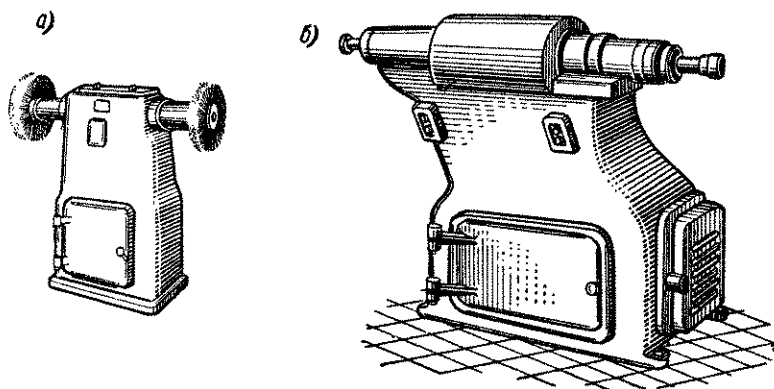


Рис. 85. Шлифовально-полировальные станки.

В практике полирования эластичными кругами различают два принципиально различных процесса:

1) полирование кругами с нанесенным на них слоем абразивных зерен. Этот процесс дает осветленную поверхность с низкой способностью отражения света. Форма и размеры изделия не контролируются;

2) полирование мягкими кругами, покрытыми полировальными пастами. Этот процесс обеспечивает получение высоких

делают из хлопчатобумажной ткани путем склеивания и прессования отдельных сшитых секций.

Полировальные станки с эластичными кругами различны по конструкции и назначению.

Шпиндели полировальных станков работают с большими числами оборотов и со значительным давлением при полировании.

На рис. 85, а показан одношпиндельный двусторонний шлифовально-полировальный

станок типа 385А. Он предназначен для работы периферией или торцом круга. Недостатком этого станка является то, что при работе с одной стороны второй круг вращается вхолостую.

Наиболее совершенны двухшпиндельные двусторонние станки типа 385 (рис. 85, б). Они имеют два шпинделя, которые приводятся во вращение одним электродвигателем, или два шпинделя с консольно расположенными шкивами, смонтированными в

одинаковые шпиндельные бабки, установленные на станине.

Такое конструктивное решение дает возможность сравнительно легко заменять шкивы и изменять числа оборотов шпинделя от 1300 до 3000 об/мин.

Станки модели 385 бывают двух типов: для шлифования и полирования крупногабаритных (расстояние от круга до станины 300 мм) и малогабаритных деталей (расстояние 130 мм).

10. НОРМЫ ВРЕМЕНИ НА ОПИЛИВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Норма штучного времени ($T_{шт}$) на опилание поверхностей определяется по следующей формуле:

$$T_{шт} = (TFk + T_v) \times \left(1 + \frac{x}{100}\right) \text{ мин.}, \quad (8)$$

где T — норма времени на опилание 1 см² плоской открытой поверхности на детали (сталь $\sigma_v = 40$ —60 кг/мм²), закрепленной в тисках, при удобном положении рабочего; принимается по табл. 108;

F — площадь опиливаемой поверхности, в см²;

k — поправочный коэффициент, учитывающий изменение условий работы, принятых при определении норм времени на опилание 1 см² поверхности по табл. 108; значения поправочных коэффициентов k даны в табл. 109;

x — дополнительное время на обслуживание рабочего места и естественные надобности рабочего; берется в размере от 6 до 10%;

T_v — вспомогательное время на установку, закрепление, открепление и снятие опиливаемых деталей, принимаемое по табл. 71 (стр. 146).

Приведенными в табл. 108 нормами времени предусматривается выполнение следующих приемов работы:

- 1) взять напильник и подвести к обрабатываемой детали;
- 2) опилить поверхность;
- 3) очистить от стружки обрабатываемую поверхность и напильник;
- 4) отложить напильник на место.

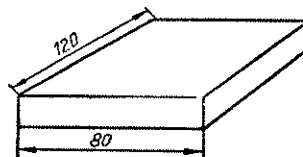


Рис. 86. Плитка.

Пример. Определить норму штучного времени на опилание стальной плитки ($\sigma_v = 70$ кг/мм²) размерами 80×120 мм; припуск на опилание $h = 0,6$ мм (рис. 86); опилание производится по 5-му классу точности в тисках на верстаке при удобном положении рабочего.

Согласно формуле (8), находим составляющие ее элементы: $T = 0,39$ мм (по табл. 108; $F = 12 \times 8 = 96$ см²; $k = 1,15$ на опилание углеродистой стали $\sigma_v =$

Таблица 108

Нормы времени на опилание 1 см² открытых поверхностей вручную

Ширина опиливаемых поверхностей, в см	Припуск на обработку, в мм							
	до 0,1	0,11—0,2	0,21—0,3	0,31—0,4	0,41—0,5	0,51—0,6	0,61—0,7	0,71—0,8
	Время T , в мин.							
До 1,0	0,09	0,15	0,20	0,25	0,29	0,33	0,37	0,41
1,1—2,0	0,07	0,12	0,16	0,19	0,23	0,26	0,29	0,32
2,1—3,0	0,08	0,13	0,18	0,22	0,26	0,30	0,33	0,36
3,1—4,0	0,08	0,14	0,19	0,23	0,27	0,31	0,35	0,38
4,1—5,0	0,09	0,15	0,20	0,24	0,28	0,32	0,36	0,40
5,1—6,0	0,09	0,16	0,21	0,26	0,30	0,35	0,39	0,42
6,1—7,0	0,10	0,16	0,22	0,27	0,32	0,36	0,41	0,44
7,1—8,0	0,10	0,17	0,23	0,28	0,34	0,38	0,42	0,46
8,1—9,0	0,11	0,17	0,24	0,29	0,35	0,39	0,43	0,48
9,1—10,0	0,11	0,18	0,24	0,30	0,35	0,40	0,44	0,50

$= 70 \text{ кг/мм}^2$ (см. табл. 109) и $k = 0,9$ для получения 5-го класса точности обработки (см. там же); $x = 6\%$; $T_n = 0,3$ мин. (по табл. 71).

Подставив принятые значения в форму-

лу (8), получим:

$$T_{\text{мр}} = (0,39 \times 96 \times 1,15 \times 0,9 + 0,3) \times \\ \times \left(1 + \frac{6}{100}\right) = 41,39 \text{ мин.}$$

Таблица 109

Поправочные коэффициенты k на измененные условия работы
(к табл. 108)

Условия работы	Коэффициент	Условия работы	Коэффициент
1. Обрабатываемый материал: сталь углеродистая $\sigma_B = 40-60$ кг/мм ²	1,00	4. Степень доступности обработки: открытые поверхности	1,00
то же, $\sigma_B = 61-80$ кг/мм ²	1,15	поверхности, закрытые с одной стороны	1,35
сталь хромоникелевая $\sigma_B = 60-80$ кг/мм ²	1,20	то же, с двух сторон	2,50
чугун <i>НВ</i> 140-180	0,70	" " " трех	3,75
бронза <i>НВ</i> 60-80	0,60	5. Форма обрабатываемой поверхности: плоская	1,00
медь, латунь средней твердости	0,45	выпуклая	1,20
2. Размеры обрабатываемой поверхности: длина до 10 мм	1,85	вогнутая	1,40
" " 11-20 мм	1,50	6. Удобство выполнения работы: обработка в тисках (удобная)	1,00
" " 31 мм и выше	1,00	то же, на месте (неудобная)	0,25
Классы точности.		нежесткое крепление детали	1,40
2-й	1,50	7. Сопряжение обрабатываемой поверхности: без сопряжения с другими поверхностями	0,90
3-й	1,20	сопряжение с одной поверхностью	1,00
4-й	1,00	то же, с двумя поверхностями	1,50
5-й	0,90		

РАЗДЕЛ ОДИННАДЦАТЫЙ

ШАБРЕНИЕ

1. ПРИПУСКИ НА ШАБРЕНИЕ

Шабрение применяется с целью обеспечения плотного прилегания поверхностей.

Шабрение дает возможность получить точность поверхности от 0,003 до 0,01 мм. За один проход шабером снимается слой металла толщиной 0,005—0,07 мм; при среднем давлении на шабер толщина

стружки составляет не более 0,01—0,03 мм.

Припуск на шабрение устанавливается в зависимости от размеров обрабатываемых плоскостей или диаметра отверстий. Припуски должны быть небольшими и не превышать величин, указанных в табл. 110 и 111.

Таблица 110

Припуски на шабрение плоскостей

Ширина плоскости, в мм	Длина плоскости, в мм				
	100—500	500—1000	1000—2000	2000—4000	4000—6000
	Припуск на сторону, в мм				
До 100	0,1	0,15	0,20	0,25	0,30
Св. 100 до 500	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40
„ 500 „ 1000	0,18	0,25	0,35	0,45	0,50

Таблица 111

Припуски на шабрение отверстий

Диаметр отверстия, в мм	Длина отверстия, в мм		
	До 100	100—200	200—300
	Припуск на сторону, в мм		
До 80	0,03—0,05	0,05—0,08	0,10—0,12
Св. 80 до 180	0,05—0,10	0,10—0,15	0,15—0,25
„ 180 „ 360	0,10—0,15	0,15—0,20	0,20—0,35
„ 360	0,20	0,25	0,35

2. ШАБЕРЫ

Шаберы представляют собой различной формы металлические стержни, на конце которых заточены режущие грани. Изготавливаются шаберы из инструментальной углеродистой стали У10 и У12А. Режущие

концы их закалывают до твердости HRC 56—64.

Различают шаберы односторонние и двусторонние. Отличаются они и по форме режущих поверхностей (табл. 112),

Таблица 112

Основные типы шаберов

Плоские шаберы

Применяются для шабрения плоских открытых поверхностей, в также пазов и канавок. По числу режущих концов различают плоские шаберы односторонние (поз. I) и двусторонние (поз. III).

Существенной является форма режущего лезвия. Предпочтительна выпуклая форма лезвия (см. поз. III), очерченная дугой радиусом 30—40 мм для получистового шабрения и радиусом 40—55 мм — для чистового. При отсутствии такого закругления лезвия шабер соскабливает металл всем лезвием, что требует приложения больших усилий. Кроме того, острые углы шабера при малейшем отклонении его режущей кромки от обрабатываемой плоскости врезаются в металл и вызывают появление царапин.

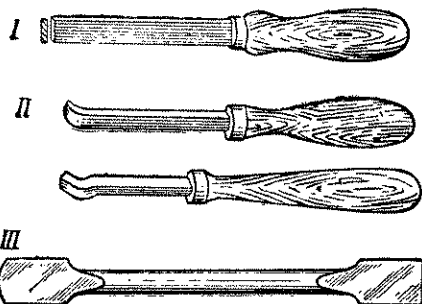
Такая форма шабера используется лишь при грубом шабрении. В целях повышения производительности режущее лезвие желательно делать по возможности более широким.

При получистовом шабрении длину прямолинейного режущего лезвия несколько уменьшают, а также применяют шаберы с односторонней радиусной заточкой.

Плоские шаберы изготавливаются с прямыми (см. поз. I) и с отогнутыми концами. Для шабрения открытых плоскостей используются, как правило, шаберы с прямыми концами; для обра-

ботки стенок пазов, канавок и смежных плоскостей, а также мягких металлов (алюминия, цинка, баббита и др.) — шаберы с отогнутым концом (поз. II).

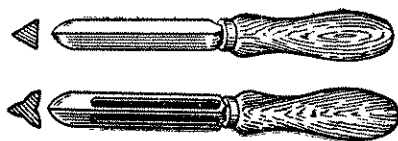
Длина плоских односторонних шаберов составляет 350—400 мм. Ширина шабера для грубого шабрения принимается от 20 до 25 мм, а для точного — 5—10 мм. Толщина конца режущей части колеблется от 2 до 4 мм.



Трехгранные шаберы

Применяются для шабрения вогнутых и цилиндрических поверхностей. Эти шаберы, как правило, изготовляют только односторонними. Длина трехгранных шаберов обычно 350—450 мм.

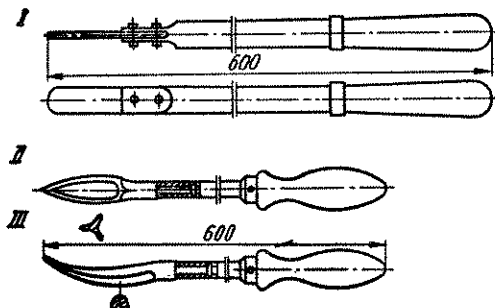
В целях облегчения заточки на гранях шабера предусмотрены желобки, образующие режущий клин с углом заострения β , равным 60° (см. рис. 87, а).



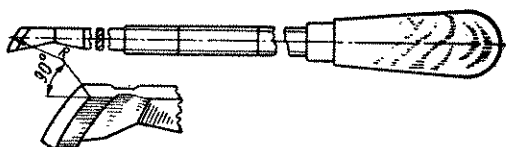
Составные шаберы

Составные шаберы значительно легче цельных таких же размеров. По форме режущей части различают составные шаберы плоские прямые (поз. I), трехгранные прямые (поз. II) и трехгранные изогнутые (поз. III).

Составные шаберы хорошо пружинят при работе. Это создает возможность регулировать толщину снимаемого слоя и повышает чувствительность рук слесаря при шабрении, что содействует повышению точности процесса.



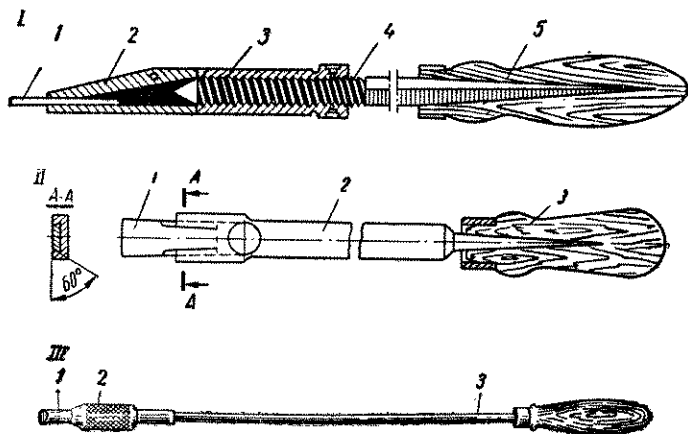
Составной шабер с радиусной заточкой



Конструкция этого шабера предложена В. А. Алексеевым. При работе шабер сравнительно плавно и легко внедряется в металл, что понижает утомляемость слесаря и содействует повышению производительности труда.

Для предварительного шабрения радиус заточки R составляет 30—40 мм, а для окончательного — 40—55 мм.

Шаберы со сменными режущими пластинками



Шабер (поз. I) состоит из корпуса 3, держателя 2, рукоятки 5, зажимного винта 4 и сменной режущей пластинки 1 из быстрорежущей стали или твердого сплава.

Закрепление пластинки 1, предварительно вставленной в держатель, осуществляется при вращении рукоятки шабера по направлению движения часовой стрелки (для снятия пластинки при ее смене рукоятку нужно вращать в противоположную сторону).

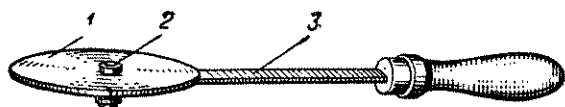
В поз. II показана другая конструкция шабера со сменными пластинками. Этот шабер, предложенный С. Г. Кононенко, состоит из державки 2, сменной пластинки 1 и ручки 3. Пластика имеет хвостовик, выполненный в форме «ласточкина хвоста», которым она вставляется в соответствующий паз державки и заклинивается в нем.

В поз. III представлена усовершенствованная конструкция шабера со сменными режущими пластинками. Он состоит из сменной пластинки 1 (размерами 3×16×50 мм), зажимного патрона 2 и стержня-держателя 3. Смена затупившейся пластинки производится путем поворота рукоятки (стержня), при этом зажимные губки патрона, шарнирно соединенные со стержнем, сходятся и расходятся.

Шабер приведенной конструкции обычно используется с комплектом режущих пластинок, заточенных под разными углами.

Встречаются и другие конструкции крепления сменных пластинок шаберов.

Дисковый шабер

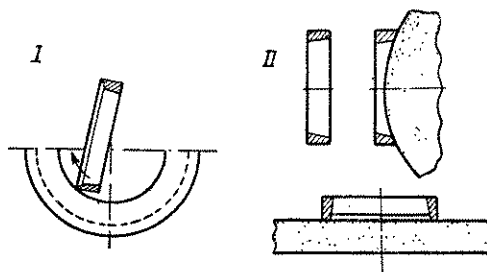


Этот шабер предложен А. Л. Денисовским. Он применяется для шабрения широких плоскостей. Режущая часть 1 шабера представляет собой стальной зака-

ленный диск, закрепленный на державке 3 с помощью болта и гайки 2. Диаметр диска 50—60 мм, толщина — 3—4 мм.

Затачивается диск на круглошлифовальном станке. По мере затупления его поворачивают относительно державки на некоторый угол, после чего работа ведется незатупившимся участком. Таким образом используется весь диск шабера, что позволяет значительно сэкономить время, расходуемое на заточку шабера.

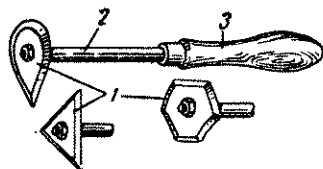
Шабер-кольцо



Применяется в основном для обработки отверстий во вкладышах подшипников скольжения (поз. I). Шабер изготавливается из наружного кольца изношенного конического роликового подшипника путем заточки его на шлифовальном круге (поз. II) с последующей доводкой торца на мелкозернистом круге.

При затуплении шабера его поворачивают и продолжают работу незатупившимся участком.

Фасонные шаберы



Предназначены для шабления в труднодоступных местах: замкнутых контуров, впадин, желобков, канавок и фасонных поверхностей.

Фасонный шабер представляет собой набор сменных стальных закаленных пластинок 1 различной формы, закрепляемых на стержне 2 с ручкой 3.

Форма и размеры режущих пластинок зависят от формы и размеров поверхностей, подлежащих шаблению.

3. ГЕОМЕТРИЯ ШАБЕРОВ, ИХ ЗАТОЧКА И ДОВОДКА

Геометрия заточки шаберов. На рис. 87 приведена геометрия заточки режущей ча-

сти шабера с изогнутым концом (а), а также трехгранного (б). Здесь: β — угол заостре-

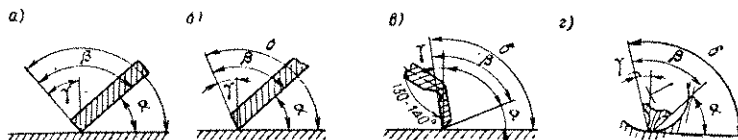


Рис. 87. Геометрия заточки шаберов.

сти плоских шаберов: прямых одностороннего (а), двустороннего (б) и односторон-

него с изогнутым концом (а), а также трехгранного (б). Здесь: β — угол заостре-

ния, α — угол установки (задний угол), γ — передний угол, δ — угол резания.

Углы заточки режущих граней шаберов выбирают в зависимости от характера работы и материала детали.

Наиболее распространена заточка плоского шабера с углом заострения $\beta = 90^\circ$ (рис. 87, а). При установке такого шабера

под углом $\alpha = 15-25^\circ$ (приблизленно) угол резания $\delta = 105-125^\circ$.

При таком угле резания шабер сравнительно легко снимает металл, излишне не врезается в него и не проскальзывает (табл. 113).

Таблица 113

Рекомендуемые углы режущей части шаберов при шабрении разных материалов

Обрабатываемый материал	Углы режущей части, в °					
	угол установки (задний) α		угол заострения β		угол резания δ	
	плоский шабер	трехгранный шабер	плоский шабер	трехгранный шабер	плоский шабер	трехгранный шабер
Сталь	15—25	15—25	75—90	65—75	90—115	80—100
Чугун, бронза	15—25	15—25	90—100	75—85	105—125	90—100

Практика заточки и заправки шаберов. Заточка режущих поверхностей шаберов производится на заточных станках шлифовальным кругом. У плоских шаберов сна-

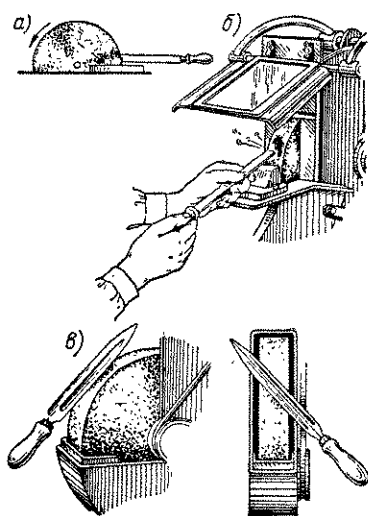


Рис. 88. Заточка затупившегося шабера на заточном станке.

чала затачивают боковые грани (рис. 88, а), а потом торцовую (рис. 88, б). Схема заточки трехгранного шабера показана на рис. 88, в.

Шаберы затачиваются с охлаждением

при небольшом давлении на инструмент. Обычно используется круг средней зернистости твердостью СМ1 или СМ2.

После заточки на лезвии шабера появляются заусенцы, которые нужно удалить при доводке (заправке). Доводка осуществляется вручную на чугунных плитах, покрытых мелкозернистым абразивным порошком, или на мелкозернистых абразивных брусках. Поверхность бруска смазывают тонким слоем машинного масла. Сначала заправляют торцовую (рис. 89, а), а затем уже боковые грани шабера (рис. 89, б).

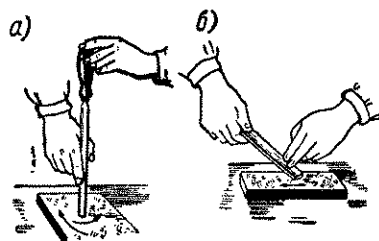


Рис. 89. Доводка (заправка) шаберов.

Пластины из твердых сплавов доводят на чугунной плите, покрытой мелкозернистым абразивным порошком зеленого карбида кремния, или на мелкозернистых абразивных брусках зеленого карборунда. Качество доводки зависит от необходимой точности шабрения. Чем качественнее должно быть выполнено шабрение, тем лучше, тщательнее должны быть доведены режущие грани и лезвия шабера.

Повторно шабер заправляют сразу, как только он получит небольшое затупление. В среднем за 7 час. работы шабер заправляют 4—6 раз, в зависимости от характера шабрения и от обрабатываемого материала.

Заточка производится после 4—5 заправки шабера.

Необходимое качество заточки шаберов может быть достигнуто только при полной исправности заточного станка и оснащении его соответствующими кругами.

4. ТОЧНОСТЬ ШАБРЕНИЯ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

Подготовка к шабрению. Перед шабрением поверхности очищают, а если требуется, то промывают, протирают и затем наносят на них специальную краску. Эта краска представляет собой смесь машинного масла с порошком лазури, реже ультрамарина (синьки) либо же сажи, замешанной на смеси автала с керосином.

на единицу поверхности. В качестве единицы поверхности берут квадрат размерами 25×25 мм. Чем больше таких точек и чем равномернее они расположены, тем выше качество шабрения и точнее поверхность.

Контроль качества шабрения. Для проверки качества шабрения используется

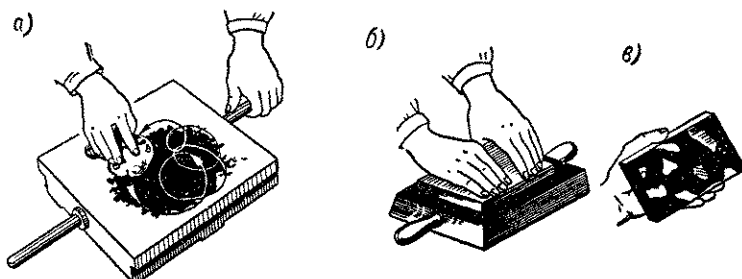


Рис. 90. Приемы окрашивания и проверки поверхности перед шабрением.

Краску измельчают так, чтобы между пальцами не ощущалось зерен. Затем ее насыпают в баночку (металлическую или стеклянную) и вливают туда масло. Количество машинного масла в смеси должно быть таким, чтобы краска имела консистенцию пасты, но не жидкой, так как излишек масла будет расплываться по контрольной плите и проверяемая поверхность при наложении ее на плиту вся покроеется краской.

Краска используется в процессе шабрения для контроля качества поверхности. На проверочную плиту наносят тонкий равномерный слой краски при помощи тампона (рис. 90, а), сделанного из чистой тряпки.

Точность шабрения. После проверки проверочной плитой или линейкой пришабровываемой поверхности на выступающих местах ее остаются отдельные окрашенные пятна-точки. По количеству, размерам и распределению таких пятен судят о качестве шабрения. Проверку производят двумя-тремя круговыми движениями пришабровываемой детали по плите (рис. 90, б).

На хорошо обработанных поверхностях краска ложится равномерно по всей поверхности. При некачественной обработке на поверхности появляется лишь несколько крупных пятен (рис. 90, в).

Точность шабрения определяется числом окрашенных пятен (точек), приходящихся

специальная проверочная рамка (рис. 91). Ее накладывают на поверхность и считают количество точек краски, находящихся в окне рамки. Окончательно определяют их число как среднее арифметическое замеров в нескольких местах проверяемой поверхности (табл. 114).

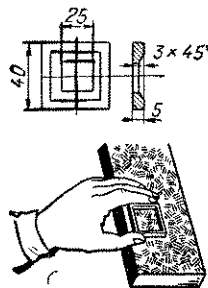


Рис. 91. Контроль качества шабрения проверочной рамкой.

При подсчете количества пятен на пришабренных отверстиях или вкладышах подшипников можно пользоваться целлулоидным шаблоном, согнутым по радиусу вкладыша. На шаблон наносится сетка с квадратами 25×25 мм, с помощью кото-

рой легко определить частоту расположения пятен краски. Качество шабрения можно считать удовлетворительным, когда

75% клеток шаблона-сетки имеет среднее число пятен, отвечающее техническим условиям (табл. 114).

Таблица 114

Требуемая точность шабрения поверхностей в зависимости от их назначения

Количество точек в квадрате 25×25 мм при проверке на краску, не менее	Характер подвергаемых шабрению поверхностей	Вид шабрения
25	Рабочие поверхности поверочных линеек 1-го класса точности длиной до 1500 мм; поверочные плиты 0-го и 1-го классов	Тонкое
20	Рабочие поверхности поверочных линеек 1-го класса точности длиной до 1500 мм; поверочные плиты 2-го класса точности; ответственные поверхности скольжения прецизионных станков	Точное
15	Рабочие поверхности поверочных линеек 2-го класса точности длиной свыше 1500 мм; плоскости направляющих подвижных деталей станков, передвигающихся по плоскостям неподвижных деталей (например, каретки станков, суппорты, направляющие столов, шлифовальных и других станков)	Чистовое
12	Поверочные плиты 3-го класса точности; плоскости скольжения неподвижных деталей станков, по которым перемещаются подвижные детали (направляющие станин станков, направляющие рукавов радиально-сверлильных станков и пр.); вкладыши подшипников для валов диаметром до 120 мм	Получистовое
10	Плоскости скольжения сопряженных деталей, относительное перемещение которых требуется лишь при наладке машины, а не во время ее работы (направляющие задних бабкок токарных станков, направляющие неподвижных люнетов и т. д.); вкладыши валов диаметром свыше 120 мм	Грубое
8—10	Плоскости сопряжения неподвижных деталей, где исключено относительное перемещение (неподвижные стойки станков, кронштейны)	Обдирочное

5. ПОВЕРОЧНЫЕ ЛИНЕЙКИ И ПЛИТЫ

Для проверки прямолинейности, плоскостности и взаимного расположения шабруемых поверхностей служат поверочные плиты, линейки, угловые линейки и призмь, а для проверки цилиндрических и

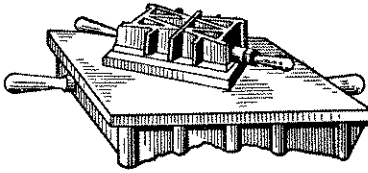
конических отверстий — валики соответствующих размеров и формы (табл. 115).

Часто для проверки качества шабрения поверхностей используются поверхности деталей, к которым они пришабровываются.

Таблица 115

Поверочные инструменты для шабрения плоскостей

Поверочные плиты



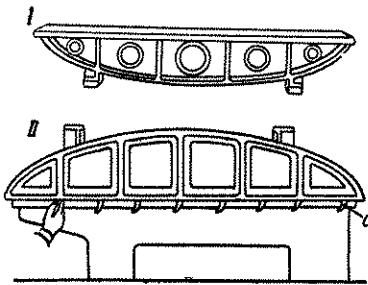
Применяются для проверки широких поверхностей на краску.

Плиты изготовляют из плотного мелкозернистого чугуна. По точности они разделяются на три класса: 0-й, 1-й и 2-й, из которых 0-й класс — самый точный.

Рабочие поверхности имеют следующие размеры: 100×200 , 200×200 , 200×300 , 300×400 , 400×400 , 450×600 , 500×800 , 750×1000 , 1000×1500 мм.

Плиты надо всячески оберегать от ударов, царапин и загрязнения. После окончания работы их следует тщательно вытирать, смазывать минеральным маслом или вазелином и накрывать деревянной крышкой.

Поверочные линейки с широкими ребрами



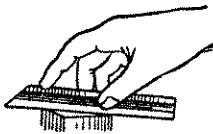
Служат для проверки длинных шабруемых поверхностей (например, направляющих станин и столов металлорежущих станков).

Как и плиты, литейные линейки снабжаются ребрами жесткости (поз. I); они изготовляются из мелкозернистого чугуна.

Размеры линеек следующие: 500, 750, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 4000, 5000 и 6000 мм.

Контроль ведется либо на краску, либо же с помощью шупа или папиросной бумажки. Наибольшую точность дает контроль с помощью папиросной бумажки (поз. II). Об отклонениях от плоскостности в этом случае судят по усилию, которое требуется приложить, чтобы вытянуть бумажку *a* из-под линейки.

Лекальные линейки



Применяются для контроля прямолинейности на просвет. О величине отклонения от прямолинейности судят по размерам световой щели.

Угловые линейки



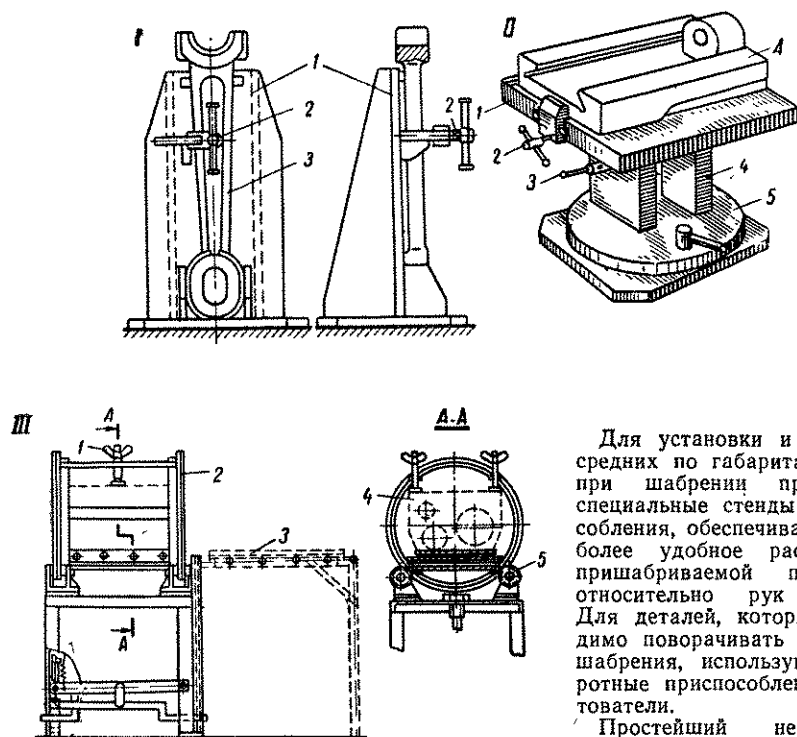
Используются для проверки на краску плоскостей, расположенных под углом (например, направляющих типа «ласточкин хвост» и др.).

6. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ ШАБРЕНИЯ

Таблица 116

Специальные приспособления и устройства для шабрения

Стенды и приспособления для установки и крепления пришабриваемых деталей



Для установки и крепления средних по габаритам деталей при шабрении применяются специальные стенды и приспособления, обеспечивающие наиболее удобное расположение пришабриваемой поверхности относительно рук рабочего. Для деталей, которые необходимо поворачивать в процессе шабрения, используются поворотные приспособления и кантователи.

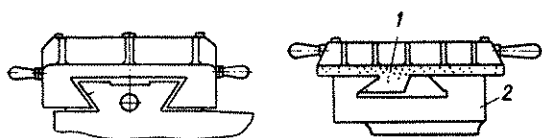
Простейший неподвижный стенд для шабрения приведен в поз. I. Он представляет

собой угольник 1, в котором при помощи винта 2 крепится в вертикальном положении деталь — шатун 3.

В поз. II показано поворотное приспособление для закрепления деталей (и узлов) при шабрении. Здесь деталь A устанавливается на плите 1 и закрепляется губкой с винтом 2. Со стойками 4 плита соединена шарнирно и при необходимости может быть повернута в вертикальной плоскости и закреплена в требуемом положении винтом 3. В горизонтальной плоскости плита 1 может быть повернута вместе с основанием 5. Таким образом, сборщик имеет возможность установить деталь или узел в любом удобном для себя положении.

Поворотное приспособление (универсальный кантователь), применяемое при шабрении втулок в корпусных деталях типа передних бабок, коробок скоростей и т. п., приведено в поз. III. В этом случае обрабатываемая деталь 4 по ролямгангу 3 заводится внутрь поворотной части 2 кантователя и закрепляется в ней винтами 1. Поворотная часть вместе с установленной в ней деталью (узлом) может во время шабрения без особых усилий поворачиваться на роликах 5 в любое удобное для рабочего положение вокруг горизонтальной оси.

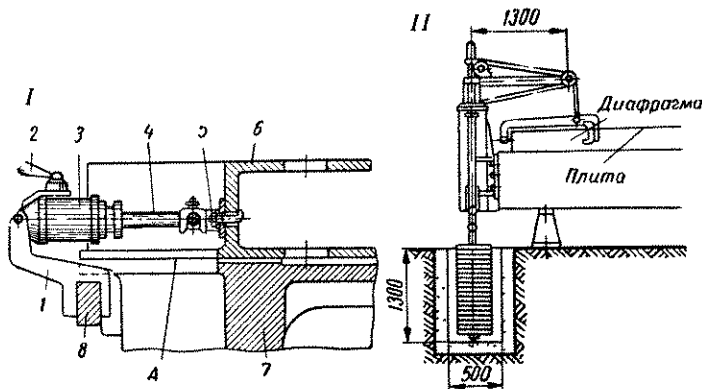
Макеты контрдеталей и профильные плиты



Наряду с обычными плоскими эталонными плитами пользуются профильными шабровочными плитами, а также специальными макетами контрдеталей. Последние представляют собой макеты пригоняемых деталей облегченного веса, точно выполненные по контуру.

Так, например, профильная шабровочная плита 1 значительно облегчает шабрение направляющих типа «ласточкин хвост» в детали 2.

Специальные устройства для перемещения и подвески плит



При шабрении плоскостей, как правило, применяются эталонные плиты значительного веса. Это существенно усложняет работу, особенно при шабрении горизонтальных плоскостей, расположенных на большой высоте, и вертикальных плоскостей.

Для облегчения этих процессов используются специальные устройства для перемещения и подвески плит.

В поз. I показан общий вид пневматического приспособления, применяемого на Уральском турбомоторном заводе для механизации перемещения фундаментной рамы 6 (весом более 3 т) по корпусу подшипника 7 во время шабрения установочных поверхностей 4.

Для определения подлежащих шабрению мест на плоскость разреза корпуса подшипника накладывают покрытую краской фундаментную раму, затем передвигают ее по подшипнику 7 с помощью механизированного пневматического толкателя.

Цилиндр 3 толкателя шарнирно связан со специальным кронштейном 1, закрепленным на шпонке 8 корпуса; поршень и шток 4 стяжками 5 скреплены с фундаментной рамой 6.

При повороте рукоятки 2 трехходового пневматического крана сжатый воздух толкает шток и связанную с ним раму 6 в одну сторону, а при переключении крана рама перемещается в обратном направлении.

Для удержания на весу тяжелых контрольных плит применяются легкие подъемные краны и уравновешивающие балансиры. При пригонке тяжелых деталей нередко пользуются и легкими поворотными кранами, укрепляемыми на корпусе машины непосредственно над пришабровываемой плоскостью. В целях облегчения перемещений деталей такие краны также снабжаются специальными разгрузочными устройствами, уравновешивающими вес деталей.

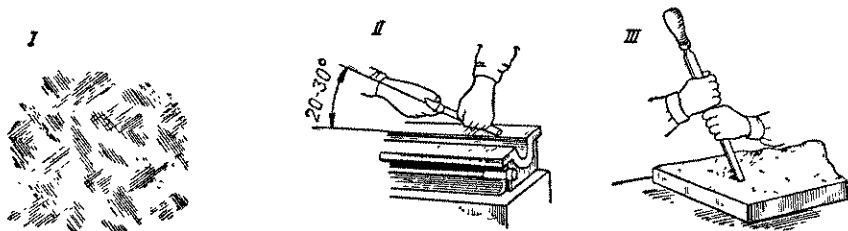
В поз. II показано устройство для механизации перемещения диафрагм паровых турбин в процессе пришабровывания косых плоскостей их разреза. Вес отодвигаемой половины диафрагмы уравновешивается набором грузов, подвешенных через блоки на гибком тросе. После этого ее может перемещать без больших усилий один рабочий.

7. ПРАКТИКА ШАБРЕНИЯ

Таблица 117

Приемы шабрения

Шабрение плоскостей



Процесс шабрения заключается в постепенном снятии металла с окрашенных мест.

Вначале приступают к так называемой разбивке больших пятен. Этот прием осуществляют сильными движениями шабера, соскабливающего стружку с окрашенных мест. Поверхность очищают от стружки и снова проверяют на краску, после чего процесс шабрения повторяют. Когда пятна расположатся на поверхности равномерно, разбивку заканчивают и приступают к увеличению количества пятен, соскабливая все появляющиеся после проверки по плите или линейке окрашенные места.

Очевидно, что каждое последующее снятие стружки будет уменьшать высоту неровностей, которые будут делиться на несколько менее высоких выступов; общее число их будет увеличиваться, при этом направление рабочего хода шабера каждый раз изменяется, так что следы инструмента от предыдущего прохода пересекаются со следами последующего под углом примерно $45-90^\circ$, а площадки, образуемые штрихами, имеют вид ромбиков или квадратиков (поз. I).

При обработке плоскости шабер, удерживаемый правой рукой за рукоятку, устанавливают под углом $20-30^\circ$ к поверхности (поз. II), а левой рукой нажимают на конец шабера вблизи режущей кромки и двигают его вперед (рабочий ход) и назад (холостой ход).

При полустачковом и чистовом шабрении целесообразно применять предложенный слесарем-новатором Ленинградского завода станков-автоматов А. А. Барышниковым принципиально новый метод ручного шабрения, при котором рабочий ход шабера производится «на себя». В этом случае инструмент берется за среднюю часть обеими руками в обхват (поз. III), а верхняя его часть концом деревянной рукоятки упирается в плечо работающего.

При таком методе положение шабера оказывается более устойчивым, улучшается качество обработки поверхности, а в конце штриха не остается заусенцев. Все это позволяет повысить производительность ручного шабрения в 1,5—2 раза по сравнению с обычным методом «от себя».

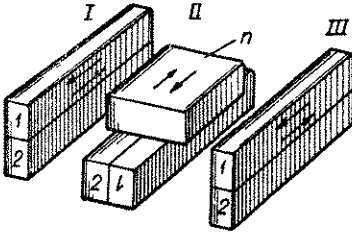
Для придания пришабриваемой поверхности декоративного вида иногда на нее наносят так называемый «мороз» различной формы — симметрично расположенные клеточки или полоски.

Существует три метода получения геометрически правильной плоскости при шабрении: пришабривание по контрольной плите; по методу совмещения граней и по методу трех плит.

Первый из этих методов состоит в окрашивании пришабриваемых мест обрабатываемой плоскости путем перемещения ее по окрашенной поверхности поверочной плиты. После удаления шабером окрашенных выступов на деталь вновь наносят краску, перемещая ее по плите. Такое пришабривание повторяют несколько раз до получения равномерного окрашивания всей поверхности. Но этот метод не обеспечивает высокой точности поверхностей. Самым точным является шабрение по методу трех плит.

Продолжение табл. 117

Шабрение плоскостей по методу совмещения граней



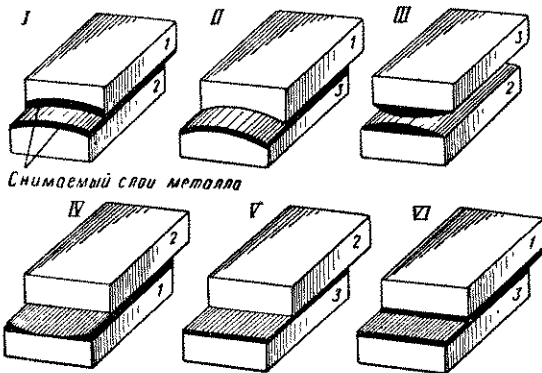
Этот метод применяют при шабрении деталей прямоугольно-призматической формы, при этом необходимо, чтобы боковые грани детали были предварительно обработаны.

Шабрение начинают с взаимной пригонки двух рабочих плоскостей (граней) деталей 1 и 2 (поз. I). Затем обе пришабренные таким образом грани совмещают (устанавливают рядом на поверочной плите) и проверяют одной контрольной плитой *п* (поз. II). Вслед за этим процесс повто-

ряют вновь (поз. III) до получения требуемых результатов.

Шабрение по методу совмещения граней дает точные плоскости и гарантирует точную их перпендикулярность боковым сторонам детали. Им можно пользоваться и при необходимости получить шабрением две параллельные плоскости.

Шабрение плоскостей по методу трех плит



Этот метод позволяет получить правильные плоскости независимо от точности контрольного инструмента. Обычно таким методом пришабривают точные плоскости—поверочные плиты, аншлажные и бортовые угольники. В таких случаях они изготавливаются (пришабриваются) комплектом из трех штук. Каждой из трех обрабатываемых плит присваивается порядковый номер. Если пришабрить одну плиту (1) к другой (2), снимая металл с обеих плит, то пришаб्रиваемые поверхности могут оказать-

ся неплоскими. Скорее всего одна будет выпуклой, а другая—вогнутой, как это показано в поз. I, при этом пятна краски могут расположиться вполне равномерно.

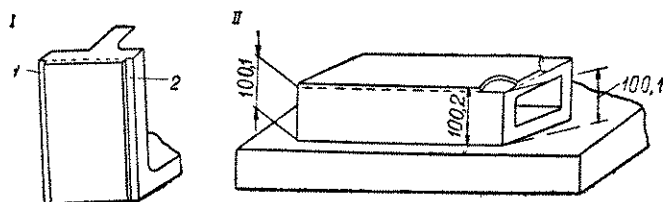
Чтобы обнаружить и исправить такие отклонения, плиту 3 пришабривают по плите 1 (поз. II). Поскольку после этого получатся две одинаковые поверхности плит 2 и 3, их можно приложить одну к другой (поз. III), и тогда все отклонения станут явными. Снимая металл с выступающих частей плит, мы приближаемся к точным плоскостям.

Теперь можно использовать плиту 2 в качестве контрольной и пришабрить по ней плиту 1 (поз. IV), а затем и плиту 3 (поз. V). Так у плит 1 и 3 снова окажутся две одинаковые, но уже более точные поверхности. Накладывая плиты вновь одна на другую (поз. VI), можно и на этот раз обнаружить отклонения от плоскостности.

Повторение этого цикла дает возможность приблизиться к геометрически правильным плоскостям у всех трех плит.

Обозначение позиций и соответствующие им схемы показывают порядок пришабривания точных плоскостей.

Шабрение крупных угольников на перпендикулярность к плит на параллельность

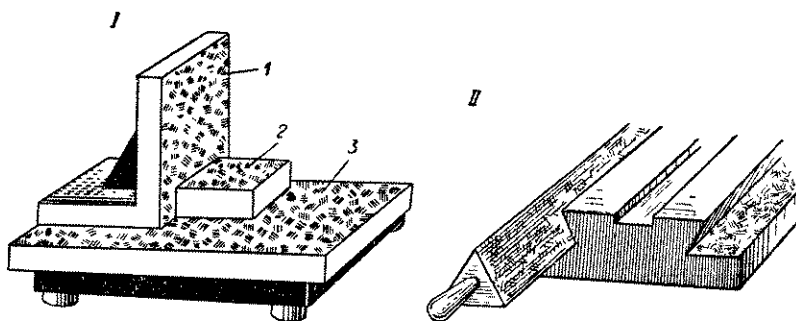


В целях уменьшения объема шабровочных работ, и в частности для сокращения числа контрольных проверок, применяют следующий способ шабрения крупных угольников на перпендикулярность.

Установив величину отклонения от перпендикулярности, шабрят не всю поверхность угольника, а только две тонкие полоски 1 и 2 (поз. I). После этого шабрят сначала грубо, а потом и на чисто всю плоскость, стремясь достигнуть равномерного распределения пятен по всей плоскости (включая полоски 1 и 2).

Точно так же шабрят и плиты крупных размеров. Например, если требуется шабрить плиту на параллельность по размеру 100 мм (поз. II), то вначале промером в четырех углах устанавливают отклонение от параллельности. Допустим, что в двух углах размеры оказались одинаковыми, т. е. равными 100,1 мм, а в двух других — 100,2 мм. Сначала пришабривают два угла так, чтобы у всех четырех углов размер был 100,1 мм. Далее вначале грубо, а затем и окончательно шабрят всю плоскость до равномерного распределения пятен по поверхности, включая и два пришабренных угла.

Шабрение сопряженных плоскостей, расположенных под прямым и острыми углами



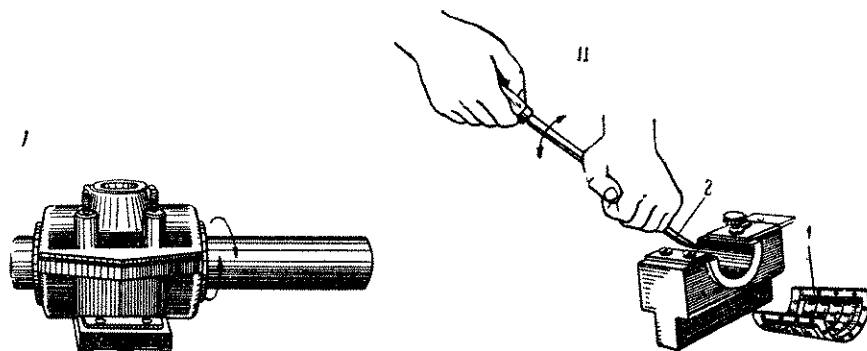
Плоскости, образующие прямой угол, пришабриваются с проверкой на краску детали 2 по точному поверочному угольнику 1, устанавливаемому на плите 3 (поз. I). Деталь перемещают по плите вдоль угольника.

Шабрение плоскостей, расположенных под острыми углами (суппортов, кареток, консолей, станин и других частей металлорежущих станков) и представляющих собой сопряжения типа «ласточкин хвост», выполняют трехгранными шаберами.

Перед шабрением направляющих типа «ласточкин хвост» (поз. II) трехгранной линейкой, покрытой краской, выявляют выступающие места. Затем шабрят плоскости, расположенные под острыми углами, так же, как и параллельные.

Продолжение табл. 117

Шабрение криволинейных поверхностей



К группе деталей с криволинейными поверхностями, которые слесарю приходится часто шабрить, относятся вкладыши подшипников, втулки, гильзы и т. п. Их шабруют трехгранным шабером, а проверяют по валу. Вначале поверочный вал покрывают тонким равномерным слоем краски и укладывают на нижний вкладыш подшипника. Затем на этот вал накладывают верхний вкладыш и равномерно с угла на угол с помощью гаек затягивают крышку подшипника так, чтобы вал с некоторым усилием можно было повернуть в подшипнике вправо и влево на 2—3 оборота (поз. I).

После этого подшипник разбирают и шабруют окрашенные места вначале нижнего, а затем верхнего вкладыша, перемещая шабер по окружности вкладыша (поз. II).

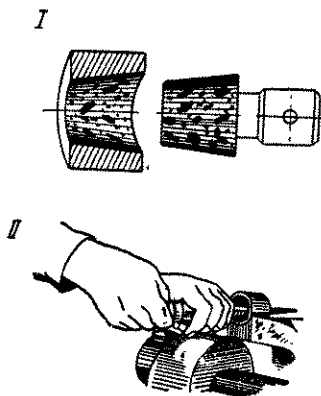
В процессе шабрения трехгранный шабер 2 следует наклонять к поверхности под таким углом, чтобы стружку снимала средняя часть его режущей кромки. Образующиеся при этом штрихи от шабера на поверхности детали должны иметь форму четырехугольника или ромба. В зависимости от конфигурации и положения вкладыша рабочее движение шабера может быть направлено в правую и левую стороны.

При обработке вкладышей подшипников шабрение с периодическим окрашиванием поверхности вкладыша по поверочному валу ведут до тех пор, пока пришабриваемая поверхность не будет равномерно покрываться пятнами краски на площади не менее $\frac{3}{4}$ поверхности вкладыша.

Качество шабрения можно проверять и по целлулоидному шаблону-сетке 1, согнутому по радиусу вкладыша подшипника. На шаблон наносится сетка с квадратами 25×25 мм, с помощью которой легко подсчитать качество шабрения по фактическому числу пятен, приходящихся на один квадрат сетки.

Для ускорения шабрения подшипников за счет уменьшения количества переточек и доводок инструмента в ряде случаев вместо шаберов используют шабер-кольцо, изготавливаемое из обоймы роликового подшипника (см. табл. 112).

Шабрение конических поверхностей



Шабрение наружных конических поверхностей (конических валов, пробок и других деталей типа вала) значительно труднее, чем обработка сопрягаемых с ними внутренних поверхностей. Поэтому шабруют не наружные, а внутренние конические поверхности сопрягаемых с валами и пробками деталей (втулок, корпусов).

Для этого деталь (например, пробку) покрывают краской (поз. I), вставляют в отверстие и несколько раз поворачивают. Окрашенные места затем шабруют трехгранным или ложкообразным шабером (поз. II).

Качество подгонки проверяют так. На деталь мелом наносят продольную риску. После этого, вставив пробку в отверстие, поворачивают ее,

затем вынимают и смотрят, как стерся мел. Если мел стерся равномерно по всей длине пробки, значит деталь пришабрена хорошо.

Более точный результат дает проверка пробкой, на которую риска нанесена не мелом, а карандашом.

Приемы точного шабрения

Некоторые детали измерительных приборов и инструментов требуется шабрить с весьма высокой точностью. В отдельных случаях отделка поверхностей таких деталей методами обычного шабрения может не дать нужного качества. В таких случаях прибегают к точному шабрению с применением грубой (или, реже, средней) пасты ГОИ.

После одного-двух проходов шабером наносят на поверочную плиту разведенную грубую пасту ГОИ и затем на этой плите притирают пришабриваемую поверхность до тех пор, пока паста не потеряет зеленую окраску и не приобретет цвет черной отработанной массы.

Вытерев чистой тряпкой притираемые поверхности плиты и детали, снова наносят пасту на плиту; такую притирку повторяют 3—4 раза. После этого, вытерев начисто поверхность детали, «разбивают» широкие блестящие пятна шабером и вновь производят притирку ластой до тех пор, пока не будет получена поверхность, отвечающая техническим условиям.

Пользуясь пастой ГОИ, нужно до и после работы тщательно контролировать состояние поверочной плиты, так как паста способна «срабатывать» не только деталь, но и плиту.

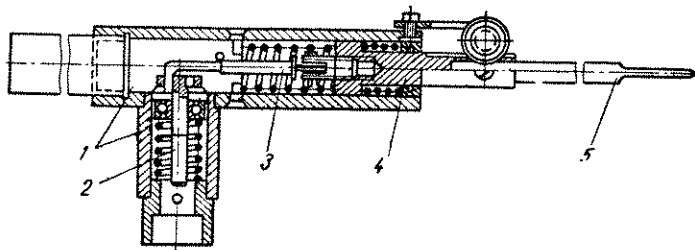
Применение пасты ГОИ позволяет повысить производительность точного шабрения в 1,5—2 раза.

8. МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ШАБРЕНИЯ

Таблица 118

Механизированный инструмент для шабрения

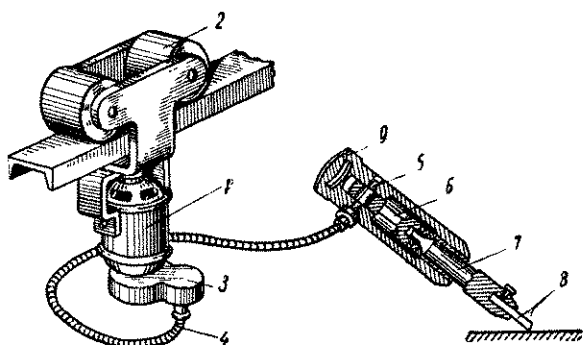
Простейшие механизированные шаберы



В корпусе 1 простейшего устройства конструкции А. Чернова размещен шпиндель 4, в котором закрепляется сменный шабер 5. При каждом повороте валика 2 шпиндель получает возвратно-поступательное движение от тяги 3, загнутый конец которой вставлен в эксцентрично расположенное отверстие фланца валика 2. Валик соединяется с электродвигателем с помощью гибкого вала.

Продолжение табл. 118

Механизированная шабровочная головка

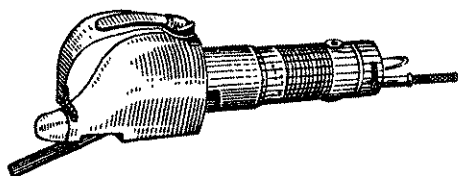


Стационарная или передвижная установка для механизированного шабрения состоит из электродвигателя на подставке (или на тележке), гибкого вала и встроенного в шабровочную головку механизма преобразования вращательного движения в поступательное. В простейшем случае это может быть и рассмотренная выше головка.

В изображенной на рисунке конструкции электродвигатель 1, подвешенный на тележке 2, передвигается вдоль направляющей балки и передает вращение через понижающий редуктор 3 гибкому валу 4, вращающему в свою очередь кривошип 5. Последний сообщает возвратно-поступательное движение шатуну 6, ползуну 7 и шаберу 8.

Во время обработки левой рукой нажимают на шабер, прижимая его к обрабатываемой поверхности, а правой поддерживают его за рукоятку 9.

Электрические шаберы

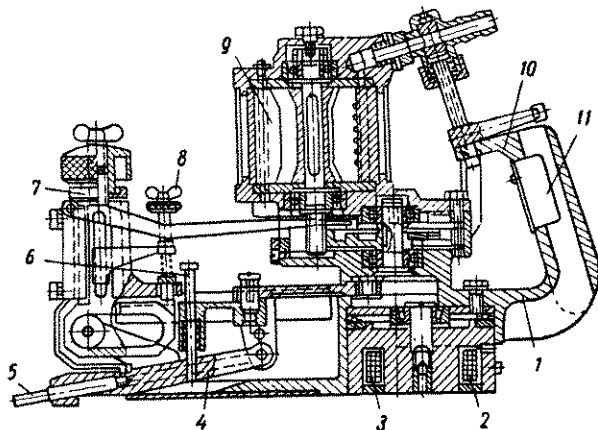


Одной из разновидностей механизированных шаберов является электрошабер. В его корпус встроен электродвигатель мощностью 50 Вт, работающий от трехфазного тока напряжением 220 В.

Длина хода режущей кромки шабера регулируется в пределах от 1 до 20 мм, частота — 1200 ходов в минуту.

Пневматические шаберы

В отличие от механических и электрических шабровочных головок пневматические шаберы не делают резких толчков при изменении направления движения, а также допускают возможность регулирования числа двойных ходов и величины усилий на инструмент.



Механизированный шабер с пневматическим приводом конструкции В. А. Сатина и Б. А. Бромберга состоит из четырех основных частей: ротативного пневматического двигателя, планетарной передачи, конической передачи и кривошипного механизма.

Весьма успешно для целей шабрения небольших по размерам деталей применяют малогабаритные пневматические инструменты вибрационного типа. Известны два таких инструмента, получивших название пневмовибрирующих штихелей ПВШ-3 и ПВШ-1.

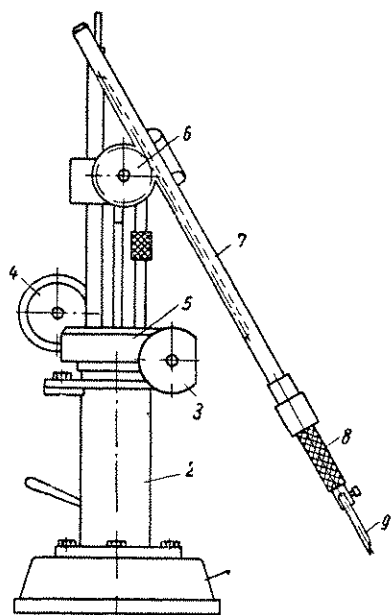
Пневмоэлектрический шабер конструкции П. П. Ильина изготовлен и используется для шабления больших плоских горизонтальных поверхностей. Он состоит из корпуса 1 с электромагнитами 2 и 3, пневматического двигателя 9, редуктора и собственно шабера 5.

Вращательное движение от пневматического двигателя посредством кривошипно-шатунного механизма преобразуется в возвратно-поступательное движение рычага резцедержателя 4, в гнездо которого вставляется шабер 5.

При включении микровыключателя 11 срабатывают электромагниты 2 и 3, шабер прижимается к обрабатываемой поверхности и остается в таком положении во время шабления одной ее зоны, постепенно поворачиваясь на 120° – 150° .

С помощью винта 6 регулируется давление шабера на поверхность. Гайками 7 и 8 устанавливаются толщина стружки и длина хода шабера.

Число двойных ходов шабера (до 560 в минуту) регулируется с помощью рычага пневмокрana 10; максимальный ход шабера 40 мм, вес машинки — 11,8 кг.



Передвижные
шабровочные станки

Станок состоит из основания 1 и смонтированной на нем колонны 2, на которой свободно вращается верхняя часть 5 с электродвигателем 4 и редуктором 3. От электродвигателя движение через редуктор и реверсивный механизм передается реечному колесу 6, которое приводит в движение реечную штангу 7 с закрепленным в ней шабером 9. Включение рабочего хода шабера производится при условии давления на рукоятку управления 8. С прекращением давления шабер движется в обратную сторону. Скорость рабочего хода шабера составляет 0,3 м/сек., скорость холостого хода — 0,45 м/сек.

9. ЗАМЕНА РУЧНОГО ШАБРЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ

Наиболее эффективным путем повышения производительности является замена шабления процессами обработки на металлорежущих станках.

Замена ручного шабления механической обработкой достигается путем дополнительных отделочных проходов при механической обработке или введения в процесс таких операций, как шлифование, чистовое строгание, отделочное фрезерование, тонкое точение и растачивание, притирка, протягивание и прошивание, развертывание, накатывание поверхности роликами и шариками и т. д..

Замена шабления шлифованием. Данные ряда заводов показывают, что применение

шлифования в качестве отделочной операции сопрягающихся поверхностей дает возможность полной или частичной замены ручного шабления как окончательной отделочно-пригоночной операции, при этом следует различать два случая:

1) шлифование одной из сопрягаемых поверхностей с последующим пришабриванием по ней соответствующей поверхности второй детали. Такой способ применяется при обработке сложных сопряжений; например, направляющие станины токарного станка шлифуются, а направляющие каретки суппорта пришабриваются по ним;

2) шлифование обеих сопрягаемых поверхностей. Этим способом обрабатываются

более простые по форме и менее точные сопряжения (например, стыки корпусов, фланцев, вкладышей и т. п.).

Для замены шабровочных работ шлифованием необходимы универсальные или специальные плоскошлифовальные станки. При отсутствии шлифовальных станков соответствующих размеров шлифование крупных деталей может быть выполнено на фрезерных, строгальных и карусельных станках с помощью специальных шлифовальных головок. Использование подобных головок в ремонтно-механических цехах позволяет значительно сократить объем ручного шабрения, занимающего обычно 35—40% времени, затрачиваемого на ремонт станка.

При соответствующих режимах резания и правильном выборе кругов чистота обра-

боткой всю головку. Звездочка получает вращение от электродвигателя 5 через червячную передачу. Для изменения направления движения головки (в обратную сторону) вручную через переключатель 6 изменяется направление вращения электродвигателя подачи.

На верхней плите 1 при помощи двух поворотных суппортов установлен рабочий электродвигатель 4, на конец вала которого насажен чашечный абразивный круг 11. Головка может устанавливаться под нужным углом с помощью рукояток 2 и 3 винтовых суппортов. Перемещение головки в поперечном направлении производится вращением рукоятки 7.

Шлифование с помощью самодвижущихся головок заменяет тяжелые и малопродуктивные шабровочные работы, при

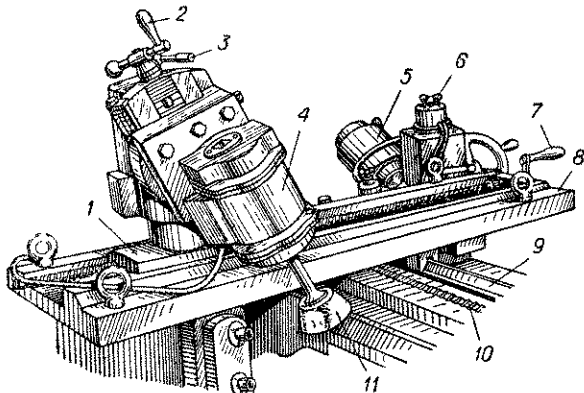


Рис. 92. Самодвижущаяся шлифовальная головка.

ботанной поверхности при шлифовании легко обеспечивается в пределах $\nabla 6$ — $\nabla 7$.

В ремонтно-механических цехах для шлифования станин ремонтируемых станков применяются также специальные самодвижущиеся шлифовальные головки. Преимуществом таких головок является то, что для них не требуются обычно загруженные крупные продольно-строгальные станки. Благодаря специальному устройству такая головка совершает на шлифуемой детали необходимые возвратно-поступательные рабочие движения.

Общий вид одной из самодвижущихся шлифовальных головок, установленной на станине токарного станка, приведен на рис. 92.

Особенностью этой головки является то, что изделие (на рисунке станина станка) стоит неподвижно, а по нему перемещается приспособление с вращающимся абразивным кругом и шлифует ее направляющие.

Самодвижущаяся головка устроена следующим образом. Призматическими направляющими 9 плита 8 головки, несущая все механизмы, устанавливается на обрабатываемые поверхности станины. На плите имеется звездочка, которая катится по натянутой роликовой цепи 10 и увлекает за

этом более чем в 3 раза сокращается время на обработку.

Замена шабрения тонким (финишным) строганием. Применение этого метода особенно эффективно при обработке крупных чугунных деталей. На чистовое строгание (с учетом вспомогательного времени, затрачиваемого на установку, выверку, крепление и снятие обрабатываемых деталей, а также на контрольные операции, установку резцов и т. п.) затрачивается времени в 8—15 раз меньше, чем на ручное шабрение. После тонкого строгания прибегают лишь к декоративному шабрению — наведению «мороза».

Рекомендуемые режимы строгания чугунных деталей: $v = 6$ — 10 м/мин, $t = 0,05$ — 1 мм и $S = 8$ — 18 мм/дв.ход.

Опыт показывает, что применение глубины резания менее $0,05$ мм при строгании неэффективно, так как резец при этом проскальзывает по поверхности детали.

Замена шабрения тонким (шабрыщим) фрезерованием. При этом методе финишной обработки можно добиться шероховатости поверхности $\nabla 7$. Надобность в шабрении после такой обработки отпадает.

На рис. 93 показана специальная фрезерная головка, монтируемая на суппорте про-

дольно-строгального станка. Шпиндель фрезерной головки 2 и связанный с ним

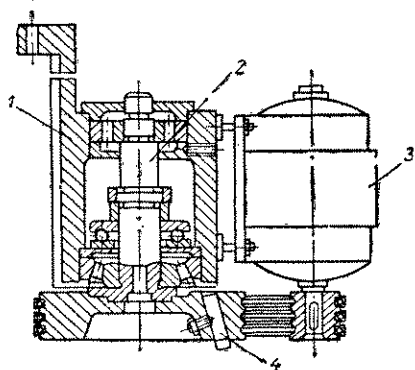


Рис. 93. Головка для шабрующего фрезерования.

ременной передачей электродвигатель 3 мощностью 2,8 кВт с числом оборотов

950 об/мин. смонтированы на общей плите 1. Отсутствие зубчатых передач обеспечивает плавную, без толчков и вибраций, работу.

На головке закреплен твердосплавный резец 4. Головка может устанавливаться под углом относительно направления продольной и поперечной подачи, что важно для получения точной плоскостности.

Шабрующее фрезерование в 2,5—3 раза производительнее торцового шлифования или строгания широким резцом.

Замена шабрения другими видами механической обработки. В ряде случаев объем шабровочных работ по подгонке чугунных и бронзовых втулок в одноосных отверстиях значительно уменьшается благодаря применению специальных разверток. Еще более эффективной оказывается замена шабрения протягиванием и прошиванием. В отдельных случаях шабровочные работы успешно заменяют механизированной притиркой поверхностей пастами.

10. БРАК ПРИ ШАБРЕНИИ И ЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Таблица 119

Виды брака при шабрении и меры его предупреждения

Виды брака и дефектов	Причины брака и дефектов	Способы их предотвращения
Полное покрытие пришабруемой поверхности краской	Нанесение на поверочную плиту слишком толстого слоя краски	Краску наносить осторожно тонким слоем
Окрашивание середины или края пришабруемой поверхности	Некачественная предварительная обработка поверхности	Проверять правильность предварительной обработки поверхности
Наличие блестящих полос на пришабруемой поверхности	Шабрение в одном направлении	Производить шабрение в различных направлениях, перекрещивая штрихи под углом примерно 45—60°
Неравномерное расположение пятен на пришабруемой поверхности	Шабрение длинными штрихами или сильный нажим на шабер	Соблюдать осторожность при шабрении, не делать длинных рабочих ходов (при черновом шабрении не более 10—15 мм, а при чистовом — 5—10 мм)
Образование рисок на пришабруемой поверхности	Плохая заправка шабера или наличие заусенцев на его кромках; наличие твердых примесей в краске	Проверять качество заправки и состояние режущей кромки шабера; проверять состав и качество краски
Глубокие впадины на пришабруемой поверхности	Плохая подготовка поверхности под шабрение. Сильный нажим на шабер	Подготавливать деталь к шабрению предварительным опилением и черновым шабрением с малыми просветами; снимать шабером стружку небольшой толщины

Продолжение табл. 119

Виды брака и дефектов	Причины брака и дефектов	Способы их предотвращения
Наличие заусенцев и шероховатостей на поверхности	Неправильная заточка и заправка шабера; неправильное движение шабера при работе	Правильно затачивать и заправлять шабер; не работать тупым шабером
Неточность пришабриваемой поверхности	Применение неточного поверочного инструмента; неправильное пользование инструментом; неправильное перемещение шабруемой детали по поверочному инструменту или неправильное перемещение инструмента по обрабатываемому предмету при проверке на краску	Своевременно проверять точность поверочного инструмента, содержать в чистоте рабочие поверхности поверочного инструмента и поверхности обрабатываемой детали; правильно пользоваться инструментом при работе, не нажимать сильно на инструмент при проверке на краску

11. НОРМЫ ВРЕМЕНИ НА ПРИШАБРИВАНИЕ ВРУЧНУЮ ПЛОСКОСТЕЙ И ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Норма штучного времени на пришабривание плоских и цилиндрических поверхностей определяется по следующей формуле:

$$T_{шт} = (TFk + T_b) \times \left(1 + \frac{x}{100}\right) \text{ мин.}, \quad (9)$$

где T — время на пришабривание 1 см² поверхности, в мин., принимаемое для плоских поверхностей по табл. 120, а для цилиндрических — по табл. 121;

F — площадь пришабриваемой поверхности, в см²;

k — коэффициент, учитывающий изменение условий работы по сравнению с данными табл. 120 и 121 (см. табл. 123);

x — дополнительное время на обслуживание рабочего места и естественные надобности рабочего, составляющее в зависимости от условий работы от 6 до 10%;

T_b — вспомогательное время на установку и снятие детали, нанесение краски и контроль обрабатываемых поверхностей, принимаемое по табл. 122.

Таблица 120

Нормы времени на пришабривание плоских поверхностей и углов

Обрабатываемая поверхность, в см ²	Время пришабривания 1 см ² поверхности, в мин.					Обрабатываемая поверхность, в см ²	Время пришабривания 1 см ² поверхности, в мин.				
	на плоскость	с соблюдением параллельности сторон	с соблюдением угла наклона	с соблюдением параллельности сторон и размеров	Время пришабривания внешнего и внутреннего углов, призм и трехгранных углов, в мин.		на плоскость	с соблюдением параллельности сторон	с соблюдением угла наклона	с соблюдением параллельности сторон и размеров	Время пришабривания внешнего и внутреннего углов, призм и трехгранных углов, в мин.
50	0,45	0,50	0,53	0,57	0,55	300	0,32	0,36	0,37	0,40	0,38
60	0,44	0,49	0,51	0,55	0,53	350	0,31	0,35	0,36	0,39	0,37
70	0,42	0,47	0,49	0,53	0,51	400	0,30	0,34	0,35	0,38	0,36
80	0,41	0,46	0,48	0,52	0,50	450	0,29	0,33	0,34	0,37	0,35
90	0,40	0,45	0,47	0,51	0,49	500	0,29	0,32	0,33	0,36	0,34
100	0,39	0,44	0,46	0,50	0,48	600	0,28	0,31	0,32	0,35	0,33
125	0,38	0,42	0,44	0,48	0,46	700	0,27	0,31	0,31	0,34	0,32
150	0,37	0,41	0,42	0,46	0,44	800	0,26	0,30	0,31	0,33	0,31
175	0,36	0,40	0,41	0,45	0,42	900	0,26	0,29	0,30	0,32	0,31
200	0,35	0,39	0,40	0,43	0,41	1000	0,25	0,28	0,29	0,31	0,30
250	0,33	0,37	0,38	0,42	0,40						

Таблица 121

Нормы времени на пришабривание цилиндрических поверхностей

Длина цилиндра, в см	Внутренний диаметр обрабатываемого цилиндра, в см													
	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Время пришабривания 1 см ² поверхности, в мин.													
2,5	0,85	0,76	0,67	0,62	0,57	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	0,76	0,70	0,63	0,60	0,54	0,50	—	—	—	—	—	—	—	—
4	0,67	0,61	0,55	0,51	0,49	0,44	0,42	0,39	—	—	—	—	—	—
5	0,62	0,60	0,51	0,47	0,43	0,41	0,39	0,37	0,36	0,34	—	—	—	—
6	0,57	0,54	0,47	0,43	0,40	0,37	0,36	0,34	0,33	0,32	0,31	0,29	—	—
7	—	0,50	0,44	0,41	0,37	0,35	0,33	0,32	0,31	0,30	0,28	0,27	0,26	0,25
8	—	—	0,42	0,39	0,36	0,33	0,31	0,30	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24
9	—	—	0,39	0,37	0,34	0,32	0,30	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	0,23
10	—	—	—	0,36	0,33	0,31	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	0,23	0,22
11	—	—	—	0,34	0,32	0,30	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	0,23	0,22	0,21
12	—	—	—	—	0,31	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	0,23	0,22	0,21	0,21
13	—	—	—	—	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24	0,23	0,22	0,21	0,21	0,20
14	—	—	—	—	—	0,26	0,25	0,24	0,23	0,22	0,22	0,21	0,20	0,20
15	—	—	—	—	—	0,25	0,24	0,23	0,22	0,21	0,21	0,20	0,20	0,19

Таблица 122

Вспомогательное время на пришабривание поверхностей

Приемы вспомогательной работы	Общая поверхность пришабривания, в см ²				
	до 200	201—400	401—600	601—800	801—1000
	Вспомогательное время, в мин.				
Установка детали для пришабривания	0,25	0,60	1,00	1,50	2,00
Смазывание краской поверхности один раз	0,30	0,50	0,70	0,85	1,00
Проверка поверхности линейкой один раз	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35
Установка контрольной плиты на поверхность для проверки и снятие ее	0,20	0,25	0,35	0,45	0,60
Проверка обрабатываемой поверхности контрольной плитой по краске один раз	0,06	0,10	0,13	0,16	0,20
Проверка обрабатываемой поверхности уровнем один раз	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
Зачистка углов	2,00	3,00	3,50	4,00	5,00
Удаление стружки с обрабатываемой поверхности	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
Снятие обработанной детали	0,15	0,35	0,60	0,90	1,30

Пример. Определить норму штучного времени на пришабривание плоской по-

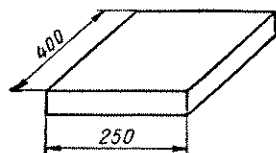


Рис. 94. Плита.

верхности стальной плиты ($\sigma_B = 70 \text{ кг/мм}^2$); припуск на обработку $h = 0,15 \text{ мм}$ (рис. 94). Работа производится при удобном положе-

нии рабочего. После пришабривания поверхность проверяется контрольной плитой.

Соответственно формуле (9) находим составляющие ее элементы:

T — время на пришабривание 1 см^2 принимаем по табл. 120; при $F = 1000 \text{ см}^2$ и $k = 1$ время пришабривания всей плиты будет составлять $0,25 \times 1000 = 250 \text{ мин}$;

T_B — вспомогательное время на установку и снятие детали, нанесение краски и контроль обрабатываемой поверхности принимаем по табл. 122:

1) на установку и снятие детали (при $F = 1000 \text{ см}^2$):

$$2 + 1,3 = 3,3 \text{ мин.}$$

Таблица 123

Поправочные коэффициенты k на измененные условия работы
(к табл. 120 и 121)

Условия работы	Значение k	
	для плоских поверхностей	для цилиндрических поверхностей
1. Обрабатываемый материал		
Сталь $\sigma_B = 40-60$ кг/мм ²	0,90	—
" $\sigma_B = 61-80$ кг/мм ²	1,00	—
" $\sigma_B = 81-100$ кг/мм ²	1,10	—
Чугун $HB 140-180$	0,80	1,25
" $HB 181-220$	0,90	—
Бронза средней твердости	0,65	1,00
Баббит	—	0,80
2. Форма обрабатываемой поверхности		
Плоская	1,00	—
Выпуклая	1,15	—
Вогнутая	1,20	—
3. Припуск на обработку		
До $a = 0,15$ мм	1,00	1,00
" $a = 0,16-0,25$ мм	1,25	1,00
4. Количество пятен на 1 см²		
До 2	0,90	0,85
" 3-4	1,00	1,00
" 5-6	1,30	1,30
5. Точность размеров при пришабривании		
По 1-му классу	1,60	1,60
" 2-му	1,00	1,00
6. Удобство выполнения работы		
Удобно	1,00	1,00
Неудобно	1,10-1,25	1,10-1,25
7. Характер контроля		
Без проверки по плите	0,85	—
С проверкой по контрольной плите	1,00	—

2) на смазывание краской обрабатываемой поверхности 10 раз:

$$1,00 \times 10 = 10 \text{ мин.};$$

3) на установку контрольной плиты и проверку по краске 10 раз:

$$(0,60 + 0,20) \times 10 = 8 \text{ мин.};$$

4) на зачистку углов — 5 мин.

Таким образом, $T_B = 26,3$ мин.;

x — время обслуживания рабочего места принимаем равным 6%.

Общее штучное время:

$$T_{шт} = (250 + 26,3) \times \left(1 + \frac{6}{100}\right) = 293 \text{ мин.}$$

РАЗДЕЛ ДВЕНАДЦАТЫЙ

ПРИТИРКА

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРИТИРКЕ

Притирка является одним из окончательных (финишных) методов обработки поверхностей деталей.

Притирка применяется главным образом для придания сопрягаемым поверхностям одинаковой геометрической формы с целью получения плотных (герметичных), разъемных и подвижных соединений. Притирку, служащую для получения не только требуемых формы и шероховатости поверхностей, но и высокого класса точности заданных размеров, принято называть *доводкой*.

Притирка и доводка осуществляются абразивными порошками или пастами, наносимыми на специальные инструменты — притиры или на сопрягаемые поверхности деталей.

Припуск на притирку составляет 0,01—0,02 мм, а на доводку — от 0,001 до 0,0025 мм. Точность притирки — от 0,001 до 0,002 мм, или практически до полного совпадения сопрягаемых поверхностей. Доводка обеспечивает точность 1-го класса и

шероховатость поверхности до 14-го класса чистоты.

Предварительные методы обработки притираемых поверхностей — чистовое шлифование, хонингование, протягивание, тонкое точение, развертывание, тонкое фрезерование и т. п. — должны обеспечивать точность не ниже 2-го класса.

Существуют два способа притирки:

1) притирка сопрягаемых деталей непосредственно друг к другу с помощью абразивных порошков и паст, наносимых на притираемые поверхности;

2) притирка поверхности по специальному инструменту — притиру, в поверхность которого абразивный материал вдавливается или непрерывно подается на рабочие поверхности притира.

В машиностроении притирке подвергают гидравлические пары, пробки и корпуса кранов, клапана и седла двигателей, рабочие поверхности измерительных инструментов и т. п.

2. ПРИТИРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Сущность процесса притирки заключается в механическом или химико-механическом удалении с обрабатываемой поверхности частиц металла притирочными (абразивно-доводочными) материалами, в состав которых входят только абразивные материалы или еще и добавки химически активных веществ (олеин, стеарин). Все абразивно-доводочные материалы, применяющиеся при притирке металлических деталей, делятся на две группы: твердые и мягкие (табл. 124 и рис. 95).

Основными характеристиками таких материалов являются твердость, строение, размер и форма зерна.

При доводке деталей рекомендуется постепенно переходить от крупнозернистых (грубых) к мелкозернистым (тонким) абразивно-доводочным материалам.

Ниже приведены ориентировочные данные по выбору зернистости абразивно-доводочных материалов в зависимости от класса чистоты обработки:

Требуемый класс чистоты (ГОСТ 2789-59)	Зернистость абразивно-доводочных материалов, в мкм
▽ 9—10	40—20
▽ 10—11	28—14
▽ 11—12	20—7
▽ 12—13	10—3
▽ 13—14	3

Для снятия больших припусков рационально применять крупнозернистый, а малых припусков — мелкозернистый абразивно-доводочный материал.

Из мягких притирочных материалов наибольшее распространение получили пасты ГОИ (табл. 124).

Тонкая паста ГОИ является лучшим притирочным материалом для отделочных операций при ручной притирке.

Использование этих паст обеспечивает также повышение износоустойчивости обработанных деталей, так как на их поверхности не остается включений твердых аб-

Таблица 124

Состав паст ГОИ

Сорт	Цвет	Содержание по весу, в %							Шлифующая (притирочная) способность (номер пасты), в мкм
		окиси хрома	силикагеля	растительного жира	олеиновой кислоты	двууглекислотной соды	керосина	стеарина	
Грубая	Светло-зеленая	86	2	5	—	—	2	5	50
		85	2	5	—	—	2	6	40
		81	2	5	—	—	2	10	35, 30, 25, 20
Средняя	Темно-зеленая	80	2	10	—	—	2	6	15
		75	2	10	—	—	2	11	10
Тонкая	Черная с зеленоватым оттенком	75	1,8	10	2	0,2	2	9	7
		73	1,8	10	2	0,2	2	11	4
		70	1,8	10	2	0,2	2	14	1

разивных материалов, способствующих изнашиванию. При механической притирке микропорошки М20, М14 и М10 более про-

изводительны, чем грубая и средняя пасты ГОИ, использование которых оправдывает себя при индивидуальной ручной притирке.

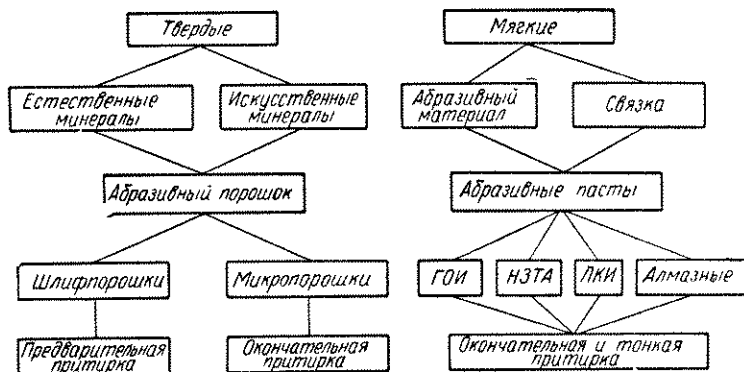


Рис. 95. Абразивно-доводочные материалы.

3. ПРИТИРЫ

Притиры изготовляют из различных металлов и неметаллических материалов, а также из твердых и вязких пород дерева.

К материалам, идущим для изготовления притиров, предъявляются следующие основные требования: материал притира должен быть немного мягче обрабатываемого материала, хорошо шаржироваться¹, не должен иметь раковин и пузырей, отличаться удовлетворительной износостойкостью и невысокой стоимостью.

Наиболее распространенным в производственной практике материалом для притиров является серый чугун твердостью *НВ*

100—200. Для тонких и длинных притиров используют углеродистые стали марок сталь 2 и сталь 3. Твердость этих сталей для притиров должна быть *НВ* 150—200. В качестве материалов для притиров применяют также медь и медные сплавы.

Из неметаллических материалов для изготовления притиров используют стекло, текстолит и стеклотекстолит.

Притиры для черновых и предварительных операций рекомендуется выполнять из более мягких материалов, чем для чистовых (табл. 125).

Форма и размеры притиров зависят от конфигурации и размеров обрабатываемой поверхности. Основные типы притиров для притирки и доводки поверхностей приведены в табл. 126.

¹ То есть внедряться в поверхность притира на некоторую глубину, образуя абразивный слой притира.

Таблица 125

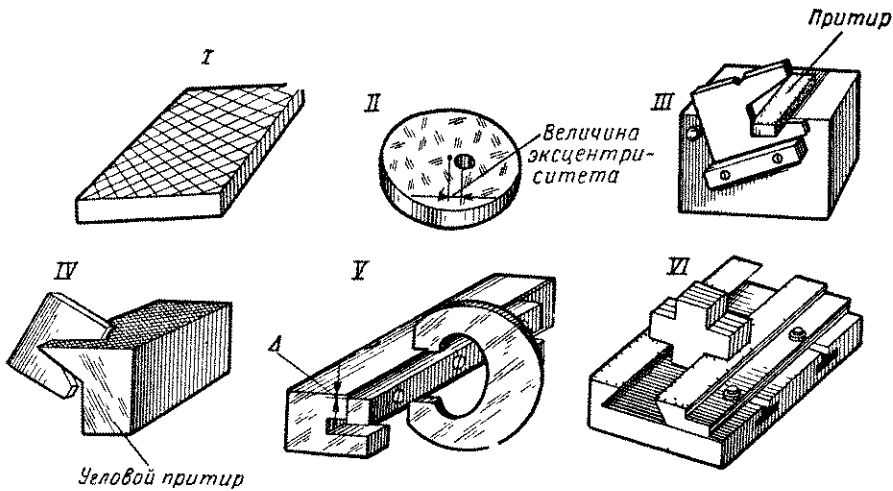
Влияние материала притира и абразивно-доводочных материалов на чистоту обработанной поверхности

Абразивно-доводочные материалы	Притир из серого чугуна				Притир из меди		Притир из текстолита		Притир из оптического стекла							
	Материал обрабатываемой детали															
	сталь НВ < 250	сталь НВ > 250	бронза	чугун	дуралюмин	силумин	сталь НВ до 250	сталь НВ свыше 250	сталь НВ до 250	сталь НВ свыше 250	бронза	чугун	дуралюмин	силумин		
Шлифпорошок из электрокорунда нормального М40 с дизельным топливом . . .	▽8	▽9	▽8	▽8	▽8	▽8	—	—	—	—	▽9	▽10	▽11	▽9	▽9	
Микропорошок из электрокорунда нормального М28 с дизельным топливом или 20-микронная паста	▽9	▽9	▽8	▽8	▽8	▽8	▽9	▽10	▽11	▽9	▽9	▽10	▽11	▽9	▽9	
Микропорошок из электрокорунда нормального М14 с дизельным топливом или 14-микронная паста	▽9	▽10	▽9	▽9	▽9	▽9	—	—	—	—	▽10	▽10	▽11	▽10	▽10	
Т-микронная паста с дизельным топливом	▽9	▽9	▽8	▽8	▽8	▽8	▽10	▽11	▽12	▽10	▽11	▽10	▽10	▽10	▽10	
3—4-микронная паста с дизельным топливом	▽9	▽9	▽8	▽8	▽8	▽8	—	—	▽12	▽10	▽12	▽11	▽12	▽11	▽11	

Таблица 126

Основные типы притиров

Притиры для плоскостей



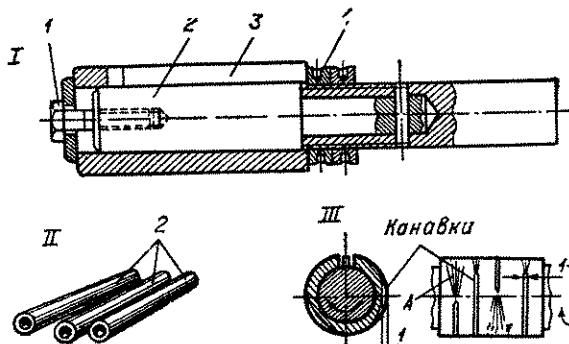
Неподвижные плиты-притиры с канавками (поз. I) применяют для предварительной, а гладкие — для окончательной притирки. Наиболее широкое распространение получили плиты с одинарными взаимно пересекающимися канавками. Наличие канавок на поверхности плиты-притира ускоряет процесс доводки, однако качество обработанной таким притиром поверхности ниже, чем обработанной гладким притиром.

Размеры плит-притиров зависят от размеров обрабатываемых деталей. Для машинной притирки чаще всего используют диски-притиры (поз. II).

Для доводки плоскостей и граней измерительных инструментов применяют плоские притиры в виде брусков (поз. III), угловые (поз. IV) и др.

Для одновременной притирки нескольких плоскостей используют комбинированные притиры, состоящие из нескольких простых притиров, или универсальные регулируемые притиры. В поз. V приведен пример комбинированного притира для одновременной доводки проходной и непроходной сторон скобы, а в поз. VI — универсальный регулируемый притир для доводки граней высотометров.

Притиры для внутренних цилиндрических поверхностей



По устройству притиры для доводки отверстий делятся на нерегулируемые (неразжимные) и регулируемые (разжимные).

Нерегулируемые притиры применяются для обработки отверстий малых диаметров.

Регулируемые притиры имеют разжимное устройство для увеличения наружного диаметра в процессе притирки.

Простейший регулируемый притир представляет собой разрезную втулку, надетую

на оправку с конусной посадочной частью. С целью изменения рабочего диаметра втулки-притира ее передвигают вдоль оправки, осторожно ударяя мягким предметом по торцу разрезной втулки.

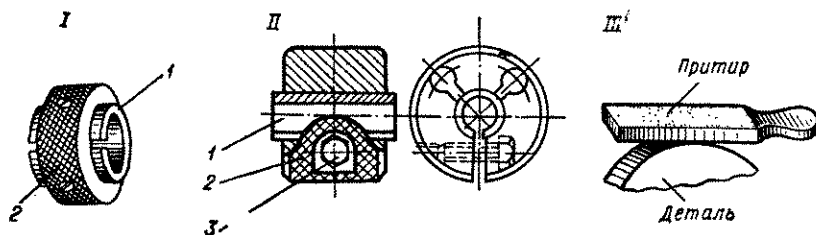
У более совершенного притира (поз. I) перемещение разрезной втулки-притира 3 по конусной оправке 2 осуществляется с помощью регулировочных гаек 4 и прижимного болта 1.

Втулки-притиры 2 с гладкой наружной поверхностью применяют для окончательной притирки (поз. II), а втулки со спиральными или эксцентричными (поз. III) канавками — для предварительной притирки.

Нанесенная на такой притир паста выжимается из зоны А и равномерно распределяется по поверхности притира.

Длина чистового притира принимается равной 0,5—0,75 длины притираемого отверстия. Диаметр притира должен быть на 0,01—0,025 мм меньше диаметра отверстия, подготовленного под притирку.

Притиры для наружных цилиндрических поверхностей



Для наружных цилиндрических поверхностей притиром служат разрезные втулки I из мягких металлов (поз. I и II). Наибольшее распространение получили втулки из серого чугуна марки СЧ18-36 или СЧ21-40, реже применяются втулки из красной меди и латуни. Для окончательной притирки отверстий с высокими требованиями по шероховатости поверхности служат втулки из дуба, бука и других твердых пород дерева.

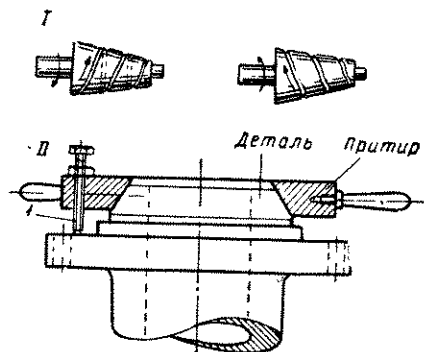
Отверстие втулки-притира должно быть чисто обработано и иметь правильную геометрическую форму.

Диаметр отверстия чистового притира обычно на 0,01—0,04 мм больше диаметра притираемой детали, диаметр же чернового притира больше диаметра детали на 0,1—0,15 мм. Длина притира составляет 0,5—0,8 длины детали.

Для сжатия притира и плотного соприкосновения его с притираемой поверхностью используют различные держатели 2, позволяющие с помощью болта 3 регулировать диаметр рабочей поверхности притира (см. поз. II).

Иногда для притирки цилиндрических наружных поверхностей применяют плоские притиры, имеющие форму напильника (поз. III).

Притиры для конических поверхностей



Притир для конического отверстия изготавливается в виде чугунной (реже медной) оправки (поз. I), размеры и форма которой соответствуют размерам и форме притираемого отверстия.

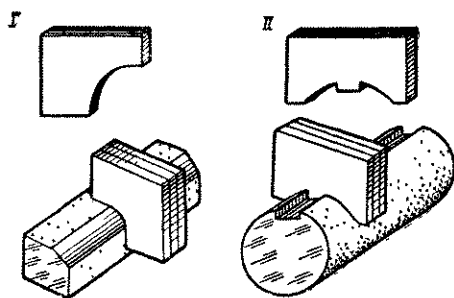
Спиральные канавки (шириной 1—2 мм) должны иметь такое направление, чтобы при вращении притира абразив и масло или паста перемещались по ним в направлении от большего диаметра к меньшему.

Притир закрепляют между центрами токарного станка и сообщают ему вращение, а деталь осторожно перемещают вперед и назад вдоль притира.

Притир для наружной конической поверхности имеет вид конусной втулки (поз. II). Чтобы избежать перекашивания, притир снабжен тремя регулировочными болтами 1, которые предварительно точно устанавливают по шупу или плиткам.

Продолжение табл. 126

Притиры для фасонных поверхностей



Притиры для доводки фасонных поверхностей должны быть пригодны для одновременной доводки всех элементов профиля.

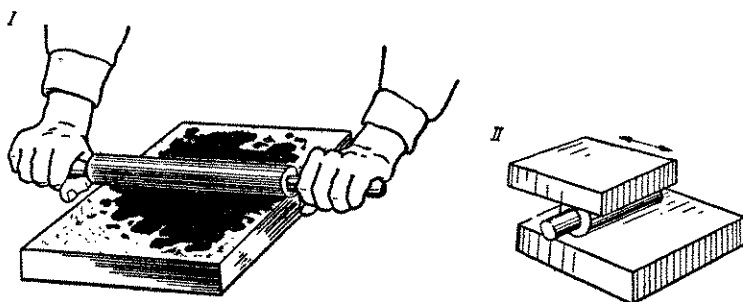
Примеры простейших профильных притиров показаны в поз. I — для обработки радиусного калибра и в поз. II — для обработки шпоночного калибра.

4. ПРАКТИКА ПРИТИРКИ

Таблица 127

Приемы притирки

Подготовка притира и обрабатываемой поверхности



Перед началом работы притираемую поверхность и притир промывают в бензине или керосине и насухо протирают ветошью.

При притирке деталей твердым абразивом необходимо покрыть притир абразивным порошком — шаржировать его.

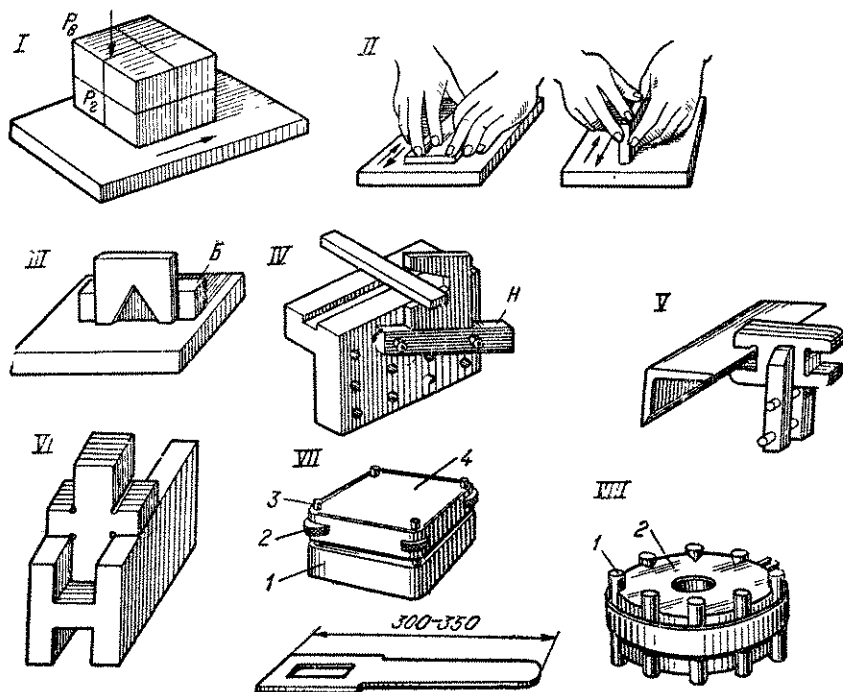
Существуют два способа шаржирования притиров: прямой и косвенный. При прямом способе абразивный порошок вдавливается в притир до работы. Плоский притир шаржируют с помощью закаленного бруска или ролика, а притиры-плиты — сильным нажатием стального валика, катая его по плите (поз. I). Уложенный на плиту абразив будет при этом вдавливаясь в ее поверхность. Круглые притиры катают между двумя твердыми стальными плитами (поз. II) до тех пор, пока абразив не будет равномерно вдавлен по всей поверхности притира.

При косвенном способе абразивным порошком покрывают не притир, а притираемую поверхность детали. Абразивный порошок вдавливается в притир в процессе доводки. Притир должен быть изготовлен из более мягкого материала, чем притираемая деталь.

Точность доводки притиром, шаржированным прямым способом, выше точности, получаемой притиром, шаржированным косвенным способом.

При притирке мягкими абразивными материалами слой пасты в полужидком состоянии равномерным слоем свободно наносится на притир.

Притирка плоскостей



Доводка плоских поверхностей производится двумя методами: прямолинейных проходов и круговой подачи.

При первом способе обрабатываемые детали совершают прямолинейные продольные поступательные движения, сочетаемые с незначительными поперечными перемещениями. При втором методе вращательное движение детали сочетается с ее вращательно-поступательным перемещением.

Обработку плоскостей вручную можно вести поочередно, прибегая то к одному, то к другому методу.

Притираемые плоскости не должны иметь завалов и перекосов. Это достигается правильным распределением сил, прилагаемых в процессе притирки, и расположением центра тяжести обрабатываемой детали. Вертикальная сила P_v (поз. I) должна быть перпендикулярной к поверхности притира, а точка ее приложения находится не в центре обрабатываемой поверхности, а несколько ближе к работающему. Горизонтальную силу P_h , создающую рабочий ход, прилагают по возможности ниже.

Центр тяжести детали должен располагаться возможно ниже и быть в центре обрабатываемой поверхности. Иногда для уравнивания детали применяют специальные противовесы.

Повышению качества притираемой поверхности содействует правильное положение рук при ручной притирке. В поз. II показано положение рук при притирке точных широких, а также узких поверхностей.

При притирке узких граней деталей для устойчивости применяют вспомогательные бруски B (поз. III) или специальные направляющие приспособления H (поз. IV).

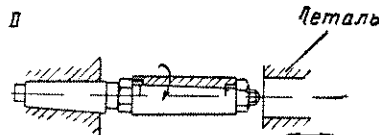
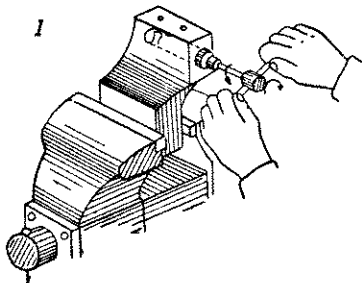
При одновременной притирке граней нескольких деталей их собирают в пакет и скрепляют струбцинами (поз. V) или склеивают специальными клеями (поз. VI).

Доводку плоскостей тонких деталей осуществляют также при помощи различных приспособлений.

В поз. VII изображено приспособление для притирки измерительных плиток толщиной 1—8 мм. Оно состоит из двух точных чугунных плит 1 и 4, связанных между собой винтами 3 и гайками 2, при помощи которых можно регулировать с высокой точностью расстояние между верхней и нижней плитами. В зазор между плитами помещают рамку с рукояткой (см. внизу поз. VII), в гнезда которой вставляют притираемые плитки.

В поз. VIII приведено многоместное приспособление для доводки мерок (штих-масов) к микровинтам. Мерки 1 устанавливают на оправку 2, в которой сделано 10 вырезов призматической формы, и закрепляют хомутом 3. Притирают сразу весь набор штихмасов.

Притирка внутренних цилиндрических поверхностей



Притирку отверстий осуществляют двумя способами: при помощи притира и взаимной доводкой сопрягаемых поверхностей. При доводке притиром его поверхность шаржируют абразивно-доводочными материалами, а затем вводят в обрабатываемое отверстие и ведут притирку.

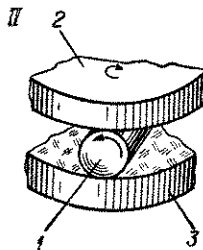
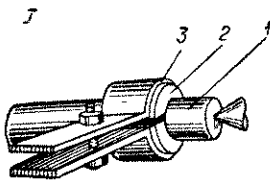
При помощи притиров обрабатывают отверстия с большими припусками.

Взаимную доводку сопрягаемых деталей производят тонкими пастами, наносимыми на рабочие поверхности деталей.

Ручная притирка отверстий (поз. I) является малопроизводительной и тяжелой операцией, но она успешно заменяется полумеханизированной и механизированной притиркой.

При полумеханизированной притирке отверстия (поз. II) притир в виде разрезной втулки вращается, а притираемая деталь получает возвратно-поступательное движение от руки рабочего.

Притирка наружных цилиндрических поверхностей



Притирка наружных поверхностей тел вращения может осуществляться по методу врезания и по методу обкатывания.

При притирке по методу врезания (поз. I) обрабатываемую деталь 1 закрепляют в шпинделе доводочной бабки или токарного станка, а кольцо-притир 2 помещают в держатель 3,

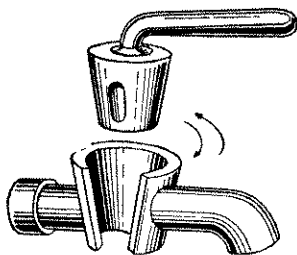
насаживают на обрабатываемую деталь и удерживают в процессе доводки рукой. При этом деталь совершает вращательное движение, а кольцо-притир — возвратно-поступательное, осуществляемое доводчиком вручную.

При притирке по методу обкатывания (поз. II) обрабатываемую деталь 1 помещают между двумя дисками-притирами 2 и 3, один из которых совершает вращательное движение, а другой — вращение в обратном направлении или остается неподвижным. Помимо этого, в процессе обработки деталь совершает незначительное по величине возвратно-поступательное перемещение. Притирка методом обкатывания производится на притирочных станках.

Скорость вращения детали при притирке обычно составляет 10—30 м/мин. Притир перемещается руками вдоль обрабатываемой детали со скоростью примерно 30—40 двойных ходов в минуту и одновременно периодически поворачивается вправо и влево.

При обработке плоским притиром детали сообщают вращательное движение, а притир накладывают на поверхность и сообщают ему от руки возвратно-поступательное движение по касательной к детали и одновременно перемещают вправо и влево вдоль ее образующей.

Притирка конических поверхностей



Притирка конических поверхностей производится специальными притирами-пробками, имеющими канавки для удержания абразивного материала.

Нанеся на притир ровным слоем смазку с разведенным в ней абразивным порошком (или пасту ГОИ), вводят притир в отверстие или накладывают на обрабатываемый конус и вручную воротком или коловоротом сообщают ему вращение вокруг оси. Можно вести обработку также на токарном или сверлильном станке.

Конические поверхности таких деталей, как краны и клапана, как правило, притираются не с помощью специальных притиров, а по взаимно сопрягающимся поверхностям двух деталей.

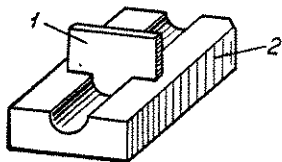
Другим отличием процесса притирки конических поверхностей по сравнению с притиркой цилиндрических является то, что вместо возвратно-поступательного движения вращающегося притира (или детали) осуществляется возвратно-поворотное движение притираемых деталей с периодическим отрывом их друг от друга.

При ручной притирке конических деталей одна из них устанавливается неподвижно, а другой (чаще пробке) сообщается переменное вращательное движение вправо и влево с одновременным периодическим отводом ее для прекращения соприкосновения трущихся поверхностей. При этом необходимо, чтобы угол поворота в одну сторону (например, вправо) был несколько больше угла поворота в другую сторону (влево). Притертые таким образом поверхности отличаются более высокой точностью геометрической формы и обеспечивают плотное прилегание и непроницаемость для жидкостей.

Угол поворота за один двойной ход обычно составляет 90° — 120° .

При притирке конической пробки крана по гнезду (отверстию) поступают так. На кран наносят слой средней пасты ГОИ, вставляют его в гнездо и вращают то в одну, то в другую сторону, следя за тем, чтобы притирка происходила по всей поверхности крана и гнезда. Для проверки качества притирки нужно провести мелом черту вдоль образующей крана и затем, вставив его в гнездо, повернуть вокруг оси. Если притирка сделана хорошо, то меловая черта сотрется равномерно по всей образующей крана.

Притирка фасонных поверхностей



Все элементы профиля фасонной поверхности притираются одновременно, для чего применяют специальные профильные притиры, форма и размеры которых соответствуют формам и размерам притираемых поверхностей. Притиры обычно изготавливаются из чугуна. Притираемая деталь 1 перемещается по рабочей поверхности притира 2.

5. МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРИТИРКИ

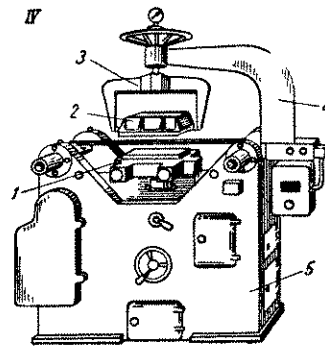
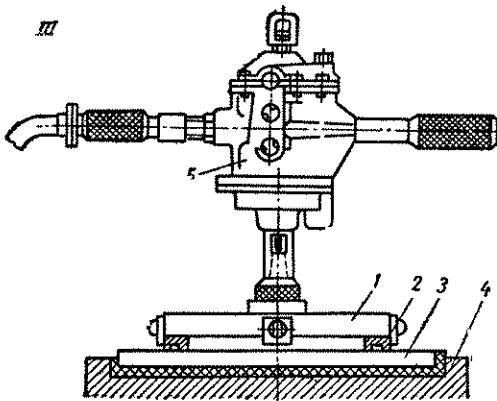
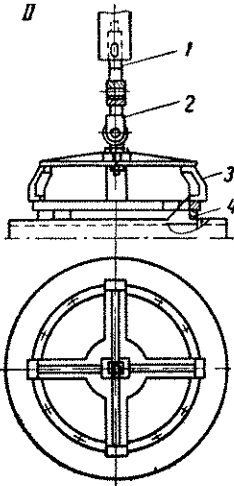
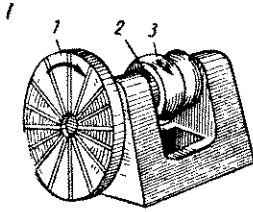
Ручная и даже полумеханизированная притирка представляет собой тяжелую и малопродуктивную операцию, поэтому ее, как правило, заменяют притиркой на станках или с помощью специальных приспособлений. Основные способы механизации притирочных работ указаны в табл. 128. При сравнительно небольших объемах

производства для механизированной притирки может быть применено универсальное металлорежущее оборудование. Способ использования этого оборудования и характер его оснащения и подготовки для выполнения притирочных работ определяются в основном видом и размерами притираемых поверхностей.

Таблица 128

Способы механизации притирочных работ

Механизация притирки плоскостей



Притирка плоскостей на доводочных бабках. Доводочная бабка, показанная в поз. I, элементарно проста по конструкции. При доводке деталь слегка прижимают к плоскости притирочного диска 1 и медленно перемещают ее от центра диска к его краю и обратно, периодически поворачивая деталь в плоскости диска. Шпиндель доводочной бабки 2 через шкив 3 приводится в движение от электродвигателя.

На вращающихся дисках-притирах осуществляют предварительную притирку.

Притирка на универсальных станках. Притирка плоскостей осуществляется главным образом на сверлильных станках. В поз. II показано приспособление для притирки плоских деталей на вертикально-сверлильном станке модели 2A125, которое применяется для притирки больших кольцевых поверхностей. Приспособление состоит из крестообразной головки 3 с притиром (чугунным кольцом) 4, двойного шарнира 2 и конусного хвостовика 1. Притираемая деталь закрепляется на столе, а приспособление устанавливается в шпинделе сверлильного станка.

После нанесения на притираемую поверхность соответствующей пасты включают станок и путем осторожного опускания шпинделя доводят притир до соприкосновения с этой поверхностью. В процессе обработки притираемую поверхность периодически промывают и смазывают новым слоем пасты.

Применение механизированного инструмента для притирки плоскостей. В поз. III изображена схема применения пневматической машинки для механизированной притирки торцовых поверхностей уплотнительных колец арматуры. Притираемое кольцо 2 устанавливается в специальную обойму 1, вставляемую в шпиндель пневматической машинки 5. Зажимная обойма 1 выпол-

няется сменной для обеспечения возможности притирки колец разных размеров. Притир 3 укладывается на специальную подставку 4.

При предварительной притирке в качестве притира используется чугунная плита, а при окончательной — стеклянная плита с применением пасты ГОИ. Механизация

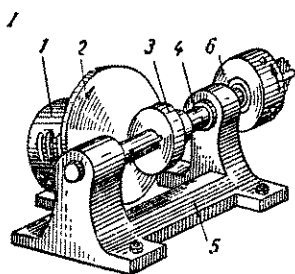
притирки по этой схеме обеспечила повышение качества сопряжений, а также производительности труда.

Притирка плоскостей на специальных станках. Имеется ряд конструкций станков для доводки плоскостей. В поз. IV показан один из таких станков. Здесь притирка осуществляется с помощью плит-притиров, шаржированных абразивно-доводочными материалами.

На станине 5 станка смонтирован кронштейн 4 с нагрузочным устройством 3, на котором закреплена верхняя плита 2. Нижняя плита 1 расположена на столе.

Процесс доводки на станке осуществляется следующим образом. Между двумя неподвижными чугунными плитами-притирами размерами 350×400 мм движется лента из тонкой листовой стали, а в гнезда ленты заложены детали. Лента имеет продольное движение и незначительное по величине поперечное возвратно-поступательное перемещение, благодаря чему происходит равномерная доводка.

Механизация притирки цилиндрических поверхностей



Бабка для доводки цилиндрических поверхностей (поз. I) состоит из вращаемого электродвигателем 1 фрикционного диска 2, приводящего в движение ролик 3, который может скользить по шпонке вдоль шпинделя 4, смонтированного в бабке 5. На шпиндель навернут зажимной патрон 6.

При изменении расстояния от ролика 3 до оси фрикционного диска 2 изменяется число оборотов шпинделя и окружная скорость закрепленной в патроне детали 4. Перемещение притира производится вручную.

Для механизации притирки цилиндрических деталей используются и простые сверлильные станки. В поз. II показан общий вид сверлильного станка, специально приспособленного для притирки. Здесь возвратно-поступательное движение притира 1, соединенного со шпинделем станка через двойной шарнир 2, осуществляется при помощи кривошипного механизма 3.

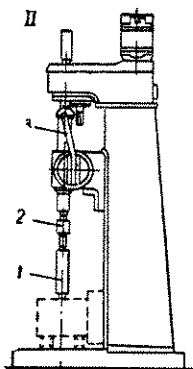
Переключение движения шпинделя вверх и вниз может быть механизировано с помощью упоров и конечных переключателей.

В серийном и массовом производстве притирку осуществляют на специальных притирочных станках (например, на вертикально-доводочных двухдисковых станках типов ЗА814 и З816), а для доводки внутренних поверхностей отверстий применяют станок типа ОФ-26А.

Доводочные станки для обработки наружных поверхностей тел вращения — это, как правило, универсальные станки: на них осуществляют также доводку плоских поверхностей. Основными режущими инструментами, используемыми при работе на этих станках, являются диски-притиры, шаржированные

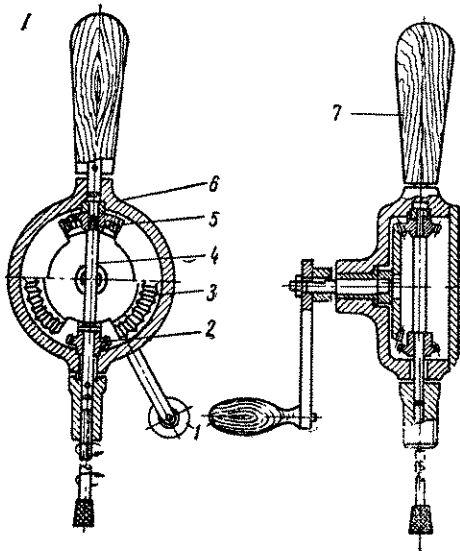
абразивно-доводочными материалами, или абразивные диски. Станки для доводки наружных цилиндрических поверхностей снабжаются специальными приспособлениями (сепараторами) для укладки обрабатываемых деталей.

Станки для доводки отверстий по внешнему виду напоминают сверлильные. В качестве режущего инструмента используют круглые притиры, шаржированные абразивно-доводочными материалами. Форма и размеры притиров близки к форме и размерам обрабатываемого отверстия. Станки для доводки отверстий снабжаются специальными приспособлениями для крепления притира.



Продолжение табл. 128

Механизация притирки конических поверхностей



Наиболее простыми по конструкции приспособлениями для механизации притирки клапанов и пробок кранов являются обычные коловороты и специальные приспособления типа ручных дрейлей.

В корпусе 6 помещается диск 3 с тремя коническими зубчатыми секторами. При вращении рукоятки 1 зубчатые секторы поочередно зацепляются с коническими зубчатыми колесами 2 и 5, насаженными на шпинделе 4. Приспособление при работе держат левой рукой за ручку 7. Клапан или притираемую пробку закрепляют в шпинделе приспособления.

В небольших ремонтных мастерских притирку клапанов выполняют при помощи обычного коловорота, снабженного наконечником, входящим в прорезь на торце тарелки клапана.

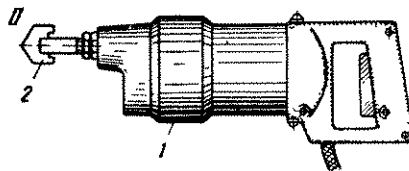
Для притирки на стержень клапана надевают слабую пружину так, чтобы она поднимала тарелку клапана

на 5—10 мм над гнездом, затем на фаску клапана наносят притирочный материал и вставляют клапан в направляющую втулку. Далее при помощи коловорота клапан вращают вправо и влево на $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ оборота, постепенно поворачивая его кругом. При каждой перемене направления коловорот приподнимают на 2—4 мм, при этом под действием пружины приподнимается и клапан. Через каждые 20—30 поворотов на клапан наносят новую порцию притирочного материала.

Притирку заканчивают при появлении на фасках клапана и гнезда сплошного матового пояса нужной ширины. После удаления с клапана и гнезда остатков притирочных материалов сопрягаемые поверхности зачищают окончательно, производя притирку на чистом машинном масле. Доводку выполняют за несколько (5—8) возвратно-вращательных движений коловорота, после чего проверяют качество обработки.

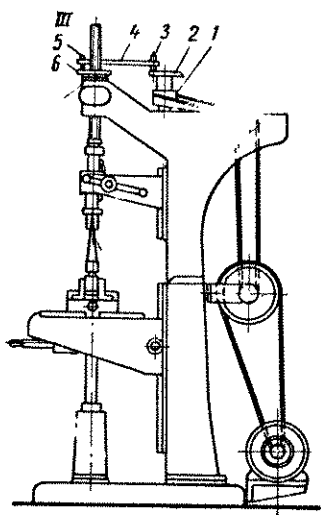
Преимущество этого способа притирки — простота применяемого инструмента и возможность использования его в любых условиях.

Существенными недостатками способа являются невысокая производительность и быстрая утомляемость рабочего.



Заметно большую производительность труда при притирке обеспечивают специальные механизированные инструменты типа пневмо- и электросверлилок. В поз. II показана ручная электрическая дрель, применяемая для притирки клапанов двигателей внутреннего сгорания. Шпиндель 1 этой дрели совершает возвратно-поворотное (колебательное) движение на 90° . Число таких колебаний — около 400 в минуту. На конце шпинделя закрепляется поводок 2 для передачи движения клапану.

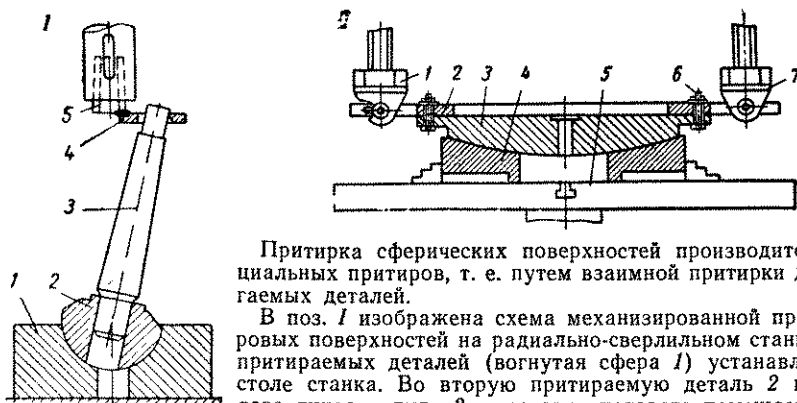
При сравнительно небольших объемах производства для механизированной притирки конических поверхностей может быть использовано и универсальное металло-режущее оборудование.



В поз. III изображен сверлильный станок, приспособленный для притирки конических и других поверхностей. Возвратно-поворотное движение шпинделя станка на угол 120° обеспечивается шкивом 1 с кривошипным механизмом, состоящим из дисков 2 и 6 со вставленными в них пальцами 3 и 5 и рычага 4. В остальном конструкция станка и его привода сохраняются без изменения.

В серийном и массовом производстве для притирки конических поверхностей широко используются специальные притирочные станки, наиболее производительные из которых осуществляют одновременную притирку нескольких деталей.

Механизация притирки сферических поверхностей



Притирка сферических поверхностей производится без специальных притиров, т. е. путем взаимной притирки двух сопрягаемых деталей.

В поз. I изображена схема механизированной притирки шаровых поверхностей на радиально-сверлильном станке. Одна из притираемых деталей (вогнутая сфера 1) устанавливается на столе станка. Во вторую притираемую деталь 2 вставляется деревянное водило 3, хвостовик которого помещается в кольце 4, приваренном к конусной втулке 5.

Осуществление этой простой схемы позволило повысить производительность труда по сравнению с ручной притиркой в 7 раз.

В поз. II показана схема механизированной притирки на карусельном станке шаровой пята с радиусом сферы 1500 мм. Нижняя стальная притираемая деталь 4 устанавливается на планшайбе станка 5, а сопрягающаяся с ней верхняя чугунная деталь 3 свободно накладывается на нее и прикрепляется болтами 6 к рычагу 2, соединенному со штосселями (резьбедержателями) 1 и 7 станка.

При вращении детали 4 в результате соответствующих перемещений штосселей вверх и вниз деталь 3 получает необходимые для притирки перемещения по сфере в пределах $\pm 30^\circ$.

Применение механизированной притирки для окончательной обработки детали в данном случае позволило устранить трудоемкое и весьма утомительное ручное шабрение.

РАЗДЕЛ ТРИНАДЦАТЫЙ

СВЕРЛЕНИЕ, ЗЕНКЕРОВАНИЕ И РАЗВЕРТЫВАНИЕ

1. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ

Различные виды обработки отверстий, к которым приходится прибегать слесарю, приведены в табл. 129.

Сверление и рассверливание являются основными методами обработки отверстий, применяемыми слесарями.

Обработка отверстий диаметром больше 30 мм производится двумя сверлами. Диаметр первого сверла обычно принимается равным 16—20 мм.

Отверстия, полученные отливкой или штамповкой, рассверливать не рекомендуется, так как при обработке таких отверстий в результате неравномерного распределения припуска сверло сильно уведет, и оно может сломаться.

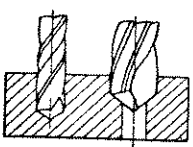
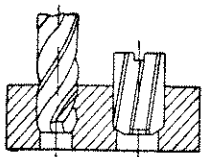
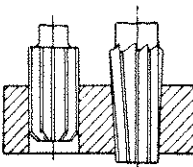
Зенкерование является процессом более производительным, чем процесс рассверливания.

Так как у зенкера (см. рис. 120) имеются три или четыре направляющие ленточки (вместо двух у сверла), что улучшает его направление в отверстие, а также благодаря большей его жесткости ось отверстия после зенкерования получается более прямой, а само отверстие более точным, чем после обработки сверлом.

Зенкерование является процессом получистовой обработки отверстий. Обычно зенкером обрабатывают (после сверла) отверстия 2-го и 3-го классов точности перед их развертыванием.

Таблица 129

Основные виды обработки отверстий

Операция	Схема обработки	Технологические возможности
Сверление		Сверление сквозных и глухих цилиндрических отверстий диаметром от 0,15 до 80 мм в сплошном материале. Точность обработки 5-й класс. Шероховатость обработанной поверхности соответствует 3—4-му классам чистоты
Зенкерование		Зенкерование цилиндрических и конических отверстий, полученных (предварительно) отливкой, прошивкой, штамповкой или сверлением. Точность обработки 3—4-й классы. Шероховатость обработанной поверхности соответствует 4—5-му классам чистоты
Развертывание		Окончательная обработка точных и чистых цилиндрических и конических отверстий (обычно после зенкерования или рассверливания). Точность обработки 2—3-й классы. Шероховатость обработанной поверхности соответствует 5—7-му классам чистоты

Продолжение табл. 129

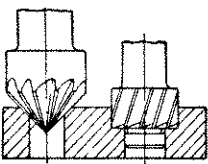
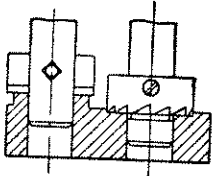
Операция	Схема обработки	Технологические возможности
Зенкование		Зенкование отверстий под потайные, полупотайные и цилиндрические головки винтов и заклепок. Шероховатость обработанной поверхности соответствует 4—6-му классам чистоты
Торцевание (цекование)		Обработка торцевых поверхностей (на выходе отверстий) под головки винтов, болтов, шайб, гаек и т. п. Шероховатость обработанной поверхности соответствует 4—5-му классам чистоты

Таблица 130

**Последовательность обработки отверстий 2—4-го классов точности
на сверлильных станках**

Диаметр отверстия, в мм	Заготовка под отверстие	Последовательность переходов		
		Классы точности		
		2-й	3-й	4-й
До 10	Сплошной материал	Сверление, развертывание получистовое, развертывание чистовое	Сверление, развертывание	Сверление
От 10 до 30	Сплошной материал	Сверление, зенкерование, развертывание получистовое, развертывание чистовое	Сверление, зенкерование, развертывание	Сверление, зенкерование или развертывание
	Отлитое или прошитое отверстие с припуском до 4 мм на диаметр Отлитое или прошитое отверстие с припуском свыше 4 мм на диаметр	Зенкерование, развертывание получистовое, развертывание чистовое Зенкерование черновое, зенкерование получистовое, развертывание получистовое, развертывание чистовое	Зенкерование, развертывание Зенкерование черновое и получистовое, развертывание	Зенкерование Зенкерование черновое, зенкерование чистовое
От 30 до 100	Сплошной материал	Сверление, рассверливание, развертывание получистовое, развертывание чистовое	Сверление, рассверливание, зенкерование, развертывание	Сверление, рассверливание
	Отлитое или прошитое отверстие с припуском до 6 мм на диаметр Отлитое или прошитое отверстие с припуском свыше 6 мм на диаметр	Зенкерование, развертывание получистовое, развертывание чистовое Зенкерование черновое, зенкерование получистовое, развертывание получистовое, развертывание чистовое	Зенкерование, развертывание Зенкерование черновое, зенкерование получистовое, развертывание	Зенкерование Зенкерование

Таблица 131

Номинальные диаметры инструмента для обработки отверстий

Номинальный диаметр отверстия, в мм	2-й класс точности			3-й класс точности			4-й класс точности		
	Отверстие в сплошном материале			Отверстие в сплошном материале			Отверстие в сплошном материале		
	Литое или горячештампованное отверстие			Литое или горячештампованное отверстие			Литое или горячештампованное отверстие		
	Диаметр инструмента, в мм			Диаметр инструмента, в мм			Диаметр инструмента, в мм		
	сверла		развертки	сверла		развертки	сверла		развертки
	под зенкер	под раз- вертку		под зенкер	под раз- вертку		под зенкер	под раз- вертку	
1,5	1,4	1,4	—	1,4	1,4	—	1,5	—	—
2	1,9	1,9	—	1,9	1,9	—	2,0	—	—
2,5	2,4	2,4	—	2,4	2,4	—	2,5	—	—
3	2,9	2,9	—	2,9	2,9	—	3,0	—	—
4	3,9	3,9	—	3,9	3,9	—	4,0	—	—
5	4,8	4,8	—	4,8	4,8	—	5,0	—	—
6	5,8	5,8	—	5,8	5,8	—	6,0	—	—
8	7,8	7,8	—	7,8	7,8	—	8,0	—	—
9	8,7	8,7	—	8,7	8,7	—	9,0	—	—
10	9,7	9,7	—	9,7	9,7	—	10,0	—	—
11	10,7	10,7	—	10,7	10,7	—	10,7	—	—
12	10,7	11,7	11,0	10,7	11,7	11,0	11,0	—	—
13	11,7	12,7	12,0	11,7	12,7	12,0	11,7	12	13
14	12,7	13,7	13,0	12,7	13,7	13,0	12,7	13	14
15	13,7	14,7	14,0	13,7	14,7	14,0	13,7	14	15
16	14,25	15,5	15,0	14,25	15,5	15,0	14,25	15	16
17	15,25	16,5	16,0	15,25	16,5	16,0	15,25	16	17
18	16,25	17,5	17,0	16,25	17,5	17,0	16,25	17	18
19	16,5	18,5	18,0	16,5	18,5	18,0	16,5	18	19
20	17,5	19,5	19,0	17,5	19,5	19,0	17,5	19	20
21	18,5	20,5	20,0	18,5	20,5	20,0	18,5	20	21
22	19,5	21,5	21,0	19,5	21,5	21,0	19,5	21	22
23	20,5	22,5	22,0	20,5	22,5	22,0	20,5	22	23
24	21,5	23,5	23,0	21,5	23,5	23,0	21,5	23	24
25	22,5	24,5	24,0	22,5	24,5	24,0	22,5	24	25
26	23,5	25,5	25,0	23,5	25,5	25,0	23,5	25	26
28	25,5	27,5	27,0	25,5	27,5	27,0	25,5	28	28
30	27,5	29,5	29,0	27,5	29,5	29,0	27,5	30	30

Развертывание является процессом получистой или чистовой обработки отверстий диаметром преимущественно до 100 мм.

Отверстия диаметром до 10 мм развертываются после сверления; при больших диаметрах отверстия обрабатываются зенкером и затем развертываются одной или двумя развертками.

Особенностью развертки как инструмента является то, что она не исправляет оси отверстия, а следует по оси уже просверленного или зенкерowanego отверстия. В отличие от развертки зенкер имеет зубья на торце, которые могут исправить ось отверстия (сделать ее перпендикулярной к плоскости детали).

К зенкованию прибегают при необходимости придать отверстиям форму, необходимую для головки винта. Вид применяемой зенковки зависит от формы головки винта (потайная или цилиндрическая).

Цекование, или торцевание, осуществляют зенковками (подрезками) под головку болта или под шайбу.

Количество и последовательность переходов при обработке отверстия устанавливаются в зависимости от требуемой его точности и размеров, а также от вида подготовки. Последовательность переходов при обработке отверстий 2—4-го классов точности приведена в табл. 130, а номинальные диаметры инструмента — в табл. 131.

Так, например, если в сплошном металле необходимо обработать отверстие диаметром 20А₃, то соответственно данным табл. 130 и 131 выбираем следующую последовательность обработки и размеры инструментов: сверление — сверлом диаметром 17,5 мм; зенкерование (или рассверливание) — зенкером (или сверлом) диаметром 19,8 мм; развертывание чистовое — разверткой диаметром 20А₃.

2. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СВЕРЛАХ

При сверлении сквозных и глухих отверстий в материалах разной твердости слесарю приходится пользоваться спиральными и режущими перовыми сверлами. Для сверления глубоких отверстий применяют пушечные, а также специальные сверла (см. табл. 135).

Сверла выполняются из углеродистой и быстрорежущей сталей. Из быстрорежущей стали обычно изготавливают только рабочую часть сверла, а из углеродистой — хвостовик, который приваривается встык к рабочей части сверла.

Некоторое распространение при сверлении чугунов и других твердых металлов получили сверла, оснащенные пластинками твердых сплавов. Пластинки в этих случаях припаиваются к корпусу сверла. Применяются также цельные твердосплавные спиральные сверла мелких размеров.

Сверла в зависимости от назначения имеют различные конструкции. Примерная

классификация сверл и область их использования приведены в табл. 132. Основные типы сверл и их размеры указаны в табл. 133—136.

Сверла с цилиндрическими хвостовиками закрепляются в патронах; сверла с коническими хвостовиками можно закреплять в конических отверстиях шпинделя или переходных втулок (см. табл. 147 и 148).

В табл. 137 приводятся рекомендации по выбору диаметра сверла для сверления отверстий под болты, винты, заклепки, шпильки, а также под резьбу. Так, например, для сверления отверстия под винт 4 мм рекомендуется сверло диаметром 3,3 мм, а под заклепку (при грубой сборке) — 4,5 мм.

Кроме сверл общего назначения, имеющих наибольшее распространение (см. табл. 132 и 134), в практике применяются также сверла специального назначения (см. табл. 135).

Таблица 132

Классификация и область применения основных типов сверл

Признаки классификации	Типы сверл	Применение
По способу крепления	С цилиндрическим хвостовиком С коническим хвостовиком	Для сверления отверстий малых и средних диаметров ($d = 0,25—20$ мм) при закреплении сверла в патроне Для сверления отверстий средних и больших диаметров ($d = 6—80$ мм) при закреплении сверла в шпинделе станка

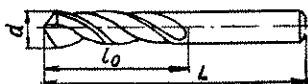
Продолжение табл. 132

Признаки классификации	Типы сверл	Применение
По длине сверла	Длинные	Для сверления длинных или удаленных от торца детали отверстий и для сверления через кондукторную втулку
	Короткие	Для сверления коротких отверстий
	С укороченной рабочей частью	Для сверления отверстий, требующих повышенной жесткости инструмента
По направлению стружечных канавок	С прямыми канавками	Для сверления отверстий длиной менее двух диаметров сверлами с пластинками из твердого сплава и отверстий в тонких листах из вязких материалов
	С косыми канавками	Для сверления отверстий в листах сверлами с пластинками твердого сплава
	С правой спиралью	Для большинства работ, выполняемых на сверлильных станках общего назначения
	С левой спиралью	При работе на токарных автоматах
По форме обрабатываемого отверстия	Цилиндрические	Для сверления цилиндрических отверстий постоянного размера
	Конические	Для сверления конических отверстий с конусностью 1:50 за один проход
	Многогранные	Для сверления отверстий с тремя, четырьмя и более гранями на сверлильном станке
	Ступенчатые	Для сверления концентричных отверстий, имеющих две и более ступени
	Торцовые (с прямой заточкой)	Для сверления глухих отверстий с плоским дном
	Центровочные	Для сверления центровых отверстий
По материалу режущей части	Из углеродистой или легированной инструментальной стали	Для сверления мягких материалов на станках небольшой мощности
	Из быстрорежущей стали	Для различных сверлильных работ
	С режущей частью из твердого сплава	Для сверления закаленной до высокой твердости стали, чугуна, титановых сплавов, стекла, эбонита и других материалов на станках с большой мощностью и жесткостью

Таблица 133

Основные типы спиральных сверл из углеродистой, легированной и быстрорежущей сталей марок У10А, У12А, ЭХС, Р9 и Р18

Сверла с цилиндрическими хвостовиками



А. Короткая серия (по ГОСТу 4010-64)

Основные размеры, в мм

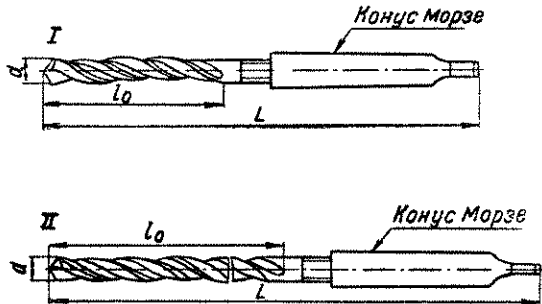
d	L	l_0	d	L	l_0
1,00; 1,05; 1,10; 1,15; 1,20	32	6; 7;	6,8; 6,9; 7,0; 7,1; 7,2; 7,3; 7,5	75	34
1,25; 1,30	32	8	7,6; 7,7; 7,8; 7,9; 8,0; 8,1; 8,2;	80	38
1,35; 1,40; 1,45; 1,50	36	9	8,3; 8,4; 8,5		
1,55; 1,60; 1,65; 1,70	36	10	8,6; 8,7; 8,8; 8,9; 9,1; 9,2; 9,3;	85	40
1,75; 1,80; 1,85; 1,90; 1,95;	38	11	9,4; 9,5		
2,00			9,6; 9,7; 9,8; 9,9; 10; 10,1;	90	45
2,05; 2,10	—	12	10,2; 10,3; 10,4; 10,5; 10,6		
2,15; 2,20; 2,25; 2,30; 2,35	40	13	10,7; 10,8; 10,9; 11,0; 11,1;	95	48
2,40; 2,45; 2,50; 2,55; 2,60;	42	14	11,2; 11,3; 11,4; 11,5; 11,7; 11,8		
2,65			11,9; 12,0; 12,1; 12,2; 12,3;	100	50
2,70; 2,75; 2,80; 2,85; 2,90;	45	16	12,4; 12,5; 12,6; 12,7; 12,8;		
2,95; 3,00			13,0; 13,1; 13,2		
3,10; 3,20; 3,30	50	18	13,3; 13,5; 13,7; 13,8;	105	55
3,40; 3,50; 3,60; 3,70	52	20	14,0		
3,80; 3,90; 4,00; 4,10; 4,20	55	22	14,25; 14,5; 14,75; 15,0	110	55
4,3; 4,4; 4,5; 4,6; 4,7	60	24	15,25; 15,5; 15,75; 16,0	115	60
4,8; 4,9; 5,0; 5,1; 5,2; 5,3	63	26	16,25; 16,50; 16,75; 17,0	120	60
5,4; 5,5; 5,6; 5,7; 5,8; 5,9; 6,0	65	28	17,25; 17,5; 17,75; 18,0; 18,25;	125	63
6,1; 6,2; 6,3; 6,4; 6,5; 6,6; 6,7	70	30	18,5; 18,75; 19,0		
			19,25; 19,5; 19,75; 20,0	130	65

Б. Средняя серия (по ГОСТу 10902-64)

Основные размеры, в мм

d	L	l_0	d	L	l_0
0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,45; 0,5	20	3; 4; 5	2,7; 2,75; 2,80; 2,85; 2,90; 2,95;	60	32
0,5; 0,55; 0,6; 0,65	22; 24;	6; 7; 8	3,00		
	26		3,10; 3,20; 3,30	65	36
0,80; 0,82; 0,85	30	10	3,40; 3,50; 3,60; 3,70	70	40
0,90; 0,92; 0,95	32	11	3,80; 3,90; 4,0; 4,10; 4,20	75	42
1,0; 1,05; 1,10; 1,15	34; 36	12; 14	4,3; 4,4; 4,5; 4,6; 4,7	80	45
1,20; 1,25; 1,30	38	16	4,8; 4,9; 5,0; 5,1; 5,2; 5,3	85	52
1,35; 1,40; 1,45; 1,50	40	18	5,4; 5,5; 5,6; 5,7; 5,8; 5,9; 6,0	95	60
1,55; 1,60; 1,65; 1,70	42	20	6,1; 6,2; 6,3; 6,4; 6,5; 6,6; 6,7	100	65
1,75; 1,80; 1,85; 1,90	45	22	6,8; 6,9; 7,0; 7,1; 7,2; 7,3; 7,5;	110	70
1,95; 2,00; 2,05; 2,10	50	24	7,6; 7,7; 7,8; 7,9; 8,0; 8,1; 8,2		
2,15; 2,20; 2,25; 2,30; 2,35	52	26	8,3; 8,4; 8,5	115	75
2,4; 2,45; 2,50; 2,55; 2,60; 2,65	55	30			

Продолжение табл. 133

Основные размеры, в мм					
d	L	l_0	d	L	l_0
8,6; 8,7; 8,8; 8,9; 9,0; 9,1; 9,2; 9,3; 9,4; 9,5	125	80	13,3; 13,5; 13,7; 13,8 14,0; 14,25; 14,5; 14,75; 15,0	160	110
9,6; 9,7; 9,8; 9,9; 10,0; 10,1; 10,2; 10,3; 10,4; 10,5; 10,6	135	90	15,25; 15,4; 15,5; 15,75; 16,0 16,25; 16,5; 16,75; 17,0	170	115
10,7; 10,8; 10,9; 11,0; 11,1; 11,2; 11,3; 11,4; 11,5; 11,7; 11,8	145	90	17,25; 17,4; 17,5; 17,75; 18,0 18,25; 18,5; 18,75; 19,0; 19,25 19,5; 19,75; 20,0	180	120
11,9; 12,0; 12,1; 12,2; 12,3; 12,4; 12,5; 12,6; 12,7; 12,8; 13,0; 13,1; 13,2	150	100		185	125
				195	130
				200	135
				205	140
В. Длинная серия (по ГОСТу 886-64)					
Основные размеры, в мм					
d	L	l_0	d	L	l_0
1,95; 2,00; 2,05; 2,10 2,15; 2,20; 2,25; 2,30; 2,35	85	55	9,6; 9,7; 9,8; 9,9; 10,0; 10,1; 10,2; 10,3; 10,4; 10,5; 10,6	185	120
2,40; 2,45; 2,5; 2,55; 2,60; 2,65	90	60	10,7; 10,8; 10,9; 11,0	195	130
2,70; 2,75; 2,80; 2,85; 2,90; 2,95; 3,0	95	60	11,1; 11,2; 11,3; 11,4; 11,5; 11,7; 11,8		
3,10; 3,20; 3,30	100	65	11,9; 12,0; 12,1; 12,2	205	135
3,4; 3,5; 3,6; 3,7	105	70	12,3; 12,4; 12,5; 12,6; 12,7; 12,8; 13,0; 13,1; 13,2		
3,8; 3,9; 4,00; 4,10	115	75	13,3; 13,5; 13,7; 13,8; 14,0	215	140
4,3; 4,4; 4,5; 4,6; 4,7	120	80	14,25; 14,5; 14,75; 15,0	220	145
4,8; 4,9; 5,0; 5,1; 5,2; 5,3	125	85	15,25; 15,5; 15,75; 16,0	225	150
5,4; 5,5; 5,6; 5,7; 5,8; 5,9; 6,0	130	90	16,25; 16,5; 16,75; 17,0	235	155
6,1; 6,2; 6,3; 6,4; 6,5; 6,6; 6,7	140	100	17,25; 17,5; 17,75; 18,0	240	155
6,8; 6,9; 7,0; 7,1; 7,2; 7,3; 7,5	150	100	18,25; 18,5; 18,75; 19,0	245	160
7,6; 7,7; 7,8; 7,9; 8,0; 8,1; 8,2; 8,3; 8,4; 8,5	155	110	19,25; 19,5; 19,75; 20,0	255	165
8,6; 8,7; 8,8; 8,9; 9,0; 9,1; 9,2; 9,3; 9,4; 9,5	165	115			
	175	115			
Сверла с коническими хвостовиками					
					

Продолжение табл. 133

А. Нормальные (по ГОСТу 10903-64) (поз. I)							
Основные размеры, в мм							
<i>d</i>	<i>L</i>	<i>l</i> ₀	№ конуса Морзе	<i>d</i>	<i>L</i>	<i>l</i> ₀	№ конуса Морзе
6 6,2; 6,5 6,8; 7,0; 7,2; 7,5 7,8; 8,0; 8,2; 8,5 8,8; 9,0; 9,2; 9,5 9,8; 10,0; 10,2; 10,5 10,8; 11,0; 11,2; 11,5; 11,8 12,0; 12,2; 12,5; 12,8; 13,0; 13,2 13,5; 13,8; 14	140 145 150 155 160 170 175 180 190	60 65 70 75 80 90 95 100 110	1	26,75; 27,0; 27,25; 27,5; 27,75; 28,0 28,25; 28,5; 28,75; 29,0; 29,25; 29,5; 30,0 30,25; 30,5; 30,75; 31,0; 31,25; 31,5	290 295 300	170 175 180	3
14,25; 14,5; 14,75; 15,0 15,25; 15,5; 15,75; 16,0 16,25; 16,5; 16,75; 17,0 17,25; 17,5; 17,75; 18,0 18,25; 18,5; 18,75; 19,0 19,25; 19,5; 19,75; 20,0 20,25; 20,5; 20,75; 21,0 21,25; 21,5; 22,0; 22,25; 22,5; 22,75; 23,0	215 220 225 230 235 240 245 250 255	115 120 125 130 135 140 145 150 155	2	31,75; 32,0; 32,5; 33,0; 33,5 34,0; 34,5; 35,0; 35,5; 35,75; 36,0 36,5; 37,0; 37,5 38,0; 38,5; 39,0; 39,5; 40,0 40,5; 41,0; 41,5; 42,0; 42,5 43,0; 43,5; 44,0; 44,5; 45,0 45,5; 46,0; 46,5; 47,0; 47,5 48,0; 48,5; 49,0; 49,5; 50,0	335 340 345 350 355 360 365 370	185 190 195 200 205 210 215 220	4
23,25; 23,5 23,75; 24,0; 24,25; 24,50; 24,75; 25,0 25,25; 25,50; 25,75; 26,0; 26,25; 26,5	275 280 285	155 160 165	3	51,0; 52,0; 53,0 54; 55; 56 57; 58; 60 61; 62; 63 65 68; 70 72; 75 78; 80	410 415 420 425 430 435 440 515	225 230 235 240 245 250 255 260	5 6
Б. Удлиненные (по ГОСТу 2092-64) (поз. II)							
Основные размеры, в мм							
<i>d</i>	<i>L</i>	<i>l</i> ₀	№ конуса Морзе	<i>d</i>	<i>L</i>	<i>l</i> ₀	№ конуса Морзе
6 6,1; 6,2; 6,3; 6,4; 6,5; 6,6; 6,7 6,8; 6,9; 7,0; 7,1; 7,2; 7,3; 7,5 7,6; 7,7; 7,8; 7,9; 8,0; 8,1; 8,2; 8,3; 8,4; 8,5 8,6; 8,7; 8,8; 8,9; 9,0; 9,1; 9,2; 9,3; 9,4; 9,5 9,6; 9,7; 9,8; 9,9; 10,0; 10,1; 10,2; 10,3; 10,4; 10,5; 10,6 10,7; 10,8; 10,9; 11,0; 11,1; 11,2; 11,3; 11,4; 11,5; 11,7; 11,8	225 230 235 240 245 250 255	145 150 155 160 165 170 175	1	11,9; 12,0; 12,1; 12,2; 12,3; 12,4; 12,5; 12,6; 12,7; 12,8; 13,0; 13,1; 13,2 13,3; 13,5; 13,7; 13,8; 14,0	260 265	180 185	1
				14,25; 14,5; 14,75; 15,0 15,25; 15,5; 15,75; 16,0 16,25; 16,5; 16,75; 17,0 17,25; 17,5; 17,75; 18,0 18,25; 18,5; 18,75; 19,0 19,25; 19,5; 19,75; 20,0	290 295 300 305 310 320	190 195 200 205 210 220	2

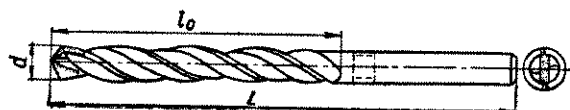
Продолжение табл. 133

Основные размеры, в мм						
d	L	l_0	М конуса Морзе	d	L	l_0 М конуса Морзе
20,25; 20,5; 20,75; 21,0 21,25; 21,5; 22,0; 22,25 22,5; 22,75; 23,0	330 335 340	230 235 240	2	25,25; 25,5; 25,75; 26,0; 26,25; 26,5 26,75; 27,0; 27,25; 27,5; 27,75; 28,0 28,25; 28,5; 28,75; 29,00; 29,25; 29,5; 30,0	375 385 395	255 265 275
23,25; 23,5 23,75; 24,0; 24,25; 24,5; 24,75; 25,0	360 365	240 245	3			3

Таблица 134

Основные типы сверл, оснащенных пластинками твердых сплавов

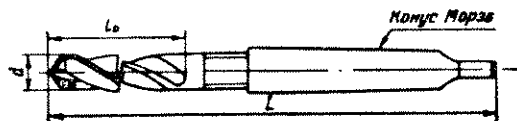
Тип I—с цилиндрическим хвостовиком (по ГОСТу 6647-64)



Основные размеры, в мм

d	L	l_0	d	L	l_0
5,0; 5,1; 5,2; 5,3 5,4; 5,5; 5,6; 5,7; 5,8; 5,9; 6,0 6,1; 6,2; 6,3; 6,4; 6,5; 6,6; 6,7 6,8; 6,9; 7,0; 7,1; 7,2; 7,3; 7,5 7,6; 7,7; 7,8; 7,9; 8,0; 8,1; 8,2; 8,3; 8,4; 8,5 8,6; 8,7; 8,8; 8,9; 9,0; 9,1; 9,2; 9,3; 9,4; 9,5	70 75 80 85 95 100	36 40 42 45 52 55	9,6; 9,7; 9,8; 9,9; 10,0; 10,1; 10,2; 10,3; 10,4; 10,5; 10,6 10,7; 10,8; 10,9; 11,0; 11,1; 11,2; 11,3; 11,4; 11,5; 11,7; 11,8 11,9; 12,0	105 110 120	60 65 70

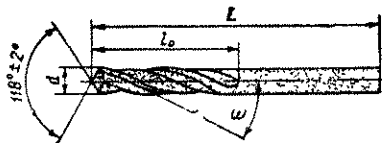
Тип II—с коническим хвостовиком



Продолжение табл. 134

Основные размеры, в мм					
d	L		l ₀		№ конуса Морзе
	укороченная	нормальная	укороченная	нормальная	
10,0; 10,2; 10,5 10,8; 11,0; 11,2; 11,5; 11,8	140 145	170 175	60 65	90 95	1
12,0; 12,1; 12,2; 12,3; 12,4; 12,5 12,6; 12,7; 12,8; 13,0; 13,1; 13,2 13,3; 13,5; 13,7; 13,8; 14,0 14,25; 14,5; 14,75; 15,0 15,25; 15,5; 15,75; 16,0 16,25; 16,5; 16,75; 17,0 17,25; 17,5; 17,75; 18 18,25; 18,5; 18,75; 19,0	170 170 — 175 180 185 190 195	200 200 210 215 220 225 230 235	70 70 — 75 80 85 90 95	100 100 110 115 120 125 130 135	2
19,25; 19,5; 19,75; 20,0 20,25; 20,5; 20,75; 21,0 21,25; 21,5; 22,0; 22,25 22,5; 22,75; 23,0; 23,25; 23,5 23,75; 24,0; 24,25; 24,5; 24,75; 25,0 25,25; 25,5; 25,75; 26,0; 26,25; 26,5 26,75; 27,0	220 225 230 230 235 235 240	260 265 270 275 280 285 290	100 105 110 110 115 115 120	140 145 150 155 160 165 170	3
27,25; 27,5; 27,75; 28,0 28,25; 28,5; 28,75; 29,0; 29,25; 29,5; 30,0	270 275	320 325	120 125	170 175	4

Спиральные твердосплавные сверла					
Наименование и тип сверл	Краткая характеристика	Основные размеры, в мм			
		d	L	l ₀	α, в град
Цельнотвердосплавные с цилиндрическим хвостовиком конструкции ВНИИ	Сверла изготавливаются из твердого сплава марки ВК8 и предназначены для работы на сверлильных и специальных станках, а также для работы ручными дрелями	3,0	45	20	34
		3,2	50	22	
		3,3	50	22	
		3,5			
		3,8			
		4,0	52	25	
		4,2			
		4,5	60	28	
		4,8			
		5,0	63	32	
		5,2			
		5,5			
		5,8	65	36	
		6,0			



Продолжение табл. 134

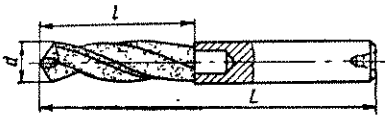
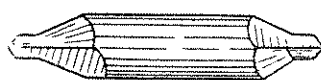
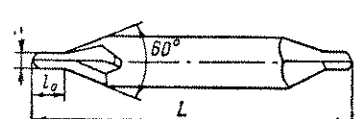
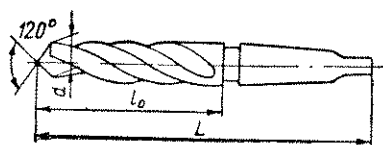
Наименование и тип сверл	Краткая характеристика	Основные размеры, в мм		
		d	L	l
Составные с цилиндрическим хвостовиком конструкции Сестрорецкого инструментального завода им. Восточного	Рабочая часть сверла изготавливается из твердого сплава марки ВК15М, хвостовик — из стали марки 45. Обе части соединяются с помощью пайки. Сверла могут быть использованы при работе на сверлильных и специальных станках, а также при работе ручными дрелями	5,0	70	32
		5,5	75	
		6,0	75	
		6,5	80	
		7,0	85	
		7,5	85	37
		8,0	95	
		8,5	95	
		9,0	100	40
		9,5	105	
		10,0	105	
Спиральные с запрессованной в хвостовик рабочей частью конструкции ВНИИТС завода «Фрезер»	Рабочая часть сверла изготавливается из твердого сплава марки ВК15М или ВК10М, хвостовик — из конструкционной стали. Сверла могут быть использованы при работе на сверлильных и специальных станках	Диаметр сверл 2,1—5 мм		
				

Таблица 135

Основные типы и назначение специальных сверл

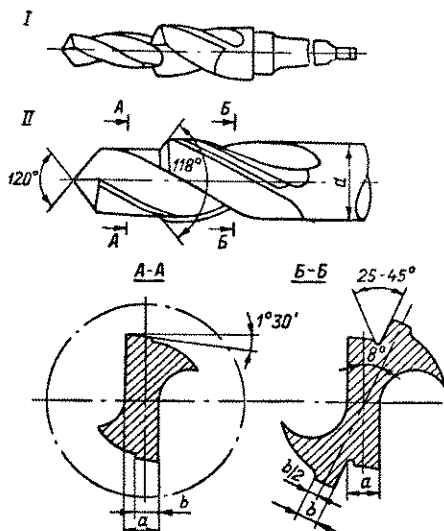
Перовые или плоские сверла (нестандартизованные)	
	Обычно изготавливаются из инструментальной углеродистой стали. Применяются главным образом для сверления ручными дрелями и трещотками неотверстий диаметром до 25 мм.
Центровочные комбинированные сверла (ГОСТ 14952-69)	
	
	Служат для сверления центровых отверстий: $d = 1-6$ мм; $L = 35-80$ мм, $l_0 = 1,5-8$ мм.

Конические сверла (по ведомственным нормам)



Применяются для сверления конических отверстий за один проход; $d = 3-25$ мм; $L = 192-510$ мм; $l_0 = 50-363$ мм; конусность 1:50.

Двухступенчатые сверла

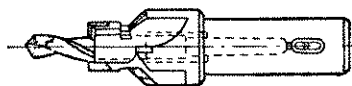


Используются для одновременной обработки одноосных (ступенчатых) отверстий. Ступенчатые сверла разделяются на:

1) сверла, получаемые перешлифовкой обычного сверла с режущими кромками первой и второй ступени на одной спирали; их применяют при сравнительно малой разности диаметров ступеней;

2) сверла с чередующимися кромками; каждой паре режущих кромок соответствует своя пара ленточек (ленточки a и b в поз. II).

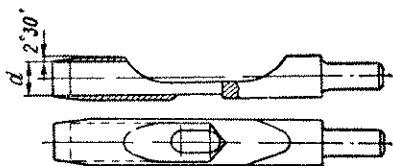
Сверла комбинированные (с другими инструментами, например, с зенковками, развертками)



Применяются для одновременного сверления и зенкерования или развертывания.

На рисунке показано сборное многоступенчатое сверло-зенкер, предназначенное для одновременной обработки сложного ступенчатого отверстия.

Пустотелые (кольцевые) сверла

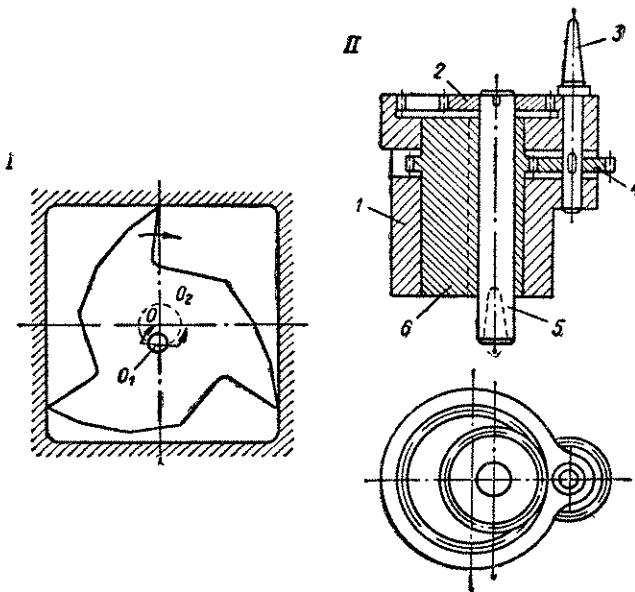


В практике слесарной обработки используются для сверления резины.

Изготавливаются эти сверла из углеродистой стали У10А, У11А и У12А.

В механических цехах при сверлении отверстий больших диаметров (в сплошном материале) применяются специальные кольцевые сверла.

Многогранные сверла



Многогранные отверстия образуют специальными сверлами, число режущих кромок которых должно быть на одну меньше, чем число граней отверстия. Так, например, в поз. I показано трехгранное сверло для сверления четырехгранного отверстия.

При работе необходимо одновременно сочетать три движения: вращение сверла вокруг своей оси O_1 , вращение оси сверла по окружности O_2 определенного радиуса вокруг оси отверстия O и осевую подачу сверла.

Чтобы осуществить эти движения, используют специальное

приспособление (поз. II). Хвостовик 3 вставляют в шпindel станка. Режущий инструмент устанавливают в шпindel 5 приспособления, расположенный эксцентрично во втулке 6. Вращение оси сверла по окружности O_2 осуществляется благодаря передаче движения от шпинделя станка втулке 6 через конусный хвостовик 3 и зубчатое колесо 4.

При вращении втулки 6 зубчатое колесо 2, закрепленное на шпинделе 5 приспособления, обкатывается по внутреннему зубчатому венцу невращающегося корпуса I, а сверлу сообщается главное вращательное движение вокруг своей оси. При осевом перемещении шпинделя опускается и все приспособление; таким образом осуществляется осевая подача сверла.

Таблица 136

Допуски по диаметрам для спиральных сверл, в мм

Диаметр сверла, в мм	Сверла для точного машиностроения и приборостроения			Сверла общего назначения		
	Отклонения		Допуск	Отклонения		Допуск
	верхнее	нижнее		верхнее	нижнее	
От 0,25 до 0,5	—	—	—	0	—0,010	0,010
Св. 0,5 „ 0,75	0	—0,009	0,009	0	—0,015	0,015
„ 0,75 „ 1	0	—0,011	0,011	0	—0,020	0,020
„ 1 „ 3	0	—0,014	0,014	0	—0,025	0,025
„ 3 „ 6	0	—0,018	0,018	0	—0,030	0,030
„ 6 „ 10	0	—0,022	0,022	0	—0,036	0,036
„ 10 „ 18	0	—0,027	0,027	0	—0,043	0,043
„ 18 „ 30	0	—0,033	0,033	0	—0,052	0,052
„ 30 „ 50	0	—0,039	0,039	0	—0,062	0,062
„ 50 „ 80	0	—0,046	0,046	0	—0,074	0,074

Продолжение табл. 137

[illegible]

Для сверления под резьбу

[illegible]

3. КОНСТРУКЦИЯ, ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СПИРАЛЬНЫХ СВЕРЛ И ИХ ЗАТОЧКА

Спиральное сверло (рис. 96) состоит из рабочей части, шейки и хвостовика.

На рабочей части сверла профрезерованы две спиральные (винтовые) канавки, образующие два рабочих зуба (пера). Рабочая часть включает в себя режущую и цилиндрическую (направляющую) части с двумя ленточками, обеспечивающими направление и центрирование сверла в отверстии.

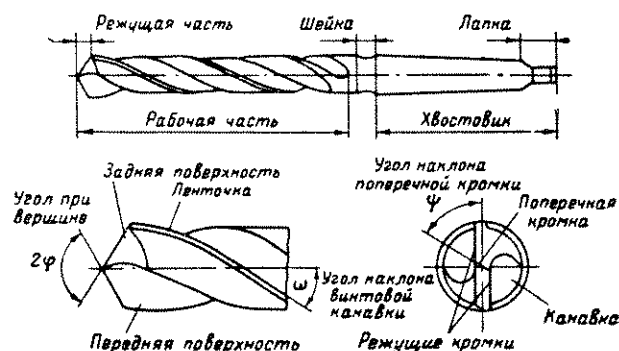


Рис. 96. Спиральное сверло.

Режущая часть располагает двумя главными режущими кромками, образованными пересечением передних и задних поверхностей и выполняющими основную работу резания, а также поперечной кромкой (на перемычке сверла).

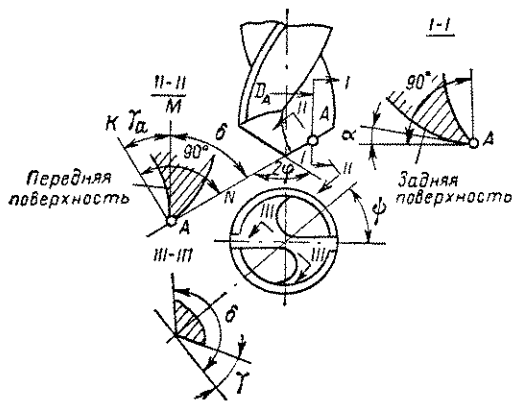


Рис. 97. Геометрия спирального сверла.

Шейка сверла — промежуточная часть, соединяющая рабочую часть сверла с хвостовиком.

Хвостовик служит для закрепления сверла в шпинделе станка или патроне и для передачи крутящего момента от шпинделя. У сверла небольшого диаметра хвостовик имеет форму цилиндра и закрепляется в специальном патроне; у сверла большого диаметра — коническую форму и закреп-

ляется в коническом отверстии шпинделя или в переходной конической втулке.

Лапка у сверл с коническим хвостовиком не позволяет сверлу провертываться в шпинделе и служит упором при выбивании сверла из гнезда. Основные углы сверла показаны на рис. 97.

1. Передний угол γ измеряется в плоскости, перпендикулярной к главной режущей кромке (плоскость $II-II$). Он образуется касательной AM к передней поверхности в точке A на режущей кромке и линией AQ , перпендикулярной к поверхности резания в той же точке.

В различных точках режущей кромки передний угол имеет разные значения. Если у периферии сверла на наружном диаметре он имеет наибольшую величину ($25-30^\circ$), то по мере приближения к вершине сверла уменьшается до величины, близкой к нулю.

2. Задний угол α измеряется в плоскости $I-I$, касательной к цилиндрической поверхности, ось которой совпадает с осью сверла. Он образуется касательной к задней поверхности в рассматриваемой точке A на режущей кромке и касательной в той же точке к поверхности резания. Задние углы у сверла различны для разных сечений по диаметру сверла. У периферии они меньше ($6-8^\circ$), а у перемычки достигают 30° .

3. Угол наклона поперечной кромки ψ образуется между проекциями поперечной кромки (рис. 98) и главными режущими кромками на плоскость, перпендикулярную к оси сверла.

В целях повышения стойкости сверл диаметром до 12 мм и выше применяют двойную заточку сверл, при этом режущие кромки имеют форму ломаной линии (рис. 98). Основной угол $2\phi = 116-118^\circ$ (для сталей и чугунов), а на участке $B = (0,18-0,22) D$ мм затачивается второй угол при вершине сверла $2\phi_0 = 70-75^\circ$.

Стойкость сверл с двойной заточкой примерно в 2 раза выше стойкости обычных сверл. Это значит, что скорость резания при работе сверлами с двойной заточкой может быть принята на 15% большей, чем рекомендуется в таблицах нормативов для обычных сверл.

4. Угол наклона винтовой канавки ω — угол, заключенный между направлением оси сверла и касательной к ленточке. Величина этого угла колеблется в пределах от 18 до 30° . Для сверл малых диаметров (от 0,25 до 3 мм) угол $\omega = 18-25^\circ$, для сверл диаметром от 10 мм и выше $\omega = 30^\circ$.

5. Угол при вершине сверла 2ϕ — угол, заключенный между режущими кромками.

В зависимости от характера обрабатываемого материала рекомендуется принимать следующие значения угла 2ϕ : при сверлении сталей, чугунов и твердых бронз

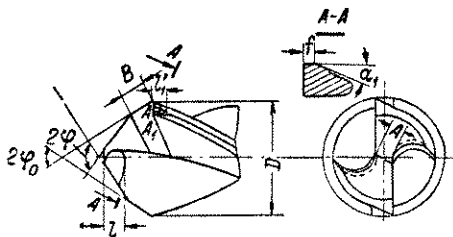


Рис. 98. Спиральное сверло с двойной заточкой.

$2\phi = 116^\circ$ — 118° ; латуней и мягких бронз $2\phi = 130^\circ$; алюминия, силумина и баббита $2\phi = 140^\circ$; красной меди $2\phi = 120^\circ$; эбонита и целлулоида $2\phi = 85^\circ$ — 90° .

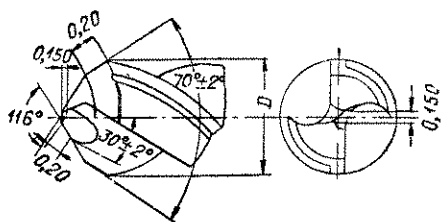


Рис. 99. Сверло конструкции новатора В. И. Жирова для сверления с большими подачами.

В целях уменьшения усилий и облегчения процесса стружкообразования при сверлении прибегают к двум специальным подточкам (рис. 98) сверла:

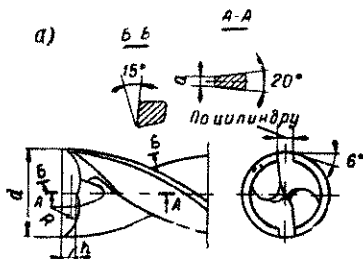


Рис. 100. Сверла для сверления слоистых пластмасс и фанеры.

- 1) подточка поперечной кромки производится с обеих ее сторон на длину l_1 ;
- 2) подточка ленточки на длине l_1 , при этом ширина ленточки уменьшается до размеров $f = 0.2$ — 0.4 мм. Такая подточка уменьшает трение ленточки о стенки отверстия.

В табл. 138 приведены рекомендации по выбору формы заточки (и подточки сверл), а в табл. 139 — данные об углах и других элементах заточки сверл.

Многие слесари и сверловщики, стремясь улучшить работу сверл, совершенствуют их геометрию и способы подточки. Наиболее заметных успехов в этом направлении добился сверловщик Средневожского станко-строительного завода В. И. Жиров, разработавший новую геометрию заточки спирального сверла.

Сверло конструкции В. И. Жирова имеет двойную заточку (рис. 99) и столь сильно подточенную перемычку, что поперечное лезвие у него вообще отсутствует. Это заметно уменьшает осевые усилия и облегчает процесс резания при сверлении.

Сверло, изображенное на рис. 99, рекомендуется применять при обработке чугунов и других хрупких металлов, при этом значения подачи берутся в 1,5 раза большими, чем рекомендуемые для работы обычными сверлами.

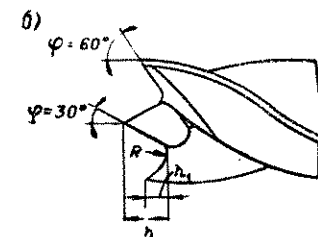
Известны также и другие предложения новаторов производства по совершенствованию геометрии заточки сверл для улучшения условий дробления стружки и уменьшения осевого усилия.

На рис. 100, а показана заточка сверл для сверления пластмасс. Как видно из этого рисунка, сверло имеет острые подрезающие кромки вогнутой (по радиусу R) формы. Кромка криволинейной формы имеет глубину профиля h .

Ленточки подточены на длине l_1 , которая должна быть на 5—10 мм больше длины просверливаемого отверстия. Поперечную кромку подтачивают со стороны передних поверхностей под углом 10° .

Для сверления пластмасс и дерева (фанеры) применяют быстрорежущие сверла с выступающей вершиной конструкции В. С. Косарева и И. Ф. Бычкова (рис. 100, б).

Высота выступа h для сверл диаметром 15—18 мм составляет 3—4 мм; уголки



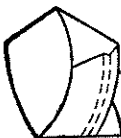
сверла выступают над впадиной на величину $h_1 = 1.8$ мм.

Заточка сверл. Заточка сверл должна вестись так, чтобы поперечное лезвие перемычки было острым, а не закругленным.

Заточка производится по задней поверхности на специальном станке для заточки спиральных сверл. Слесарю, однако, часто приходится затачивать сверло на обычном заточном станке (рис. 101).

Таблица 138

Основные формы заточки сверл

Диаметр сверл, в мм	Форма заточки			Обрабатываемый материал
	наименование	обозначение	эскиз	
0,25—12	Одинарная (нормальная)	Н		Сталь; стальное литье; чугун
12—80	Одинарная с подточкой перемычки	НП		Стальное литье с σ_b до 50 кг/мм ² с неснятой коркой
	Одинарная с подточкой перемычки и ленточки	НПЛ		Сталь и стальное литье с σ_b до 50 кг/мм ² со снятой коркой
	Двойная с подточкой перемычки	ДП		Стальное литье с σ_b более 50 кг/мм ² с неснятой коркой; чугун с неснятой коркой
	Двойная с подточкой перемычки и ленточки	ДПЛ		Сталь и стальное литье с σ_b более 50 кг/см ² со снятой коркой

Геометрические параметры спиральных сверл

[illegible]

Элементы заточки и подточек	Диаметры сверл, в мм									
	0,25—12	12—15	15—20	20—25	25—30	30—40	40—50	50—60	60—70	70—80
Подточка перемычки										
Длина подточенной поперечной кромки A , в мм . . .	—	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5,5	6,5	7,5
Длина подточки l , в мм	—	3	4	5	6	7	9	11	13	15
Подточка ленточки										
Длина подточки l , в мм	—	1,5	1,5	2	2	3	3	4	4	4
Ширина фаски f , в мм	—	0,2— 0,4	0,2— 0,4	0,2— 0,4	0,2— 0,4	0,2— 0,4	0,2— 0,4	0,2— 0,4	0,2— 0,4	0,2— 0,4
Задний угол α_1°	—	6—8	6—8	6—8	6—8	6—8	6—8	6—8	6—8	6—8

В. Из твердого сплава				
Обрабатываемый материал	2Ф	2Ф ₀	γ	φ
	в град.			
Чугун:				
HB < 200	120	70—75	+7	—
HB > 200—300	140		0	—
Ковкий чугун	120		+4	—
Стальное литье, жаропроч- ные хромоникелевые стали				
$\sigma_B < 140$ кг/мм ²	120	—	0	—
Твердые стальные отливки, мар- ганцовистые стали, инструменталь- ные стали	140	—	—2÷ —3	—
Термически обработанная угле- родистая и легированная сталь с $\sigma_B > 100$ кг/мм ² :				
HRC 45	—	—	—5	55
HRC 55	130—135	65	—10	—
HRC 64	—	—	—15	—
Титановые сплавы	140	50	0	—
Бронза фосфористая	130	—	+4	—
Латунь, алюминий и алюмине- вые сплавы	140	—	+4÷ +6	—
Термореактивные пластмассы				
слоистые	90—100	—	—	—
волокнистые	60—70	—	0÷ +2	—
порошковые	50—60	—	—	—

Примечание. Задний угол у стандартных сверл диаметром 5—30 мм около поперечного режущего лезвия равен 26—35°. У сверл для обработки чугуна задний угол равен 10—17° при заточке по двум плоскостям.

Подточку перемычки и ленточки у сверла слесарь производит обычно вручную

керамической связке твердостью СМ1 и зернистостью 32—50 для окончательной

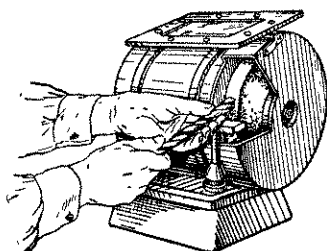


Рис. 101. Заточка сверла на обычном заточном станке.

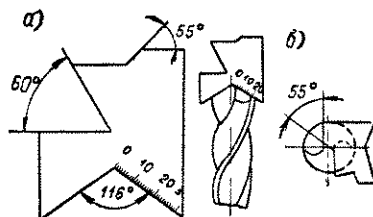


Рис. 102. Контроль правильности заточки сверл при помощи шаблона:

а — для проверки угла 2ϕ и длины режущих кромок; б — для проверки угла ϕ .

с помощью шлифовального круга с закругленными кромками.

Для заточки сверл из углеродистых и быстрорежущих сталей применяются шлифовальные круги из электрокорунда на

обработки и 63—80 — для предварительной. Правильность заточки контролируется специальными шаблонами (рис. 102).

4. РУЧНЫЕ МАШИНКИ ДЛЯ СВЕРЛЕНИЯ

Слесари, как и сверловщики, производят сверлильные работы на сверлильных станках. В тех случаях, когда деталь нельзя установить на станок или когда отверстия

зубчатых колес 6 и 7, а через вал 2 и конические колеса 3 и 8 — шпинделю 1, на конеп которого накрут сверлильный патрон.

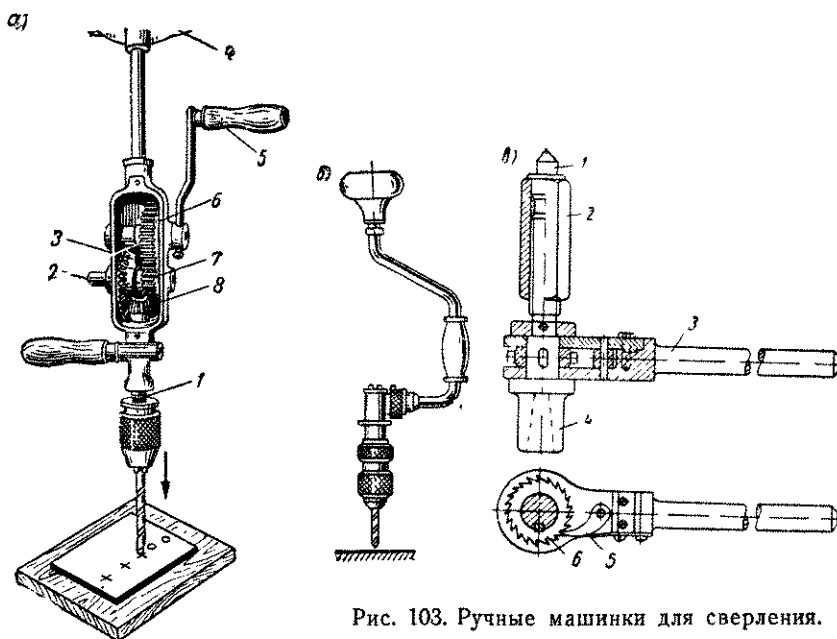


Рис. 103. Ручные машинки для сверления.

расположены в труднодоступных местах, сверление ведут при помощи ручных дрелей, коловоротов и трещоток, а также различных механизированных машинок.

Наибольшее распространение получила дрель с зубчатой передачей (рис. 103, а).

Упираясь грудью в упор 4, слесарь с помощью рукоятки 5 передает вращение паре

Такие дрели удобны в работе, позволяют сверлить отверстия диаметром до 15 мм и имеют сравнительно большое число оборотов (до 300 об/мин.).

Коловороты (рис. 103, б) служат для ручного сверления мелких отверстий в дереве, фибре, текстолите и мягких металлах.

Ручные дрели с трещоткой (рис. 103, в) используются для сверления отверстий диаметром до 30 мм в труднодоступных местах.

Ручная дрель с трещоткой имеет шпиндель с патроном 4, который охватывается вилкой рукоятки 3. На шпинделе находится храповое колесо 6. На одном конце шпинделя закрепляется сверло, а на противоположный конец наворачивается гайка 2 с конусным упором 1.

Собачка 5, расположенная в вилке рукоятки 3, под действием пружины заскакивает в зубья храпового колеса и при повороте рукоятки 3 по направлению часовой

стрелки вращает храповое колесо, а вместе с ним и шпиндель со сверлом. Гайка 2 при этом будет свинчиваться со шпинделя и, упираясь в неподвижную опору, создаст давление, необходимое для осуществления подачи сверла.

При пользовании трещоткой сверло получает 6—8 об/мин., а подача составляет примерно 0,1 мм/об., при этом она осуществляется не непрерывно, а через 2—3 оборота шпинделя, чем объясняется низкая производительность труда при сверлении дрелью с трещоткой.

Основные характеристики ручных дрелей приведены в табл. 140.

Основные характеристики ручных дрелей

Таблица 140

Наименование	Диаметры просверливаемых отверстий, в мм	Краткая характеристика
Дрели односкоростные с ручным упором	До 8	Шпиндель вращается рукояткой через пару конических зубчатых колес. Патрон трехкулачковый. Упорная рукоятка пластмассовая, внутри имеется место для хранения сверл
Дрели двухскоростные с грудным упором модели ДР-0	До 6	Имеют две скорости вращения. Механизм заключен в алюминиевый корпус. Патрон трехкулачковый
То же, модели 2ДР	До 15	
Дрели двухскоростные с чугунным корпусом и грудным упором	До 6	Вращение через пару конических зубчатых колес или пару цилиндрических и пару конических зубчатых колес передается шпинделю. Соотношение скоростей 1:3
Коловороты с трещоткой (ГОСТ 7467-55)	До 8	Для сверления отверстий спиральными сверлами в металле, витыми и перовыми сверлами — в древесине Коловорот имеет левое и правое вращение (переключается кольцом)
Ручные дрели с трещоткой	От 20 до 35	Для сверления в труднодоступных местах. Шпиндель охватывается вилкой с храповым механизмом. При качании рукоятки шпиндель вращается, при этом гайка с упором в верхней части шпинделя, свинчиваясь, действует на шпиндель и создает давление, необходимое для подачи

5. МЕХАНИЗИРОВАННЫЙ РУЧНОЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ СВЕРЛЕНИЯ

Значительно более производительными, чем ручные дрели, являются механизированные сверлильные машинки. Они применяются для сверления небольших отверстий в крупногабаритных узлах и деталях, а также для сверления и зенкерования отверстий в процессе сборки.

Механизированные машинки бывают электрического и пневматического действия.

Наиболее рациональным типом электрического привода машинок следует считать привод от двигателей повышенной частоты тока. Сверлильные машинки с асинхронными трехфазными двигателями нормальной частоты находят все меньшее применение. Они отличаются большим весом и вследствие этого малой производительностью.

Основные типы сверлильных машинок приведены в табл. 141, а в табл. 142 и 143 даны основные технические характеристики электрических и пневматических сверлильных машинок. Описание их устройства имеется в специальной литературе.

Для сверления отверстий диаметром до 3 мм иногда применяют пневматические машинки турбинного типа. Они просты по конструкции и имеют небольшой вес. При нажиме на курок воздух из шланга на-

правляется на лопатки турбинки, смонтированной на шпинделе. Число оборотов шпинделя при этом удается довести до 10—14 тыс. в минуту.

Для сверления отверстий в труднодоступных местах помимо угловых машинок (см. табл. 141) используются и обычные машинки с угловыми насадками.

Насадки на механизированные сверлильные машинки применяются и для других специальных целей. Например, для повышения точности сверления отверстий малого диаметра служат насадки с кондукторными втулками, а для удаления неправильно приклепанных заклепок — насадки для высверливания заклепок.

Сверление отверстий в труднодоступных местах может быть произведено также с помощью переносных электрических сверлильных машинок с гибким валом. Габаритные размеры и вес таких машинок значительно меньше, чем вес и размеры машинок со встроенным электродвигателем.

Для повышения производительности труда слесаря и снижения затрат его физических усилий при сверлении применяют различные приспособления для закрепления или подвешивания машинок (табл. 144).

6. СВЕРЛИЛЬНЫЕ СТАНКИ

Сверлильные станки можно разделить на следующие типы: настольно-сверлильные; одношпиндельные вертикально-сверлильные; многошпиндельные сверлильные; радиально-сверлильные и специальные сверлильные.

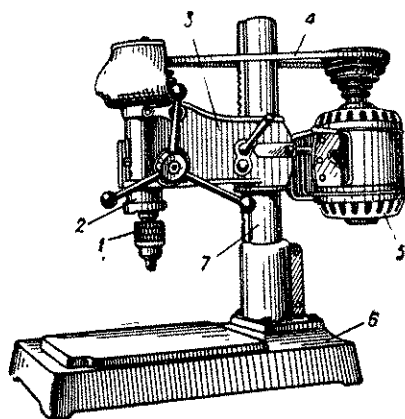


Рис. 104. Настольный сверлильный станок.

Настольные сверлильные станки (рис. 104) применяются для сверления отверстий диаметром 3—12 мм в деталях небольших габаритов. На станине 6 (рис. 104) смонти-

рована стойка 7, по которой перемещается и затем закрепляется в нужном положении кронштейн 3, несущий шпиндель 2 со сверлильным патроном 1. При включении электродвигателя 5 вращение с помощью клиноременной передачи 4 сообщается шпинделю.

Основные данные о наиболее распространенных типах настольно-сверлильных станков приведены в табл. 145.

Вертикально-сверлильные станки (рис. 105 и табл. 146) обычно монтируются на колонке 7, установленной на станине 1. По направляющим колонки перемещаются шпиндельная головка 4 и стол 2 для обрабатываемых деталей. Шпиндель 3 получает вращение от электродвигателя 6 через коробку скоростей и ременную передачу 5.

Радиально-сверлильные станки применяются для сверления отверстий в крупных и тяжелых деталях, которые трудно передвигать для совмещения кернового углубления с осью шпинделя.

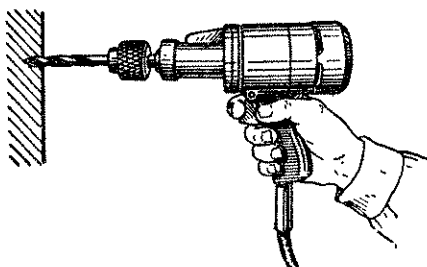
В радиально-сверлильных станках (рис. 106) шпиндельная головка 3 перемещается в радиальном направлении по направляющим траверсы 2, которая может поворачиваться на некоторый угол вокруг колонки 1.

Таким образом, шпиндель 4 легко устанавливается против любого места детали, неподвижно расположенной на основании 5.

Таблица 141

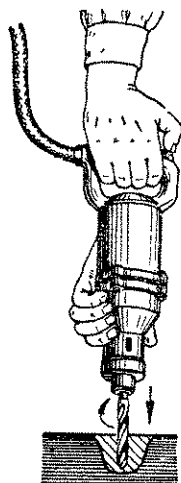
Основные типы механизированных сверлильных машинок

Машинки легкого типа



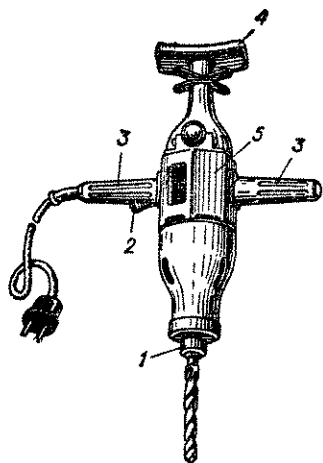
Сверлильные машинки легкого типа предназначены для сверления отверстий диаметром до 8—9 мм. Корпуса таких машинок обычно имеют форму пистолета.

Машинки среднего типа



Машинки этого типа обычно снабжаются одной замкнутой рукояткой на задней части корпуса. Используются они для сверления отверстий диаметром до 15 мм.

Машинки тяжелого типа

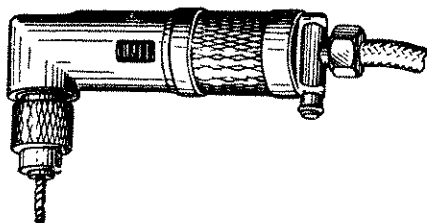


Эти машинки обычно располагают двумя рукоятками на корпусе либо двумя рукоятками 3 и грудным упором 4 на корпусе 5. Включение шпинделя 1 осуществляется выключателем 2.

Таковыми машинками можно сверлить в стальных деталях отверстия диаметром до 20—30 мм.

Продолжение табл. 141

Угловые сверлильные машинки



Машинки этого типа применяются для сверления отверстий под углом и в труднодоступных местах (например, близко расположенных к ребрам и стенкам детали).

Таблица 142

Технические характеристики электрических сверлильных машинок

Марка	Наибольший диаметр сверления, в мм	Скорость вращения шпинделя, в об/мин.	Мощность, в кВт	Частота тока, в Гц	Напряжение, в В	Число оборотов в минуту	Габаритные размеры, в мм			Вес, в кг
							длина	ширина	высота	
С-437	9	1380	0,12	50	220	11 600	239	63	133	1,4
С-363	8	1200	0,11	200	36	10 800	230	70	130	1,7
С-480А	15	630	0,27	50	220	11 600	356	190	190	2,6
И-74А	5	3000	0,1	200	36	10 800	213	70	130	1,7
ЭЛ-12	12	1000	—	200	36/220	11 000	360	95	145	3,7
ЭП-1281	12	1000	—	200	220	12 000	325	91	135	3,5
С-659 (угловая) . .	6	2600	0,11	200	36	10 800	220	95	130	1,7
С-531	15	660	0,27	200	36	11 250	355	76	134	2,6
И-28А	20	295	0,33	50	220 (127)	10 000	485	114	370	6,0
И-59	20	350	0,6	200	36	—	455	112	360	7,0
С-454	23	560	0,6	50	220	2 800	435	25	360	9,1
И-151	23	490	0,8	200	220	11 600	346	230	300	6,0
С-478	23	495	0,6	200	36	11 600	320	100	378	5,0
С-479	23	548	0,4	50	220	11 600	398	76	233	3,7
Д-400 (с двойной изоляцией) . . .	23	525	—	50	220	11 600	437	120	347	4,2

Таблица 143

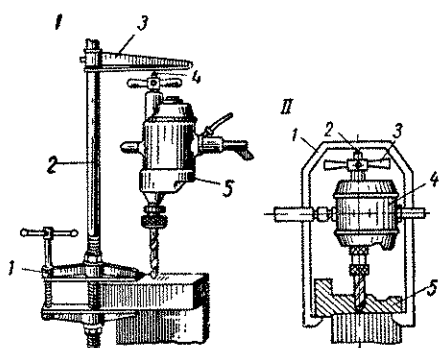
Технические характеристики пневматических сверлильных машинок

Марка	Наибольший диаметр сверления, в мм	Мощность двигателя, в л. с.	Число оборотов на холостом ходу в минуту	Расход воздуха, в м ³ /мин.	Габариты, в мм			Диаметр воздухопровода, в мм	Вес, в кг
					длина	ширина	высота		
Д-2М	8	0,33	2500	0,4	162	132	52	9	1,15
СП-9с	9	0,4	3000	0,55	163	149	58	9	1,05
РСУ-8А	8	0,22	2000	0,65	214	50	134	12	1,53
УД-2М	10	0,33	2200	0,4	235	45	78	9	1,15
ПД-1	12	0,65	2000	1,0	205	65	197	13	1,5
ПД-2	12	0,65	2000	1,0	222	65	197	13	1,6
ПД-3	12	0,65	1000	1,0	220	65	197	13	1,6
ПД-4	12	0,65	1000	1,0	250	65	197	13	1,7
РС-22	22	1,3	300	1,7	342	562	119	13	9,3
И-34А	32	2,0	350	2,5	460	700	130	16	11,9
И-69	32	2,0	350	2,5	622	119	210	16	13,5
П-1008	15	1,0	1100	1,2	370	66	195	13	2,8
П-1010	12	0,9	3000	1,1	185	56	153	13	1,5
П-1018	9	0,5	600	0,7	206	52	145	9	1,4
П-1101	10	0,5	3000	1,0	225	52	74	12	1,1

Таблица 144

Специальные устройства для крепления и подвешивания механизированного инструмента

Переносные приспособления



Наиболее простое нажимное устройство (поз. I) состоит обычно из основания 1, на котором укреплен штанг 2 с перемещающимся по ней кронштейном 3. Кронштейн может закрепляться в любом месте по длине штанги. Необходимое осевое давление производится с помощью винтового упора 4 сверлилки 5.

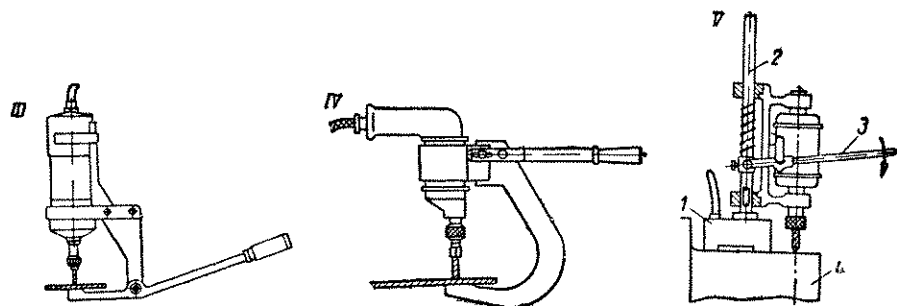
Весьма простыми являются также приспособления в виде скобы I (поз. II), внутри которой устанавливается машинка 4. Давление на сверло создается поворачиванием рукоятки 3 нажимного винта, при этом упор 2 упирается в верхнюю планку скобы. При дальнейшем повороте рукоятки сверло получает рабочую подачу — углубляется в деталь 5.

В качестве нажимных устройств при сверлении применяются скобы для работы с подачей обрабатываемой детали (поз. III) и для работы с подачей инструмента (поз. IV).

Более совершенны устройства, в которых кронштейн-суппорт 1, несущий машинку (поз. V), при помощи вмонтированного в него электромагнита притягивается к об-

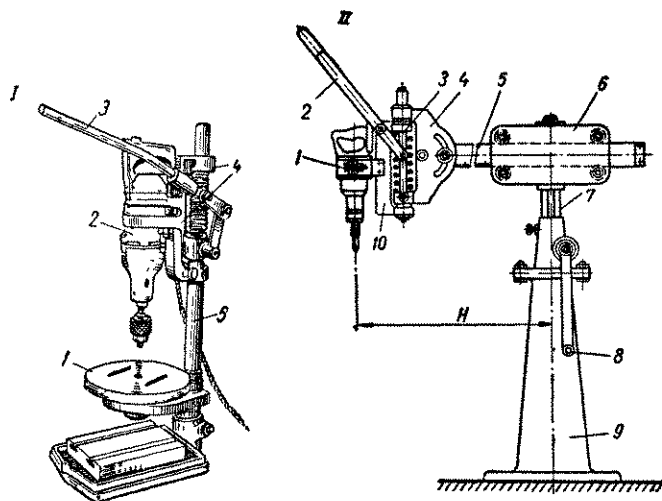
Продолжение табл. 144

рабатываемой детали 4. В этом случае не требуется дополнительного крепления машинки, так как электромагнит постоянного тока создает силу притяжения, равную 700 кг.



На суппорте 1 закреплена стойка 2 с кронштейном, на котором смонтирована сверлильная машинка пневматического или электрического действия. Подача сверла производится нажимом на рычаг 3.

Стационарные приспособления



Сверлильные машинки могут быть использованы в качестве стационарной установки.

В поз. I показана машинка 2, которая с помощью хомута прикреплена к кронштейну 4, перемещающемуся по стойке-штативу 5. В зависимости от высоты детали, располагаемой на столе 1, кронштейн 4 закрепляется в нужном положении. Пуск и остановка машинки производятся нажатием пусковой кнопки, а подача сверла — поворотом рукоятки 3.

Такое превращение механизированной сверлильной машинки в полустационарный сверлильный станок целесообразно только тогда, когда выполняемая на данном рабочем месте операция не является систематической и характер ее не позволяет применить настольный сверлильный станок.

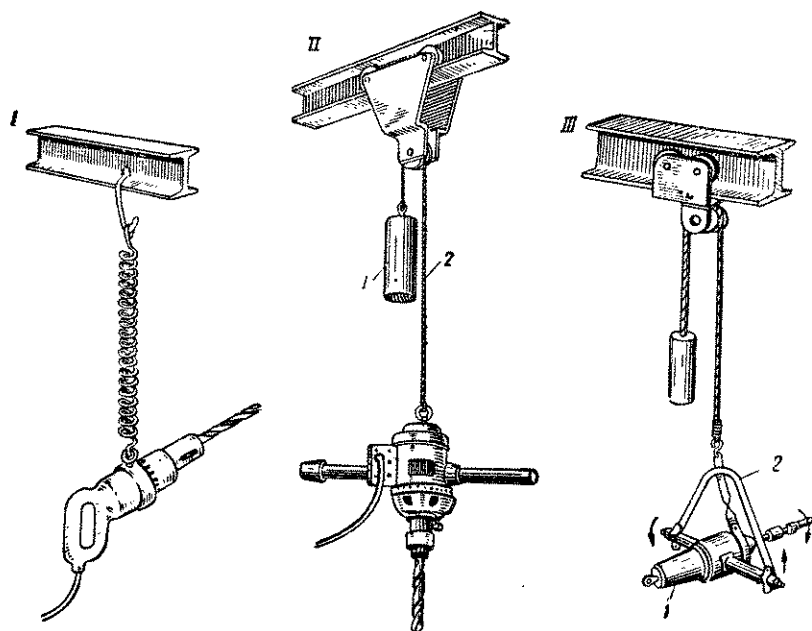
Для стационарного использования механизированного инструмента служат специальные устройства типа, показанного в поз. II. Здесь в литой или сварной стойке 9 с массивным основанием находится рейка 7, перемещаемая вращением рукоятки 8. На конце рейки укреплен корпус 6, удерживающий штангу 5. Последнюю

можно перемещать в коробке, изменяя величину вылета шпинделя. Штанга 5 оканчивается поворотной головкой 4 с вмонтированной в нее скобой 10, к которой хомутом 1 прикреплена сверлильная машинка.

Подача сверла осуществляется перемещением сверлилки вместе со скобой 10 рычагом 2. Скоба и сверлилка удерживаются в верхнем положении спиральной пружиной 3.

Таким образом, эта установка представляет собой легкий радиально-сверлильный станок, позволяющий изменять вылет H сверла, угол его наклона и высоту расположения над плоскостью.

Устройства для подвешивания механизированного инструмента



Устройства для подвешивания механизированного инструмента снижают затраты физических усилий слесаря и содействуют повышению производительности труда.

Эти устройства представляют собой легкие двух- или четырехколесные тележки, установленные на монорельсе, смонтированном над рабочим местом слесаря.

Чтобы машинка не мешала слесарю в то время, когда он не пользуется ею, она подвешивается над рабочим местом на спиральной пружине (поз. I) с помощью троса 2 с противовесом 1, вес которого равен весу машинки (поз. II), или на пружинном балансира. При опускании машинки, подвешенной на тросе, ленточная пружина, находящаяся внутри этого балансира, закручивается, а при освобождении машинки раскручивается и поднимает ее.

Существенным недостатком подвесных устройств обычного типа (поз. I и II) является то, что они не воспринимают действия реактивного крутящего момента, возникающего при работе, и этот момент приходится преодолевать рабочему, удерживающему инструмент. Действие реактивного момента проявляется в том, что корпус механизированного инструмента, которым выполняют работу, старается повернуться в сторону, обратную вращению патрона или рабочей головки. Это повышает утомляемость рабочего.

Чтобы избежать или ослабить действие реактивного момента, применяют особые устройства в виде скоб. Одна из таких конструкций показана в поз. III. Здесь сверлилка 1 закреплена в специальной скобе 2, удерживающей корпус в трех местах (за рукоятки и носок). К блоку инструмент подвешивают за кольцо, сцепленное со скобой. Такая скоба в значительной степени уменьшает действие реактивного момента и обеспечивает лучшие условия работы.

Таблица 145

Настольно-сверлильные станки

Техническая характеристика	Модель станка			
	2Н103П	2А106П	НС-12А	2Н112П
Размер рабочей поверхности стола, в мм:				
ширина	140	200	—	250
длина	140	200	—	250
Наибольший диаметр сверления, в мм	3	6	12	12
Расстояние от оси шпинделя до колонки (вылет шпинделя), в мм	100	125	175	160
Расстояние от торца шпинделя до поверхности стола, в мм	35—175	25—200	20—420	70—420
Наибольшее вертикальное перемещение сверлильной головки, в мм	100	105	300	250
Наибольшее перемещение шпинделя, в мм	40	70	100	100
№ конуса Морзе отверстия шпинделя (укороченный)	—	1а	2в	2в
Количество ступеней чисел оборотов шпинделя	7	6	5	7
Число оборотов шпинделя в минуту	2000— 16 000	1545— 15 000	450— 4500	500— 4000
Мощность электродвигателя привода шпинделя, в кВт	0,27	0,4	0,6	0,6
Габариты станка, в мм:				
длина	480	600	710	785
ширина	320	350	360	465
высота	570	650	700	795
Вес станка, в кг	45	70	87	120

Таблица 146

Технические характеристики распространенных вертикально-сверлильных станков

Техническая характеристика	Модель станка				
	2118	2А125	2А135	2А150	2170
Основные размеры					
Наибольший условный диаметр сверления стали с $\sigma_v = 50-60$ кг/мм ² , в мм	18	25	35	50	75
Расстояние от торца шпинделя до плиты (основания), в мм:					
наибольшее	865	1100	1130	1200	1300
наименьшее	585	750	705	650	800
Расстояние от оси шпинделя (вылет шпинделя) до вертикальных направляющих станины, в мм	200	250	300	350	400
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола, в мм	650	700	750	800	850

Продолжение табл. 146

Техническая характеристика	Модель станка				
	2118	2A125	2A135	2A150	2170
Ш п и н д е л ь					
Наружный диаметр, в мм	30	45	90	105	110
№ конуса Морзе для крепления инструмента	2	3	4	5	6
Наибольшее перемещение, в мм	150	175	225	300	—
Количество ступеней чисел оборотов	6	9	9	12	12
Пределы чисел оборотов в минуту	310—2975	97—1360	68—1100	32—1400	22—1018
Ш п и н д е л ь н а я б а б к а					
Наибольшее перемещение, в мм .	130	200	200	250	500
Число ступеней подачи	1	9	11	9	9
Пределы подач на один оборот шпинделя, в мм	0,1—0,2	0,1—0,81	0,115—1,6	0,12—2,64	0,15—3,20
Наибольшее усилие, допускаемое механизмом подачи, в кг	450	900	1600	2500	4000
С т о л					
Размеры рабочей поверхности, в мм	350×350	375×500	450×500	500×600	600×750
Наибольшее перемещение (вручную), в мм	435	325	325	325	350
Размеры Т-образного паза, в мм:					
ширина	14A ₄	14A ₄	18A ₄	22A ₄	22A ₄
расстояние между осями	—	200	240	150	200
размер подголовку болта	11×24	11×24	14×30	16×36	16×36
П р и в о д					
Электродвигатель главного движения:					
мощность, в кВт	1,0	2,8	4,5	7,0	10,0
число оборотов в минуту	930	1440	1440	1440	2890
Производительность насоса охлаждения, в л/мин.	22	22	22	22	45
В е с и г а б а р и т ы					
Вес станка с электрооборудованием и комплектом принадлежностей, в кг	453	927	1528	2255	3603
Планировочные габариты станка, в мм:					
ширина	550	825	810	970	1220
длина	912	980	1240	1550	1630
высота	1740	2300	2565	2865	3230

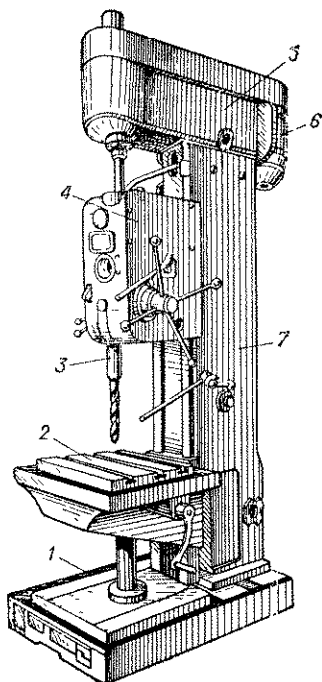


Рис. 105. Одношпиндельный вертикально-сверлильный станок.

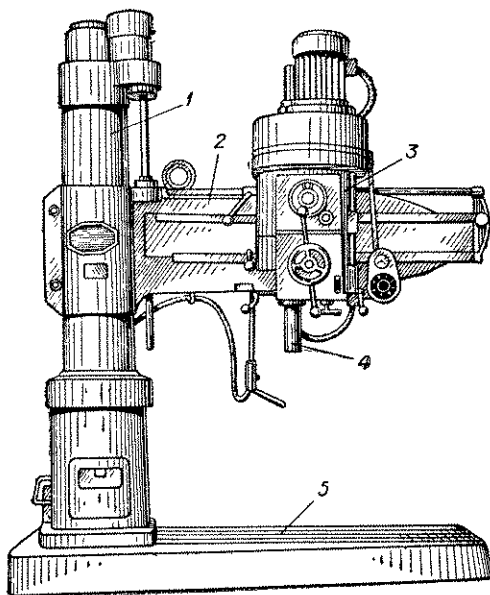


Рис. 106. Радиально-сверлильный станок.

7. ЗАКРЕПЛЕНИЕ, УСТАНОВКА И СНЯТИЕ СВЕРЛ

Сверла с коническими хвостовиками закрепляют (устанавливают) либо непосредственно в коническом гнезде шпинделя (рис. 107, а), либо при помощи конусной переходной втулки (рис. 107, б).

Морзе. Последний получил наибольшее распространение.

В зависимости от диаметров сверл используется тот или иной размер конуса Морзе (табл. 147).

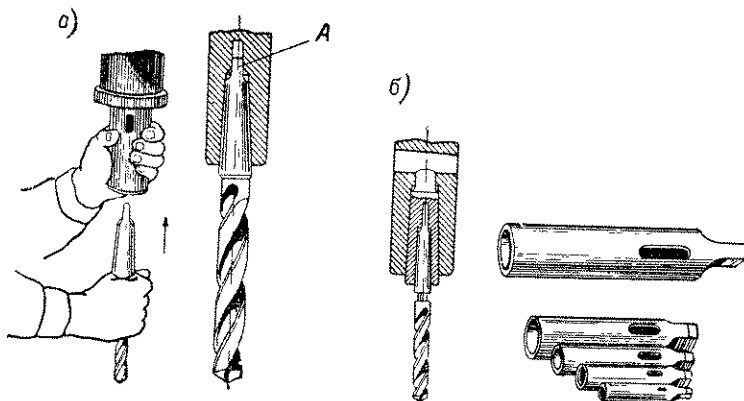


Рис. 107. Закрепление сверл с коническими хвостовиками.

Хвостовики инструментов и соответствующие им гнезда в шпинделях станков имеют коническую форму. Применяются два типа конусов: метрический и конус

Если диаметр конусного хвостовика инструмента или патрона меньше диаметра отверстия в шпинделе станка, то используются переходные втулки, имеющие

Таблица 147

Основные размеры конических хвостовиков инструментов
(по ГОСТу 2847-67) в мм

The diagram shows two views of a conical drill bit. The top view is a side profile showing the conical shape with a dashed centerline. The bottom view is a front view showing the bit's geometry with dimension lines. The dimensions are labeled as follows: D is the outer diameter at the base, d is the diameter at the cutting edge, l is the length of the conical part, L is the total length of the bit, and b is the thickness of the cutting edge.

Диаметры сверл, в мм	№ конуса Морзе	D	d	l	L	b
До 3	0	9,045	6,115	56,3	59,5	3,9
6—15,5	1	12,065	8,972	62,0	65,5	5,2
15,6—23,5	2	17,780	14,059	74,5	78,5	6,3
23,6—32,5	3	23,825	19,131	93,5	98,0	7,9
33—49,5	4	31,267	25,154	117,7	123,0	11,9
49,7—65	5	44,399	36,547	149,2	155,5	15,9
68—80	6	63,348	52,419	209,6	217,5	19,0

№ метрического конуса

80	80	69	220	228	26
100	100	87	260	270	32
120	120	105	300	312	38
140	140	123	340	354	44
160	160	141	380	396	50
200	200	177	460	480	62

Таблица 148

Переходные втулки для инструмента с конусом Морзе
(ГОСТ 13598-68)

№ конуса Морзе		Испол- нение	Размеры, в мм				
наружный	внутрен- ний		<i>D</i>	<i>D</i> ₁	<i>D</i> ₂	<i>L</i>	<i>l</i>

Тип I — короткие втулки

2	1	Б	17,780	12,065	—	92,0	17,5
3	1	А	23,825	12,065	—	98,0	4,5
3	2	Б	23,825	17,780	—	112,0	18,5

Продолжение табл. 148

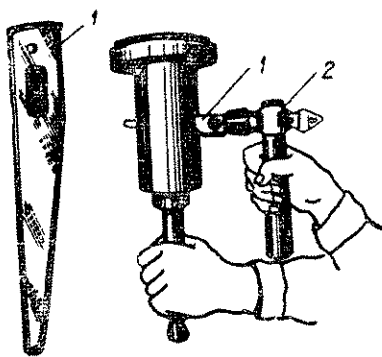
№ конуса Морзе		Испол- нение	Размеры, в мм				
наружный	внутрен- ний		D	D ₁	D ₂	L	i
4	2	A	31,267	17,780	—	123,0	5,3
4	3	Б	31,267	23,825	—	140,0	22,3
5	3	A	44,399	23,825	—	155,5	6,3
5	4	Б	44,399	31,267	—	171,0	21,8
6	4	A	63,348	31,267	—	217,5	7,9
6	5	A	63,348	44,399	—	217,5	7,9

Тип II — длинные втулки							
1	1	Б	—	12,065	20	145	69,0
2	1	Б	—	12,065	20	160	84,0
2	2	Б	—	17,780	30	175	84,0
3	1	A	—	12,065	20	175	98,0
3	2	Б	—	17,780	30	195	103,0
3	3	Б	—	23,825	36	215	103,0
4	2	A	—	17,780	30	215	123,0
4	3	Б	—	23,825	36	240	128,0
4	4	Б	—	31,267	45	265	128,0
5	3	A	—	23,825	36	270	155,5
5	4	Б	—	31,267	45	300	163,0
5	5	Б	—	44,399	63	335	163,0
6	4	A	—	31,267	45	355	217,5
6	5	A	—	44,399	63	390	217,5

наружную коническую поверхность, соответствующую номеру конуса в отверстии шпинделя, и внутреннее коническое отверстие, в которое вставляется хвостовик инструмента. Иногда применяют наборы из нескольких переходных конических втулок, вставляя их одна в другую. Размеры пере-

вводят хвостовиком в отверстие так, чтобы лапка хвостовика своими плоскими сторонами вошла в имеющееся в шпинделе отверстие, предусмотренное для выбивания инструмента. После этого сильным толчком хвостовик плотно сажают в отверстие шпинделя (см. рис. 107, а).

а)



б)

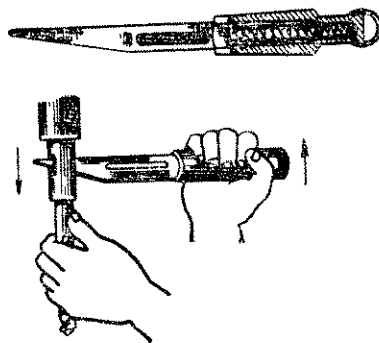


Рис. 108. Удаление инструмента из шпинделя с помощью клина.

ходных втулок для инструмента с конусом Морзе приведены в табл. 148.

Перед установкой сверла в шпиндель гнездо шпинделя, а также хвостовики инструмента нужно тщательно протереть чистой тряпкой. Затем инструмент осторожно

В коническом отверстии шпинделя конический хвостовик сверла или переходной втулки удерживается силой трения. Лапка хвостовика входит в паз шпинделя и предохраняет хвостовик от проворачивания.

Удаление сверл с коническими хвостовиками из отверстия шпинделя можно производить только при помощи клина 1 (рис. 108, а), по которому бьют молотком 2 короткими ударами. Чтобы сверло не упало на стол станка, его следует поддерживать левой рукой либо положить на стол деревянную подкладку.

При снятии сверла, установленного в переходной втулке, сначала выбивают сверло вместе со втулкой, а затем, взяв сверло в левую руку, вставляют клин в выбивное отверстие втулки и, ударяя по нему молотком, сколачивают втулку со сверла.

расточку 4 в корпусе. При навинчивании гайки 6 цанга будет сжиматься и надежно закреплять вставленное в ее отверстие сверло.

Кулачковые патроны изготавливаются с двумя или с тремя кулачками,жимающими сверло.

Двухкулачковый патрон (рис. 110, а) имеет цилиндрический корпус 1, в пазы которого вставлены два стальных закаленных кулачка 2 и 3. При вращении винта 4 кулачки сдвигаются, зажимая хвостовик инструмента. Для вращения винта в его торце предусмотрено квадратное отверстие

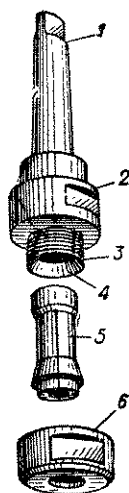


Рис. 109. Цанговый сверлильный патрон.

На рис. 108, б показана усовершенствованная конструкция клина для выталкивания сверл из шпинделя. При использовании этого безопасного клина с пружиной отпадает надобность в выколачивании инструмента молотком. Имеются и другие усовершенствованные конструкции клиньев.

Для закрепления сверл с цилиндрическими хвостовиками применяются зажимные цанговые, кулачковые и специальные быстросменные патроны.

Цанговые патроны (рис. 109) служат для закрепления сверл малого диаметра. Патроны этого типа состоят из корпуса 2 с хвостовиком 1, с помощью которого патрон закрепляется в коническом отверстии шпинделя. На втором конце корпуса имеется резьбовая нарезка 3, на которую навинчивается колпачковая гайка 6. Зажимная цанга 5 устанавливается в коническую

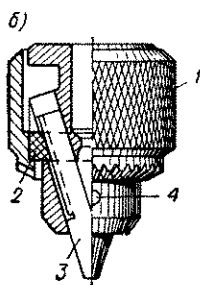
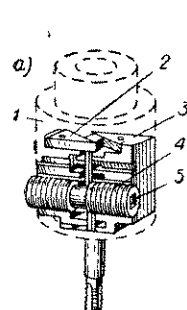
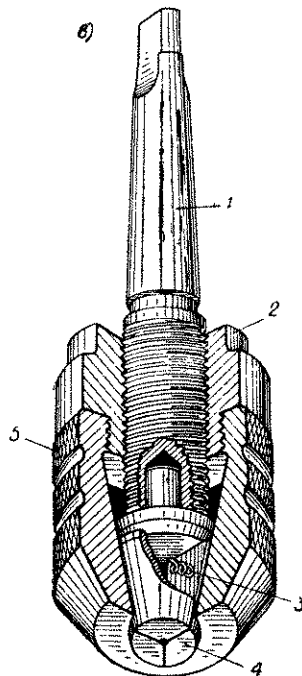


Рис. 110. Кулачковые сверлильные патроны.

стие 5 для ключа. В таком патроне закрепляют сверла диаметрами от 3 до 14 мм.

На рис. 110, б показан трехкулачковый патрон, в котором сверло с цилиндрическим хвостовиком закрепляется ключом 2. Кулачки 3 расположены наклонно в отверстиях корпуса и имеют резьбу, входящую в зацепление с резьбой гайки 2, жестко соединенной с обоймой 1. Поворот обоймы осуществляется специальным ключом, имеющим на конце конические зубья. Ключ вставляется в отверстие 4, при этом зубья ключа зацепляются с зубьями гайки 2. При повороте ключа и соответственно гайки 2 кулачки сходятся и расходятся, надежно закрепляя инструмент.

На рис. 110, в изображен трехкулачковый патрон для закрепления сверл диаметром от 2 до 12 мм. На резьбовую часть



хвостовика 1 навинчена втулка 2 с наружной резьбой, на которую накручен корпус 5 патрона, имеющий внутренний конус. При повороте корпуса по часовой стрелке три

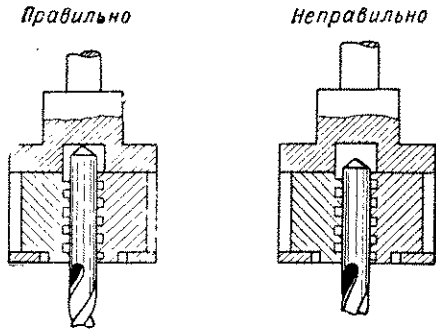


Рис. 111. Установка сверла цилиндрическим хвостовиком в патроне.

кулачка 4, прижатые к нему пружинами 3, сходятся и зажимают сверло.

Сверла с цилиндрическими хвостовиками закрепляют в патронах таким образом, чтобы хвостовик упирался в дно патрона (рис. 111).

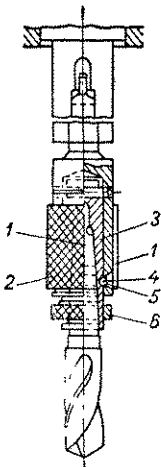


Рис. 112. Быстросменный сверлильный патрон.

Быстросменные патроны обычно применяются в тех случаях, когда работа ведется несколькими последовательно заменяемыми инструментами (сверло, зенкер, развертка). Конструкция патрона, приведенного на рис. 112, позволяет заменять инструмент без остановки шпинделя станка.

Быстросменный патрон закрепляется в шпинделе станка коническим хвостовиком. В коническое отверстие сменной втулки 3

вставляют хвостовик режущего инструмента 1, после чего втулку вводят в цилиндрическое отверстие корпуса патрона. При опускании кольца 2 вниз два шарика 5 входят в выточку 4 сменной втулки 3, прочно зажимая ее вместе с инструментом в корпусе патрона, и фиксируются в этом положении кольцом 6.

Для смены втулки с инструментом при работе станка поднимают вверх кольцо 2. Шарики 5 под действием центробежных сил выйдут из выточки 4 втулки 3 и, войдя в выточку кольца, освободят втулку. После этого опускают кольцо 6 вниз и снимают инструмент.

Сверлильные патроны выполняются двух типов: тип I — с конусным хвостовиком для закрепления сверл с цилиндрическими и коническими хвостовиками и тип II — с внутренним конусом (укороченным) для закрепления сверл с цилиндрическими хвостовиками (табл. 149).

В машиностроении получает распространение новый способ закрепления инструмента, имеющего не гладкие, а резьбовые хвостовики. На рис. 113, а показана постоянная оправка с коническим хвостовиком 1 и резьбовым отверстием 2, в которое ввертывается резьбовой хвостовик инструмента 3. Закрепление инструмента осуществляется ключом; на хвостовике ин-

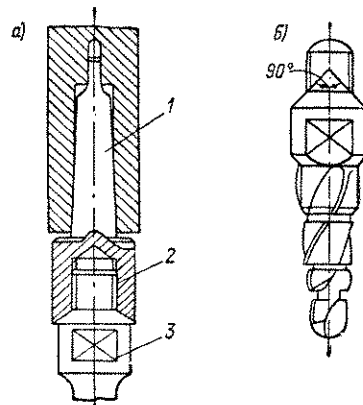


Рис. 113. Закрепление комбинированного инструмента с резьбовым хвостовиком.

струмента для этой цели предусмотрены специальные лыски. Благодаря наличию фасок, выполненных под углом 90° в отверстия оправки и на хвостовике, осуществляется точное фиксирование и надежное закрепление инструмента.

Такое крепление обычно предусматривается для сложного специального инструмента, например комбинированного (рис. 113, б).

8. УСТАНОВКА И ЗАКРЕПЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ, ОБРАБАТЫВАЕМЫХ НА СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКАХ

Правила техники безопасности при сверлении требуют закреплять обрабатываемую деталь. Без закрепления можно сверлить отверстия диаметром до 10 мм в деталях весом более 10 кг.

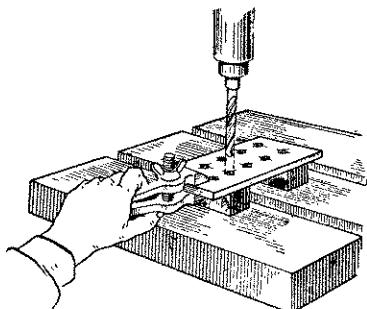


Рис. 114. Сверление отверстия в детали, закрепленной в ручных тисках.

Мелкие детали при сверлении в них отверстий диаметром до 10 мм можно удерживать в ручных тисках (рис. 114).

При сверлении отверстий большего диаметра детали нужно закреплять более на-

ки тисков, то в них можно закреплять и детали сложных форм.

При сверлении отверстий диаметром до 15 мм машинные тиски можно не закреплять на столе станка, а вполне достаточно упереть их в крепежный болт, вставленный в паз станка.

Детали, не помещающиеся между губками тисков, закрепляют непосредственно на столе с помощью планок-прихватов и болтов, заведенных в пазы стола.

Угольниками пользуются для закрепления деталей в тех случаях, когда их нельзя установить непосредственно на столе, а также в случаях, когда просверливаемые отверстия должны быть параллельны опорной поверхности обрабатываемой детали (рис. 115, в).

Различают угольники простые (постоянные) и переставные (регулируемые) (рис. 115, г). С помощью переставных угольников можно сверлить отверстия, расположенные под разными углами к столу станка.

Детали с цилиндрическими опорными поверхностями закрепляют на подкладках призматической формы (рис. 115, д).

В серийном производстве для закрепления деталей при сверлении в них отверстий применяют специальные приспособления — кондукторы. На рис. 115, е изображен простейший накладной кондуктор для сверле-

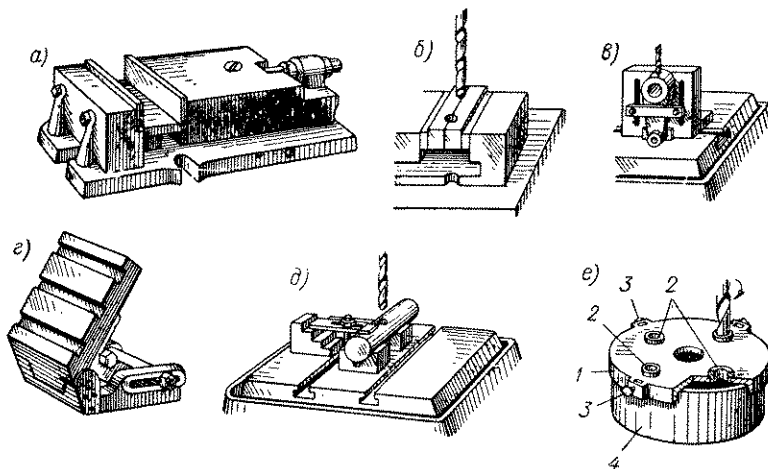


Рис. 115. Способы закрепления деталей при сверлении.

жно. Для этой цели служат машинные тиски, угольники, призмы, планки-прихваты и специальные приспособления — кондукторы.

Машинные тиски (рис. 115, а) применяют для закрепления небольших по размерам деталей простой формы (рис. 115, б). Если же применить сменные фасонные губ-

ния четырех отверстий по кондукторным (направляющим) втулкам 2. Корпус кондуктора 1 накладывается на обрабатываемую деталь 4 и закрепляется на ней винтами 3.

При применении кондукторов отпадает необходимость в разметке, что повышает производительность труда слесаря.

9. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ГОЛОВКИ ДЛЯ КОЛЬЦЕВОГО СВЕРЛЕНИЯ (ВЫРЕЗАНИЯ) ОТВЕРСТИЙ

Для вырезания отверстий больших диаметров (более 2 мм) на сверлильном станке применяют циркульный резец, круговую пилу и роликовый центрорез.

Циркулярный резец (рис. 116, а) состоит из корпуса 1 с коническим хвостовиком под конус Морзе, резцедержателя 2, направляющего стержня с пружинным сбрасывателем 4 и резца 3. Циркулярным резцом вырезают отверстия диаметром от 40 до 100 мм в гетинаксе и текстолите толщиной до 8 мм.

диусу закрепляются ножовочные полотна 1. В центре корпуса со стороны ножовочных полотен закрепляется сверло 4.

Круговой пилой вырезают отверстия диаметром свыше 100 мм в различных материалах толщиной до 10 мм. Если в корпус круговой пилы вместо ножовочных полотен вставить отрезок ленточной пилы, ширина которой больше ножовки раза в три, тогда толщина материала, в котором вырезаются отверстия, может быть

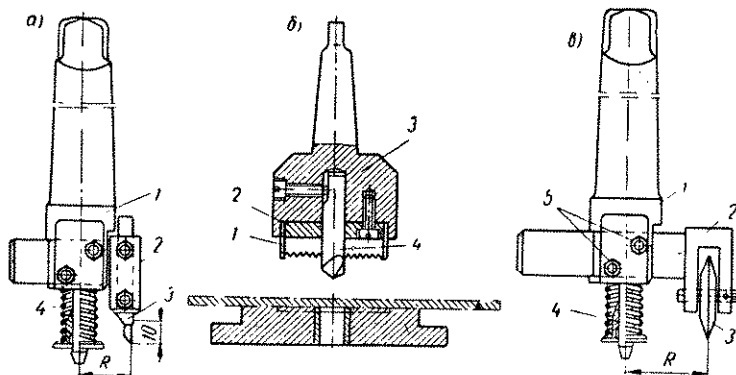


Рис. 116. Специальные головки для вырезания отверстий большого диаметра.

Для вырезки отверстия в листовом материале кернером намечают центр. Затем сверлом по диаметру направляющего стержня сверлят отверстие. Установив размер передвижением резцедержателя на необходимый радиус, закрепляют циркульный резец в шпинделе сверлильного станка. Затем включают станок и опускают шпиндель, направляя стержень циркульного резца в отверстие листа. Последующим опусканием шпинделя резец доводят до соприкосновения с листовым материалом и, постепенно нажимая на рычаг шпинделя, вырезают отверстие; пружина сбрасывателя при этом сжимается. При подъеме шпинделя пружина, разжимаясь, сбросит с направляющего стержня вырезанный круг. Режущая часть резца изготавливается из быстрорежущей стали или твердого сплава.

Круговая пила (рис. 116, б) имеет корпус 3, оканчивающийся хвостовиком под конус Морзе. Прижимной шайбой 2 по ра-

увеличена до 30—35 мм. Круговой пилой можно вырезать также шайбы различного диаметра. Недостаток этого способа состоит в том, что для каждого диаметра вырезаемого отверстия необходимо иметь круговую пилу определенного размера.

В **роликовом центрорезе** (рис. 116, в) этот недостаток устранен. Роликовый центрорез имеет ведущую часть — корпус 1, в отверстии которого закреплен передвижной стержень (водило) 2 с режущим роликом 3. В центре корпуса имеется направляющий стальной стержень 4 с пружинным сбрасывателем. Режущий ролик 3 устанавливают на необходимый радиус с помощью болтов 5, закрепляющих водило 2.

Роликовым центрорезом вырезают отверстия диаметром до 200 мм в листовом материале толщиной до 2 мм. Отверстия в листовом материале вырезают круговой пилой и роликовым центрорезом так же, как циркульным резцом.

10. ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ СВЕРЛЕНИЯ

При сверлении отверстий перед слесарем обычно возникает ряд задач: правильно расположить сверло относительно обрабатываемой поверхности, совместить ось сверла с центром (осью) будущего отверстия и затем просверлить отверстие

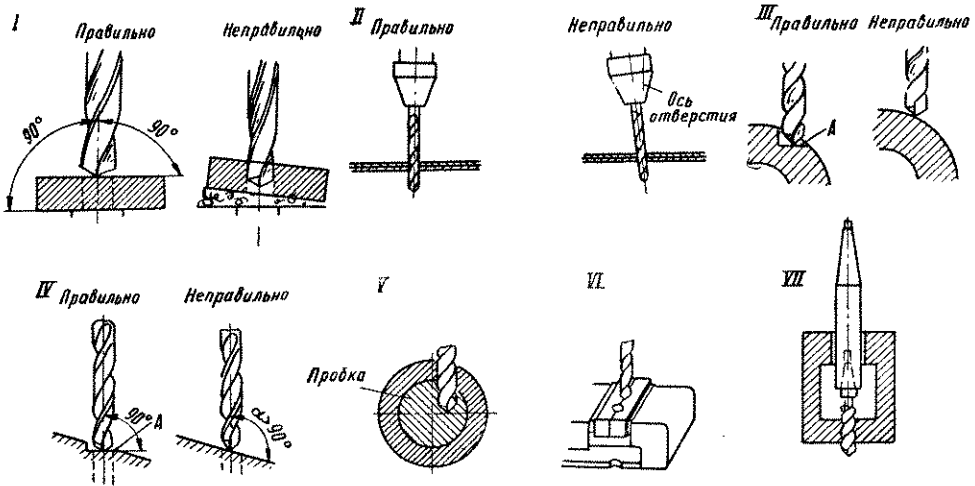
требуемого диаметра на заданную глубину.

В табл. 150 приведены наиболее характерные приемы, которые использует слесарь для получения отверстий требуемого качества.

Таблица 150

Приемы сверления

Расположение сверла относительно обрабатываемой поверхности



Ось сверла должна быть перпендикулярна к поверхности, на которой сверлят отверстие (поз. I). Если это не обеспечено, то ось отверстия будет расположена косо и возможна поломка сверла.

Стол станка и опорные поверхности приспособлений нужно очищать от стружки и других посторонних предметов.

При сверлении отверстий механизированным инструментом необходимо так держать машинку в руках или на подвеске, чтобы ось шпинделя и сверла составляла угол 90° с поверхностью, на которой сверлится отверстие (поз. II).

Для того чтобы избежать перекоса оси отверстия при сверлении отверстия на цилиндрической (поз. III) или на скошенной под некоторым углом (поз. IV) поверхности так, как это показано на рисунках, необходимо предварительно сфрезеровать или зашлифовать площадку A для сверла и лишь после этого сверлить отверстие.

При сверлении отверстий в трубах и других полых деталях (поз. V) следует предварительно забить полость деревянной или металлической пробкой.

При необходимости просверлить неполные отверстия (отверстия, расположенные у кромки детали) поступают следующим образом. К обрабатываемой детали приставляют планку из такого же материала, зажимают эту планку вместе с деталью (поз. VI) и сверлят полное отверстие. Затем планку отбрасывают.

При сверлении соосных отверстий сначала просверливают отверстие меньшего диаметра, а затем вторым сверлом рассверливают большее отверстие.

Более точно соосные отверстия диаметром не менее 6 мм можно получить, просверлив сначала отверстие большего диаметра, а затем, пропустив через него оправку (поз. VII), сверлить второе отверстие.

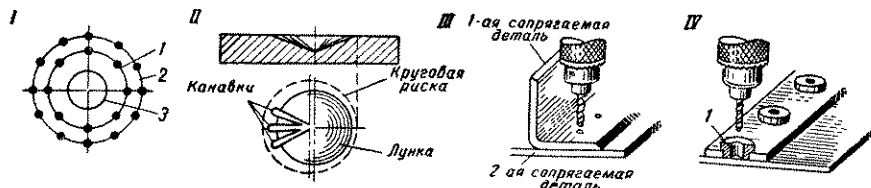
Способы совмещения осей сверла и просверливаемого отверстия

По разметке. При разметке на детали (поз. I) наносят осевые риски, круговую риску 1, определяющую контуры будущего отверстия, и контрольную риску 2 диаметром несколько большим диаметра будущего отверстия; затем кернят углубление в центре отверстия.

При сверлении намеченный центр отверстия совмещают на глаз с центром сверла и затем проводят пробное сверление. При ручной подаче надсверливают углубление 3 размером около $\frac{1}{4}$ диаметра будущего отверстия. После этого удаляют стружку и проверяют concentricity лунки и круговой риски 1.

Если контуры углубления (лунки) смещены относительно контура (поз. II) будущего отверстия, то от центра лунки в ту сторону, куда нужно сместить центр отверстия, крейцмейселем прорубают 2—3 канавки. Затем вновь надсверливают отверстие и, убедившись в его правильности, окончательно просверливают деталь.

По сопрягаемой детали По разметке сверлят отверстие только в одной детали. Другая деталь, сопрягаемая с ней, либо размечается по первой детали, как по шаблону, либо в ней через первую деталь, как через шаблон, просверливают отверстие (поз. III)

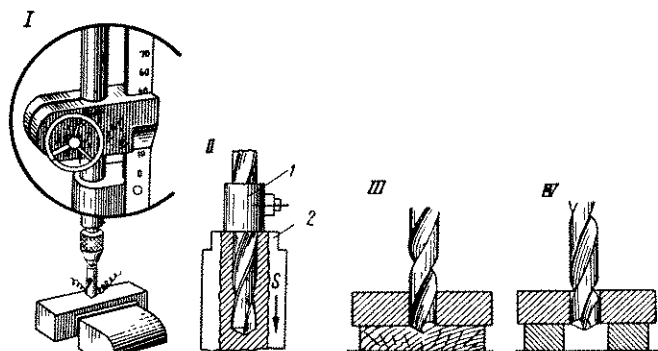


Этот способ обеспечивает более полное совпадение осей отверстий, чем при разметке. Кроме того, примерно на 30% уменьшается трудоемкость сверления.

По кондуктору В кондукторе (поз. IV) заранее расточены отверстия точно на таком же расстоянии, на котором они должны быть расположены в детали. В эти отверстия кондуктора вставлены стальные закаленные кондукторные втулки I с внутренним диаметром, равным диаметру сверла.

После наложения (закрепления) кондуктора на деталь сверло пропускают последовательно через каждую кондукторную втулку и сверлят отверстия.

Способы получения отверстий заданных размеров и формы



Получение отверстий заданного диаметра и цилиндрической формы в значительной мере обеспечивается правильной заточкой сверла.

Для получения точного отверстия прибегают к сверлению в два прохода. Диаметр первого сверла берут на 2—4 мм меньше диаметра отверстия. Рассверливание вторым сверлом, при работе которым исключается вредное влияние поперечного лезвия, ведут с малой автоматической подачи.

К сверлению в два прохода прибегают и во всех случаях, когда диаметр обрабатываемой поверхности превышает 25 мм. При этом руководствуются следующими соотношениями:

Диаметр отверстия, в мм	Диаметр первого сверла, в мм
25—30	15
30—35	20
35—50	25

При необходимости получить отверстие заданной глубины прибегают к предварительной настройке станка. Первый способ такой настройки заключается в следующем. После установки и закрепления детали к ее поверхности, на которой сверлится отверстие, подводят сверло до касания вершиной. При этом положении детали устанавливают на нуль имеющуюся на станке линейку

(поз. I) и затем в процессе сверления следят по этой линейке, насколько углубилось сверло в материал.

Продолжение табл. 150

Второй способ сверления на заданную глубину состоит в установке и закреплении на сверле втулки-упора 1 (поз. II). Когда втулка дойдет до поверхности детали 2, отверстие в ней будет просверлено на требуемую глубину.

При сверлении сквозных отверстий под деталь следует подкладывать деревянную дощечку (поз. III), а для точных деталей — стальное кольцо (поз. IV) или плитку с отверстием для прохода сверла, при этом удастся избежать повреждений на поверхности детали.

Практические указания при сверлении отверстий

1. В конце сверления отверстия во избежание поломки и заедания сверла следует выключить автоматическую подачу и вручную аккуратно закончить сверление.

2. При сверлении отверстий, глубина которых больше длины рабочей части свер-

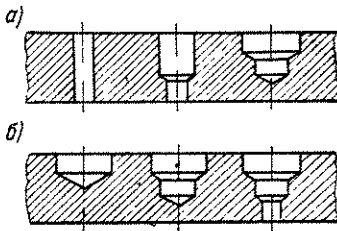


Рис. 117. Схемы сверления ступенчатых отверстий.

ла, необходимо часто выводить вращающееся сверло из отверстия и освобождать его от стружки. В этих случаях производят также сверление двумя сверлами. Сначала сверлом диаметром, равным заданному, сверлят отверстие глубиной немного меньшей, чем длина рабочей части сверла, а затем сверлом меньшего (в 1,5 раза) диаметра просверливают отверстие насквозь, после чего первым сверлом рассверливают отверстие до заданных размеров.

3. Сверление ступенчатых отверстий можно осуществлять двумя способами:

первый — сначала сверлят отверстие по наименьшему диаметру, затем его рассверливают на один или два больших диаметра в пределах глубины каждой ступени; сверла меняют по количеству ступеней, последовательно увеличивая их диаметр (рис. 117, а).

второй — сначала сверлят сверлом. наибольшего диаметра, а затем сверлами меньшего диаметра по числу ступеней (рис. 117, б).

При втором и первом способах сверло не уходит в сторону, и оно хорошо центрируется. Измерить глубину сверления легче при втором способе, так как глубиномер тогда упирается в дно отверстия.

4. Сверление пластмасс связано с некоторыми трудностями. В этом случае необходимо применение специальных сверл с углом заточки при вершине $2\varphi = 180^\circ$ (рис. 118, а).

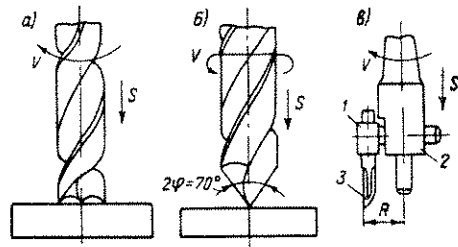


Рис. 118. Сверление отверстий в пластмассах.

Чтобы выходная сторона при сверлении пластмасс не крошилась, под нее подкладывают жесткую металлическую опору.

Сверление органического стекла выполняют острыми спиральными сверлами с углом при вершине $2\varphi = 70^\circ$ (рис. 118, б). Если необходимо изготовить отверстие большего диаметра (до 100—150 мм), то используют циркульные резцы (рис. 118, в). Резец 3, закрепленный в зажиме 1, вставляют в оправку 2, которая своим хвостовиком закрепляется в шпинделе станка. Резец можно установить на различную величину радиуса R .

11. РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ ПРИ СВЕРЛЕНИИ

Под режимом резания подразумевается определенное сочетание глубины резания, подачи и скорости резания.

Глубина резания при сверлении в сплошном металле определяется расстоянием от оси сверла до стенки отверстия, т. е. $t = D : 2$ (рис. 119).

При рассверливании отверстия

$$t = \frac{D-d}{2} \text{ мм},$$

где d — диаметр предварительно обработанного отверстия;

D — диаметр просверливаемого отверстия.

Подачей при сверлении называется перемещение сверла вдоль своей оси за один

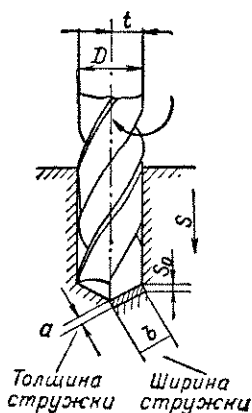


Рис. 119. Схема процесса резания при сверлении.

оборот. Кроме подачи на оборот s_0 мм/об. различают минутную подачу $s_m = s_0 n$ мм/мин, где n — число оборотов сверла за 1 мин.

Скоростью резания при сверлении называется скорость наиболее удаленной от оси сверла точки режущей кромки. Скорость резания измеряется в метрах в минуту (м/мин.) и подсчитывается по формуле:

$$v = \frac{\pi D n}{1000} \text{ м/мин.}, \quad (10)$$

где v — скорость резания, в м/мин.;
 D — диаметр сверла, в мм;
 n — число оборотов сверла в минуту;
 $\pi = 3,14$.

Чтобы определить число оборотов, которые нужно сообщить шпинделю станка и сверлу при данной скорости резания, нужно решить приведенное ниже уравнение относительно n :

$$n = \frac{1000 v}{\pi D} \text{ об/мин.} \quad (11)$$

Зная диаметр сверла и скорость резания, по формуле (11) находят число оборотов шпинделя.

Выбор режима резания осуществляется в такой последовательности. Вначале выбирают диаметр сверла, затем — подачу по табл. 151, после чего скорость резания — по табл. 152 и 153.

Таблица 151

Рекомендуемые величины подач при сверлении спиральными сверлами

Диаметр сверла, в мм	Обрабатываемый материал		
	сталь твердостью HB 229—270	чугун твердостью HB 170—209	алюминиевые сплавы
	подача s_0 , в мм/об		
2,5	0,02—0,04	0,03—0,06	0,05—0,10
4	0,04—0,08	0,06—0,12	0,10—0,20
6	0,06—0,12	0,09—0,18	0,15—0,30
8	0,08—0,16	0,12—0,24	0,20—0,40
10	0,11—0,22	0,15—0,30	0,25—0,50
12	0,14—0,28	0,18—0,35	0,30—0,60
16	0,17—0,35	0,22—0,45	0,35—0,70
20	0,20—0,40	0,25—0,50	0,40—0,80
25	0,22—0,45	0,27—0,55	0,45—0,85
32	0,25—0,50	0,30—0,60	0,50—1,00

Примечания. Рекомендуемые этой таблицей значения подач даны в интервале от (нижнее значение) и до (верхнее значение).

Для выбора определенного значения подачи нужно руководствоваться следующим:

1) верхние значения подач принимаются при сверлении быстрорежущими сверлами с точностью не выше 5-го класса, а также при сверлении отверстий с отношением длины к диаметру меньше трех ($L : D < 3$);

2) нижние значения подач принимаются при сверлении перед развертыванием или чистовым зенкерованием, а также при сверлении отверстий с отношением длины к диаметру больше восьми ($L : D > 8$);

3) средние значения подач принимаются при сверлении под резьбу в условиях недостаточной жесткости, а также при сверлении отверстий с отношением длины к диаметру в пределах от 4 до 8 ($L : D = 4—8$). Так, например, если задано просверлить в чугуне средней твердости отверстие $D = 10$ мм на длину $L = 40$ мм, то по таблице находим $s_0 = 0,15—0,3$ мм/об, но принимаем среднее значение:

$$s_0 = \frac{0,15 + 0,30}{2} = 0,22 \text{ мм/об};$$

4) при сверлении стали, твердость которой выше или ниже твердости, на которую рассчитана таблица, вводят поправочные коэффициенты k : для стали твердостью $HB < 229$ $k = 1,3$; $HB = 229—270$ $k = 1,0$; $HB > 270$ $k = 0,8$. Выбранное по таблице значение подачи должно быть умножено на поправочный коэффициент: $s_{\text{расч}} = s_0 \text{ табл. } k$;

5) перевод чисел твердости по Бринелю в значения чисел твердости по Роквеллу см. в табл. 8 на стр. 17.

Таблица 152

Скорости резания при сверлении

Поддача S_{01} в мм/об	Диаметр сверла D , в мм									
	2,5	4	6	8	10	12	16	20	25	32
	Скорость резания v , в м/мин									
При сверлении стали										
До 0,06	17	22	26	30	33	42	—	—	—	—
0,1	—	17	20	23	26	28	32	38	40	44
0,15	—	—	18	20	22	24	27	30	33	35
0,2	—	—	15	17	18	20	23	25	27	30
0,3	—	—	—	14	16	17	19	21	23	25
0,4	—	—	—	—	—	14	16	18	19	21
0,6	—	—	—	—	—	—	—	14	15	11
При сверлении чугуна										
До 0,06	18	22	25	27	29	30	32	33	34	35
0,1	—	18	20	22	23	24	26	27	28	30
0,15	—	15	17	18	19	20	22	23	25	26
0,2	—	—	15	16	17	18	19	20	21	22
0,3	—	—	13	14	15	16	17	18	19	19
0,4	—	—	—	—	14	14	15	16	16	17
0,6	—	—	—	—	—	—	13	14	15	15
0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13
При сверлении алюминиевых сплавов										
До 0,06	75	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,1	53	70	81	92	100	—	—	—	—	—
0,15	39	53	62	69	75	81	90	—	—	—
0,2	—	43	50	56	62	67	74	82	—	—
0,3	—	—	42	48	52	56	62	68	75	—
0,4	—	—	—	40	45	48	53	59	64	69
0,6	—	—	—	—	37	39	44	48	52	56
0,8	—	—	—	—	—	—	38	42	46	54
1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	42

Примечание. Рекомендуемые значения скорости резания даны при условии сверления быстро-режущими сверлами материала средней твердости и при отношении $L/D < 3$. При изменении этих условий указанные в таблице скорости резания нужно умножать на поправочные коэффициенты, приведенные в табл. 153.

Таблица 153

Поправочные коэффициенты на скорость резания (к табл. 152)

А. В зависимости от обрабатываемого материала и материала режущей части сверла							
Наименование и марка обрабатываемого материала	Твердость <i>HВ</i>	Поправочный коэффициент при сверлении		Наименование и марка обрабатываемого материала	Твердость <i>HВ</i>	Поправочный коэффициент при сверлении	
		быстро-режущими сверлами	твердосплавными сверлами			быстро-режущими сверлами	твердосплавными сверлами
<i>I. Сталь углеродистая качественная конструкционная</i>				30, 35, 40	143—207	1,3	1,2
					170—229	1,2	1,3
					207—269	0,8	1,0
10, 15, 20	156	1,2	1,2				

Продолжение табл. 154

Обрабатываемый материал	Материал сверла	Диаметр сверла, в мм	Углы заточки сверла, в град.				Режим резания	
			2φ	α	γ	ω	v, в м/мин.	s ₀ , в мм/об.
Текстолит	P18	5—10	70—100	—	—	—	40—70	0,1—0,6
		15—20	70—100	—	—	—	37—62	0,1—0,6
Гетинакс	P18	5—10	90—100	—	—	—	29—35	0,1—0,6
		15—20	90—100	—	—	—	28—34	0,1—0,6
Органическое стекло	P9, P18	—	70	—	—	—	45—50	0,06—0,1

Таблица 155

Охлаждающие жидкости при сверлении

Обрабатываемый материал	Рекомендуемая смазочно-охлаждающая жидкость
Конструкционная и инструментальная углеродистая стали Легированная сталь	Эмульсия Эмульсия. Водные растворы соды, буры и мыла Эмульсия
Ковкий чугун Нержавеющие и жаропрочные стали	Эмульсия. 6-процентный раствор эмульсола с добавками хлористого бария и нитрита натрия Эмульсия. Осерненное минеральное масло
Титановые сплавы	Эмульсия. Обработка всухую Эмульсия. Керосин с касторовым или сурепным маслом. Скипидар
Бронза, цинк, латунь Медь, алюминий, силумин, волокнит, винипласт, органическое стекло, полистирол и др.	Обдувка сжатым воздухом. Обработка всухую
Текстолит, гетинакс, аминопласт	Эмульсия. Керосин. Обработка всухую Керосин
Чугунное литье Отбеленный чугун Резина, эбонит, фибра	Обработка всухую

Если число оборотов сверла, а также выбранную по таблице подачу можно осуществить на станке, то на этом выбор режима резания заканчивается. Если же этих значений n и s_0 установить на станке нельзя, то из возможных значений выбирают ближайшие к ним меньшие значения n и s_0 .

Пример. Требуется выбрать режим резания при сверлении сверлом из быстрорежущей стали отверстия диаметром 10 мм и $L=50$ мм в чугунной детали средней твердости (HB 170—209) при нормальных условиях работы.

Решение. 1. По табл. 151 с учетом примечаний к ней принимаем среднее значение подачи.

$$s_0 = \frac{0,15 + 0,30}{2} = 0,22 \text{ мм/об.}$$

2. По табл. 152 для $D=10$ мм и $s_0=0,22$ мм/об. $v_{\text{табл}}=15$ м/мин. По табл. 153 определяем поправочные коэффициенты к $v_{\text{табл}}$:

а) по материалу обрабатываемой детали для чугуна HB 179—209 $k_1=1,0$;

б) по глубине сверления для $\frac{L}{D} = \frac{50}{10} = 5$ $k_2=0,85$.

3. Определяем окончательно значение скорости резания:

$$v_{\text{рез}} = v_{\text{табл}} \cdot k_1 \cdot k_2 = 15 \cdot 1,0 \cdot 0,85 = 12,8 \text{ м/мин.}$$

4. Пользуясь формулой (11), находим число оборотов сверла:

$$n = \frac{1000 \cdot 12,8}{3,14 \cdot 10} \approx 407 \text{ об/мин.}$$

5. Это расчетное число оборотов, так же как и определенную раньше величину подачи, нужно скорректировать по станку.

В табл. 154 приведены основные указания по выбору режима резания при сверлении пластмасс и других слоистых материалов.

Для уменьшения нагрева инструмента и облегчения условий резания при сверлении применяют различного рода смазочно-охлаждающие жидкости. Выбор их зависит от обрабатываемого материала (табл. 155)

12. ВИДЫ БРАКА ПРИ СВЕРЛЕНИИ И ЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Одной из основных причин поломок сверл является несвоевременная замена сверла после его затупления. Затупившееся сверло очень быстро теряет способность резать металл. Оно как бы выдавливает металл из отверстия и при сильно увеличенном осевом давлении ломается. Имеются и другие причины поломок сверл (табл. 156).

Брак при сверлении может возникнуть вследствие различных причин: из-за неисправности станка, приспособления, инструмента и т. д. Однако чаще всего брак происходит из-за невнимательности рабочего или же незнания им правил работы на станке. В табл. 157 указаны основные причины брака и способы их устранения.

Таблица 156

Причины поломок сверл и их устранение

Вид поломки	Причины поломки	Способы предотвращения поломок
Поломка винтовой части сверла	1. Работа затупленным сверлом 2. Малая скорость резания при большой подаче 3. Малый задний угол 4. Большой люфт шпинделя в подшипниках 5. Забивание спиральной канавки сверла стружкой	1. Правильно затачивать сверла 2. Увеличить скорость резания или уменьшить подачу 3. Переточить сверло, увеличив задний угол 4. Проверить положение шпинделя в подшипниках; отрегулировать его положение 5. Правильно заточить сверло; увеличить скорость резания; чаще выводить сверло из отверстия и удалять стружку
Поломка лапки хвостовика	1. Плохая пригонка хвостовика к конусной переходной втулке или в гнезде шпинделя 2. Грязь и заусенцы в переходной втулке или в гнезде шпинделя	6. Правильно устанавливать и закреплять детали 1. Исправить переходную втулку или заменить ее новой 2. Вычистить и насухо протереть переходную втулку, отверстие шпинделя и хвостовик сверла
Выкрашивание режущих кромок	1. Наличие твердых мест или песочных раковин в обрабатываемой детали 2. Слишком большая скорость резания 3. Недостаточное охлаждение сверла или применение неподходящей охлаждающей жидкости	1. Срубить внутри отверстия твердое место 2. Уменьшить скорость резания 3. Увеличить охлаждение сверла, правильно выбрать охлаждающую жидкость
Затупление режущей кромки	1. Слишком большая подача 2. Неправильная заточка сверла (слишком велик задний угол) 3. Сверло затуплено 4. Сверло провертывается в патроне 5. Плохая пригонка конусных поверхностей хвостовика сверла и переходной втулки	1. Уменьшить подачу 2. Правильно и внимательно затачивать сверла 3. Заточить сверло 4. Надежно закреплять сверло 5. Переменить переходную втулку
Быстрый износ режущих кромок	Слишком большая скорость сверления	Уменьшить скорость сверления

Таблица 157

Причины брака при сверлении и меры его предупреждения

Виды брака	Причины брака	Меры предупреждения
Отверстие с грубо обработанной поверхностью	1. Сверление тупым или неправильно заточенным сверлом 2. Слишком большая подача 3. Недостаточное охлаждение или неправильный состав охлаждающей жидкости 4. Плохая установка сверла и детали	1. Правильно затачивать сверло 2. Уменьшить подачу 3. Усилить охлаждение сверла или переменить охлаждающую жидкость 4. Внимательно проверять правильность установки и крепления сверла и детали
Отверстие больше заданного размера	1. Применение сверла увеличенного против заданного диаметра 2. Наличие неравных углов у режущих кромок или разная длина режущих кромок 3. Люфт сверла в конусной переходной втулке 4. Люфт шпинделя станка	1. Выбирать сверла необходимых размеров 2. Правильно затачивать сверла 3. Исправить или сменить втулку 4. Проверить положение шпинделя и тщательно отрегулировать его
Смещение оси отверстия	1. Неверная разметка детали 2. Неправильная установка и слабое крепление детали на столе станка (изделие сдвинулось при сверлении) 3. Биение сверла в шпинделе 4. Увод сверла в сторону	1. Правильно размечать детали; при сверлении сначала засверливать пробное углубление и проверять совпадение отверстия с контрольной риской 2. Проверить установку и крепление детали и прочно укрепить ее на столе станка 3. Хорошо выверить установку сверла 4. Проверить правильность заточки; проверить сверло на биение; правильно затачивать сверла
Перекос отверстия	1. Неправильная установка детали на столе станка 2. Попадание стружек под опорную поверхность детали 3. Применение неправильных (непараллельных) подкладок 4. Стол станка не перпендикулярен к шпинделю	1. Проверить установку и крепление детали 2. Тщательно очищать стол и деталь от стружек и грязи 3. Перед установкой детали сменить подкладки 4. Выяснить причину и устранить ее
Отверстие просверлено на глубину больше заданной	1. Неправильная установка упора	1. Проверить установку упора и исправить ее

13. НОРМЫ ВРЕМЕНИ НА СВЕРЛЕНИЕ ОТВЕРСТИЙ
РУЧНЫМИ И МЕХАНИЗИРОВАННЫМИ СВЕРЛИЛЬНЫМИ МАШИНКАМИ

Норма штучного времени $T_{шт}$ на сверление отверстий ручными и механизированными сверлильными машинками определяется по следующей формуле:

$$T_{шт} = (T_{оп}k + T_{уст}) \times \left(1 + \frac{x}{100}\right) \text{ мин.}, \quad (12)$$

где $T_{оп}$ — оперативное время сверления одного отверстия (по табл. 158);
 k — коэффициент, учитывающий изменение условий работы (по табл. 159);

$T_{уст}$ — вспомогательное время на установку и снятие детали с креп-

лением и откреплением, в мин. (по табл. 160);

x — дополнительное время на обслуживание рабочего места и естественные надобности рабочего. Для нормальных условий работы $x=6\%$, для тяжелых, но удобных работ $x=8\%$ и для тяжелых и неудобных работ $x=10\%$.

Пример. Определить норму штучного времени на сверление пяти сквозных отверстий диаметром 8 мм и глубиной 20 мм при следующих условиях: материал — сталь $\sigma_b=70$ кг/мм²; сверление отверстий производится при монтаже изделия на вертикальной стенке электродрелью И-29; партия деталей — 5 шт.

Решение. Норму штучного времени на выполнение этой работы определяем по формуле (12), где $T_{оп}$ — время сверления одного отверстия берем по табл. 158; $T_{оп}=0,65$ мин.

По табл. 159 находим поправочные коэффициенты $k_1=1,2$, $k'_3=1,1$ (с учетом вертикальной стенки), $k''_3=1,1$ (с учетом количества деталей в партии); $k'''_3=1,0$ (с учетом количества отверстий).

В соответствии с примечанием к табл. 160 принимаем $T_{уст}=0$.

Таким образом, норма штучного времени на сверление пяти отверстий будет:

$$T_{шт} = 5 \times 0,65 \times 1,2 \times 1,1 \times 1,1 \times 1,0 \left(1 + \frac{6}{100}\right) = 5 \text{ мин.}$$

Таблица 158

Норма оперативного времени сверления одного отверстия механизированными сверлилками электрического и пневматического действия¹

Глубина отверстия, в мм, до	Сверление на горизонтальной плоскости					Сверление на цилиндрической поверхности				
	Диаметр отверстия, в мм									
	3	6	10	16	22	3	6	10	16	22
	машинки весом до 4 кг		машинки весом более 4 кг			машинки весом до 4 кг		машинки весом более 4 кг		
	Время $T_{оп}$, в мин.									
5	0,20	0,22	0,28	0,34	0,42	0,30	0,31	0,39	0,50	0,60
8	0,25	0,28	0,36	0,44	0,56	0,35	0,39	0,50	0,60	0,80
12	0,30	0,36	0,47	0,60	0,75	0,45	0,50	0,65	0,85	1,05
15	—	0,42	0,55	0,70	0,90	—	0,60	0,80	1,00	1,30
20	—	0,50	0,65	0,85	1,10	—	0,70	0,95	1,20	1,60
25	—	0,60	0,75	0,95	1,30	—	0,80	1,05	1,40	1,90
35	—	0,75	0,95	1,25	1,70	—	0,90	1,25	1,80	2,40
50	—	—	1,20	1,60	2,30	—	—	—	—	—
70	—	—	1,50	2,00	3,00	—	—	—	—	—

¹ В этой таблице дано время сверления механизированными машинками. При работе ручными дрелями $T_{оп}$ нужно увеличить в 2 раза.

Таблица 159

Поправочные коэффициенты к табл. 158 на измененные условия работы

А. На обрабатываемый материал	Поправочный коэффициент k_1
Сталь конструкционная $\sigma_b = 40-60$ кг/мм ²	1,0
То же, $\sigma_b = 60-80$ кг/мм ²	1,2
То же, σ_b до 40 кг/мм ² и чугун серый	0,9
Сталь высоколегированная и жаропрочная	1,5
Медные сплавы	0,7
Алюминиевые сплавы	0,5
Гетинакс и текстолит	0,35

Продолжение табл. 159

Б. В зависимости от типа машинки и инструмента	Поправочный коэффициент k_2
Ручной машинкой	2,0
Механизированными машинками весом более 4 кг при сверлении отверстий диаметрами 10, 16 и 22 мм	1,2
Удлиненными сверлами	1,2
В. В зависимости от условий работы при сверлении	Поправочный коэффициент k_3
Глухих отверстий	1,2
В стесненном и «потолочном» положении	1,3
На вертикальной плоскости	1,1
При количестве отверстий в детали до:	
7	1,0
10	0,9
20	0,85
30	0,75
При количестве деталей в партии, в шт.:	
11—20	1,1
21—30	1,0
31—50	0,9
51—100	0,85
101—200	0,75

Таблица 160

Нормы вспомогательного времени на установку и снятие детали $T_{уст}$ при сверлении отверстий

Характер установки и снятия детали	Вес детали, в кг							
	1	2	3	4	5	6	9	10
	Время установки и снятия детали, в мин.							
Установка детали на верстаке без крепления и снятие ее	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19
Установка детали в слесарных тисках с креплением и снятие ее	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,37	0,39
Установка детали на верстаке с креплением струбцинами и снятие ее	0,31	0,34	0,36	0,38	0,41	0,43	0,45	0,47
Установка детали на верстаке с креплением прижимными планками и снятие ее	0,35	0,38	0,41	0,43	0,46	0,49	0,51	0,53
Примечание. В случае сверления отверстий при монтаже время на установку $T_{уст} = 0$.								

14. КОНСТРУКЦИЯ И ГЕОМЕТРИЯ ЗЕНКЕРОВ

Процесс зенкерования является получистовой операцией обработки отверстий. Он обеспечивает точность обработки отверстий в пределах 3—5-го классов ОСТ и шероховатость обработанной поверхности в пределах 4—6-го классов.

Зенкер (рис. 120, а) обычно состоит из рабочей части, шейки и хвостовика.

Рабочая часть состоит из режущей (заборной) и направляющей (калибрующей) частей.

Ленточки (фаски) на направляющей части зенкера уменьшают трение и облегчают резание. Для уменьшения трения зенкер имеет обратный конус, т. е. уменьшение диаметра по направлению к хвостовику до 0,05—0,10 мм на 100 мм длины.

Угол наклона винтовой канавки ω зависит от свойств обрабатываемых материалов. Для обработки твердых металлов применяют меньшие, а для обработки мягких металлов большие значения угла ω . Для

вов, а в табл. 162 — основные типы зенкеров.

Диаметр зенкера для обработки цилиндрических отверстий выбирается в зависимости от материала детали, размеров от-

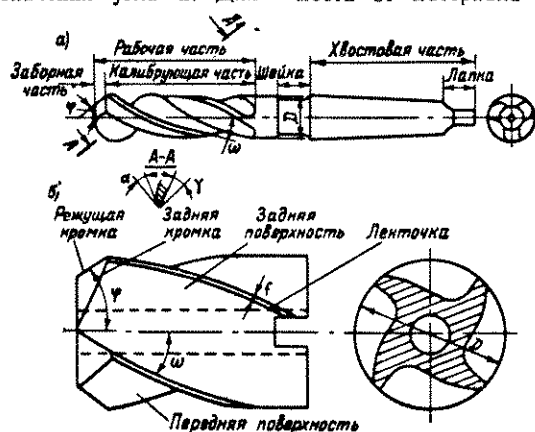


Рис. 120. Зенкеры:

а — трехперый хвостовой; б — четырехперый насадной.

обработки прерывистых отверстий независимо от материала детали $\omega = 20-30^\circ$.

В табл. 161 приведены значения геометрических параметров зенкеров из быстрорежущей стали и твердых спла-

вов, припуска на обработку и требуемой точности зенкерования. Размеры диаметров зенкеров для обработки отверстий 2—4-го классов точности приведены в табл. 131 (см. стр. 269).

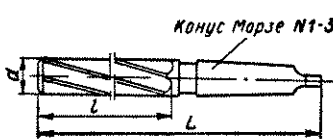
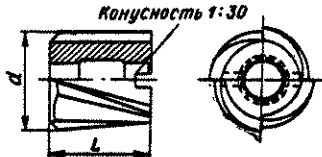
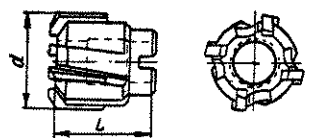
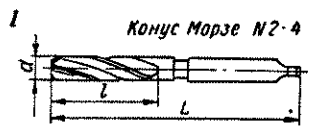
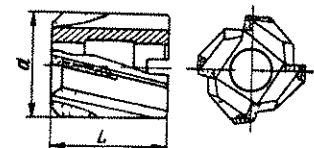
Таблица 161

Геометрические параметры режущей части зенкеров (рис. 120)

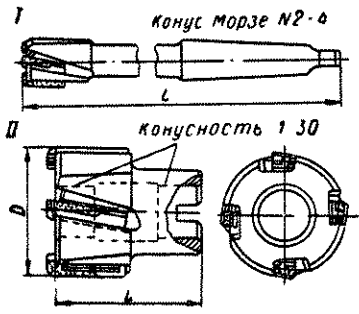
Обрабатываемый материал	Задний угол α	Передний угол γ режущей части зенкеров из		Главный угол в плане ϕ	Угол в плане переходного режущего лезвия ϕ_0	Угол наклона винтовой канавки ω	Ширина ленточки на калибрующей части, в мм
		быстро-режущей стали	твердого сплава				
	в град.						
Чугун: HB ≤ 150 HB 150—200 HB > 200	8—10	10—12 6—8 —	8 5 0	30—60	30	10	0,8—2,0
Сталь и стальное литье: HB ≤ 180 HB 180—225 HB 225—270 HB > 270	8—10	15—20 12—15 5—10 —	— 0 0—5 —10	60 —	—	25—30	0,8—2,0
Сталь закаленная	10	—	—15	—	—	10—20	—
Медные и алюминиевые сплавы Магневые сплавы	10 —	25—30 —	10—20 —	60 45—60	— —	10—20 20—25	— —

Таблица 162

Основные типы зенкоров для обработки цилиндрических отверстий

Эскиз	Диаметры d , в мм		Стандарт	Габаритные размеры, в мм	
	от	до		общая длина L	длина рабочей части l
Зенкеры с коническим хвостовиком из инструментальных сталей					
	10	32	ГОСТ 12489-71	160—290 (длинные) 140—250 (короткие)	78—170 58—130
Зенкеры насадные цельные					
	25	80	ГОСТ 12489-71	40—70	—
Зенкеры насадные со вставными ножами из быстрорежущей и легированной сталей					
	40	100	ГОСТ 2255-71	45—70	—
Зенкеры хвостовые и насадные с напаянными пластинками из твердых сплавов					
	1. С усиленным коническим хвостовиком (поз. I)				
	14	38	ГОСТ 3231-71	160—290 (короткие) 190—350 (длинные)	68—150 88—210
	2. Насадные (поз. II)				
	34	80	ГОСТ 3231-71	40—65	—

Продолжение табл. 162

Эскиз	Диаметры d , в мм		Стандарт	Габаритные размеры, в мм	
	от	до		общая длина L	длина рабочей части l
Зенкеры сборные со вставными ножами, оснащенными твердым сплавом					
	1. С коническим хвостовиком (поз. I)				
	30	50	ГОСТ 12510-71	260—300	—
	2. Насадные (поз. II)				
	40	100	ГОСТ 12510-71	45—70	—

15. ЗЕНКОВАНИЕ (РАЗЗЕНКОВКА) ОТВЕРСТИЙ

Помимо зенкерования — процесса обработки цилиндрических и конических отверстий — различают процесс зенкования: снятие фасок у отверстий, получение конических и цилиндрических углублений для головок винтов и заклепок, а также подрезание торцов, плоскостей бобышек и т. д.

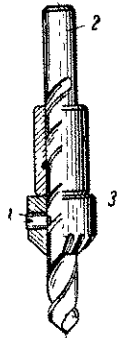


Рис. 121. Комбинированный инструмент: сверло и коническая зенковка.

Инструмент, которым выполняются эти операции, называется *зенковкой*.

Конструкции зенковок существенно отличаются от конструкций обычных цилиндрических зенкеров. Основной особенностью зенковок является наличие зубьев на торце и направляющих цапф, которыми инструмент вводится в уже просверленное отверстие.

В табл. 163 приведены основные типы поверхностей, получаемых зенкованием, а в табл. 164 — основные типы зенковок, применяемых для обработки этих поверхностей.

Комбинированные инструменты для зенкования отверстий. В целях повышения производительности труда часто стараются совместить два перехода — сверление и зенкование отверстия под головку болта, винта и т. п.

Для этого используются комбинированные инструменты — сверла-зенковки, одна

из конструкций которых изображена на рис. 121:

Здесь сверло 2 при помощи винта 1 закрепляется в определенном по высоте положении в пустотелом корпусе зенковки 3.

На ряде заводов успешно применяется комбинированный инструмент для одновременного сверления и зенкования. Этот ин-

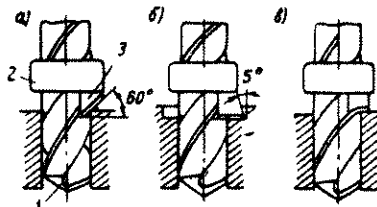


Рис. 122. Комбинированный инструмент: сверло и резец для зенкования отверстий.

струмент (рис. 122) состоит из спирального сверла 1 и резца-клина 3, закрепленных в литой державке 2. Державка представляет собой кольцо со сквозным пазом и выступом, соответствующим спиральной канавке сверла.

Резец-клин вставляется в паз державки и заклинивается в ней сверло.

В зависимости от требуемой формы зенковки резцу-клину придается либо конусная форма затачивания под углом 60° (рис. 122, а), либо прямоугольная (рис. 122, б), либо радиусная (рис. 122, в).

Продолжение табл. 163

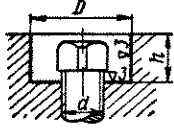
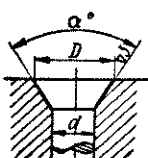
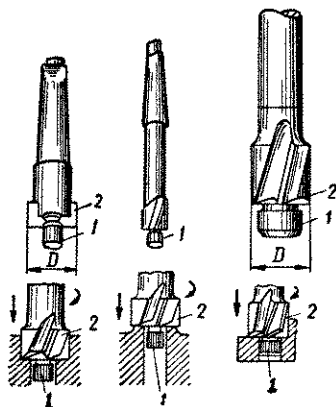
Тип зенковки	Размеры, в мм									
Под винты установочные с квадратной головкой 	d	6	8	10	12	16	20	—	—	—
	D	20	25	30	35	40	50	—	—	—
	h	9	10	12	15	20	28	—	—	—
Под заклепки 	$d_{\text{закл}}$	4	5	6	8	10	13	16	19	22
	$d_{\text{отв}}$	4,2	5,5	6,5	8,5	10,5	13,5	16,5	20	23
	D	8	10	11,2	14,4	16	20,5	24,5	30	35
	α°	90	90	90	90	75	75	60	60	60

Таблица 164

Основные типы специальных зенковок для обработки цилиндрических углублений, торцовых и конических поверхностей

Зенковки для обработки цилиндрических углублений

Направляющая цапфа 1 входит в просверленное отверстие, а режущая часть 2 зенкует цилиндрическое углубление диаметром, равным D . Диаметр цапфы должен быть равен диаметру ранее просверленного отверстия.



Иногда цапфы делают съемными; это позволяет использовать одну зенковку для зенкования отверстий разных диаметров.

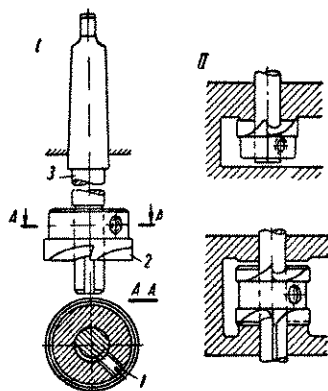
Зенковки рассматриваемого типа используются не только для образования цилиндрических углублений, но и для обработки торцовых поверхностей и площадок под гайки и головки болтов.

Пластинчатыми зенковками можно производить зенкование торцовых поверхностей и цилиндрических углублений диаметром не менее 25 мм.

Если режущей пластине придать конусную форму, то такими зенковками можно зенковать также конические углубления под потайные винты и снимать фаски.

Продолжение табл. 164

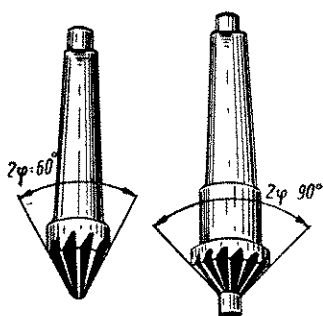
Зенковки насадные для подрезания внутренних торцовых поверхностей



Таковыми зенковками обрабатывают торцовые поверхности бобышек во внутренних полостях корпусов и других деталей.

Зенковки применяют со специальными оправками 3 (поз. I), которые вводят во внутренние полости деталей, после чего на них надевают зенковки 2 и закрепляют винтами 1. Зенковки этого типа изготавливают односторонними и двусторонними (поз. II).

Зенковки для зенкования конических поверхностей



Эти зенковки используются для обработки конических поверхностей под головки потайных винтов, под заклепки и для снятия фасок в отверстиях.

В зависимости от заданного в конструкции детали угла конусной поверхности угол 2ϕ зенковки берется равным 60, 75, 90 или 120°.

Зенковки применяются как с направляющей цапфой, так и без нее.

16. РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ЗЕНКЕРОВАНИИ И ЗЕНКОВАНИИ ОТВЕРСТИЙ

Как видно из данных табл. 131, припуск под зенкерование колеблется в пределах 1—2 мм, а следовательно, глубина резания при зенкеровании $t=0,5—1$ мм.

Рекомендуемые значения подачи при работе зенкерами указаны в табл. 165.

Приведенные здесь величины подачи указаны для материалов средней твердости. Наибольшие предельные величины подачи рекомендуется принимать при черновом зенкеровании, средние — при зенкеровании под последующее развертывание при не-

высоких требованиях к чистоте поверхности и наименьшие — при зенкеровании по 4-му классу точности и под последующее развертывание.

При обработке материалов разной твердости приведенные в табл. 165 подачи следует принимать с поправочными коэффициентами согласно табл. 159 (см. стр. 316).

Скорость резания при зенкеровании выбирается в соответствии с рекомендациями, приведенными в табл. 166. Режимы резания при зенковании приведены в табл. 167.

Таблица 165

Рекомендуемые величины подачи при зенкеровании

Диаметр зенкера, в мм	Подача, в мм/об, при обработке		
	стали	чугуна	алюминиевых сплавов
10	0,22—0,45	0,30—0,50	—
12	0,25—0,50	0,35—0,60	0,3—0,6
16	0,30—0,60	0,40—0,70	0,4—0,8
20	0,38—0,75	0,45—0,80	0,6—1,1
25	0,40—0,80	0,50—0,90	0,7—1,3
32	0,40—0,80	0,55—1,00	0,8—1,5
40	0,50—1,00	0,70—1,20	0,9—1,7
60	0,60—1,20	0,90—1,50	1,1—2,2
80	0,70—1,40	1,00—1,80	1,3—2,6
100	0,80—1,60	1,10—2,00	—

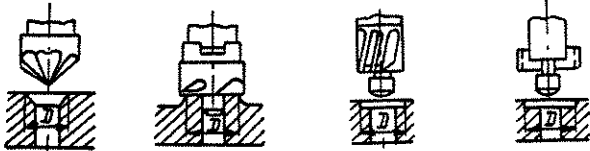
Таблица 166

Скорости резания при зенкеровании, в м/мин.

Подача, в мм/об	При обработке стали зенкером диаметром, в мм			При обработке чугуна зенкером диаметром, в мм			При обработке алюминиевых сплавов зенкером диаметром, в мм		
	до 20	20—40	св. 40	до 20	20—40	св. 40	до 20	20—40	св. 40
0,1	46	54	60	45	52	—	135	155	—
0,15	38	42	50	39	45	46	110	130	—
0,2	33	38	43	35	40	41	98	110	120
0,3	26	30	35	31	35	35	79	99	96
0,4	23	26	30	27	31	32	68	78	85
0,6	20	22	24	23	26	27	57	64	70
0,8	19	19	21	21	24	24	50	54	58
1,0	—	17	19	19	22	22	44	49	52

Таблица 167

Режимы резания при зенковании и подрезании торцовых поверхностей инструментами из инструментальных сталей
(выбор подачи и скорости резания)

			
I. Подачи, в мм/об			
Диаметр обработки D, в мм	Обрабатываемый материал		
	сталь σ_B до 60 кг/мм ² , медь и латунь	сталь σ_B свыше 60 кг/мм ²	чугун, бронза и алюминиевые сплавы
15	0,08—0,12	0,05—0,08	0,10—0,15
20	0,08—0,15	0,05—0,10	0,10—0,15
30	0,10—0,15	0,06—0,10	0,12—0,20
40	0,12—0,20	0,08—0,12	0,15—0,25
50	0,12—0,20	0,08—0,15	0,15—0,25
Более 50	0,15—0,25	0,10—0,18	0,20—0,30

Продолжение табл. 167

Диаметр обработки D , в мм	Обрабатываемый материал			
	сталь σ_B до 60 кг/мм ² , медь и латунь	сталь σ_B свыше 60 кг/мм ²	чугун, бронза и алюми- ниевые сплавы	
II. Скорости резания при работе зенковками и цековками из стали Р18				
Обрабатываемый материал	Сталь σ_B до 60 кг/мм ² , медь и латунь	Сталь σ_B свыше 60 кг/мм ²	Алюминиевые сплавы	Чугун и бронза
	работа с охлаждением			работа без охлаждения
Скорости резания, в м/мин	10—18	7—12	40—60	12—25
Примечание. При работе инструментами из стали 9ХС табличные значения скоростей реза- ния следует умножать на поправочный коэффициент 0,6—0,7, а при работе инструментами из углеро- дистой стали — на коэффициент 0,5.				

17. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ РАЗВЕРТОК И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Развертывание — это процесс чистовой обработки отверстий, обеспечивающий точность 2—3-го классов по ОСТу и шероховатость поверхности 7—9-го классов.

В зависимости от размеров отверстия и требований к нему припуск под развертывание обычно составляет от 0,1 до 0,3 мм на сторону (см. табл. 131).

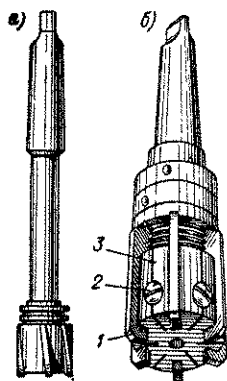


Рис. 123. Регулируемые развертки:

а — раздвижная; б — разжимная.

Для получения повышенной точности обработки припуск снимают последовательно двумя развертками. Первая (предварительная) снимает примерно две трети припуска, вторая (окончательная) — остальную часть.

Развертывание отверстий осуществляется на сверлильных станках или вручную. Соответственно и работу ведут машинными и ручными развертками. Ручной развертке вращение сообщается при помощи воротка, который надевается на квадратный конец хвостовика развертки (см., например, рис. 126).

Машинные развертки закрепляются в державках, установленных в патроне или непосредственно в шпинделе станка.

Для обработки цилиндрических отверстий применяются цилиндрические развертки, а для обработки конических отверстий — конические развертки.

В табл. 168 приведены данные об основных типах разверток, применяемых при обработке на сверлильных станках.

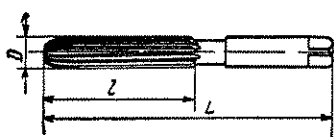
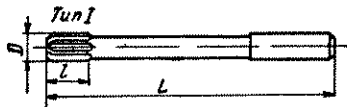
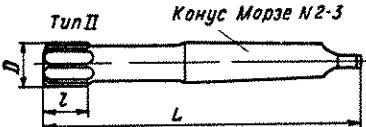
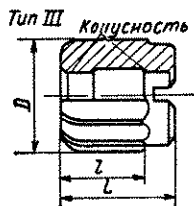
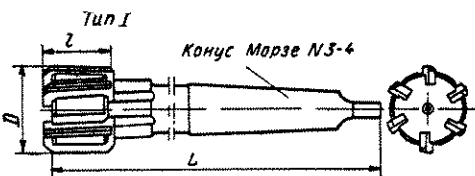
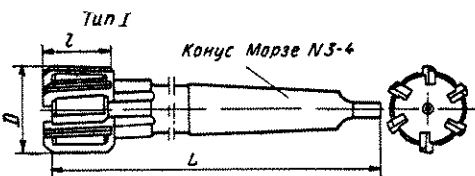
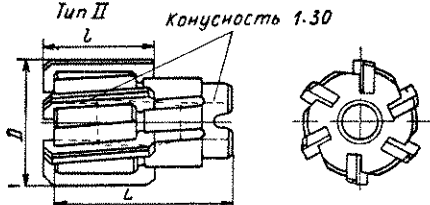
Приведенные в этой таблице развертки являются постоянными (мерными). Кроме таких разверток при обработке отверстий диаметром от 24 до 80 мм применяют так называемые регулируемые развертки.

На рис. 123, а показана раздвижная развертка. Она состоит из корпуса, который служит довольно долго и изготавливается из сравнительно недорогих конструкционных сталей и вставных ножей простой формы. Ножи выполняют из тонких пластинок, на которые расходится небольшое количество дорогостоящего металла. Их можно переставлять или раздвигать на больший диаметр, регулируя или затачивая до нужного размера. Когда ножи стачиваются и не обеспечивают надежного крепления, их заменяют новыми.

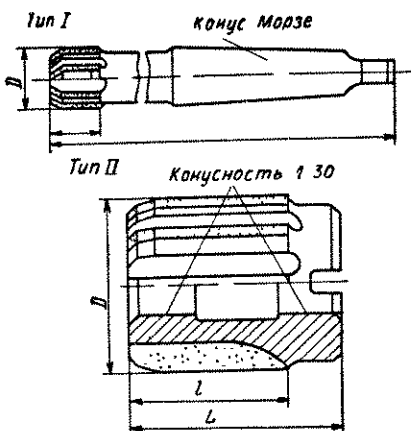
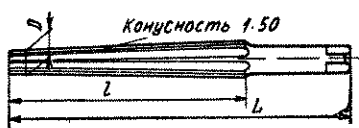
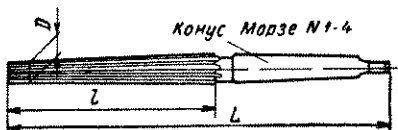
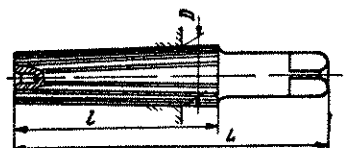
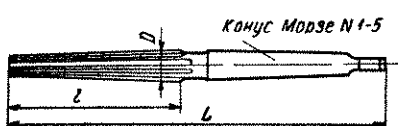
На рис. 123, б показана разжимная развертка. Режущие ножи 1 либо крепятся в ее корпусе 3 непосредственно винтами,

Таблица 168

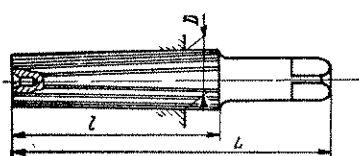
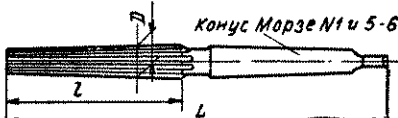
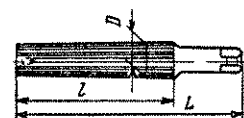
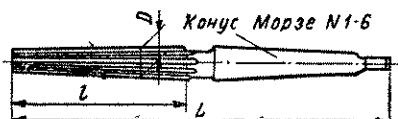
Основные типы разверток

Эскиз	Диаметры D , в мм		Стандарт	Габаритные размеры, в мм	
	от	до		общая длина L	длина рабочей части l
	3	56	ГОСТ 7722-70	62—367	31—184
Развертки ручные цилиндрические					
	Развертки машинные цельные Тип I — с цилиндрическим хвостовиком				
	3	9	ГОСТ 1672-71	60—100	10—16
Тип II — с коническим хвостовиком					
	10	18	ГОСТ 1672-71	140—240	16—25
Тип III — насадные					
	25	50	ГОСТ 1672-71	30—42	22—30
Развертки машинные со вставными ножами					
	32	50	ГОСТ 883-71	243—319	32—47
Тип I — с коническим хвостовиком					
	40	100	ГОСТ 883-71	40—100	28—40
Тип II — насадные					

Продолжение табл. 168

Эскиз	Диаметры D , в мм		Стандарт	Габаритные размеры в мм											
	от	до		общая длина L	длина рабочей части l										
 Тип I конус Морзе Тип II конусность 1:30	Развертки машинные с пластинками из твердых сплавов Тип I — с коническим хвостовиком <table><tr><td>10</td><td>32</td><td>ГОСТ 11175-71</td><td>140—240</td><td>16—22</td></tr></table> Тип II — насадные <table><tr><td>32</td><td>50</td><td>ГОСТ 11175-71</td><td>40—55</td><td>32</td></tr></table>					10	32	ГОСТ 11175-71	140—240	16—22	32	50	ГОСТ 11175-71	40—55	32
10	32	ГОСТ 11175-71	140—240	16—22											
32	50	ГОСТ 11175-71	40—55	32											
 конусность 1:50	0,6	60	ГОСТ 11177-71	42—450	21—355										
 конус Морзе N 4	6	32	ГОСТ 10081-71	165—485	85—335										
	0—6	9,045—63,35	ГОСТ 11182-71	95—310	64—205										
 конус Морзе N 5	0—6	0,945—63,35	ГОСТ 10079-71	140—385	64—205										

Продолжение табл. 168

Эскиз	Диаметры D , в мм		Стандарт	Габаритные размеры, в мм	
	от	до		общая длина L	длина рабочей части l
	Развертки конические под метрические конусы				
	4	4	ГОСТ 11183-71	50	32
	6	6		65	42
	80	80		340	222
	100	100		385	260
	120	120		425	298
	140	140		465	336
	Развертки конические с коническим хвостовиком под метрические конусы				
	4	4	ГОСТ 10080-71	105	22
	6	6		120	30
	80	80		405	182
	100	100		505	214
	Развертки конические (конусность 1:30)				
	—	13—60	ГОСТ 11184-71	120—270	80—184
	Развертки конические с коническим хвостовиком (конусность 1:30)				
	—	13—100	ГОСТ 10082-71	160—460	80—216

либо в точно пригнанных пазах прижимаются ко дну паза винтами 2, разжимающими корпус и тем самым увеличивающими диаметр развертки (на 0,25—0,5 мм).

Диаметры разверток для обработки цилиндрических отверстий принимаются в соответствии с номинальными размерами отверстий, требуемой точностью и намеченной последовательностью его обработки.

Диаметры черновых разверток принимаются по табл. 131 (см. стр. 269). Диамет-

ры чистовых разверток должны соответствовать номинальным размерам и требуемой точности обработки отверстий.

При машинном развертывании, так же как и при сверлении, наблюдается некоторая разработка, т. е. увеличение диаметра отверстия. Величина этой разработки зависит от диаметра развертки и составляет в среднем 0,01—0,02 мм при диаметре развертки 10—20 мм и 0,02—0,03 мм — при диаметре ее более 20 мм.

18. КОНСТРУКЦИЯ И ГЕОМЕТРИЯ РЕЖУЩИХ ЗУБЬЕВ РАЗВЕРТОК

Развертки состоят из трех основных частей: рабочей части, шейки и хвостовика (рис. 124).

Рабочая часть развертки в свою очередь делится на режущую и калибрующую части и обратный конус.

Режущая часть (заборный конус) длиной l_1 имеет режущие кромки, выполняющие основную работу резания.

Калибрующая часть l_2 калибрует отверстие и направляет развертку в отверстие.

Обратный конус l_3 на калибрующей части служит для уменьшения трения развертки о поверхность отверстия.

Расположенные на рабочей части развертки ее режущие зубья выполняются прямыми (прямоугольные развертки) или с винтовыми канавками (спиральные развертки).

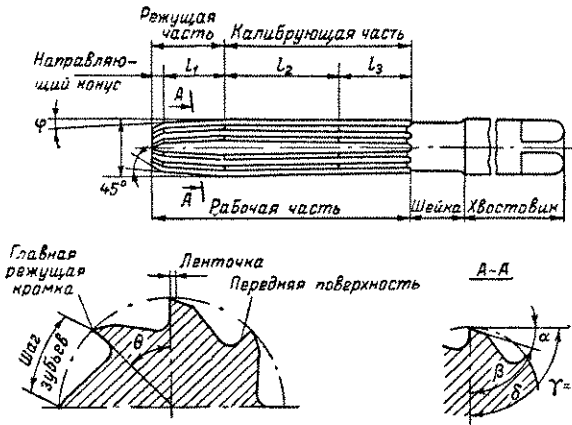


Рис. 124. Конструкция и геометрия развертки.

Развертки с правой винтовой канавкой называются праворежущими, а с левой винтовой канавкой — леворежущими.

Число зубьев развертки определяется по следующей формуле:

$$z = \sqrt{D},$$

где z — число зубьев развертки;

D — ее диаметр.

Обычно принимают четное число зубьев, при этом проще измерять диаметр развертки микрометром.

Хвостовик ручной развертки имеет цилиндрическую шейку и квадрат для передачи крутящего момента с помощью воротка. Хвостовики машинных разверток диаметром до 10—12 мм выполняются цилиндрическими, а у более крупных разверток — коническими.

Основную работу резания выполняет заборная (режущая) часть развертки.

Угол в плане φ (см. рис. 124) принимается для ручных разверток равным 0,5—1,5°, а для машинных $\varphi = 3—5^\circ$ при развертывании твердых и $\varphi = 12—15^\circ$ при развертывании мягких и вязких металлов.

На конце заборной части зубья имеют скос под углом 45°. Это предохраняет режущие зубья от выкрашивания.

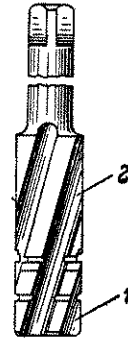


Рис. 125. Комбинированный инструмент:

1 — зенкер; 2 — развертка.

Задний угол зуба развертки α принимается равным 6—15°. Большие значения берутся для разверток больших диаметров.

Передний угол γ для черновых разверток берется в пределах от 0 до 10°, а для чистовых $\gamma = 0^\circ$.

Углы заострения β и резания δ определяются в зависимости от углов α и γ .

В целях повышения чистоты поверхности отверстия и предотвращения появления погрешностей его формы (огранки) зубья разверток делают с неравномерным шагом.

Для увеличения производительности труда при обработке отверстий иногда применяют комбинированный инструмент — развертку в комбинации со сверлом или с зенкером (рис. 125).

19. ПРАКТИКА РАЗВЕРТЫВАНИЯ

1. Прежде чем приступить к развертыванию, необходимо осмотреть развертку, нет ли выкрошенных зубьев и забоин, а также проверить, правильно ли изготовлены детали — достаточен ли припуск, оставленный на развертывание.

2. Установив развертку с надетым на нее воротком в отверстие, следует проверить правильность ее положения в отверстии, что делают угольником в двух взаимно перпендикулярных направлениях — одну полку угольника ставят на деталь, а вторую подводят к развертке.

3. Вороток нужно вращать плавно, без рывков. Не следует сильно нажимать на него (рис. 126, а). Вращать развертку в обратном направлении недопустимо, так как это вызывает поломку зубьев и задир на поверхности отверстия.

4. Для развертывания отверстий в труднодоступных местах, расположенных глубоко в детали 4, применяют специальные удлинители 2 (рис. 126, б), надевающиеся на квадрат развертки 1 как торцовый ключ; вороток 3 надевается на квадрат такого удлинителя.

5. При работе машинной разверткой часто встречаются случаи, когда при жестко закрепленной развертке ось ее не совпадает с осью обработанного отверстия, по-

ком 1. В отверстии корпуса 4 штифтом 5 крепится с зазором качающаяся часть оправки 6, которая упирается шариком 3 в подпятник 2. Благодаря такому устрой-

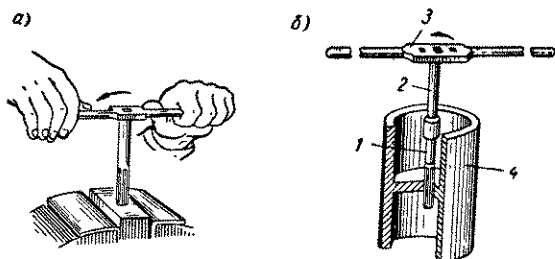


Рис. 126. Практика развертывания ручной разверткой.

этому либо отверстие получит неправильную форму, либо сломается развертка. Во избежание такого брака при развертыва-

нью качающаяся оправка с разверткой может легко принимать положение, совпадающее с осью развертываемого отверстия.

Для получения отверстия высокой точности применяют плавающие развертки, представляющие собой пластины, вставленные в точно обработанные пазы цилиндрической оправки. Наружные ребра пластины заточены так же, как и у зуба развертки. Для обеспечения регулирования пластин их делают составными.

При работе плавающими развертками не нужна точная соосность обрабатываемого отверстия и шпинделя станка. Точное отверстие получается даже при биении шпинделя, так как пластина своими ленточками центрируется по стенкам отверстия, перемещаясь в пазу оправки в поперечном направлении.

6. Конические отверстия развертывают последовательно двумя или даже тремя развертками. При предварительном развертывании подачи выбирают большими, чем при окончательном. Отверстия под конический штифт, после того как они просверлены, развертывают двумя развертками, смазанными минеральным маслом. Диаметры отверстий, подготовленных под развертывание, для конических штифтов указаны в табл. 169.

7. Ручное развертывание требует больших затрат времени и физических усилий рабочего. Наиболее простым мероприятием по механизации развертывания отверстий, особенно расположенных в труднодоступных местах, является применение простейших приспособлений с трещоткой. Используются также электрические и пневматические переносные машинки.

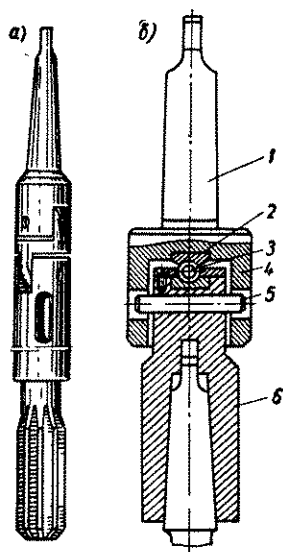


Рис. 127. Качающаяся оправка.

a — общий вид; б — конструкция.

нии отверстий на станке применяют не жесткие, а качающиеся оправки.

Качающаяся оправка (рис. 127) жестко закрепляется своим коническим хвостови-

Таблица 169

Диаметры сверл для сверления отверстий под конические штифты

Наименьший диаметр штифта, в мм	2	3	4	6	8	10	13	16	20
Диаметр сверла, в мм	2	3	4	6	7,8	9,8	12,8	15,8	19,7

1. Ручные подачи								
Обрабатываемый материал	Подача s , в мм/об., при диаметре отверстия D , в мм							
	5	10	15	20	25	30	40	50
Сталь $\sigma_B \leq 80$ кг/мм ²	0,40	0,65	0,90	1,10	1,2	1,4	1,6	1,9
Сталь $\sigma_B > 80$ кг/мм ²	0,30	0,50	0,80	0,90	1,0	1,1	1,3	1,5
Чугун $HB \leq 200$, медные и алюминиевые сплавы	0,90	1,60	2,00	2,40	2,8	3,2	4,0	4,5
Чугун $HB > 200$	0,60	1,00	1,30	1,60	1,8	2,1	2,5	2,9

2. Механические подачи									
Диаметр отверстия, в мм	Сталь			Чугун $HB < 200$, медные и алю- миниевые сплавы			Чугун $HB > 200$		
	Подача s , в мм/об., при группах подач								
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
10	0,8	0,7	0,5	2,2	1,7	1,4	1,7	1,4	1,0
15	0,9	0,8	0,6	2,4	1,9	1,5	1,9	1,5	1,2
20	1,0	0,8	0,7	2,6	2,0	1,7	2,0	1,7	1,4
25	1,1	0,9	0,8	2,9	2,2	1,9	2,2	1,9	1,5
30	1,2	1,0	0,8	3,1	2,4	2,0	2,4	1,9	1,5
35	1,3	1,0	0,9	3,2	2,6	2,0	2,6	2,0	1,5
40	1,4	1,2	1,0	3,4	2,7	2,2	2,7	2,0	1,7
50	1,5	1,4	1,2	3,8	2,9	2,6	3,1	2,2	1,9

Выбор группы подач

I группа. Предварительное (черновое) развертывание под следующий чистовой проход разверткой.

II группа. Чистовое развертывание отверстий осуществляется в один проход по 3—4-му классам точности или с шероховатостью поверхности по 5—6-му классам. Развертывание отверстий под полирование или хонингование.

III группа. Чистовой проход производится после черного развертывания отверстий по 2-му классу точности с шероховатостью поверхности $\nabla 6-7$.

Примечание. Поддачи даны для обработки сквозных отверстий. При развертывании глухих отверстий (особенно с одновременной обработкой дна отверстия) подачи принимают в пределах 0,2—0,5 мм/об.

вертывание отверстий на верстаке в слесарных тисках при удобном положении рабочего и при нормальных припусках на развертывание.

При изменении этих условий приведенные в табл. 172 нормы времени умножаются на поправочные коэффициенты по табл. 173.

Таблица 173

Поправочные коэффициенты для $T_{оп}$, определяемого по табл. 172

Условия выполнения работы	Коэффициент k	Обрабатываемый материал	Коэффициент k
На верстаке в тисках, удобно	1,00	Углеродистая сталь $\sigma_B=40-60$ кг/мм ²	1,00
На месте, неудобно	1,1—1,35	Углеродистая сталь $\sigma_B=61-80$ кг/мм ²	1,15
		Сталь хромоникелевая $\sigma_B=60-80$ кг/мм ²	1,20
		Чугун серый $HB\ 140-180$	0,70
		Бронза $HB\ 70-100$	0,60
		Алюминий $HB\ 70-90$	0,45

Пример. Определить штучное время на развертывание вручную цилиндрического отверстия диаметром 15 Аз и длиной 25 мм при следующих условиях: материал — углеродистая сталь $\sigma_B=70$ кг/мм², развертывание производится на верстаке в слесарных тисках при удобном положении рабочего.

Норма штучного времени определяется по формуле (13),

где $T_{оп}$ — время развертывания одного отверстия берем из табл. 172; $T_{оп}=1,29$ мин.;

k — поправочный коэффициент согласно табл. 173 при развертыва-

нии отверстия в стали $\sigma_B=70$ кг/мм² составляет 1,15;

T_B — время на установку и снятие деталей (весом до 1 кг) с креплением и откреплением в слесарных тисках принимаем по табл. 160; $T_B=0,26$ мин.;

x — время на обслуживание рабочего места и естественные надобности рабочего 6%.

Таким образом, норма штучного времени на развертывание отверстия будет равна:

$$T_{шт} = (1,29 \times 1,15 + 0,26) \left(1 + \frac{6}{100}\right) = 1,85 \text{ мин.}$$

РАЗДЕЛ ЧЕТЫРНАДЦАТЫЙ

НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ

1. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗЬБЫ

В резьбе различают следующие основные элементы: профиль, шаг, глубину, наружный, средний и внутренний диаметры.

Профиль резьбы (рис. 128) рассматривается в сечении, проходящем через ось болта или гайки.

Ниткой (витком) называется часть резьбы, образуемая при одном полном обороте профиля.

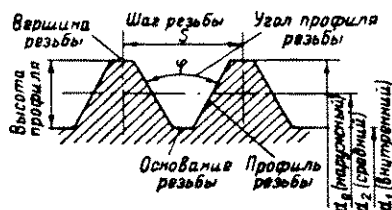


Рис. 128. Элементы резьбы.

Шаг резьбы — это расстояние вдоль оси болта по резьбе между одноименными точками двух нарезок одной и той же нитки.

В метрической резьбе шаг измеряется в миллиметрах, а в дюймовой резьбе взамен шага дается число ниток (витков) на длине одного дюйма.

Углом профиля резьбы называется угол между боковыми сторонами профиля резьбы, измеряемый в плоскости, проходящей через ось болта. В метрической резьбе этот угол равен 60° , а в дюймовой 55° .

Высотой профиля (глубиной резьбы) считают расстояние от вершины резьбы до основания профиля, измеряемое перпендикулярно к оси болта.

Наружный диаметр резьбы — это наибольший диаметр, измеряемый по вершине резьбы в плоскости, перпендикулярной к оси болта.

Средним диаметром резьбы называется диаметр воображаемого цилиндра, который делит профиль резьбы так, что ширина

витка резьбы равна ширине соответствующего промежутка между витками. Средний диаметр измеряется в плоскости, перпендикулярной к оси болта или гайки.

Внутренним диаметром резьбы называется наименьшее расстояние между противоположными основаниями резьбы, измеренное в направлении, перпендикулярном к оси болта. Внутренний диаметр измеряется в плоскости, перпендикулярной к оси болта.

Резьба может быть правой и левой в зависимости от направления подъема винтовой линии (витков) на цилиндрической поверхности болта или гайки. Если витки выются слева вверх направо (по часовой стрелке), то резьба называется *правой*; при расположении витков в противоположном направлении (рис. 129) резьба называется *левой*.

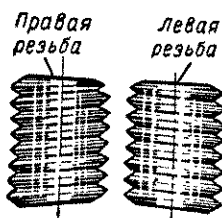


Рис. 129. Правая и левая резьбовые нарезки.

По числу ниток в резьбовой нарезке резьбы разделяются на *одноходовые* (однозаходные), когда на торце винта или гайки с такой резьбой виден только один конец витка, и *многозаходные*, в которых на торце винта или гайки видны два (двухзаходные) или несколько концов витка. В этих случаях шагом резьбы называется расстояние вдоль оси болта между одноименными точками витка одной и той же нитки.

2. ТИПЫ РЕЗЬБ И ИХ ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ

В табл. 174 приведены основные типы резьб, применяемых в машиностроении.

Диаметры и шаги крупных и мелких

метрических резьб даны в табл. 175, а диаметры, шаги и числа ниток на 1" дюймовой и трубной резьб — в табл. 176.

Таблица 174

Основные типы резьб и их применение

Наименование и эскиз

Характеристика, применение и основные размеры резьбы

Метрическая резьба (ГОСТ 9150-59)

Technical drawing of a metric thread profile. It shows a cross-section of a thread with a 60-degree angle. Dimensions include: d (outer diameter), d_2 (pitch diameter), a_1 (flank addendum), a_2 (root addendum), h (height of the thread), H (height of the thread), S (pitch), $H/8$, $H/2$, $H/4$, and $H/16$. The formulas $H=0,86603S$ and $h=0,54125S$ are provided.

Профиль резьбы — равнобедренный треугольник с углом при вершине 60°. Вершины выступов резьбы срезаны.

Эта резьба находит самое широкое применение в машиностроении.

Резьба обозначается так:

1) с крупным шагом — буквой М и диаметром; например: М24, М64 и т. д.;

2) с мелким шагом — буквой М, диаметром и шагом через знак Х; например: М24 × 2, М64 × 2 и т. д.

Отклонения и допуски метрических резьб с крупными и мелкими шагами даны в ГОСТе 16093-70.

Тип резьбы	Номинальный диаметр, в мм	Шаг резьбы, в мм
С крупным шагом	1—68	0,25—6
С мелким шагом	1—600	0,25—6

Метрическая резьба на деталях из пластмасс (ГОСТ 11709-71)

Technical drawing of a metric thread profile for plastic parts. It shows a cross-section of a thread with a 60-degree angle. Dimensions include: d (outer diameter), d_2 (pitch diameter), a_1 (flank addendum), a_2 (root addendum), h (height of the thread), H (height of the thread), S (pitch), $H/8$, $H/2$, $H/4$, and $H/16$. The formulas $H=0,86603S$ and $h=0,54125S$ are provided.

Профиль резьбы — равнобедренный треугольник с углом при вершине 60°.

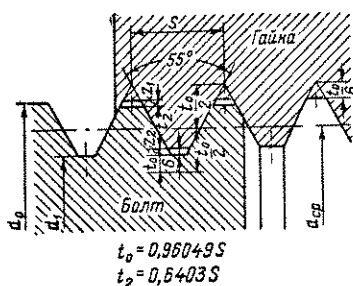
Форма впадин резьбы болта не регламентируется и может быть как плоскосрезанной, так и закругленной. На выступах резьбы болта и гайки допускается закругление кромок радиусом r_1 не более $H/16=0,054s$.

Диаметры и шаги резьб — по ГОСТу 8724-58. Не рекомендуется применять для пластмассовых деталей шаги 0,5, 0,75 и 1 мм для диаметров соответственно свыше 16, 18 и 36 мм.

Основные размеры резьб с крупными и мелкими шагами — по ГОСТу 9150-59. Для резьб диаметром от 3 до 8 мм допускается применение особо крупных шагов.

Применение резьб с такими шагами допускается также для деталей из металлов, соединяемых с деталями из пластмасс.

Дюймовая резьба (ОСТ НКТП 1260)



Профиль резьбы — равнобедренный треугольник с углом при вершине 55° .

Шаг резьбы определяется числом ниток, приходящихся на 1".

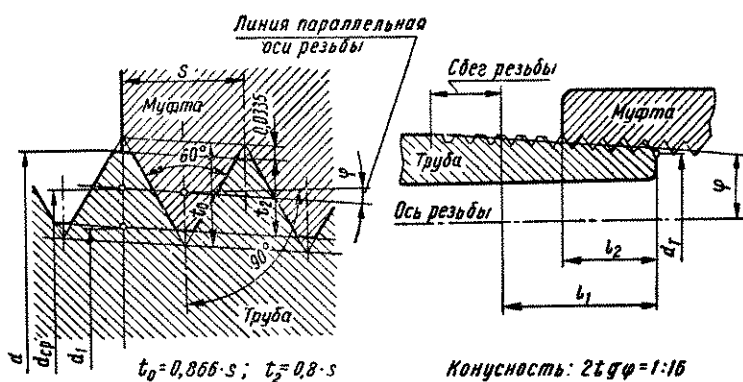
Эта резьба применяется преимущественно в старых машинах, а также в машинах некоторых иностранных фирм.

Резьба обозначается диаметром (например: $1\frac{1}{2}"$) или числом ниток, приходящихся на длину 1".

Отклонения и допуски дюймовой резьбы по ОСТу НКТП 1261 и 1262.

Тип резьбы	Номинальный диаметр, в дм	Число ниток на 1"
Дюймовая	$\frac{3}{16}$ —4"	24—3

Дюймовая коническая резьба (ГОСТ 6111-52)



Профиль резьбы — равнобедренный треугольник с углом при вершине 60° .

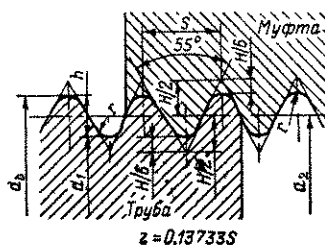
Шаг резьбы измеряется параллельно оси резьбы.

Эта резьба применяется в топливных, масляных, водяных и воздушных трубопроводах машин и станков.

Резьба обозначается диаметром; например, $1\frac{1}{2}"$: К $1\frac{1}{2}"$ ГОСТ 6111-52.

Тип резьбы	Номинальный диаметр, в дм	Число ниток на 1"
Дюймовая коническая	$\frac{1}{16}$ —2"	27— $11\frac{1}{2}$

Трубная цилиндрическая резьба (ГОСТ 6357-52)



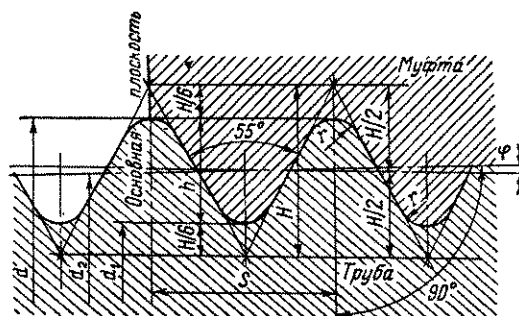
Профиль резьбы такой же, как и у дюймовой, но меньше по шагу. За номинальный диаметр здесь принят внутренний диаметр трубы, а не наружный диаметр резьбы.

Применяется для соединения труб, работающих под давлением. Обеспечивает непроницаемость соединения.

Резьба обозначается сокращенным словом «Труб» и диаметром; например: Труб 2".

Тип резьбы	Номинальный диаметр, в дм	Число ниток на 1"
Трубная цилиндрическая	1/8—6"	28—11

Трубная коническая резьба (ГОСТ 6211-69)



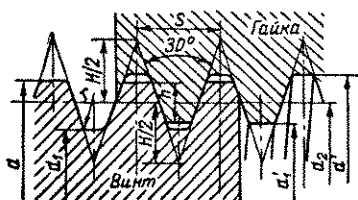
Профиль резьбы такой же, как и у трубной цилиндрической.

Допускается нарезать на трубах укороченную коническую резьбу для соединений трубопроводов из водогазопроводных труб по ГОСТу 3262-62 при давлениях P_y до 10 кг/см².

Условное обозначение резьбы: К труб 1 1/2" ГОСТ 6211-69.

Тип резьбы	Номинальный диаметр, в дм	Число ниток на 1"
Трубная коническая	1/8—6"	28—11

Трапецеидальная резьба (ГОСТ 9484-60)

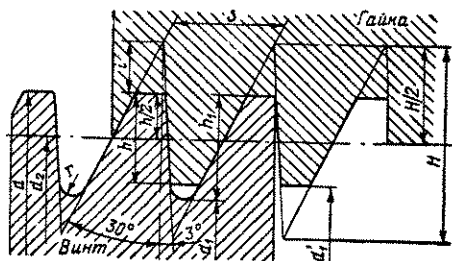


Профиль резьбы — равнобедренная трапеция. Угол при вершине 30° .
Применяется для передачи движения или больших усилий.

Резьба обозначается сокращенным словом «Трап», диаметром и шагом; например: Трап 60×12 ; то же для переходовой левой диаметром 90 мм и шагом 12 мм: Трап $90 \times (3 \times 12)$ лев. и т. д.

Тип резьбы	Номинальный диаметр, в мм	Шаг резьбы, в мм
Трапецеидальная	10—640	2—48

Упорная резьба (ГОСТ 10177-62)



Профиль резьбы — прямоугольный треугольник со срезанными вершинами и закругленными впадинами.
Угол при вершине 30° .

Применяется в деталях, воспринимающих сильное давление, направленное постоянно в одну сторону.

Резьба обозначается буквами «Уп», диаметром и шагом; например: Уп 80×16 и т. д.

Резьба упорная усиленная 45° для диаметров от 80 до 2000 мм по ГОСТу 13535-68.

Тип резьбы	Наибольший диаметр, в мм	Шаг резьбы, в мм
Упорная . .	10—600	2—48

Таблица 175

Диаметры и шаги метрических резьб, в мм (по ГОСТу 8724-58)
(для группы диаметров от 1 до 58 мм)

Диаметры d			Шаги s	
1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	крупные	мелкие
1; 1,2	1,1		0,25	0,2
	1,4		0,3	0,2
1,6	1,8		0,35	0,2
2			0,4	0,25
	2,2		0,45	0,25
2,5			0,45	0,35
3			0,5	0,35
	3,5		(0,6)	0,35

Продолжение табл. 175

Диаметры d			Шаги s	
1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	крупные	мелкие
4	4,5	(5,5)	(0,7)	0,5
5			(0,75)	0,5
6			0,8	0,5
7			1	0,5
8	14	9	1,25	0,75; 0,5
9			(1,25)	1; 0,75; 0,5
10			1,5	1,25; 1; 0,75; 0,5
11			(1,5)	1; 0,75; 0,5
12	27	11	1,75	1,5; 1,25; 1; 0,75; 0,5
13			2	1,5; 1,25; 1; 0,75; 0,5
14			2	1,5; (1)
15				1,5; 1; 0,75; 0,5
16	18; 22	1,5; (1)		
17		2; 1,5; 1; 0,75; 0,5		
18		2; 1,5; 1; 0,75		
19		2; 1,5; (1)		
20	33	(26)	3	1,5
21				2; 1,5; 1; 0,75
22				2; 1,5; 1
23				(3); 2; 1,5; 1; 0,75
24	39	(28)	3,5	2; 1,5
25				(3); 2; 1,5; 1; 0,75
26				1,5
27				3; 2; 1,5; 1
28	45	(38)	4	1,5
29				3; 2; 1,5; 1
30				(3); (2); 1,5
31				(4); 3; 2; 1,5; 1
32	52	40	4,5	(4); 3; 2; 1,5; 1
33				(4); 3; 2; 1,5; 1
34				(3); (2); 1,5
35				(4); 3; 2; 1,5; 1
36	58	50	5	(4); (3); 2; 1,5
37				4; 3; 2; 1,5; 1
38				4; 3; 2; 1,5; 1
39				(4); (3); 2; 1,5
40	58	55	5,5	4; 3; 2; 1,5; 1
41				4; 3; 2; 1,5; 1
42				4; 3; 2; 1,5; 1
43				(4); (3); 2; 1,5

Примечание. Диаметры в этой таблице распределены в три ряда. При выборе диаметров первый ряд следует предпочитать второму, а второй — третьему. Значения диаметров и шагов, заключенные в скобки, желательно не применять.

Таблица 176

Диаметры, шаги и числа ниток на 1" дюймовой (по ОСТу НКТП 1260) и трубной (по ГОСТу 6357-52) резьбы для группы диаметров от $\frac{3}{16}$ до 2"

Номинальный диаметр резьбы, в дм	Дюймовая резьба			Трубная резьба		
	наружный диаметр, в мм	шаг, в мм	число ниток на 1"	наружный диаметр, в мм	шаг, в мм	число ниток на 1"
$\frac{3}{16}$	4,762	1,058	24	—	—	—
($\frac{1}{8}$)	—	—	—	(9,729)	0,907	28
$\frac{1}{4}$	6,350	1,270	20	13,158	1,337	19
$\frac{5}{16}$	7,938	1,411	18	—	—	—
$\frac{3}{8}$	9,525	1,588	16	16,663	1,337	19
($\frac{7}{16}$)	11,112	1,814	14	—	—	—
$\frac{1}{2}$	12,700	2,117	12	20,956	1,814	14

Продолжение табл. 176

Номинальный диаметр резьбы, в мм	Дюймовая резьба			Трубная резьба		
	наружный диаметр, в мм	шаг, в мм	число ниток на 1"	наружный диаметр, в мм	шаг, в мм	число ниток на 1"
$(\frac{9}{16})$	14,288	2,117	12	—	—	—
$\frac{5}{8}$	15,875	2,309	11	(22,912)	1,814	14
$\frac{3}{4}$	19,050	2,540	10	26,442	1,814	14
$\frac{7}{8}$	22,225	2,822	9	(30,202)	1,814	14
1	25,400	3,175	8	33,250	2,309	11
$1\frac{1}{8}$	28,575	3,629	7	(37,898)	2,309	11
$1\frac{1}{4}$	31,750	3,629	7	41,912	2,309	11
$(1\frac{3}{8})$	34,925	4,233	6	(44,325)	2,309	11
$1\frac{1}{2}$	38,100	4,233	6	47,805	2,309	11
$(1\frac{5}{8})$	41,275	5,080	5	—	—	—
$1\frac{3}{4}$	44,450	5,080	5	(53,748)	2,309	11
$(1\frac{7}{8})$	47,625	5,644	$4\frac{1}{2}$	—	—	—
2	50,800	5,644	$4\frac{1}{2}$	59,616	2,309	11

3. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ МЕТЧИКОВ, ПЛАШЕК И ИХ НАЗНАЧЕНИЕ

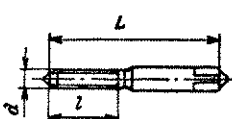
Метчики и плашки являются основными инструментами для нарезания резьбы в отверстиях и на стержнях. Изготавливаются метчики и плашки из инструментальных сталей марок У12А, 9ХС, Р9 и Р18.

Метчики разделяются на ручные, машинно-ручные, гаечные, плашечные и маточные (табл. 177).

Ручные метчики служат для нарезания резьбы вручную.

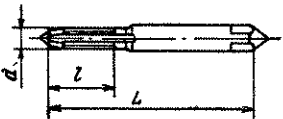
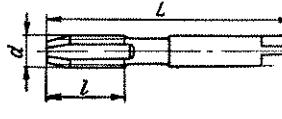
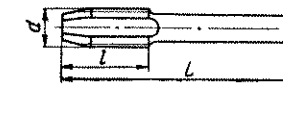
Таблица 177

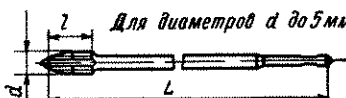
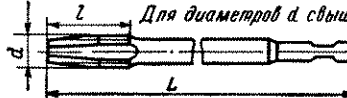
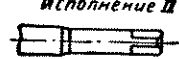
Основные типы метчиков

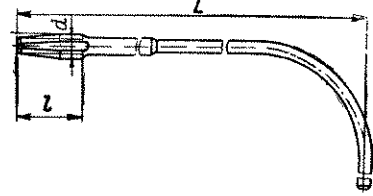
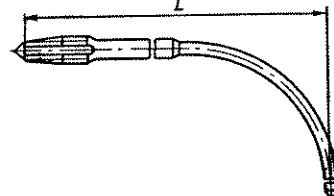
Ручные метчики (ГОСТ 9522-60)					
Для диаметров d до 5 мм  Для диаметров d свыше 5 мм 					
Типы метчиков	Диаметр d , в мм или дюм		Шаг резьбы s , в мм, или число ниток на 1"	Габаритные размеры, в мм	
	от	до		общая длина L	длина рабочей части l
Для метрической резьбы с крупным шагом по ГОСТу 9150-59	1	52	0,25—5,0	25—165	7—60
То же, с мелким шагом по ГОСТу 9150-59	1	52	0,2—4,0	22—165	5—60
Для дюймовой резьбы по ОСТу НКТП 1260	$\frac{1}{4}$ "	2"	20—4,5	50—165	20—60
Для трубной резьбы по ГОСТу 6357-52	$\frac{1}{8}$ "	$1\frac{1}{2}$ "	28—11	55—105	18—40

Продолжение табл. 177

Типы метчиков	Диаметр d , в мм или дюм		Шаг резьбы s , в мм, или число ниток на 1"	Габаритные размеры, в мм	
	от	до		общая длина L	длина рабочей части l

Машинно-ручные метчики (ГОСТ 3266-71)					
<i>Для диаметров d до 2,5 мм</i>		<i>Для диаметров d от 3 до 10 мм</i>		<i>Для диаметров d св 10 мм</i>	
					
Для метрической резьбы с крупным шагом по ГОСТу 9150-59	1	52	0,25—5,0	36—200	6—70
То же, с мелким шагом по ГОСТу 9150-59	1	52	0,2—4,0	36—200	6—70
Для дюймовой резьбы по ОСТу НКТП 1260	1/4"	2"	20—4,5 ($s=1,270—5,644$)	65—200	18—70
Для грубой резьбы по ГОСТу 6357-52	1/8"	2"	28—11 ($s=0,907—2,309$)	80—185	18—40

Гаечные метчики (ГОСТ 1604-71)					
<i>Исполнение I</i>		<i>Для диаметров d до 5 мм</i>		<i>Для диаметров d свыше 5 мм</i>	
					
Для метрической резьбы с крупным шагом по ГОСТу 9150-59	3	48	0,50—5,0	70—40 120—500	10—100
То же, с мелким шагом по ГОСТу 9150-59	3	52	0,35—4,0	70—280 120—360	7—80
Для дюймовой резьбы по ОСТу НКТП 1260	1/4"	1 1/4"	20—7 ($s=1,27—3,629$)	120—280 200—360	25—70

Гаечные метчики с изогнутым хвостовиком (ГОСТ 6951-71)					
<i>Для диаметров d до 8 мм включительно</i>					
					

Продолжение табл. 177

Типы метчиков	Диаметр d , в мм или дюм		Шаг резьбы s , в мм, или число ниток на 1"	Габаритные размеры, в мм	
	от	до		общая длина L	длина рабочей части l
Для метрической резьбы с крупным шагом по ГОСТу 9150-59	3	30	0,50—3,5	135—340 140—420	10—70
То же, с мелким шагом по ГОСТу 9150-59	3	27	0,35—3,0	135—340 140—420	7—60
Для дюймовой резьбы по ОСТу НКТП 1260	$1/4"$	1"	20—8	135—340 200—420	25—60

Метчики для конической резьбы (ГОСТ 6227-71)

Для дюймовой конической резьбы по ГОСТу 6111-52	$1/16"$	2"	27—11 $1/2$ ($s=0,941$ — 2,209)	50—140	16—45
Для трубной конической резьбы по ГОСТу 6211-69	$1/8"$	2"	28—11 ($s=0,907$ — 2,309)	55—140	18—50

Таблица 178

Основные типы плашек

Типы плашек	Диаметр резьбы d , в мм или дюм		Шаг резьбы s , в мм, или число ниток на 1"	Габаритные размеры, в мм	
	от	до		диаметр D	высота H

Плашки круглые (ГОСТ 9740-71) для метрической резьбы

Тип А

Для резьб d от 1 до 3 мм

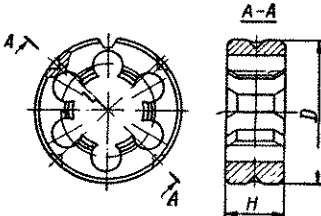
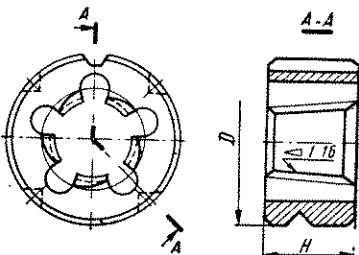
Тип Б

Для резьб d от 1 до 6 мм

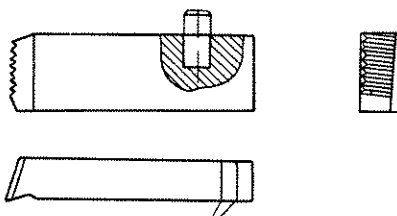
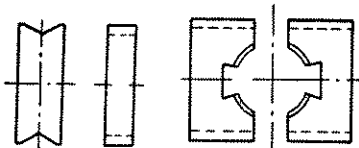
Тип В

Для резьб d свыше 6 мм

Продолжение табл. 178

Типы плашек	Диаметр резьбы d , в мм или дюм		Шаг резьбы s , в мм, или число ниток на 1"	Габаритные размеры, в мм	
	от	до		диаметр D	высота H
Для резьбы с крупным шагом по ГОСТу 9150-59	1	68	0,25—6,0	12—120	3—36
Для резьбы с мелким шагом по ГОСТу 9150-59	1	76	0,2—6,0	12—120	3—36
Плашки круглые (ГОСТ 9740-71) для трубной цилиндрической резьбы по ГОСТу 6357-52 					
	1/4"	2"	28—11	30—90	8—22
Плашки круглые (ГОСТ 6228-71) для конической резьбы 					
Для дюймовой резьбы по ГОСТу 6111-52	1/16"	2"	27—11 1/2 (0,941— 2,209)	25—105	11—32
Для трубной резьбы по ГОСТу 6211-69	1/8"	2"	28—11 (0,907— 2,309)	30—105	13—36

Продолжение табл. 178

Типы плашек	Диаметр резьбы d , в мм или дюм		Шаг резьбы S , в мм, или число ниток на 1"	Габаритные размеры, в мм	
	от	до		диаметр D	высота H
Плашки к клуппам трубным (ГОСТ 6956-54) для трубной цилиндрической резьбы по ГОСТу 6357-52					
					
Риски для установки на заданный диаметр					
	1/2"	3"	14—11	55—80	23—30
Плашки раздвижные (к клуппам) (ОСТ 4259)					
					
Для метрической резьбы с крупным шагом по ГОСТу 9150-59	6	52	—	—	—
Для дюймовой резьбы по ОСТу НКТП 1260	1/4"	2"	—	—	—
Для трубной резьбы по ГОСТу 6357-52	1/8"	1 3/4"	—	—	—

Метчики изготавливаются комплектом из 2 шт. для резьб с шагом до 3 мм включительно и из 3 шт. для резьб с шагом свыше 3 мм.

Метчики различаются по номерам. Номер метчика в комплекте определяется по рискам на хвостовике — одна риска на черновом метчике, две риски — на хвостовике среднего метчика; чистовой метчик рисок не имеет.

Машинно-ручные метчики служат для нарезания резьбы с шагом до 3 мм в сквозных и глухих отверстиях всех размеров машинным способом и вручную. Метчики этого типа изготавливаются двух видов: отдельные для сквозных и глухих отверстий и комплекты из 2 шт. — чернового и чистового.

По требованию потребителя допускается изготовление метчиков комплектом из 3 шт. для нарезания резьбы диаметрами 24—52 мм и с шагом от 3 до 4 мм.

Гаечные метчики используются для нарезания сквозных отверстий за один проход (обычно на сверлильных станках). При нарезании гаечный метчик проходит через гайку.

Машинные метчики применяются для нарезания на станках сквозных и глухих отверстий. Технические требования на метчики даны в ГОСТе 3449-71.

Плашечные и маточные метчики служат для предварительного и окончательного нарезания резьбы в плашках.

Плашки разделяются на круглые и раздвижные (табл. 178).

Круглые плашки делятся в свою очередь на цельные и пружинящие (разрезные).

Цельные плашки предназначены для нарезания резьб одного определенного диаметра. Они дают чистую резьбу, но сравнительно быстро изнашиваются.

Разрезные плашки имеют прорез, позволяющий регулировать диаметр нарезаемой резьбы в небольших пределах.

Раздвижные плашки (полуплашки) состоят из двух половин, расстояние между которыми можно регулировать.

4. КОНСТРУКЦИЯ И ГЕОМЕТРИЯ РЕЖУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТЧИКОВ И ПЛАШЕК

Рабочая часть метчика (рис. 130, а) состоит из режущей и калибрующей частей.

Режущая (заборная) часть осуществляет всю основную работу резания, а калибрующая, или направляющая, направляет мет-

сплавов задний угол рекомендуется делать в пределах $5-8^\circ$, а в глухих отверстиях — $3-4^\circ$.

Величина *переднего угла* γ зависит от обрабатываемого материала: для мягкой

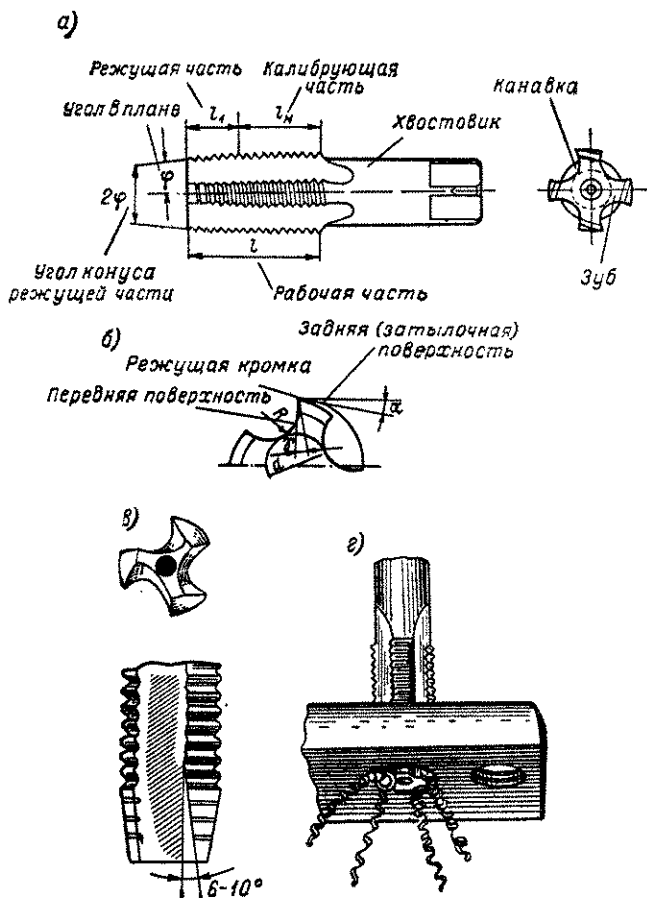


Рис. 130. Конструкция и геометрия метчика.

чик в отверстие и окончательно калибрует резьбу. Зубья метчика расположены на его режущих перьях. Режущие грани на зубьях образованы благодаря наличию канавок, разделяющих перья.

Задний угол α у ручных метчиков составляет от 6 до 8° , а у гаечных метчиков — от 10 до 12° .

У метчиков для нарезания резьбы в сквозных отверстиях деталей из легких

стали он берется равным $12-15^\circ$, для стали средней твердости $8-10^\circ$, для твердой стали 5° , для бронзы и чугуна $0-5^\circ$, для латуни 10° и для легких сплавов $20-30^\circ$.

Задняя (затылочная) поверхность (рис. 130, б) режущих зубьев затылуется по спирали, что позволяет сохранять постоянным профиль зубьев после их переточек.

Как правило, метчики имеют прямые канавки. Для улучшения отвода стружки из

канавок у метчиков, нарезающих сквозную (на проход) резьбу в стали и вязких металлах, на заборной части затачивают скос

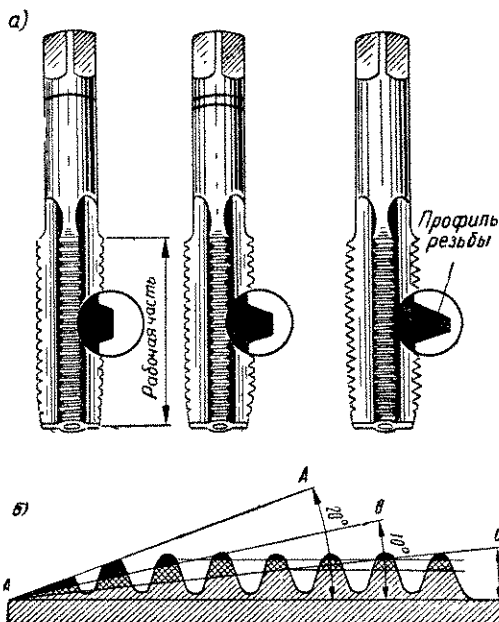


Рис. 131. Комплект ручных метчиков.

(рис. 130, а) под углом 6—10° в направлении, обратном направлению резьбы, т. е. при правой резьбе делают левый скос, а при левой резьбе — правый. Благодаря такому скосу стружка сходит в виде

Для нарезания трубных и мелких метрических резьб используют комплект из двух метчиков.

Метчики в комплекте отличаются друг от друга профилем резьбы и длиной заборной части. Все три инструмента комплекта имеют разные диаметры. У чистового метчика полный профиль резьбы; диаметр среднего метчика меньше нормального на 0,6 глубины нарезки, а диаметр черногового меньше диаметра резьбы на полную глубину нарезки.

Длину заборной части, учитывая распределение работы по нарезанию резьбы между тремя метчиками комплекта, устанавливают в соотношении 4:2:1. Таким образом, у черногового метчика длина заборной части равна 6—7 ниткам, у среднего — 3—3,5 и у чистового — 1,5—2 ниткам (рис. 131, а).

Угол наклона заборной части у черногового метчика равен 4° (линия АА), у среднего 10° (линия АВ) и у чистового 20° (линия АС) (рис. 131, б).

Плашка (рис. 132) по конструкции принципиально аналогична метчику. Если метчик представляет собой стальную закаленную винт с прорезанными вдоль его стержня канавками, то плашка является закаленной гайкой со стружечными канавками, образующими режущие грани.

Рабочая часть плашки (рис. 132, а) также состоит из заборной и калибрующей частей. Угол в плане режущей части ϕ для метрической резьбы диаметром до 2,5 мм равен 30°; для d свыше 2,5 мм $\phi=25^\circ$ для резьбы с крупным шагом и $\phi=20^\circ$ для резьбы с мелким шагом; для трубной резьбы $\phi=20^\circ$.

Заборная часть имеется по обе стороны плашки. Затывается она по спирали.

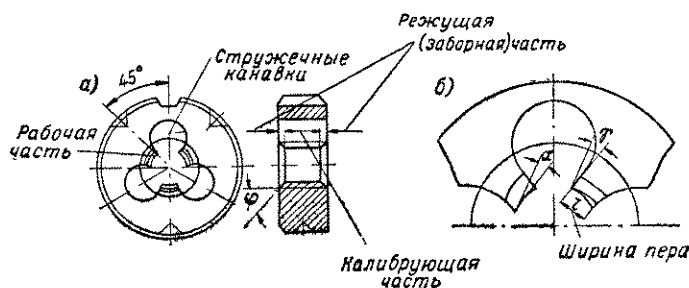


Рис. 132. Конструкция и геометрия круглой плашки.

спирали через отверстие, просверленное под резьбу (рис. 130, г).

Ручные и машинно-ручные метчики выпускаются комплектами. В комплект для нарезания основных метрических и дюймовых резьб входят три метчика. Первый (черновой) нарезает резьбу начерно, снимая при этом до 60% металла; второй (средний) дает более точную резьбу, снимая до 30% металла; третий (чистовой) производит окончательное нарезание и калибровку резьбы, снимая до 10% металла.

Калибрующая часть содержит обычно 3—5 витков.

Задний угол α (рис. 132, б) у круглых плашек принимается равным 6—8°. Передний угол γ при обработке стали колеблется в пределах 10—25°, чугуна $\gamma=10-12^\circ$, латуни $\gamma=20^\circ$.

Для повышения производительности труда, стойкости инструмента, а также качества обработки деталей применяют специальные и комбинированные метчики разных типов (табл. 179).

Таблица 179

Специальные и комбинированные метчики

Метчики с вырезанной ниткой



Эти метчики применяют:

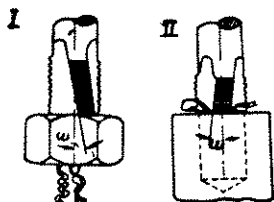
1) при нарезании резьбы в деталях из малоуглеродистых сталей марок 10 и 20 и алюминиевых сплавов;

2) при нарезании длинных отверстий ($L > (12-15)s$).

Нитки срезают на всей длине резьбы в шахматном порядке (через зуб), благодаря чему каждый оставшийся зуб заборной части будет снимать стружку удвоенной толщины.

Если при допускаемой длине заборной части толщина стружки (удвоенная) будет чрезмерно велика, то нитки вырезать следует только на калибрующей части.

Метчики со спиральными канавками



Их используют при нарезании резьбы с прерывистой поверхностью (при наличии прорезей, окон и т. п.), а также при нарезании длинных глухих отверстий для лучшего отвода стружки. Угол спирали равен $8-12^\circ$.

При нарезании резьбы в сквозном отверстии стружка выводится из отверстия в направлении подачи метчика (поз. I). При нарезании резьбы в глухих отверстиях целесообразно применять метчики с противоположным направлением наклона винтовой канавки (поз. II).

Метчики бесканавочные

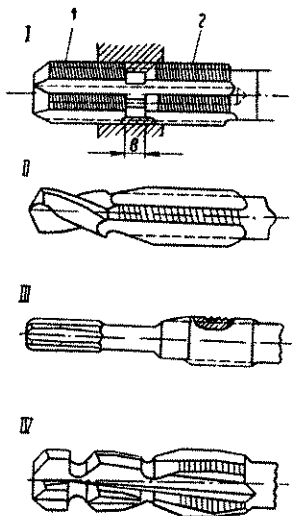


Такие метчики применяют для нарезания сквозных резьб диаметром до 10—12 мм. Они дают хорошие результаты при нарезании сквозных отверстий в деталях, штампованных из листа.

Длина заборной части метчика такая же, как и у обычных машинных.

Длина канавки (с выходом) на 3—5 ниток больше длины заборной части. Для нарезания глухих резьб бесканавочные метчики непригодны; в этих случаях иногда используют метчики с центральным отверстием для отвода стружки.

Комбинированные метчики



Для повышения производительности труда при нарезании резьбы новаторы производства применяют метчики, комбинированные с другими режущими инструментами для обработки отверстий.

В поз. I показан комбинированный метчик, представляющий собой как бы два метчика, смонтированных на одной оправке. Он состоит из двух резьбовых частей: 1 — для предварительного и 2 — для окончательного нарезания. Обе нарезки метчика прошлифованы с одной установки на резьбошлифовальном станке.

Условием правильной работы этого метчика является такое соотношение между толщиной нарезаемой детали и шириной канавки α , при котором чистовой метчик 2 вступает в работу, когда черновой 1 еще не вышел из отверстия.

В поз. II показан метчик-сверло, позволяющий совместить операции сверления и нарезания резьбы, а в поз. III и IV — соответственно метчик-развертка и зенкер-развертка-метчик.

Замена нескольких инструментов одним комбинированным позволяет значительно сократить вспомогательное время, затрачиваемое на смену инструмента и т. п.

Недостатком комбинированного режущего инструмента является сложность его изготовления и, как следствие этого, высокая стоимость.

5. РАЗМЕРЫ ОТВЕРСТИЙ И СТЕРЖНЯ ПОД РЕЗЬБУ

При нарезании резьбы метчиками и плашками часть металла не удаляется вместе со стружкой, а выдавливается вдоль режущих граней инструмента, образуя профиль резьбы на детали. С учетом этого диаметры отверстий и стержней под резьбу должны изготавливаться не по номинальному размеру резьбы, а несколько ниже его.

Рекомендуемые значения диаметров отверстий и стержней приведены в табл. 180—185.

При нарезании глухих отверстий глубина сверления H принимается больше заданной по чертежу глубины завинчивания H_1 на некоторую величину h (табл. 183).

Таблица 180

Диаметры сверл, в мм, для сверления отверстий под метрическую резьбу по ГОСТу 9150-59

Диаметр резьбы	Шаг резьбы	Диаметр сверла	Шаг резьбы	Диаметр сверла	Шаг резьбы	Диаметр сверла	Шаг резьбы	Диаметр сверла	Шаг резьбы	Диаметр сверла
1	0,25	0,75	0,2	0,8						
1,4	0,3	1,1	0,2	1,2						
2	0,4	1,6	0,25	1,75						
3	0,5	2,5	0,35	2,65						
3,5	0,6	2,9	0,35	3,15						
4	0,7	3,3	0,5	3,5						
5	0,8	4,2	0,5	4,5						
6	1	5	0,75	5,2	0,5	5,5				
7	1	6	0,75	6,2	0,5	6,5				
8	1,25	6,7	1	7	0,75	7,2	0,5	7,5		

Продолжение табл. 180

Диаметр резьбы	Шаг резьбы	Диаметр сверла	Шаг резьбы	Диаметр сверла	Шаг резьбы	Диаметр сверла	Шаг резьбы	Диаметр сверла	Шаг резьбы	Диаметр сверла	Шаг резьбы	Диаметр сверла
9	1,25	7,7	1	8	0,75	8,2	0,5	8,5	0,5	9,5	—	—
10	1,5	8,5	1,25	8,7	1	9	0,75	9,2	—	—	—	—
11	1,5	9,5	1	10	0,75	10,2	0,5	10,5	—	—	—	—
12	1,75	10,2	1,5	10,5	1,25	10,7	1	11	0,75	11,2	0,5	11,5
14	2	12	1,5	12,5	1,25	12,6	1	13	0,75	13,2	0,5	13,5
16	2	14	1,5	14,5	1	15	0,75	15,2	0,5	15,5	—	—
18	2,5	15,4	2	16	1,5	16,5	1	17	0,75	17,2	0,5	17,5
20	2,5	17,4	2	18	1,5	18,5	1	19	0,75	19,2	0,5	19,5
22	2,5	19,4	2	20	1,5	20,5	1	21	0,75	21,2	0,5	21,5
24	3	20,9	2	22	1,5	22,5	1	23	0,75	23,2	—	—
27	3	23,9	2	25	1,5	25,5	1	26	0,75	26,2	—	—
30	3,5	26,4	3	26,9	2	28	1,5	28,5	1	29	0,75	29,2
33	3,5	29,4	3	29,9	2	31	1,5	31,5	1	32	0,75	32,2
36	4	31,9	3	32,9	2	34	1,5	34,5	1	35	—	—
39	4	34,9	3	35,9	2	37	1,5	37,5	1	38	—	—
42	4,5	37,4	4	37,9	3	38,9	2	40	1,5	40,5	1	41
45	4,5	40,4	4	40,9	3	41,9	2	43	1,5	43,5	1	44
48	5	42,8	4	43,9	3	44,9	2	46	1,5	46,5	1	47

Примечания. 1. Допуск на отверстие принимается по 5-му классу точности гладких соединений.
2. Для чугуна и других хрупких материалов размер сверла принимается на 0,1 мм меньше указанного в таблице.

Таблица 181

Диаметры сверл, в мм, для отверстий под нарезание дюймовой резьбы
по ОСТу НКТП 1260

Обозначение резьбы, в дм	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$
Диаметр сверла, в мм . .	3,7	5,1	6,5	9,3	10,5	12	13,5	16,4	19,3
Обозначение резьбы, в дм	1	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{7}{8}$	2
Диаметр сверла, в мм . .	22,1	24,8	27,9	30,4	33,6	35,8	39	41,6	44,8

Примечания. 1. Допуск на отверстие принимается по 5-му классу точности гладких соединений.
2. Для чугуна и других хрупких материалов размер сверла принимается на 0,1 мм меньше указанного в таблице.

Таблица 182

Диаметры сверл, в мм, для сверления отверстий под нарезание трубной
цилиндрической резьбы по ГОСТу 6357-52

Обозначение резьбы, в дм	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$
Диаметр сверла, в мм	8,8	11,7	15,2	18,9	20,7	24,3

Продолжение табл. 182

Обозначение резьбы, в дм	$\frac{7}{8}$	1	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$
Диаметр сверла, в мм	28,1	30,5	35,2	39,2	41,6	45,2
Примечание. Допуск на отверстие принимается по 5-му классу точности гладких соединений.						

Таблица 183

Глубина сверления отверстия под нарезание глухой резьбы ($H = H_1 + h$)

Диаметр резьбы, в мм		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	36	42	48
h , в мм	Сталь, бронза, чугун . .	2	2,5	3	3,5	4	4	5	5	5	6	6	7	8	9	10
	Алюминий . . .	3	4	4	5	5	7	8	8	9	10	10	12	15	15	15

Таблица 184

Диаметры стержней, в мм, под нарезание метрической резьбы плашкой по ГОСТу 9150—59

Диаметр резьбы	Шаг резьбы	Диаметр стержня	Шаг резьбы	Диаметр стержня	Шаг резьбы	Диаметр стержня	Допуск
1	0,25	0,94	0,2	0,97	0,5	5,96	—0,06
1,2		1,14		1,17			
1,6	0,35	1,54		1,57			
2		1,94		1,97			
2,5	0,45	2,44	0,35	2,47		11,94	—0,08
3		2,94		2,97			
4	0,7	3,92	0,5	3,96			—0,1
5		4,92		4,96			
6	1	5,92	0,75	5,96	0,75	7,95	—0,12
8		7,9		7,95			
10	1,5	9,9	1,25	9,95	1	13,94	—0,12
12		11,88		11,94			
14	2	13,88	1,5	13,94	1,25	15,94	—0,12
16		15,88		15,94			
18	2,5	17,88	2	17,94	1,5	17,94	—0,14
20		19,86		19,93		19,93	
22		21,86		21,93		21,93	
24		23,86		23,93		23,93	
27	3	26,86		26,93	2	26,93	—0,17
30		29,86		29,93		29,93	
33	3,5	32,83		32,92		32,92	
36		35,83		35,92		35,92	
39	4	38,83		38,92	2	38,92	
42		41,83		41,92		41,92	
45	4,5	44,83		44,92		44,92	
48		47,83		47,92		47,92	

Таблица 185

Диаметры стержней, в мм, под нарезание дюймовой резьбы
плашкой (по ОСТу НКТП 1260)

Обозначение резьбы, в дм	Стержень под резьбу		Обозначение резьбы, в дм	Стержень под резьбу	
	диаметр	допуск		диаметр	допуск
$\frac{3}{16}$	4,53	—0,16	$\frac{7}{8}$	21,74	—0,28
$\frac{1}{4}$	6,10		1	24,89	
$\frac{5}{16}$	7,68		$\frac{11}{8}$	28,00	
$\frac{3}{8}$	9,26		$\frac{11}{4}$	31,16	—0,34
$\frac{7}{16}$	10,80	—0,20	$\frac{11}{2}$	37,47	
$\frac{1}{2}$	12,34		$\frac{15}{8}$	40,55	
$\frac{9}{16}$	13,92		$\frac{13}{4}$	43,72	—0,50
$\frac{5}{8}$	15,49		$\frac{17}{8}$	46,85	
$\frac{3}{4}$	18,65	—0,24	2	50,00	
					—0,52

6. ВОРОТКИ И КЛУППЫ

Нарезание резьбы ручными метчиками осуществляется с помощью воротков, которые надеваются на квадратные концы хвостовиков. Круглые и раздвижные плашки при ручном нарезании устанавливаются в специальных воротках и клуппах.

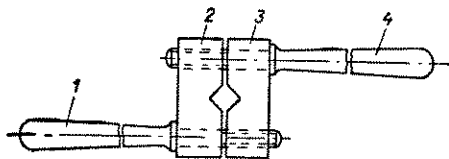


Рис. 133. Универсальный вороток.

Наиболее распространенными являются простые трехгнездные воротки (табл. 186).

Раздвижные воротки (табл. 187) представляют собой рамку 1 с двумя сухарями — подвижным 3 и неподвижным 4, образующими квадратное отверстие. Одна из рукояток 2 заканчивается винтом для зажима квадрата метчика.

Другое исполнение универсального воротка приведено на рис. 133. Этот вороток имеет две сменные губки 2 и 3, между которыми могут зажиматься метчики разных размеров. Губки соединяются и раздвигаются с помощью двух рукояток 1 и 4, имеющих на концах резьбовую нарезку, входящую в резьбовые отверстия губок.

Увеличение длины такого воротка (при необходимости увеличить усилие резания) производится передвижением рукояток вдоль резьбовой нарезки на стержнях.

Воротки с трещоткой применяются при нарезании отверстий, расположенных в труднодоступных местах, когда за один прием можно повернуть вороток только на

небольшой угол. Эти воротки бывают одно-сторонними и двусторонними, т. е. с рукоятками по обе стороны головки (табл. 188).

Для предохранения метчика от поломок, особенно при нарезании резьбы в глухих отверстиях, в некоторых случаях пользуются воротками с выключающимися кулачками (рис. 134). В этих воротках корпус 1 и втулка 2 имеют сцепляющиеся косые кулачки. Когда усилие рабочего превышает усилие пружины 3, кулачки корпуса выходят из зацепления с кулачками втулки, корпус продолжает вращаться, а метчик остается неподвижным.

Воротки для круглых плашек (табл. 189) представляют собой рамку, в отверстие которой помещается плашка. Она удерживается в отверстии от провертывания стопорными винтами 3 и 4, конические концы

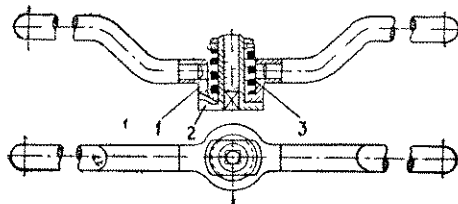


Рис. 134. Вороток с выключающимися кулачками для нарезания резьбы в глухих отверстиях.

которых входят в углубления на боковой поверхности плашек. Винты входят в разрез регулируемой плашки и фиксируют правильный размер резьбы.

Две рукоятки 2 ввернуты резьбовой частью в корпус 1.

Таблица 186

Основные размеры, в мм, трехгнездных воротков по МН 519-60

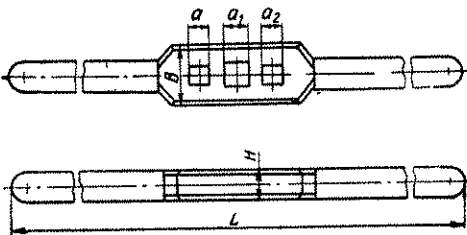
			
$a; a_1; a_2$	L	B	H
2,1; 2,7; 2,4	150	12	6
3,0; 3,8; 3,4	175	14	7
4,3; 5,5; 4,9	225	16	8
6,2; 8,7	275	20	10
9; 10; 11	350	25	13
12; 14,5; 13	400	30	16
16; 20; 18	560	40	22
22; 26; 24	680	52	30

Таблица 187

Основные размеры, в мм, раздвижных воротков по МН 520-65

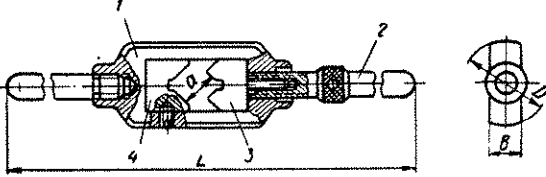
					
a		L		D	B
наименьшие	наибольшие	наименьшие	наибольшие		
2,1	7	205	210	20	9
7	18	410	420	45	15
18	32	588	600	70	20

Таблица 188

Основные размеры, в мм, воротков с трещоткой

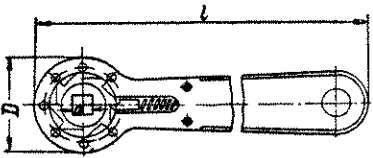
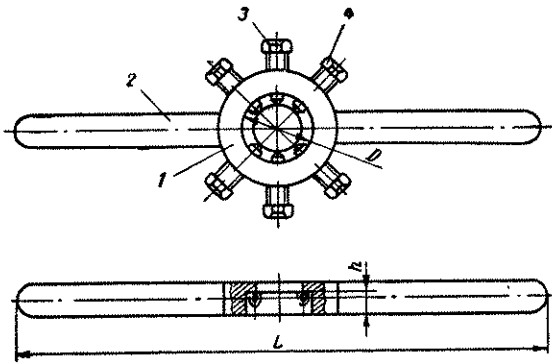
	a	D	L
	5; 6; 8 10; 12; 14; 16 18; 20; 22; 24	35 47 65	250 370 500

Таблица 189

Основные размеры, в мм, воротков для круглых плашек

			
Обозначение плашки	D	h	L
А. Для плашек диаметрами 16 и 20 мм (МН 522-60)			
16×5	16	5	130
20×5	20	5	200
30×6,5	20	6,5	200
Б. Для плашек диаметрами от 25 до 65 мм (МН 523-60)			
25×6,5	25	9	250
25×7,5	25	12	250
30×7,5	30	11	300
30×8,75	30	14	300
38×9,5	38	13	380
38×11,25	38	17	380
45×9,5	45	13	480
45×11,25	45	18	480
45×13,25	45	22	480
55×12	55	16	580
55×14	55	20	580
55×16,5	55	25	580
65×13	65	17	680
65×15	65	22	680
65×18	65	28	680

Клупп для раздвижных плашек (табл. 190) представляет собой косую рамку

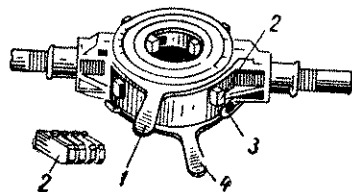


Рис. 135. Клупп для нарезания резьбы на трубах.

с двумя рукоятками. В центральном отверстии рамки устанавливаются и центри-

руются полуплашки. Установка полуплашек на требуемый размер осуществляется с помощью нажимного винта, действующего на сухарь.

Для нарезания резьбы на трубах пользуются специальными клуппами, которые отличаются от обычных тем, что в прорези обоймы клуппа входят четыре стальные гребенки 2 (рис. 135). Повертыванием верхней рукоятки 1 можно сближать или раздвигать гребенки и благодаря этому пользоваться одним и тем же клуппом для нарезания резьбы на трубах различных диаметров. Трубный клупп снабжается направляющими 3, которые, так же как и плашки, регулируются нижней рукояткой 4; этим обеспечивается правильное положение клуппа на трубе при нарезании резьбы.

Таблица 190

Основные размеры, в мм, клуппов для раздвижных плашек

Номинальный диаметр нарезаемой резьбы			Основные размеры, в мм		
метрической, в мм	дюймовой, в дюймах	трубной, в дюймах	B	C	L
M6, M7	$\frac{1}{4}$		16	40	280
M8	$\frac{5}{16}$				
M6, M7, M8	$\frac{1}{4}$; $\frac{5}{16}$	$\frac{1}{8}$	20	55	380
M9, M10, M11	$\frac{3}{8}$; $\frac{7}{16}$; $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$			
M8, M9, M10	$\frac{3}{8}$		24	66	480
M11, M12	$\frac{7}{16}$; $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$			
M14, M16	$\frac{9}{16}$; $\frac{5}{8}$	$\frac{3}{8}$			
M16, M18	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{8}$	35	86	750
M20	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$			
M22, M24	$\frac{7}{8}$; 1	$\frac{5}{8}$			
M24	1	$\frac{5}{8}$	50	125	900
M27	$1\frac{1}{8}$	$\frac{3}{4}$			
M30, M33, M36, M39	$1\frac{1}{4}$ $1\frac{3}{8}$ $1\frac{1}{2}$	$\frac{7}{8}$; 1 $1\frac{1}{8}$			
M39, M42	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$	65	165	1000
M45, M48	$1\frac{5}{8}$ $1\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{8}$ $1\frac{1}{2}$			
M52	$1\frac{7}{8}$ 2	$1\frac{3}{4}$ —			

7. ПРАКТИКА НАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКАМИ И ПЛАШКАМИ ВРУЧНУЮ

1. Смазанный смазкой (см. табл. 194) метчик вставляют в просверленное отверстие и, слегка прижимая его к детали левой рукой, осторожно поворачивают воро-

ток и продолжают нарезание резьбы.

2. Точно так же следует вести нарезание резьбы плашками. Здесь, однако, кро-

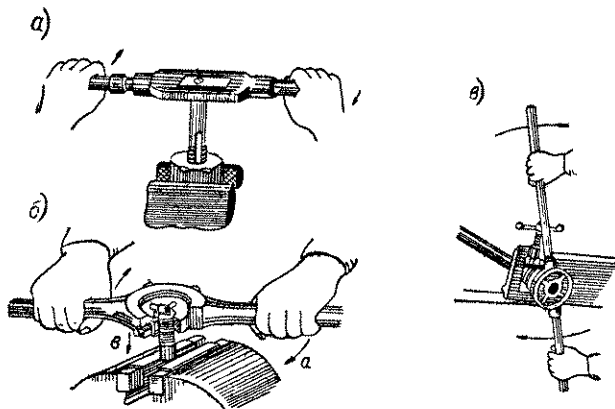


Рис. 136. Движения при нарезании резьбы:

а — метчиком; б — плашкой; в — клуппом.

ток правой рукой до тех пор, пока метчик не захватит металл и его положение в отверстии не станет устойчивым. После этого вороток берут двумя руками и вращают с перехватом рук через каждые пол-оборота (рис. 136, а).

После одного-полутора оборотов метчик вращают в обратную сторону примерно на четверть или пол-оборота. Это необходимо для того, чтобы стружка сломалась и по канавкам метчика вышла из отверстия, не заклинив метчик.

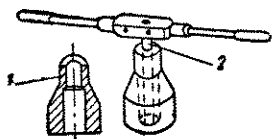


Рис. 137. Нарезание резьбы метчиком с использованием магнитной втулки, обеспечивающей перпендикулярность оси резьбового отверстия к плоскости.

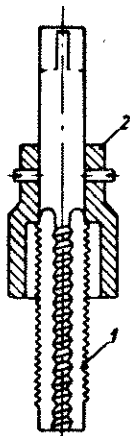


Рис. 138. Применение упорного кольца для получения резьбовых отверстий постоянной глубины.

ме круговых движений по стрелке а (рис. 136, б) воротку следует сообщать также некоторый нажим вниз по стрелке в. В процессе нарезания необходимо, чтобы давление на обе ручки было равномерным.

3. В начале нарезания резьбы следует следить за правильным положением метчика и плашки по отношению к осям отверстия и стержня. Непараллельность осей и неперпендикулярность их к торцу детали контролируются угольником и устраняются изменением положения инструмента.

Для того чтобы обеспечить точно перпендикулярное положение резьбы к поверхности детали при нарезании ее вручную, применяются магнитные втулки 1 (рис. 137), насаживаемые на хвостовик метчика 2. Для метчиков размером от МЗ до М14 требуется набор из шести таких магнитных втулок.

4. Нарезать резьбу в мелких и глухих отверстиях небольшого диаметра нужно особенно осторожно, не перегружая метчик и часто очищая его от стружки.

При нарезании резьбы на заданную глубину можно на хвостовик метчика 1 надевать упор 2, фиксируя его в нужном положении при помощи винтов (рис. 138).

5. При нарезании резьбы в глубоких отверстиях следует время от времени (2—3 раза) вывертывать метчик из отверстия для прочистки.

6. При необходимости получить точные и чистые резьбы на стержнях нарезание их следует вести двумя плашками (черновой и чистовой).

7. При работе клуппами с раздвижными плашками последние следует поджимать только в начале прохода. После прохода по всей длине нарезки клупп сгоняют в обратную сторону, затем вновь поджи-

Закончив нарезание, вращением воротка в обратную сторону вывертывают метчик из отверстия или пропускают его насквозь.

Второй и третий метчики смазывают маслом и вводят в отверстие без воротка; только после того как метчик правильно

мают плашки винтом и проходят резьбу второй раз. Поджимать плашки на середине стержня не следует. Раздвижными плашками резьбу нарезают за несколько проходов.

8. Нарезание резьбы на трубе производят при закреплении ее в специальном прижиме (см. рис. 136, в). Нарезаемый конец трубы смазывают маслом (олифой), а затем на длине не более 2—3 ниток устанавливают клупп, сближая плашки с таким расчетом, чтобы резьба была нарезана на полную глубину в 2—3 прохода. Для диаметров до 1" ограничиваются двумя проходами; при диаметре свыше 1" хо-

рошую резьбу можно получить только за 3—4 прохода. Перед каждым повторным проходом поверхность нарезаемой резьбы и резьбу плашек необходимо очищать от стружки кистью и вновь смазывать маслом.

Вращение клуппа вокруг трубы обычно производят в четыре приема; за каждый прием нужно повернуть клупп на $\frac{1}{4}$ оборота.

Резьбу диаметром до $1\frac{1}{2}$ " нарезает один слесарь; при больших диаметрах резьбы работают вдвоем. При спаренной работе полный оборот клуппа также нужно делать в четыре приема.

8. МЕХАНИЗАЦИЯ НАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБЫ

Нарезание резьбы вручную является малопроизводительной операцией, требующей значительных затрат физических усилий рабочего.

Имеется несколько способов механизации процесса нарезания резьбы, при использовании которых производительность труда значительно повышается.

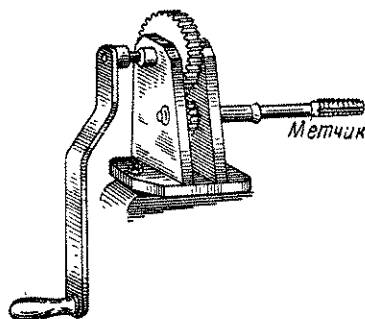


Рис. 139. Простейшее резьбо-нарезное приспособление.

Применение стационарных приспособлений с ручным и механическим приводом для нарезания резьбы. Простейшими приспособлениями для механизации процесса нарезания резьбы являются ручные дрели и специальные резьбонарезные приспособления с ручным приводом.

Ручными дрелями нарезают резьбу диаметром до 6 мм.

Удобными в работе являются простейшие стационарные резьбонарезные приспособления с ручным приводом. На рис. 139 показано такое приспособление для нарезания метчиками резьбы на небольших деталях, устанавливаемых на подоправной по размеру подкладке или на специальном регулируемом по высоте столике.

Аналогичное приспособление для нарезания плашками деталей типа шпилек и болтов приведено на рис. 140.

В шпинделе 5, вращающемся в опорах 4, при помощи цанги 2 и колпачковой гайки 3 зажимается нарезаемая деталь. Плашка

крепится в плашкодержателе 1. Рукоятка 6 служит для нарезания вручную. Приспособление может работать также от электрической или пневматической дрели; в этом случае используется хвостовик 7 на втором конце шпинделя.

На рис. 141 показана резьбонарезная головка с механическим приводом. Она со-

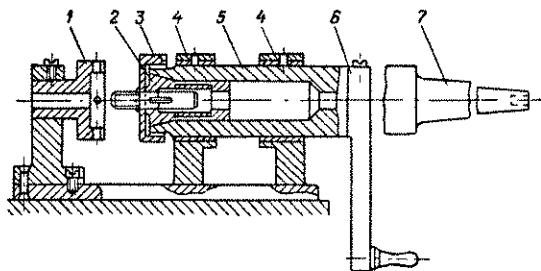


Рис. 140. Приспособление для нарезания резьбы плашкой.

стоит из собственно головки, столика для установки детали и электродвигателя. Привод осуществляется от электродвигателя 1 через ременную передачу 2 и червячную 3. Червячное колесо закреплено на пустотелом валу 5, свободно вращающемся на шпинделе 4. Метчик 10 крепится в державке 9, закрепляемой в шпинделе.

Столик для установки детали состоит из стойки 14 и салазок 12, свободно передвигающихся по стойке. Деталь 11, в которой требуется нарезать резьбу, может быть закреплена на салазках. По направляющим плиты 13 производится перестановка стойки 14. Как только метчик при подводе салазок 12 к шпинделю коснется кромки нарезаемого отверстия, шпиндель начнет перемещаться влево, при этом салазки 12 будут передвигаться до тех пор, пока шпилька 7, запрессованная в шпиндель, не войдет в зацепление с кулачками вала 5, что обеспечит вращение шпинделя, а следовательно, и нарезание резьбы.

По окончании нарезания салазки с деталью отводятся вправо, при этом шпиндель будет отодвинут вправо, а шпилька 7 выйдет из зацепления с валом 5 и войдет

со скоростью 80 об/мин., а колесо 6 — 160 об/мин.

Если нажать на корпус инструмента сверху вниз, то шпиндель 7 вдвинется

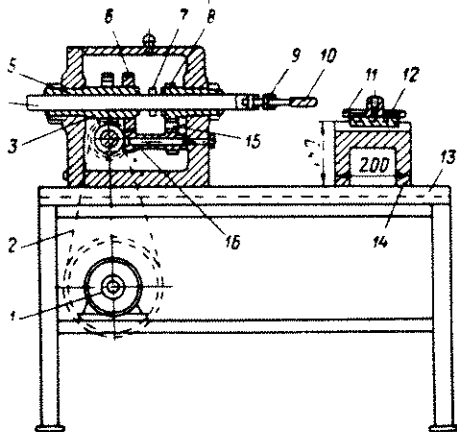


Рис. 141. Резьбонарезное приспособление с механизированным приводом.

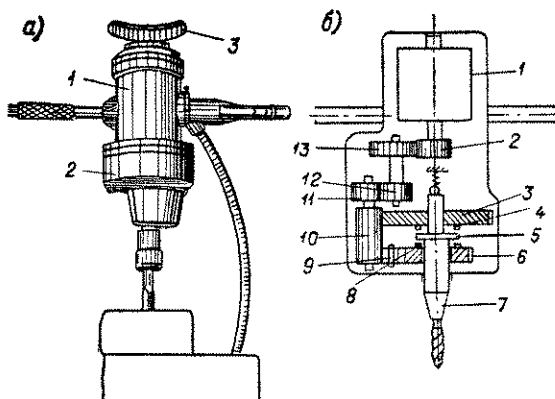


Рис. 142. Электрорезьбонарезатель.

в зацепление с кулачками шестерни 8. Последняя, получая вращение от шестерен 6, 16 и 15, вращается с увеличенной в 2 раза скоростью в обратную сторону. При обратном вращении метчик вывертывается из нарезанного отверстия.

Применение специальных переносных машинок (резьбонарезателей) с электрическим и пневматическим приводами. Механизированные резьбонарезатели по внеш-

внутрь и его фланец 5 войдет в зацепление с выступами 4 зубчатого колеса 3; метчик при этом начнет ввертываться в отверстие. После нарезания резьбы и прекращения нажатия шпиндель 7 выдвинется из корпуса, и фланец 5 войдет в зацепление с выступами 8 зубчатого колеса 6. Но так как последнее вращается в два раза быстрее, то метчик начнет с удвоенной скоростью вывертываться из отверстия.

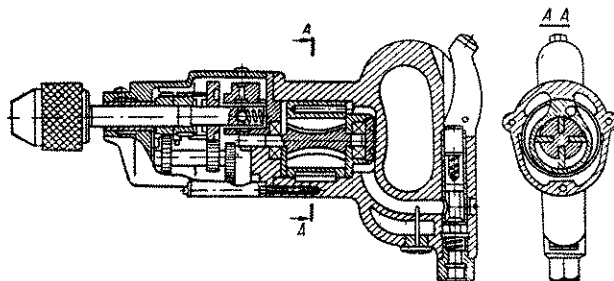


Рис. 143. Пневматический резьбонарезатель.

нему виду напоминают механизированные сверлилки. Общий вид одной из конструкций электрорезьбонарезателя показан на рис. 142, а. Основными частями его являются: электродвигатель 1, редуктор и реверсивный механизм 2 и нагрудник 3.

Принцип работы электрорезьбонарезателя ясен из кинематической схемы, приведенной на рис. 142, б. На валу ротора электродвигателя 1 закреплено зубчатое колесо 2, которое через шестерни 13, 12, 11, 10 и 9 сообщает вращение свободно насаженным зубчатым колесам 6 и 3. Оба эти колеса вращаются в разные стороны; колесо 3 —

Резьбонарезатель снабжен электродвигателем трехфазного тока мощностью 0,9 кВт. Как и у электросверлилок, пуск двигателя здесь осуществляется поворотом колпачка выключателя, помещенного на конце правой рукоятки.

С помощью такого инструмента можно нарезать резьбу диаметром до 24 мм.

На рис. 143 показана конструкция пневматического резьбонарезателя легкого типа ПРН-8 для некрупных резьб диаметром до М8. Принцип работы этого инструмента такой же, как и электрорезьбонарезателя, изображенного на рис. 142.

Наибольший размер нарезаемой резьбы — 8 мм; число оборотов шпинделя — 200 в минуту; мощность двигателя — 0,7 кВт; вес инструмента — 3,2 кг.

При использовании обычных механизированных сверлилок для нарезания резьбы применяют специальные насадки. Пример конструкции подобной насадки (типа Ц1)

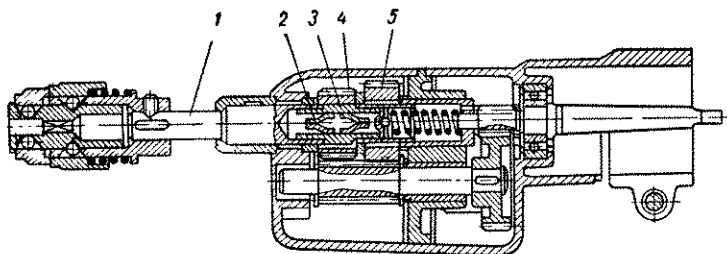


Рис. 144. Электросверлилка со специальной насадкой для резьбонарезания.

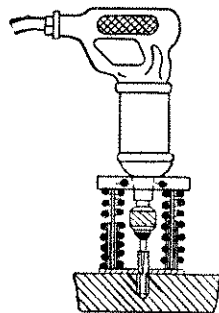


Рис. 145. Применение приспособления для направления метчика при нарезании резьбы механизированными резьбонарезателями.

для электросверлилок С-480 и С-531, изготовляемых Выборгским заводом «Электроинструмент», приведен на рис. 144.

В этой насадке реверс осуществляется перемещением вместе со шпинделем 1 подпружиненных плоскими пружинами 2 шпонок 3, которые соединяют шпиндель либо с шестерней 4 обратного хода, либо с шестерней 5 рабочего хода. Шпиндель насадки вращается со скоростью 74 об/мин. при рабочем ходе и 91 об/мин. — при обратном ходе (при числе оборотов шпинделя сверлилки 680 в минуту).

нать специальные приспособления, исключаяющие перекося инструмента при нарезании резьбы (рис. 145).

Значительное распространение получило также нарезание резьбы на сверлильных станках, снабженных специальными резьбонарезными патронами, отрегулированными на определенный максимальный крутящий момент (см. следующий параграф).

В табл. 191 приведены данные о количестве используемых машинных метчиков в зависимости от типа и размеров нарезаемого отверстия.

Выбор рационального количества метчиков

Таблица 191

При нарезании сквозных отверстий					При нарезании глухих отверстий
Диаметр резьбы, в мм	$d < 26$		$d > 26$		
Длина резьбы	$l = d$	$l > d$	$l = d$	$l > d$	
Количество метчиков					
Резьба метрическая и дюймовая	1	2	2	3	3
Резьба трубная	1	2	1	2	2

9. ПАТРОНЫ ДЛЯ МЕТЧИКОВ

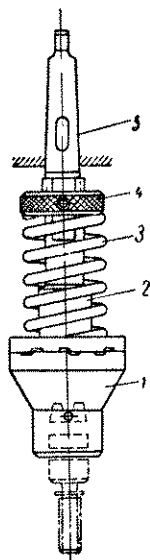
Для предохранения метчиков от поломок при нарезании резьбы на «сверлильных станках» применяются специальные патроны, автоматически выключающиеся при превы-

шении максимального крутящего момента, на который они отрегулированы, например, при достижении дна глухого отверстия (табл. 192).

Таблица 192

Специальные патроны для машинных метчиков

Патроны с кулачковой муфтой



Величина максимального крутящего момента, на который должен быть установлен патрон, регулируется с помощью гайки 4, сжимающей пружину 3. На цилиндрической части хвостовика 5 имеется шкала, на которой указаны диаметры резьб. При большом крутящем моменте полумуфты 1 и 2 расцепляются, и вращение метчика прекращается.

Кулачковые патроны изготавливаются трех размеров:

Диаметр резьбы, в мм	№ конуса Морзе	Наибольший размер патрона, в мм	
		наружный диаметр	длина
От 8 до 18	3	80	254
• 11 • 30	4	110	318
• 18 • 42	5	150	400

Патроны с фрикционной муфтой

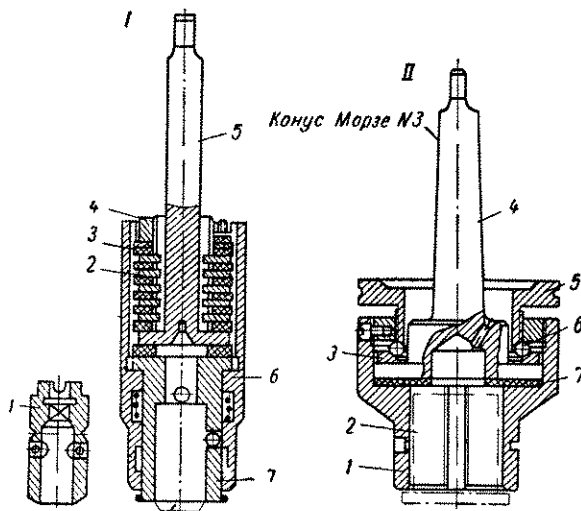
Действие патронов этого типа основано на проскальзывании фрикционных дисков при внезапном увеличении усилия резания.

В поз. I приведена одна из конструкций фрикционного патрона. Вращение от шпинделя станка передается переходной втулке 1 с зажатым в ней метчиком через конусный хвостовик 5 и набор дисков: стальных 2 и фибровых 3. Вращением нажимной гайки 4 обеспечивается необходимая сила трения между дисками.

При внезапном увеличении усилия резания диски начнут проскальзывать, и стакан 6 перестанет передавать движение гильзе 7, связанной с ним при помощи шпонки.

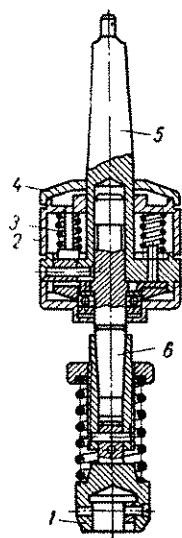
В другой конструкции (поз. II) вращение метчику, укрепленному в промежуточной втулке 2, передается через корпус 1, в выточке которого расположен текстолитовый диск 7, поджатый фланцем хвостовика 4.

Величина нажима, определяющая максимальный крутящий момент, регулируется втулкой 5, конусная поверхность которой прижимает шарики 6 к подушке 3. На втулке 5 имеются деления для настройки в соответствии с диаметром нарезаемой резьбы. При превышении максимального крутящего момента диск 7 начинает проскальзывать, и вращение метчика прекращается.



жимает шарики 6 к подушке 3. На втулке 5 имеются деления для настройки в соответствии с диаметром нарезаемой резьбы. При превышении максимального крутящего момента диск 7 начинает проскальзывать, и вращение метчика прекращается.

Патроны с храповым механизмом



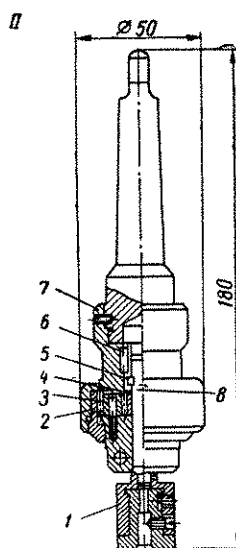
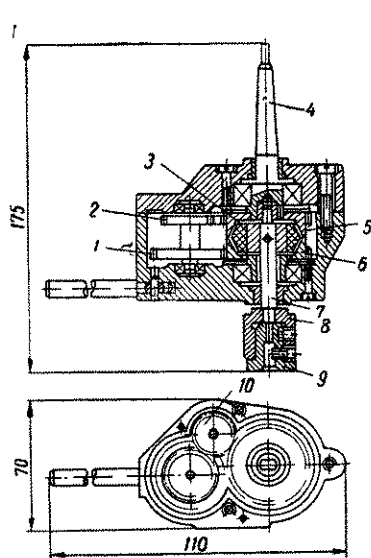
Эти патроны отличаются большой чувствительностью к перегрузке и применяются для нарезания мелких резьб — диаметром 4—8 мм.

В вырезах фланца хвостовика 5 располагаются кулачки с зубьями, входящими в такой же формы вырезы на торце фланца валика 6. При превышении заданного крутящего момента пружины 3 сжимаются, фланцы хвостовика 5 и валика 6 выходят из зацепления, и метчик, закрепленный в шарнирном патроне 1, прекращает вращаться.

При перекосе осей шарнир дает возможность метчику следовать по оси отверстия, чем предотвращаются поломки метчика.

Наибольший крутящий момент устанавливается с помощью диска 4 и стакана 2, сжимающих пружины 3.

Реверсивные патроны



При нарезании резьбы на сверлильных станках, не имеющих реверсивного вращения шпинделя, применяются реверсивные резьбонарезные патроны.

Реверсивный патрон (поз. I) заключен в силуминовый корпус, в крышке которого смонтирован хвостовик 4, получающий вращение от шпинделя станка. На конце хвостовика закреплена фрикционная чаша 5, в верхней части которой нарезаны зубья. В нижней части корпуса в шарикоподшипнике расположена фрикционная чаша 6, внутри которой находится шпиндель 7.

На верхнем конце шпинделя установлен двойной фрикционный ко-

нус 3, изготовленный из текстолита. На другой конец шпинделя насажена втулка 8, в которой крепятся сменные вставки — метчикодержатели 9.

При нарезании резьбы метчик, соприкасаясь с деталью, приподнимает шпиндель, соединяет фрикционный конус 3 с верхней чашей 5 и получает правое вращение. При подъеме шпинделя станка вверх метчик вытягивает конус из чаши 5 и соединяет его с нижней чашей 6, при этом метчик получает левое вращение через чашу 5, шестерни 10, 2, 1 и чашу 6.

Продолжение табл. 192

С помощью этого патрона на сверлильных станках нарезаются резьбы диаметрами М1,7, М2, М2,6, М3 и М4.

Другой (малогабаритный) реверсивный резьбонарезной патрон показан в поз. II. В корпусе 7 патрона запрессованы штифты 6. Через паразитную шестерню 3 смонтированная в корпусе шестерня 2 сцеплена с шестерней 4, установленной на шпинделе и имеющей на торце два кулачка. При нарезании резьбы шпиндель получает правое вращение, соединяясь с корпусом через шпонку 5 и штифт 6.

При подъеме шпинделя станка метчик получает левое вращение вследствие того, что шпонка входит в зацепление с торцовым кулачком шестерни 4, при этом скорость левого вращения в 2 раза больше скорости правого вращения.

Метчики зажимаются в закрепленном на шпинделе патроне 1.

10. РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ ПРИ НАРЕЗАНИИ РЕЗЬБЫ

Глубина резания и подача при нарезании резьбы определяются диаметром предварительно просверленного отверстия и конструктивными размерами метчика. Основными параметрами режима резания, которые нужно выбирать при резьбонарезании, являются скорость резания и соответствующее ей число оборотов метчика.

В табл. 193 указаны значения скорости резания, рекомендуемые при нарезании резьбы 2-го класса точности машинным метчиком из быстрорежущей стали Р18.

На стойкость метчиков и плашек, а также на качество резьбовой нарезки существенное влияние оказывает смазочно-охлаждающая жидкость.

Таблица 193

Режимы резания при нарезании резьбы машинными метчиками

Диаметр резьбы d , в мм	Шаг резьбы s , в мм	Обрабатываемый материал			чугун серый НВ 190	
		сталь				
		углеродистая $\sigma_B=50-80 \text{ кг/мм}^2$	хромистая и хромоникелевая $\sigma_B=75 \text{ кг/мм}^2$	жаропрочная 1Х18Н9Т (ЭЯ1Т)		
Скорость резания v , в м/мин						
5	{	0,5	9,4	8,5	—	10,2
		0,8	6,3	5,7	4,9	6,8
6	{	0,75	8,3	7,5	6,3	8,9
		1,0	6,4	5,8	4,9	6,9
8	{	1,0	9,0	8,2	6,9	9,8
		1,25	7,4	6,7	5,7	8,0
10	{	1,0	11,8	10,7	9,1	12,8
		1,5	8,2	7,4	6,3	8,9
12	{	1,25	12,0	10,8	9,2	12,1
		1,75	8,9	8,0	6,8	9,6
Поправочные коэффициенты на скорость в зависимости от класса точности резьбы						
Обрабатываемый материал					Класс точности	
					1-й	2-й
Сталь, чугун и алюминиевые сплавы					0,8	1,0
Силумин					1,3	1,65
Дуралюмин и электрон					0,77	1,0

В качестве охлаждающей жидкости применяются эмульсии, масла, различные смеси масла и керосина.

При ручном нарезании резьбы воротком или клупном используется густая смазка —

вареное, льняное и сурепное масло или техническое сало.

Иногда при нарезании резьб малых диаметров применяют технический вазелин (табл. 194).

Таблица 194

Смазочно-охлаждающие жидкости при нарезании резьбы

Обрабатываемый материал	Смазочно-охлаждающая жидкость	Обрабатываемый материал	Смазочно-охлаждающая жидкость
Углеродистая, конструкционная и инструментальная стали	Эмульсия. Осерненное масло. Осерненное масло с керосином. Смешанные масла	Титановые сплавы	Касторовое масло. Олеиновая кислота. Смесь 85% сульфифрезола и 15% олеиновой кислоты
Закаленная хромо-никелевая сталь	Смесь 60% сульфифрезола, 25% керосина и 50% олеиновой кислоты	Бронза	Без охлаждения. Смешанные масла
Специальная легированная сталь	Эмульсия. Осерненное масло. Осерненное масло с керосином. Осерненное масло с керосином и олеиновой кислотой. Смешанные масла	Цинк	Эмульсия
Стальное литье	Эмульсия. Осерненное масло. Смешанные масла	Латунь	Без охлаждения. 3—5-процентная эмульсия. Осерненное масло. Смешанные масла.
Ковкий чугун	3—5-процентная эмульсия	Медь	Эмульсия. Смешанные масла
Чугунное литье	Без охлаждения. 3—5-процентная эмульсия. Смешанные масла. Керосин	Никель	Эмульсия
Нержавеющие жароупорные сплавы и стали	Смесь 50% осерненного масла, 30% керосина и 20% олеиновой кислоты или 80% сульфифрезола и 20% олеиновой кислоты	Алюминий и его сплавы	Без охлаждения. Эмульсия. Смешанные масла. Керосин
		Волокнит, винипласт, оргстекло, полистирол, поропласт и т. п. Текстолит, гетинакс и т. д.	3—5-процентная эмульсия
			Без охлаждения. Обдувка сжатым воздухом

11. НЕПОЛАДКИ ПРИ НАРЕЗАНИИ РЕЗЬБЫ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Таблица 195

Характер неполадок при нарезании резьбы и меры их устранения

Неполадки	Причины неполадок	Меры устранения
Рваная резьба	1. Затупившийся метчик 2. Неудовлетворительное охлаждение 3. Перекос метчика относительно отверстия при неправильной установке	1. Тщательная заточка инструмента 2. Рациональное и достаточное охлаждение 3. Правильная установка метчика (без перекосов)
Тупая резьба	1. Завышенный диаметр отверстия под резьбу 2. Низкие твердость и чистота поверхности зубьев, малые передние и задние углы и износ метчиков; высокая вязкость материала детали	1. Правильный подбор диаметра и обработка отверстия под резьбу 2. Использование метчиков требуемой конструкции и геометрии с учетом обрабатываемого материала

Продолжение табл. 195

Неполадки	Причины неполадок	Меры устранения
Неудовлетворительная чистота поверхности профиля резьбы	1. Малая величина переднего угла метчика 2. Недостаточная длина заборного конуса 3. Сильное затупление и неправильная заточка метчика 4. Низкое качество смазочно-охлаждающей жидкости 5. Несоответствующее качество материала детали 6. Применение чрезмерно высоких скоростей резания	1—3. Использование метчиков необходимой конструкции и геометрии 4—5. Применение соответствующей смазочно-охлаждающей жидкости 6. Выбор рациональных скоростей резания
Провал по калибрам-пробкам	1. Разбивание резьбы метчиком при неправильной его установке 2. Большое биение метчика 3. Снятие метчиком стружки при вывертывании 4. Применение повышенных скоростей резания 5. Использование случайных смазочно-охлаждающих жидкостей 6. Неправильное регулирование плавающего патрона или его непригодность	1. Правильная установка инструмента 2—3. Использование метчиков с допустимым биением и правильными канавками 4. Выбор нормальных скоростей резания 5. Применение наиболее эффективной смазочно-охлаждающей жидкости 6. Выбор исправного патрона
Тугая резьба	1. Неточные размеры метчика 2. Большая шероховатость резьбы	1—2. Применение метчиков необходимых размеров
Конусность резьбы	1. Неправильное вращение метчика (разбивание верхней части отверстия) 2. Отсутствие у метчика обратного конуса (зубья калибрующей части срезают металл)	1. Правильная установка метчика 2. Использование метчиков правильной конструкции
Несоблюдение размеров резьбы (проходной калибр не проходит, непроходной — проходит)	1. Неправильные размеры метчика 2. Перекос метчика при установке и нарушение нормальных условий его эксплуатации 3. Срезание резьбы при обратном ходе метчика	1. Замена инструмента исправным 2—3. Правильная установка метчика и соблюдение нормальных условий работы
Ухудшение качества резьбы	1. Выкрашивание зубьев метчика (повышенные твердость и хрупкость). Завышенная величина передних и задних углов, короткая заборная часть и сильное затупление метчиков 2. Неравномерная подача метчика (удар о деталь) в начале нарезания резьбы	1. Использование инструментов с правильной термообработкой; своевременная замена затупившихся метчиков 2. Внимательное отношение сверловщика к работе

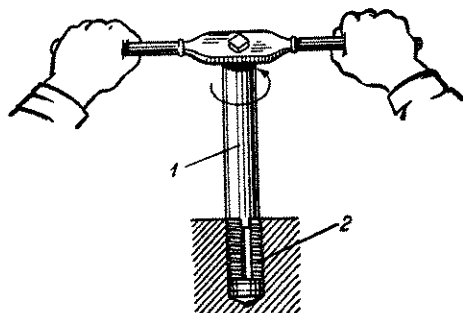
Продолжение табл. 195

Неполадки	Причины неполадок	Меры устранения
Брак резьбы из-за поломки метчика	1. Повышенная хрупкость режущей части метчика, трещины на ней, недостаточная глубина отверстия под резьбу, малый объем стружечных канавок и неправильный отвод стружки, защемление стружки при вывертывании метчика 2. Заниженный диаметр отверстия под резьбу	1. Применение метчиков требуемой конструкции с правильной термообработкой 2. Выполнение правильных по размеру отверстий под резьбу
Срыв резьбы	1. Диаметр просверленного отверстия под резьбу меньше требуемого 2. Затупившийся метчик 3. Стружка забивается в канавках метчика	1. Сверление отверстия под резьбу по диаметру 2. Работа метчиком с острыми режущими кромками 3. Периодическое извлечение метчика из отверстия для удаления стружки

Таблица 196

Способы удаления сломанных метчиков из отверстий

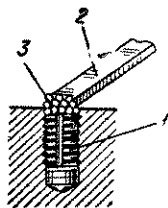
При помощи специальных оправок



Оправка 1 имеет на торце четыре выступа, которыми она входит в канавки метчика 2. Поворачивая оправку с помощью воротка за квадратный хвостовик, вывертывают сломанный метчик из отверстия.

Для извлечения метчиков разных диаметров необходимо иметь набор таких оправок.

Путем наплавки электродом хвостовика к обломку метчика

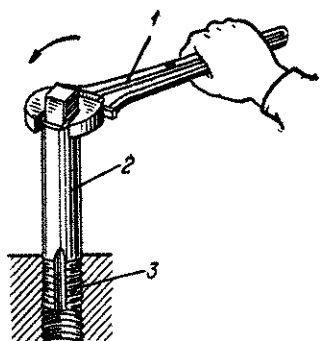


Для извлечения метчиков, сломанных в деталях из силумина, на обломок метчика 1 электродом 2 наплавляют хвостовик 3. Это оказывается возможным, так как сталь не приваривается к силумину.

После остывания метчик свободно вывертывается из отверстия за гайку, которая приваривается к концу хвостовика 3.

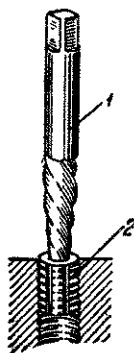
Продолжение табл. 196

С помощью специальной оправки



Изготавливается оправка 2, на конце которой обработан квадрат под ключ. Оправка приваривается к поломанному метчику 3, который затем вывертывается с помощью ключа 1.

Путем высверливания метчика



Этот способ применяют в тех случаях, когда метчик прочно заклинился и его трудно вывернуть.

Перед высверливанием метчик отжигают вместе с деталью в горне или при помощи газовой горелки. Затем напильником или крейпмейселем выравнивают заломанный торец метчика, накернивают его центр и высверливают сердцевину, не затрагивая режущих перьев. Последние потом удаляются маленькими зубилами.

В поломанных метчиках больших размеров таким же способом сверлят отверстие, затем разделяют его на квадрат или трехгранник, после чего, вставив в отверстие соответствующей формы ключ 1, вывертывают метчик 2.

12. НОРМЫ ВРЕМЕНИ НА НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ
МЕТЧИКАМИ И ПЛАШКАМИ

Норма штучного времени $T_{шт}$ на нарезание резьбы вручную определяется по следующей формуле:

$$T_{шт} = (Tk + T_b) \times \left(1 + \frac{x}{100}\right) \text{ мин.}, \quad (14)$$

где T — время на нарезание резьбы в одном отверстии, принимаемое по табл. 197, а для одного стержня — по табл. 198;

k — коэффициент, учитывающий изменение условий нарезания резьбы по сравнению с условиями, применительно к которым составлены табл. 197 и 198; величины поправочных коэффициентов k приведены в табл. 199;

T_b — вспомогательное время на установку и снятие детали, принимаемое по табл. 160.

x — дополнительное время, в %, на обслуживание рабочего места и естественные надобности рабочего; для нормальных условий работы $x=6\%$.

Пример. Определить норму времени на нарезание вручную резьбы в четырех отверстиях детали весом 1 кг при следующих условиях: материал стали $\sigma_s=50$ кг/мм²; нарезание производится на верстаке при удобном положении рабочего.

Соответственно предыдущему находим значения величин, которые затем подставляем в формулу (14).

По табл. 197 находим: для М12 $T=1,54$ мин. Условия нарезания соответствуют условиям, на которые рассчитана таблица, и поэтому поправочный коэффициент $k=1$. По табл. 160 $T_b=0,26$ мин.

Таким образом,

$$T_{шт} = (4 \cdot 1,54 \cdot 1 + 0,26) \times \left(1 + \frac{6}{100}\right) \approx 6,8 \text{ мин.}$$

Таблица 197

Нормы времени на нарезание резьбы ручными метчиками

Длина нарезаемого отверстия, в мм	Метрическая резьба								Дюймовая резьба								Трубная резьба							
	Диаметр нарезаемого отверстия								Диаметр нарезаемого отверстия								Диаметр нарезаемого отверстия							
	5 мм	6 мм	8 мм	10 мм	12 мм	14 мм	18 мм	20 мм	1/16"	1/8"	3/16"	1/4"	5/16"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"	1 1/8"	1 1/4"	1 1/2"	1 3/4"	2"
	0,8	1,0	1,25	1,60	1,75	2,0	2,5	2,5	1,088	1,27	1,411	1,588	2,117	2,309	2,54	0,907	1,037	1,1814	1,337	1,514	1,70	1,907	2,117	2,309
Шаг нарезаемой резьбы, в мм																								
Время нарезания одного отверстия, в мин.																								
5	1,42	1,30	1,15	1,06	—	—	—	—	1,22	1,10	0,87	0,82	0,88	—	—	1,61	1,27	1,02	1,10	1,32	—	—	—	—
10	2,21	2,05	1,81	1,66	1,54	1,44	—	—	1,93	1,70	1,38	1,30	1,42	—	—	2,54	2,0	1,60	1,70	2,04	2,86	—	—	—
15	2,90	2,08	2,37	2,18	2,02	1,89	2,07	2,28	2,52	2,20	1,80	1,70	1,90	3,10	3,10	3,30	2,60	2,20	2,25	2,70	3,80	4,75	—	—
20	3,50	3,20	2,83	2,60	2,41	2,26	2,48	2,74	3,07	2,70	2,20	2,05	2,30	3,80	3,80	4,00	3,15	2,55	2,75	3,30	4,62	5,76	—	—
25	4,0	3,70	3,27	3,03	2,80	2,62	2,88	3,18	3,60	3,10	2,50	2,40	2,70	4,42	4,42	4,57	3,60	2,95	3,10	3,73	5,22	6,52	—	—
30	—	4,20	3,71	3,42	3,17	2,97	3,26	3,60	—	3,50	2,80	2,70	3,10	5,10	5,10	—	4,05	3,30	3,50	4,20	5,90	7,40	—	—
35	—	—	4,05	3,73	3,45	3,23	3,54	3,90	—	—	3,40	3,00	3,50	4,20	4,20	—	—	3,60	3,90	4,80	6,70	8,40	—	—
40	—	—	4,42	4,07	3,77	3,53	3,88	4,28	—	—	—	3,50	3,80	4,70	4,70	—	—	—	4,20	5,05	7,10	8,90	—	—
50	—	—	—	4,67	4,31	4,05	4,45	4,90	—	—	—	—	4,40	5,50	7,20	—	—	—	—	5,40	7,60	9,50	—	—

Примечание. Приведенными нормами времени предусматривается выполнение следующих приемов работы:

- 1) взять вороток с метчиком, смазать и подвести к отверстию;
- 2) нарезать резьбу в отверстии;
- 3) отложить метчик и вороток на место;
- 4) очистить от стружки метчик и обрабатываемое отверстие.

РАЗДЕЛ ПЯТНАДЦАТЫЙ

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА СЛЕСАРЯ. ЭКОНОМИКА СЛЕСАРНОЙ ОБРАБОТКИ. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

1. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА СЛЕСАРЯ

Производительность труда слесаря в значительной степени зависит от правильной организации и обслуживания рабочего места. Часть производственной площади цеха с верстаком, инвентарем, комплектом приспособлений и инструментов, переданных в непосредственное распоряжение слесаря, образует его рабочее место.

Основным оборудованием рабочего места слесаря являются верстак и тиски.

Верстак представляет собой специальный стол, на котором выполняются слесарные работы. Каркасы верстаков обычно выполняют сварными из труб или стального профильного проката. Столешницу верстаков изготавливают из досок твердых пород дерева и в зависимости от характера выполняемых на верстаке работ покрывают листовым железом, линолеумом или фанерой.

Верстаки бывают одноместные, двухместные и многоместные. Наиболее удобны и широко применяются одноместные верстаки. При работе на многоместных верстаках точность работ, выполняемых одним рабочим, может снизиться в результате вибраций верстака, возникающих, например, от рубки и клепки, производимых другим рабочим.

Размеры верстака должны быть достаточными, чтобы вместить все необходимое для работы. Одноместные слесарные верстаки обычно имеют длину 1200—1500 мм, ширину 700—800 мм и высоту 800—900 мм; длина многоместных верстаков определяется в зависимости от числа работающих слесарей. Высота верстака зависит от роста слесаря. Она должна быть такой, чтобы нижняя линия правого локтя работающего находилась на уровне губок тисков. При такой высоте верстака создаются нормальные условия для производительной работы, так как спина слесаря не сгибается и руки его не тянутся вверх, что уменьшает напряжение и утомляемость рабочего.

На рис. 146 показан одноместный слесарный верстак. Каркас этого верстака — свар-

ной из трубчатых заготовок, с трех сторон обшит листовой сталью толщиной 1,5 мм. Трубы каркаса служат одновременно магистралью для подачи сжатого воздуха к приводу пневмотисков, установленных на столе верстака. Нижняя часть верстака разделена на три отделения. Слева в двух отделениях смонтированы шесть поворотных секторных полок, на которых в ложе-

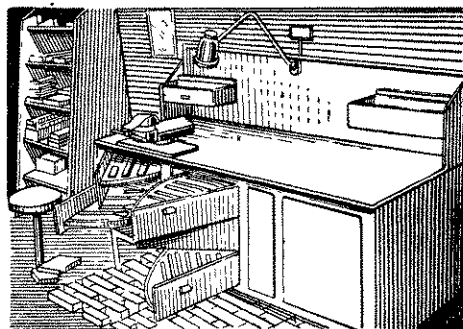


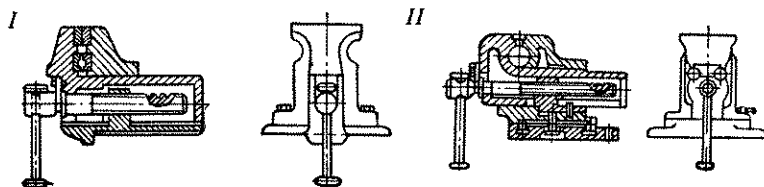
Рис. 146. Одноместный слесарный верстак.

ментах из оргстекла и пластика размещается слесарный инструмент. К каждой полке прикреплена дверка с самозакрывающейся защелкой. В правом отделении находятся две полки для специального инструмента и оснастки. На задней стенке верстака установлен экран высотой 500 мм, оборудованный низковольтным светильником местного освещения; здесь же расположены два ящика для хранения технической документации. На левой стойке каркаса верстака укреплен на шарнире регулируемый по высоте поворотный стул.

Тиски служат для закрепления заготовок или деталей при слесарной обработке. Основные типы слесарных тисков приведены в табл. 200.

Таблица 200

Основные типы слесарных тисков

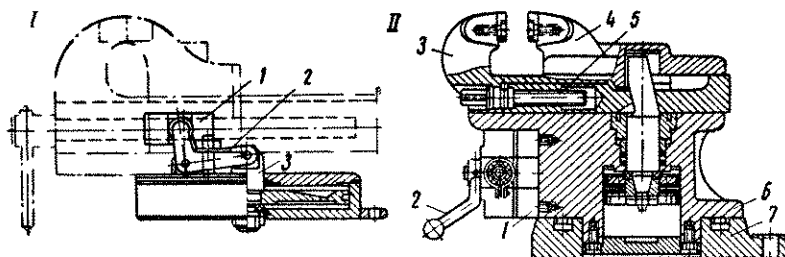
Параллельные слесарные тиски с винтовым зажимом
(ГОСТ 4045-57)

Изготавливаются неповоротными (поз. I) и поворотными (поз. II). В последнем случае корпус тисков может устанавливаться под разными углами к основанию, прикрепленному к верстаку.

Основные размеры, в мм

Тип тисков	Ширина губок, в мм	Наибольшее раскрытие губок, в мм	Наибольшее зажимное усилие, в кГ
Неповоротные	60	45	1000
	80	65	1500
	100	100	2000
	120	140	2500
	140	180	3000
Поворотные	80	65	1500
	100	100	2000
	120	140	2500
	140	180	3000

Тиски слесарные пневматические



В целях повышения производительности труда и снижения утомляемости рабочего обычные винтовые тиски в ряде случаев заменяются пневматическими.

В поз. I показаны обычные параллельные тиски с пристроенным к ним пневматическим приводом в виде цилиндра двустороннего действия. Шток поршня 3 связан с двуплечим рычагом 2, упирающимся другим концом в прорези маточной гайки 1. При давлении воздуха 4 кг/см^2 усилие зажима на губках тисков доходит до 3000 кГ.

В поз. II показаны специальные пневматические тиски с клиновым зажимом. Они состоят из корпуса 6, закрепленного на основании 7, неподвижной 4 и подвижной 3 губок, пневматического цилиндра, расточенного в корпусе 6, и пневматического реверсивного распределительного крана 1.

Расстояние, на которое могут быть раздвинуты губки тисков, регулируется винтом 5. Обрабатываемая деталь зажимается поворотом рукоятки 2 распределитель-

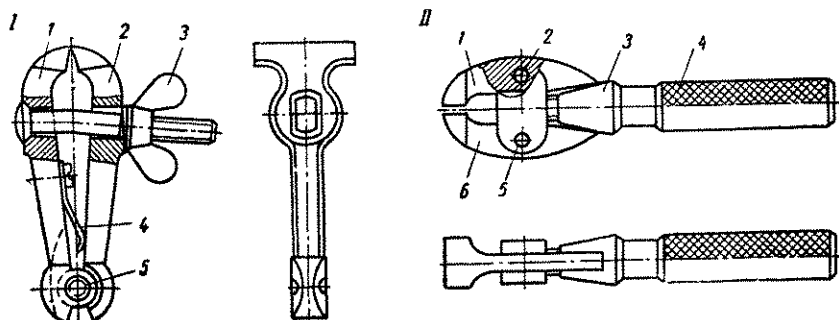
Продолжение табл. 200

ного крана. При повороте этой рукоятки в обратную сторону воздух выходит через штуцер, и подвижная губка 3 отходит в исходное положение, освобождая зажатую в тисках деталь.

Усилие зажима составляет около 500 кг. Оно регулируется изменением давления воздуха, что очень важно при закреплении тонкостенных деталей.

На закрепление и раскрепление детали в пневматических тисках расходуется всего 2—4 сек., при этом физических усилий рабочего не требуется.

Ручные слесарные тиски (ГОСТ 7226-54)



Применяются при опиливании или сверлении мелких деталей, которые неудобно или опасно держать руками.

Ручные тиски изготавливают из стали марок 45—50. Рабочую поверхность губок крестообразно насекают, закаляют и отпускают до твердости HRC 45—50.

В поз. I показаны тиски с пружиной и шарнирным соединением. Закрепление детали здесь осуществляется путем заворачивания гайки-барашка 3. Для освобождения детали гайку отворачивают, в результате чего плоская пружина 4 разводит связанные шарниром 5 губки 1 и 2.

В поз. II показаны другие шарнирные тиски для закрепления деталей малых размеров. Здесь ширина губок равна 15 мм. Закрепление детали осуществляется при вращении рукоятки 4, конус 3 которой воздействует на шарнирно закрепленные на штифтах 5 губки 1 и 6. При вращении рукоятки 4 в обратную сторону конус отходит от губок, и пружина 2 отводит их от детали.

При ширине губок 36 и 43 мм их наибольшее раскрытие составляет соответственно 25 и 40 мм.

Для предохранения деталей от повреждения при закреплении в тисках применяются специальные предохранительные накладки-нагубники (рис. 147), надеваемые

и других работ применяют различного рода струбины и специальные приспособления.

К инструментам и принадлежностям, которые слесарь должен иметь постоянно на

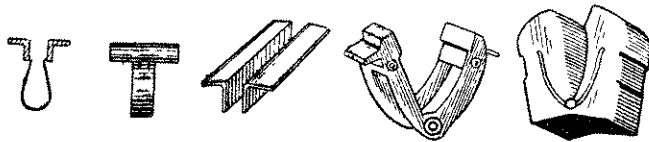


Рис. 147. Нагубники для тисков.

на закаленные губки тисков. В зависимости от твердости материала обрабатываемой детали нагубники изготавливаются из мягкой стали, меди, латуни, свинца, алюминия, кожи или дерева.

Для предварительного закрепления соприкасаемых деталей в процессе пригоночных

своем рабочем месте, относятся молотки, плоскогубцы, зубила, крейцмейсели, напильники, шаберы, отвертки, гаечные ключи, абразивные бруски и др.

Правильная планировка рабочего места слесаря создает условия для высокопроизводительной и безопасной работы.

Рациональная планировка рабочего места обеспечивает:

1) наиболее короткие и малоутомительные движения;

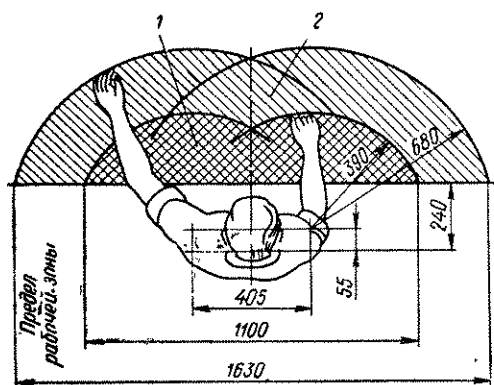


Рис. 148. Нормальная зона движений в горизонтальной плоскости (1) и пределы досягаемости рук слесаря (2).

2) снижение до минимума наклонов и поворотов корпуса;

3) исключение лишних перемещений рабочего;

4) исключение лишних трудовых движений (например, переключивание инструментов и деталей из одной руки в другую).

На рабочем месте должны находиться только те предметы, которые необходимы для выполнения данного задания. Все необходимое для работы слесаря размещается на верстаке с учетом наиболее и наименее удобных зон для выполнения трудовых операций.

На рис. 148 показаны нормальная зона движений (1) и пределы досягаемости рабочих рук в горизонтальной плоскости (2). Как видно из этого рисунка, удобная зона досягаемости рук человека в горизонтальной плоскости составляет 1100 мм. В вертикальной плоскости при работе стоя удобная зона досягаемости рук слесаря находится в пределах от 700 до 1625 мм от пола.

Расположение предметов на рабочем месте должно быть вполне определенным, с тем чтобы слесарь привык к нему и мог брать нужные предметы во время работы, не глядя на них и не тратя на поиски лишнего времени и энергии. Такой же порядок должен быть и в ящиках верстака. Измерительный инструмент должен храниться отдельно от остального; инструмент для обработки незакаленных деталей — отдельно от инструмента для обработки закаленных деталей, а полуфабрикаты — отдельно от готовых изделий.

Важное значение имеет правильное освещение. Свет должен быть ярким и падать на обрабатываемый предмет, а не в глаза. Желательно, чтобы свет был рассеянным и не давал бликов, мешающих работать.

2. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА ПРИ СЛЕСАРНОЙ ОБРАБОТКЕ

Производительность труда определяется количеством деталей, изготовленных в единицу рабочего времени (выработка), или величиной рабочего времени, затрачиваемого на изготовление детали (трудоемкость).

Количество деталей, которое рабочий должен изготовить в единицу времени, называется нормой выработки N_v , в шт.

Расчет нормы выработки в смену производится по формуле:

$$N_v = \frac{T_{см}}{T_{шт}}, \quad (15)$$

где $T_{см}$ — продолжительность рабочей смены, в мин.;

$T_{шт}$ — норма штучного времени, в мин.

При выполнении слесарных работ величина подготовительно-заключительного времени незначительна. Это время, так же как и время обслуживания рабочего места, включается в норму штучного времени в процентах от оперативного времени.

Нормы оперативного времени на выполнение переходов (операций), нормативы вспомогательного времени на установку и

снятие деталей, а также формулы для расчета штучного времени даны в соответствующих разделах справочника.

Между изменением нормы времени и нормы выработки существуют следующие зависимости:

$$x = \frac{100y}{100 + y};$$

$$y = \frac{100x}{100 - x},$$

где x — процент снижения нормы времени или процент экономии рабочего времени;

y — процент повышения нормы выработки или процент повышения производительности труда.

Наиболее рациональным путем повышения производительности труда слесаря следует считать разработку и осуществление мероприятий по сокращению затрат штучного времени за счет повышения уровня механизации ручного труда слесаря.

3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕРОПРИЯТИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА СЛЕСАРЯ

Осуществление мероприятий, повышающих производительность труда слесаря, как правило, связано с необходимостью дополнительных затрат на оснащение и средства механизации слесарных работ. Такие затраты должны быть соизмерены с экономией, получаемой в результате повышения производительности при осуществлении этих мероприятий.

Экономическая эффективность сравниваемых вариантов слесарной обработки одной и той же детали (существующего и нового — предлагаемого) определяется расчетом следующих показателей:

а) экономии на приведенных затратах, обусловленных производством данных деталей;

б) народнохозяйственной эффективности дополнительных капитальных вложений;

в) срока окупаемости дополнительных капитальных вложений за счет экономии на себестоимости продукции.

Экономия на приведенных народнохозяйственных затратах, в руб./год, определяется по формуле:

$$\Delta C_{\text{пн}} = C_{\text{пн}}^I - C_{\text{пн}}^{II}, \quad (16)$$

где $C_{\text{пн}}^I$ и $C_{\text{пн}}^{II}$ — общая сумма приведенных народнохозяйственных затрат, обусловленных производством данной продукции (детали) соответственно по старому и новому вариантам, в руб./год.

Приведенные народнохозяйственные затраты $C_{\text{пн}}$, в руб./год, рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{пн}} = C_x + E_{\text{нн}} \cdot K_{\text{н}}, \quad (17)$$

где C_x — себестоимость годового выпуска продукции, в руб./год;

$E_{\text{нн}}$ — норма народнохозяйственной эффективности дополнительных капитальных вложений, $\frac{\text{руб./год}}{\text{руб.}}$;

$K_{\text{н}}$ — сумма капитальных вложений, принимаемых к расчету, в руб.

Рассчитав и сравнив величины $C_{\text{пн}}$ по вариантам, принимают тот из них, у которого $C_{\text{пн}}$ имеет минимальное значение.

Показатель расчетной народнохозяйственной эффективности дополнительных капитальных вложений $E_{\text{рн}}$, $\frac{\text{в руб./год}}{\text{руб.}}$, может быть рассчитан по формуле:

$$E_{\text{рн}} = \frac{\Delta C_x}{\Delta K_{\text{н}}}, \quad (18)$$

при этом должно быть соблюдено неравенство:

$$E_{\text{рн}} > E_{\text{нн}}, \quad (19)$$

где $E_{\text{нн}}$ — норма народнохозяйственной эффективности дополнительных капитальных вложений.

Для расчетов можно принять $E_{\text{нн}} = 0,12 - 0,2 \frac{\text{руб./год}}{\text{руб.}}$. Норма народнохозяйственной эффективности $E_{\text{нн}}$ показывает экономию в год на текущих затратах на 1 руб. дополнительных капитальных вложений.

Расчетный срок окупаемости дополнительных капитальных вложений $\tau_{\text{рн}}$ в годах, определяется по формуле:

$$\tau_{\text{рн}} = \frac{\Delta K_{\text{н}}}{\Delta C_x} = \frac{K_{\text{н}}^{II} - K_{\text{н}}^I}{(C_x^I - C_x^{II}) Q_{\text{г}}}, \quad (20)$$

где $\Delta K_{\text{н}}$ — дополнительные капитальные вложения, в руб.;

ΔC_x — экономия на снижении себестоимости деталей, в руб./год;

$K_{\text{н}}^I$ и $K_{\text{н}}^{II}$ — капитальные вложения, необходимые для осуществления соответственно существующего и предлагаемого вариантов;

C_x^I и C_x^{II} — себестоимость единицы продукции по вариантам, в руб./дет.-опер.;

$Q_{\text{г}}$ — годовой объем производства данной продукции, в шт./год.

Расчетный срок окупаемости должен быть меньше нормативного срока, т. е.

$$\tau_{\text{рн}} < \tau_{\text{нн}}, \quad (21)$$

где $\tau_{\text{нн}}$ — нормативный срок окупаемости, в годах.

Показатель $\tau_{\text{рн}}$ является величиной, обратной $E_{\text{рн}}$:

$$\tau_{\text{рн}} = \frac{1}{E_{\text{рн}}}.$$

Нормативный срок окупаемости дополнительных капитальных вложений $\tau_{\text{нн}}$ является величиной, обратной норме народнохозяйственной эффективности.

Если внедрение нового мероприятия дает экономию как на себестоимости продукции ΔC_x , так и на капитальных вложениях $\Delta K_{\text{н}}$, то расчет экономии ведется на приведенных народнохозяйственных затратах, обусловленных производством данной продукции.

Себестоимость обработанной детали (цеховая) C_x , в руб./шт., представляет сумму затрат на основные материалы $C_{\text{м}}$ и затрат на обработку детали (технологическая себестоимость) $C_{\text{т}}$, т. е.:

$$C_x = C_{\text{м}} + C_{\text{т}}. \quad (22)$$

Расчет затрат на основные материалы производится только в случае изменения заготовки.

Технологическая себестоимость слесарной обработки детали (детале-операции), в руб./дет.-опер., определяется по формуле:

$$C_T = C_3 + C_a + C_9 + C_b + C_{осн} + C_{ир} + C_{им} + C_n + C_{пр} \quad (23)$$

где C_3 —заработная плата слесаря с начислениями;

C_a —затраты на амортизацию оборудования и верстака;

C_9 —затраты на силовую электроэнергию (в случае обработки с помощью механи-

зированного инструмента);

C_b —затраты на вспомогательные (смазочно-обтирочные и др.) материалы;

$C_{осн}$; $C_{ир}$; $C_{им}$ —затраты, связанные с использованием оснастки, инструмента режущего и мерительного;

C_n —затраты, связанные с использованием помещения;

$C_{пр}$ —прочие (накладные) цеховые расходы на операцию.

При определении экономической эффективности мероприятий расчет себестоимости ведется только по тем элементам, которые изменяются по вариантам.

Подробно метод расчета экономической эффективности изложен в специальной литературе¹.

Себестоимость операции слесарной обработки детали, в руб./дет.-опер., может быть определена по формуле:

$$C_T = C_ч \cdot T_{шк} \quad (24)$$

где $C_ч$ —норматив себестоимости 1 часа работы слесаря, в руб./час;

$T_{шк}$ —штучно-калькуляционное время, в часах.

В норматив себестоимости 1 часа работы слесаря для укрупненных расчетов включаются: C_3 ; C_b ; $C_{пр}$; $C_{им}$; C_n и $C_{осн}$.

¹ См., напр., «Методика расчетов экономической эффективности новой техники в машиностроении». Под ред. К. М. Великанова. Л., «Машиностроение», 1967.

Норматив затрат на заработную плату слесаря C_3 рассчитывается по следующей формуле:

$$C_{3,чср} = C_{3,чср} \cdot \alpha_{ср} \cdot \beta_{ср} \cdot 1,08 \cdot 1,075 \text{ коп./час.} \quad (25)$$

где $C_{3,чср}$ —средняя часовая тарифная ставка слесарных работ, в коп./чел.-час;

$\alpha_{ср}$ —коэффициент, учитывающий средний приработок рабочего слесаря; $\alpha_{ср} = 1,1-1,2$;

$\beta_{ср}$ —средний коэффициент, учитывающий многостаночное или бригадное обслуживание;

1,08—коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату в размере 8%;

1,075—коэффициент, учитывающий начисления в фонд соцстраха в размере 7,5%.

Нормативы затрат на вспомогательные материалы можно принять следующие:

$C_b = 1$ коп./час; на режущий инструмент $C_{ир} = 1$ коп./час; на мерительные инструменты $C_{им} = 0,1$ коп./час; на помещение $C_n = 0,8$ коп./час; прочие (накладные) цеховые расходы $C_{пр} = 22,2$ коп./час.

Пример расчета. Средний разряд слесарных работ в цехе — 3,5. Часовая тарифная ставка соответствующего разряда $C_{3,чср} = 51,4$ коп./час, $\alpha_{ср} = 1,1$, $\beta_{ср} = 1,0$.

Тогда норматив затрат на заработную плату слесаря составит:

$$C_{3ч} = 51,4 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,08 \cdot 1,075 = 65,6 \text{ коп./час.}$$

Норматив себестоимости 1 часа работы слесаря составит:

$$C_{3ч} = 65,6 + 1,0 + 1,0 + 0,1 + 0,8 + 22,2 = 90,7 \text{ коп./час.}$$

4. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СЛЕСАРНЫХ РАБОТ

Основным содержанием мероприятий по технике безопасности является профилактика травматизма, т. е. предупреждение несчастных случаев на производстве.

Безопасность работы в значительной мере зависит и от того, насколько сами работающие соблюдают правила техники безопасности. Каждый слесарь должен хорошо знать и строго соблюдать правила техники безопасности и меры предосторожности в работе.

Основными условиями безопасной работы при выполнении слесарных операций являются правильная организация рабочего места, пользование только исправными инструментами, строгое соблюдение производственной дисциплины и правил техники безопасности.

Каждый рабочий должен хорошо знать и обязательно соблюдать все правила техники безопасности, изложенные в памятках, специальных инструкциях и плакатах по технике безопасности.

Следует помнить, что все вращающиеся части станков и механизмов, а также обрабатываемые детали с выступающими частями должны иметь защитные ограждения.

Опасность представляют также внутризаводской автомобильный и безрельсовый электротранспорт, ручные вагонетки, тележки. Небезопасно передвижение рабочих в узких проходах или на путях, где работает грузоподъемный транспорт.

Для движущегося транспорта устанавливаются различные сигналы: звуковые (звон-

ки, сирены), световые (различные цвета ламп — красный, желтый, зеленый), которые нужно знать и соблюдать.

При непосредственном прикосновении к токоведущим частям (выключателям, рубильникам и т. п.) или металлическим предметам, случайно оказавшимся под напряжением, возникает опасность поражения электрическим током. В местах, где имеются электрические установки, вывешивают предупредительные надписи (например, «Опасно!», «Под током!») или ставят условные знаки.

Электронинструменты, кроме инструментов со встроенными двигателями с напряжением 36 В, должны присоединяться к электрической сети при помощи шлангового кабеля, имеющего специальную жилу, служащую для заземления и зануления, через штепсельную розетку, одно гнездо которой соединено с землей или с нулевым проводом. На штепсельной вилке контакт для соединения корпуса электронинструмента с землей делается более длинным, чем остальные токоведущие контакты. Благодаря такому устройству при включении электронинструмента сначала происходит заземление или зануление, а потом включаются токоведущие контакты.

При работе с электронинструментами следует применять индивидуальные средства защиты — резиновые перчатки, резиновые коврики, изолирующие подставки и т. п.

Ряд сведений по технике безопасности приведен в соответствующих разделах справочника.

Ниже приводятся краткие общие правила по технике безопасности.

До начала работы необходимо:

1) надеть спецодежду, проверить, чтобы на ней не было свисающих концов; рукава надо застегнуть или закатать выше локтя;

2) подготовить рабочее место: освободить нужную для работы площадь, удалив все посторонние предметы; обеспечить достаточную освещенность; заготовить и разложить в соответствующем порядке требуемые для работы инструмент, приспособления, материалы и т. п.;

3) проверить исправность инструмента, правильность его заточки и заправки; инструмент должен быть прочно закреплен на ручках и не иметь поврежденных мест;

4) проверить слесарный верстак, который должен быть прочным и устойчивым, соответствовать росту рабочего; слесарные тиски должны быть исправны, прочно закреплены на верстаке; винт должен вращаться в гайке легко, губки тисков иметь хорошую насечку;

5) при проверке инструмента обратить внимание на то, чтобы молотки имели ровную, слегка выпуклую поверхность, были хорошо насажены на ручки и укреплены клином; зубила и крейцмейсели не должны иметь зазубрин на рабочей части и острых

ребер на гранях, а напильники и шаберы прочно закреплены в ручках;

6) проверить исправность оборудования, на котором придется работать, и его ограждение;

7) перед поднятием тяжестей проверить исправность подъемных приспособлений (блоков, домкратов и др.). Все подъемные механизмы должны иметь надежные тормозные устройства, а вес поднимаемого груза не должен превышать грузоподъемность механизма. Грузы необходимо надежно привязывать прочными стальными канатами или цепями. Нельзя оставлять груз в подвешенном состоянии после работы. Запрещается стоять и проходить под поднятым грузом. Предельные нормы веса для переноски вручную следующие: для мужчин — 80 кг, женщин — 20 кг, юношей 16—18 лет — 16,4 кг, девушек 16—18 лет — 10,25 кг.

Если вес груза превышает 50 кг, то подъем его на спину грузчика и снятие со спины производятся с помощью других грузчиков.

Во время работы необходимо:

1) прочно зажимать в тисках деталь или заготовку, а во время установки или снятия ее соблюдать осторожность, так как при падении деталь может нанести травму;

2) удалять опилки с верстака или с обрабатываемой детали только щеткой;

3) при рубке металла зубилом учитывать, в какую сторону безопаснее для окружающих направить отлетающие частицы, и установить с этой стороны защитную сетку; работать только в защитных очках. Если по условиям работы нельзя применить защитные сетки, то рубку нужно производить так, чтобы отбрасываемые частицы отлетали в ту сторону, где нет людей;

4) не пользоваться при работах случайными подставками или неисправными приспособлениями;

5) не допускать загрязнения одежды керосином, бензином, маслом.

Во время работы пневматическими инструментами необходимо соблюдение следующих требований:

1) при присоединении шланга к инструменту предварительно проверить его и продуть сжатым воздухом;

2) не держать пневматический инструмент за шланг или рабочую часть;

3) во время работы не разъединять шланги;

4) включать подачу воздуха только после установки инструмента в рабочее положение.

По окончании работы необходимо:

1) тщательно убрать рабочее место;

2) уложить инструмент, приспособления и материалы на соответствующие места;

3) во избежание самовозгорания промасленных тряпок и концов и возникновения пожара убрать их в специальные металлические ящики.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Белькевич Б. А., Тимашков В. Д. Справочное пособие технолога машиностроительного завода. Минск, «Беларусь», 1972.
2. Дешевой Г. М., Мирошниченко Б. Я., Ласточкин С. В. Справочник разметчика-машиностроителя. Л., Машгиз, 1962.
3. Кропивницкий Н. Н. Общий курс слесарного дела. Л., «Машиностроение», 1968.
4. Кропивницкий Н. Н. Приемы и технология слесарно-сборочных работ. Лениздат, 1970.
5. Макиенко Н. И. Слесарное дело. Изд. 3-е. М., «Высшая школа», 1968.
6. Розин А. И. Слесарь-инструментальщик. «Машиностроение», 1966.
7. Сергеев М. А. Повышение производительности труда при слесарных и сборочных работах. Изд. 2-е. Л., Машгиз, 1963.
8. Сергеев М. А. Справочник слесаря. Изд. 2-е. Лениздат, 1965.
9. Хромецкий П. А., Фейгин Н. Я., Музычук А. М. Механизированный инструмент для ремонта и технического обслуживания. М., «Колос», 1967.
10. Щеленков В. Е., Офицеров Г. С., Труханов И. И., Фурман Б. Б. Альбом чертежей слесарно-монтажного и зажимного инструментов. М., «Высшая школа», 1969.

*Игорь Сергеевич Большаков,
Михаил Афанасьевич Сергеев*

„Справочник слесаря“

Редактор *М. С. Червова*
Художник *А. К. Тимошевский*
Технический редактор *А. В. Семенова*
Корректор *А. Г. Ткалич*

Слано в набор 3/XII 1973 г. Подписано к печати 10/VII 1974 г. М-21346.
Формат 70×108^{1/16}. Бумага тип. № 3. Усл. печ. л. 32,9. Уч.-изд. л. 29,87.
Тираж 100 000 экз. Цена 1 р. 29 к. Заказ № 467.

Лениздат, 191023, Ленинград, Фонтанка, 59. Ордена Трудового Красного
Знамени типография им. Володарского Лениздата, 191023, Ленинград,
Фонтанка, 57

