

683(035)

7776

043

ВЛЗЕВУЛЬСКИЙ

Н. МЕДВЕДЮК

Справочник
МАСТЕРА
СЛЕСАРНОГО
ЦЕХА

ОБОРОНГКЗ - 1943

683 (035) 121

243

62.9/08

243

В. И. ДЗЕВУЛЬСКИЙ и Н. И. МЕДВЕДОВ

УД Е П.

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БССР

СПРАВОЧНИК МАСТЕРА
СЛЕСАРНОГО ЦЕХА

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БССР

46096

м. 89, 5 108
РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БССР

НКАП ★ СССР
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ОБОРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
Москва 1943

В справочнике собраны сведения, необходимые мастеру слесарного цеха при разрешении многих вопросов, возникающих в условиях производства. Описаны классификация и основные свойства сталей, алюминия, магния, меди и других металлов и сплавов. Приведены данные о допусках и посадках, мерительно-поверочном инструменте и, основных слесарных операциях.

В книге даны также сведения о методах организации производства, калькулировании себестоимости изделий, техническом нормировании и мероприятиях по технике безопасности.

Отдельный раздел посвящен слесарно-сварочным и сборочным работам при сборке самолетов.

Справочник предназначен служить настольным пособием для мастеров, технологов, работников плановых и технических отделов сборочных цехов самолетных заводов, но общие сведения и материалы, помещенные в нем, окажутся полезными для работников слесарно-сборочных цехов и других заводов.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие	7

I. Материалы

Сталь	9
Классификация сталей	9
Углеродистые стали	10
Инструментальные стали	14
Специальные стали	16
Алюминий и его сплавы	35
Алюминий	35
Алюминиевые сплавы	41
Магний и его сплавы	58
Магний	58
Электрон	60
Медь и ее сплавы	62
Медь	62
Медноцинковые сплавы	66
Меднооловянистые сплавы	70
Баббиты	71
Предохранение металлов от коррозии	71
Коррозия	71
Методы защиты	72
Пластические массы	73
Классификация	73
Пластмассы, применяемые в самолетостроении	73
Резина	75

II. Взаимозаменяемость и техника измерений

Допуски и посадки	76
Принципы взаимозаменяемости и стандартизации	76

Нормальные диаметры, длины и радиусы скруглений для обрабатываемых деталей	76
Система допусков и посадок ОСТ	82
Основные понятия	82
Характеристика системы ОСТ	86
Допуски и посадки на гладкие цилиндрические изделия, применяемые в самолетостроении	92
Допуски на свободные размеры для механически обрабатываемых деталей	92
Допуски на линейные размеры механически обрабатываемых деталей	108
Допуски на расстояния между центрами ряда отверстий, обрабатываемых по кондукторам	111
Конические соединения : : :	112
Основные понятия, термины и обозначения	112
Нормальные конусности	112
Конусы для инструмента	112
Резьбовые соединения : : :	122
Назначение резьбы	122
Допуски для резьб по ОСТ	122
Взаимозаменяемость резьбовых соединений в самолетостроении	122
Мерительно-проверочный инструмент	140
Инструмент для проверки и измерения длин	140
Инструмент для проверки и измерения углов	152
Инструмент для проверки и измерения конусов	157

III. Основные слесарные операции

Разметка	158
Разметочный инструмент	158
Инструмент для переноса длин	166
Вспомогательные приспособления	166
Основные приемы разметки	168
Разметка по шаблонам	171
Плазово-шаблонный метод производства	171
Опиливание	186
Инструмент	186
Станки для опиливании	199
Приспособления	202
Основные приемы опиливании	203
Обрубание	204
Инструмент	204
Основные правила рубки	208
Отрезывание	208
Отрезывание со снятием стружки	208
Отрезывание без снятия стружки	211

Правка	213
Ручная правка	213
Машиновая правка	215
Сверление	215
Инструмент	216
Ручные сверлилки	220
Механические сверлилки	228
Сверление отверстий	233
Нарезание резьбы	239
Инструмент	239
Практика нарезания резьбы	244
Клепка	248
Виды клепки	248
Заклепки	251
Шабрение	258
Инструмент	258
Механизация шабрения	260
Развертывание отверстий	261
Развертки	261
Припуски для развертывания	264
Изготовление трубопроводов	265
Диаметры и окраска трубопроводов	265
Минимальные радиусы изгиба труб	266
Приспособления для изгибания труб	269
Способы изгибания труб	274
Сработка абразивами	278
Абразивы	278
Шлифование	285
Притирание	286
Обработка пастами ГОИ	287
Полірование	290

IV. Слесарно-сварочные и сборочные работы

Особенности слесарных работ в самолетостроении	291
Организация работ	291
Орудия производства	292
Инструмент	292
Приспособления	293
Оборудование	299
Слесарно-сварочные работы	300
Особенности слесарно-сварочных работ в самолетостроении	300
Виды сварки и область применения	300
Подготовка деталей под прихватку и сварку	301
Термическая обработка сварных узлов и конструкций	306

Дефекты, вызываемые термообработкой	310
Правка сварных узлов и конструкций	311
Исправление дефектов	313
Слесарно-сборочные работы	319
Особенности слесарно-сборочных работ в самолетостроении	319
Сборка разъемных соединений	320
Сборка изделий с шарико- и роликоподшипниками	3 5

V. Организация производства и труда и стахановское движение

Виды организации производства	340
Производственный процесс и его составные части	343
Техпромфинплан и хозрасчет	344
Определение себестоимости (калькуляция)	345
Расчет фонда рабочего времени и количества оборудования	348
Расчет рабочего времени	349
Техническое нормирование	351
Основные положения	351
Составление технической нормы по тарифной части	354
Расчет основных показателей технико-нормировочной работы	360
Организация рабочего места	369
Техника безопасности	371
Указатель	379

ПРЕДИСЛОВИЕ

Создавая настоящий справочник, авторы стремились поместить в нем сведения, в которых мастер слесарного цеха чаще всего нуждается в условиях производства. Много затруднений встретилось при изложении собранного материала, определении его объема и построении книги.

Учитывая, что в одних случаях мастерами работают инженеры, в других — техники, в третьих — рабочие-практики, авторы сознают, что выпускаемый справочник не сможет удовлетворить всех заводских работников и в нем может оказаться не мало недостатков. Но создать справочник, вполне отвечающий запросам широких кругов читателей с весьма различным уровнем знаний, можно лишь получив от них самих практические указания о том, какие сведения излишни, чего недостает и т. д.

Поэтому авторы убедительно просят всех читателей сообщать издательству (Москва, Уланский пер., 22, Оборонгиз) свои замечания и пожелания, чтобы, руководствуясь ими, можно было внести в справочник соответствующие изменения и исправления при переиздании.

I. МАТЕРИАЛЫ

СТАЛЬ

Классификация сталей. Все стали в зависимости от их химического состава делятся на два основных класса:

- 1) углеродистые стали — сплавы железа с углеродом, содержащие в качестве неизбежных примесей марганец, кремний, серу и фосфор;
- 2) специальные стали — сплавы железа с углеродом, в которых помимо неизбежных примесей содержатся также другие примеси, введенные для придания стали определенных свойств; к такого рода примесям относятся: хром, никель, молибден, вольфрам, ванадий и пр., а также кремний и марганец, когда содержание их в стали намеренно увеличено.

По назначению стали делят на три группы:

- 1) конструкционные стали (машиноподелочные), служащие для изготовления всякого рода конструкций и деталей машин; эти стали должны обладать достаточной механической прочностью и легко поддаваться механической обработке; к этой группе относят углеродистые стали, содержащие до 0,5% С, а из специальных — никелевые, хромистые, хромоникелевые, хромомолибденовые и др.;
- 2) инструментальные стали, предназначенные для изготовления инструмента; основными особенностями этих сталей являются твердость и устойчивость в работе; к этой группе относятся простые углеродистые стали, содержащие 0,65—0,7% С, и специальные — хромистые, вольфрамовые, хромовольфрамовые и пр.;
- 3) стали особого назначения, обладающие теми или иными особыми свойствами в зависимости от условий службы изготавливаемых изделий; в эту группу входят магнитные и немагнитные стали, стали с малым коэффициентом расширения, жароустойчивые и т. п.

По способу производства различают следующие сорта:

1. Электросталь, а также шихельная сталь, являющиеся наиболее чистыми сортами сталей, так как они содержат минимальные количества неизбежных примесей.
2. Мартеновская сталь, выплавленная в кислых и основных мартеновских печах.

Сталь, выплавленная в мартеновских печах с кислой набивкой (93—97% SiO_2), содержит мало окислов железа и обладает более

высокими механическими свойствами, чем сталь, выплавленная в печах с основной набивкой из доломита.

3. Бессемеровская сталь, получаемая в бессемеровских конверторах с кислой набивкой; механические свойства этой стали ниже, чем кислой мартемовской.

4. Томасовская сталь, изготавливаемая в конверторах с основной набивкой; содержание углерода в этой стали невысоко, но велико количество неизбежных примесей, вследствие чего томасовская сталь отличается низкими механическими свойствами.

Углеродистые стали. В самолетостроении углеродистую сталь употребляют в виде листов, лент, труб и прутков для изготовления лент-расчалок (сталь РС), неответственных труб, подкосов, локаторов узловых соединений — косынок, ушков, башмаков (сталь 20), болтов, гаек, шайб. Из сталей 10 и 20 изготавливают сварные конструкции и детали, подвергаемые сложному гнутью. В табл. 1 приведены механические свойства применяемых в самолетостроении углеродистых сталей.

Самолетные стали обычно поступают на завод или в нормализованном (отожженном) состоянии или после упрочнения их холодной обработкой давлением (нагартованные). Сталь 20 (М) обычно нормализуют при 890—910°, а стали 25 и 35 — при 860—880°.

Листовая сталь должна иметь ровную и гладкую поверхность, без расслоений, плен, пузырей и иных дефектов. При приемке листов проверяют состояние поверхности, размеры листов и механические свойства, а также подвергают листы технологическим испытаниям на вытягивание и загиб.

Листовая сталь 20 в зависимости от ее толщины при вытягивании на приборе Эриксона должна давать следующие результаты:

Толщина листа, мм	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0
Глубина вытягивания, мм	7,5	8,0	8,7	8,9	9,0

Трубы из углеродистой стали 20 (М) должны быть прямыми и ровными, на их наружной и внутренней поверхностях не должно быть плен, трещин, расслоений, забоин и т. п. Химический состав и механические свойства должны отвечать требованиям технических условий.

Прутки горячекатаные и холодного волочения должны иметь надлежащий химический состав и обладать требуемыми механическими свойствами. На поверхности прутков не должно быть трещин, плен, забоин, окалины, глубоких рисок, волосовин, закатов и т. п., а форма их должна быть правильной — без овальностей и искривлений.

Различные сорта проволоки из углеродистой стали (холоднотянутая, светлая и оцинкованная, табл. 2) широко применяются в самолетостроении. Из проволоки марок Р, ВС и ОВС, приобретающей после нагартовки высокие механические свойства, изготавливают колеса спицы, расчалки и пружины.

Таблица 1
Механические свойства углеродистых сталей

Марка стали	Форма полуфабриката	Состояние поставки	$\sigma_{\text{т}}/\text{кгс/см}^2$	$\sigma_{\text{с}}/\text{кгс/см}^2$	δ %	ψ %	НВ
ОСт	АвнА	Прутки	Горячекатаные	≤ 27	≥ 26	≥ 65	—
		Листы и ленты	Отожженные	≤ 25	≥ 26	—	78—117
10	ОМ	Прутки	Горячекатаные	—	—	—	92—121
		Поковки	Горячекатаные	—	—	—	92—121
—	Листы и ленты	Оцинкованные	24—31	—	≥ 22	—	—
		Отожженные или декарпованные	28—38	—	≥ 24	—	—
20	М	Трубы	Отожженные	40—50	≥ 20	—	—
		Листы и ленты	Нормализованные или отожженные	40—50	≥ 24	—	110—135
25	УА	Прутки, поковки	Отожженные или нормализованные	43—55	≥ 24	≥ 18	131—170

Марка стали	Форма полуфабриката	Состояние поставки	σ_b кг/мм ²	σ_s кг/мм ²	δ %	ψ %	НВ
35	УЗ	Прутки, поковки	50—65	28	>15	>45	143—187
		Листы и ленты	50—65	—	>18		140—185
40	СС	Прутки	60—85	30	>10	>30	178—229
	У4	Прутки	60—75	32	>13	>40	178—229
45	У4	Покровки	<70	>40	>14	>45	197—229
	СПТ	Прутки	65—90	34	>9	>30	178—241
—	РС	Прутки (холодногнутые)	75—85	—	>11	>50	197—229
50	ГПТ	Прутки	65—80	34	>13	>40	178—15

Таблица 2

Состав и механические свойства проволоки из углеродистой стали

Марка		Химический состав, %				Механические свойства						
		C	Mn	Si	S	P	σ_b кг/мм ²		Число загибов на 180°	Число скручиваний на 360°		
ОСТ	Литера	C	Mn	Si	S	P	Светлой	Оценкой	Светлой	Оценкой	Светлой	Оценкой
К	К	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется	$\leq 0,045$	$\leq 0,045$	46—48	≥ 45	7—24	6—21	13—43	10—35
Р												
BC	BC	0,6—0,7	0,3—0,6	0,15—0,3	$\leq 0,03$	$\leq 0,035$	110—190	100—170	5	3—8	27—81	6—73
ОВС												
15A	15A	0,15—0,2	0,35—0,65	$\leq 0,35$	$\leq 0,045$	$\leq 0,045$	45—60	—	—	—	—	—
10A												

Инструментальные стали. Выбирая сталь для инструмента, надо учитывать его форму, назначение, условия работы, сообщаемые ему усилия, а также свойства обрабатываемого инструментом материала.

Инструментальные углеродистые стали делятся на высококачественные и обыкновенные. Примерное назначение сталей, указанных в табл. 3, следующее:

Таблица 3

Химический состав углеродистых инструментальных сталей (в %)

Марка стали	C	Mn	Si	S	P
			не более		
Высококачественные					
У7А	0,60—0,74	0,25—0,35	0,30	0,02	0,03
У8А	0,75—0,85	0,25—0,35	0,30	0,02	0,03
У9А	0,85—0,94	0,20—0,30	0,30	0,02	0,03
У10А	0,95—1,09	0,15—0,25	0,30	0,02	0,03
У12А	1,10—1,25	0,15—0,25	0,30	0,02	0,03
У13А	1,26—1,40	0,25—0,35	0,30	0,02	0,03
У7	0,60—0,74	0,40	0,35	0,03	0,04
У8	0,75—0,85	0,40	0,35	0,03	0,04
У9	0,85—0,94	0,35	0,35	0,03	0,04
У10	0,95—1,09	0,30	0,35	0,03	0,04
У12	1,10—1,25	0,30	0,35	0,03	0,04
У13	1,26—1,40	0,40	0,35	0,03	0,04
Обыкновенные					
У7	0,60—0,74	0,40	0,35	0,03	0,04
У8	0,75—0,85	0,40	0,35	0,03	0,04
У9	0,85—0,94	0,35	0,35	0,03	0,04
У10	0,95—1,09	0,30	0,35	0,03	0,04
У12	1,10—1,25	0,30	0,35	0,03	0,04
У13	1,26—1,40	0,40	0,35	0,03	0,04

У7А применяется для инструмента, подвергающегося ударам и толчкам, требующего большой вязкости при умеренной твердости (зубила, обжимки, отвертки, ножницы, буравы и т. п.).

У7 — помимо указанного для У7А инструмента, — для кузнечных кувалд и слесарных молотков, гладилок и т. п.

У8А — для инструмента, подвергающегося ударам и требующего повышенной твердости при наличии достаточной вязкости (ножницы

и ножи по металлу, пуансоны, шилы, резцы по металлу, пневматический инструмент).

У8 — помимо указанного для У8А инструмента, — для губок тисков, зубил и т. п.

У9А — для инструмента, требующего твердости при наличии некоторой вязкости (дыропробивные штампы, кернеры и т. п.).

У9 — помимо указанного для У9А инструмента, — для зубил и пр.

У10А — для инструмента, не подвергающегося резким и сильным ударам, требующего некоторой вязкости и имеющего острые лезвия (токарные и строгальные резцы, волочильные кольца, сверла, метчики, развертки, плашки, ножовочные полотна и т. п.).

У10 — помимо указанного для У10А инструмента, — для зубил для насаживания напильников.

У12А и У12 — для инструмента, не подвергающегося ударам и требующего очень большой твердости (токарные и строгальные резцы, сверла, метчики, развертки, плашки, шаберы, калибры, тиски по металлу, резцы по латуни и пр.).

У13А — для инструмента, не подвергающегося ударам и требующего исключительной твердости.

У13 — для резцов по твердому металлу, шаберов, волочильного инструмента, зубил для насаживания напильников, сверл и т. п.

Режимы обработки углеродистых инструментальных сталей приведены в табл. 4, причем все стали закаливают в воде, а отпускают при 200—320° (в зависимости от требуемой твердости).

Таблица 4

Термообработка углеродистых инструментальных сталей

Марка стали	Ковка	Отжиг	Закалка
У7А	1050—800°	680—720°	880—830°
У7			
У8А			
У8			
У9А			
У9	1050—800°	680—720°	780—810°
У10А			
У10			
У12А	1000—800°	680—720°	770—800°
У12			
У18А			
У18			

Специальные стали. В зависимости от количества элементов, введенных в сталь для придания ей специальных свойств, различают следующие стали: 1) тройные, в основном состоящие из железа, углерода и одного специально введенного элемента, например хромистая сталь, никелевая и т. п., и 2) четверные и более сложные стали, содержащие железо, углерод и два или более специальных элементов, например хромоникелевая сталь, хромоцирконийвольфрамовая и т. п.

Кремнистые стали применяют для изготовления пружин и рессор. Обычно их изготавливают из стали 50С2А, содержащей 0,45—0,55% С, 0,7% Мп, 1,8—2,1% Si и обладающей временным сопротивлением разрыву 130 кг/мм² и относительным удлинением 5%. Эту сталь закачивают в масле при 875—900° и отпускают при 400—500°.

Кремнистая сталь, содержащая 3—4% Si и около 0,1% С, обладает высокой магнитной проницаемостью, малым гистерезисом, плохой электропроводностью и малым остаточным магнетизмом. Из этой стали изготавливают детали электрических машин (динамо, моторов, трансформаторов).

Марганцевые стали. В самолетостроении применяют малоуглеродистые марганцевые стали (табл. 5 и 6), заменяющие сталь 20.

Таблица 5

Химический состав самолетных марганцевых сталей (в %)

Марка	C	Mn	Si	S	P
				не более	
12Г1	0,1—0,17	1,2—1,6	0,17—0,37	0,03	0,03
12Г2	0,1—0,17	2,0—2,4	0,17—0,37	0,03	0,03

Малоуглеродистые марганцевые стали хорошо поддаются вытяжке, прокатке, протягиванию и сварке. Сварные конструкции из стали 12Г1 подвергают нормализации при 870—900°.

При приемке листов из стали 12Г1 их подвергают технологической пробе на вытягивание на приборе Эриксона, причем сталь в зависимости от ее толщины должна давать следующие результаты:

Толщина листа, мм	0,5	0,6	0,8	1,0
Глубина вытягивания, мм	7,5	7,7	8,0	8,5

Таблица 6

Механические свойства самолетных марганцевых сталей

Марка	Форма полуфабриката	Состояние поставки	σ_b кг/мм ²	δ %
12Г1	Листы	—	40—58	22
12Г1А	Трубы	Отожженные	40—50	≥25
12Г2А	Трубы	Нормализованные	40—60	≥20
	Трубы	Отожженные	50—60	≥20
	Трубы	Нормализованные	70—80	≥11

Никелевые стали. В самолетостроении никелевые стали (табл. 7) находят ограниченное применение.

Таблица 7

Состав и механические свойства никелевых сталей

Марка стали	ОСТ	13Н2А	13Н5А	21Н5А
	Авиа	ЦК	НЗА	Н5В

Состав в %:

C	0,1—0,16	0,1—0,17	0,18—0,25
Cr	0,2—0,5	0,25	0,25
Ni	1,7—2,3	4,5—5,25	4,5—5,25

Свойства:

σ_b , кг/мм ²	60
σ_s , кг/мм ²	40
δ , %	15
ϕ , %	55
ρ , кг/см ³	12

Из этих сталей изготовляют детали, которые цементуют, а затем закалывают (нормализуют) при 860—880°, закалывают в масле при 760—800° и отпускают в течение 3 час. при 150—170°. Сваривать никелевую листовую сталь трудно.

В самолетостроении, иногда применяют горячекатаную листовую сталь, содержащую 0,15—0,2% С и 1,2—2,0% Ni, которая после отжига при 650—700° обладает временным сопротивлением разрыву 50—60 кг/мм² и относительным удлинением 17%.

При закалке никелевых сталей скорость охлаждения может быть меньше, чем при закалке углеродистых сталей. Никелевые стали можно закаливать в масле, что уменьшает возможность появления коробления и трещин, а также позволяет достигнуть проникновения закалки на большую глубину. При цементации углерод распределяется в никелевой стали значительно равномернее, чем в углеродистой.

Хромистые стали. В качестве заменителей хромоникелевых и хромоникельвольфрамовых сталей в авиапромышленности широко применяют хромистые стали (табл. 8).

Таблица 8

Состав, механические свойства и термообработка хромистых сталей

Марка стали	О.Т	15ХА	38ХА
	Авиа	ХЦ	Х4
Состав в %:			
С		0,12—0,2 (0,17)	0,34—0,42
Mn		0,8—0,9	0,5—0,8
Si		0,17—0,37	0,17—0,37
S		0,03	0,03
P		0,035	0,035
Cr		0,7—1,0	0,8—1,1
Свойства:			
σ_b , кг/мм ²		60	95
σ_s , кг/мм ²		40	80
δ , %		15	12
ψ , %		55	50
R , кг/мм ²		10	9
HВ		170—200	270—320
Термообработка:			
температура закалки, °С . .		1) 860 2) 760—800	860 560—590
температура отпуска, °С . .		150—170	

Сталь 15ХА поддается цементации и ее с успехом можно применять вместо никелевой стали 13Н2А для изготовления деталей, испытывающих небольшие давления и напряжения и подвергающихся среднему износу от трения.

Сталь 38ХА после термической обработки обладает достаточно высокими свойствами и с успехом может служить заменителем хромо-никелевых сталей для ряда деталей, но прокаливаемость хромистых сталей меньше, чем у хромоникелевых.

Хромистые инструментальные стали (табл. 9) применяют для изготовления инструментов, отличающихся высокой твердостью.

Таблица 9

Состав хромистых инструментальных сталей (в %)

Марка	C	Mn	Si	Cr	Прочие
X12	2,00—2,30	≤0,35	≤0,50	11,5—13,0	W 0,5—1,0
X12M ¹	1,45—1,70	≤0,35	≤0,50	11,0—12,5	V 0,15—0,30
XГ	1,30—1,50	0,45—0,70	≤0,35	1,3—1,6	V ≤0,30
X	1,0—1,15	≤0,40	≤0,35	1,3—1,6	—
9X	0,80—0,95	0,25—0,35	0,25—0,45	1,4—1,7	—
9XC	0,85—0,95	0,30—0,60	1,20—1,60	0,95—1,25	—
4XC	0,85—0,45	≤0,40	1,20—1,60	1,3—1,6	—
XO5	1,25—0,40	0,20—0,35	0,20—0,35	0,4—0,6	—
7X	0,65—0,80	0,25—0,40	0,20—0,40	0,5—0,8	V ≤0,10—0,30
7X3	0,60—0,75	0,20—0,40	≤0,30	3,2—3,2	—

Примерное назначение отдельных марок хромистых инструментальных сталей следующее.

X12 применяется для матриц, штампов, которые при закалке в масле мало изменяют свои размеры, для волочильных досок и колец, калибров и другого подобного инструмента, не подвергающегося сильным ударам и толчкам, но который должен обладать высокой производительностью, для ножей и ножниц при холодной резке металлов.

¹ Содержит также 0,50—0,80% Mo.

X12M применяется в тех же случаях, что и сталь X12, но когда требуется большая вязкость, например для ножиц при холодной резке и т. п.

XГ — для инструмента, который при закалке должен как можно меньше деформироваться: для длинных метчиков, разверток, спиральных сверл, калибров, лекал и плашек.

X — для инструмента и изделий, от которых требуется большая твердость и устойчивость: для токарных, строгальных и долбежных резцов, зубил для нарезания напильников.

9X — для матриц и т. п.

Таблица 10

Режимы термообработки хромистых инструментальных сталей

Марка	Температура, °C				Закалочная среда
	ковки	отжига	закалки	отпуска	
X12 . .	1000—800	780—800 или 850—870	950—950 ¹ или 870—910 ²	200—260	Масло или струя воз- духа
X12M . .	1000—800	780—800 или 850—870	1000—1035	400	Спокойный воздух
XГ . . .	1000—800	710—730 или 780—800	800—850 ¹ или 780—800 ²	200—260	Масло
X . . .	1050—800	710—730 или 770—790	800—850	200—260	"
9X . . .	1100—800	750—780	780—800	Кипячение в масле	"
X05 . .	1100—800	700—720 или 760—780	760—780	Не обяза- телен	Вода
7X . . .	1050—850	750—780	840—850 ¹ или 820—840 ²	Кипячение в масле	"
7X8 . .	1050—850	750—780	865—880	550—550 ¹ или 360—390 ²	"

¹ Для крупных изделий.

² Для мелких изделий.

X05 — для волочильных колец, токарных и строгальных резцов по мягким металлам, шаберов и т. п.

7X — для штампов при холодной штамповке и ножниц для холодной резки металлов.

7X3 — для штампов, применяемых при изготовлении болтов и заклепок горячим способом.

При термообработке хромистые стали всегда надо нагревать несколько выше, чем углеродистые стали, но при этом необходимо учитывать, что при значительном повышении температуры сталь можно легко перегреть. В табл. 10 приведены режимы термообработки хромистых инструментальных сталей.

Хромоникелевые стали. Из хромоникелевых сталей изготавливают наиболее нагруженные детали мотора и самолета.

Применяемые в авиапромышленности хромоникелевые стали делятся на закаливаемые и цементуемые (табл. 11).

Таблица 11
Состав и механические свойства хромоникелевых сталей

Марка	ОСТ	18XН4А	12XН3А	20XН3А	30XН3А	37XН3А
	Авиа	ХМ1	ХН1	Х2Н	Х3Н	Х4Н
Состав в %:						
C	0,1—0,16	0,1—0,16	0,17—0,25	0,25—0,35	0,33—0,41	
Si	0,35	0,17—0,37	0,17—0,37	0,4	0,4	
Mn	0,2—0,5	0,25—0,55	0,3—0,6	0,25—0,6	0,25—0,6	
S, не более . .	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	
P	0,03	0,035	0,035	0,03	0,03	
Cr	0,75—1,1	0,6—0,9	0,6—0,9	0,85—1,25	1,2—1,6	
Ni	3,4—4,0	2,75—3,25	2,75—3,25	2,8—3,5	3,0—3,7	
Свойства:						
σ_b , кг/мм ² . . .	90—100	100	100	100	115'	
σ_s , кг/мм ² . . .	70—80	80	85	80	100	
δ , %	9—12	11	10	11	10	
ϕ , %	55	50	55	55	50	
R , кг/см ² . . .	8—12	11	10	7	6	
H_B	220—350	290—360	240—340	230—340	270—410	

К группе закаливаемых относятся стали 20ХН3А, 30ХН3А и 37ХН3А, а к группе цементуемых 13ХН4А и 12ХН3А. Режимы термообработки этих сталей указаны в табл. 12.

Таблица 12
Режимы термообработки хромоникелевых сталей

Марка	ОСТ	13ХН4А	12ХН3А	20ХН3А	30ХН3А	37ХН3А
	Авиа	ХМ1	ХН1	Х2Н	Х3Н	Х4Н
Закалка, °С		760—860	760—800	810—830	810—830	810—830
Отпуск, °С		150—170	150—170	400—500	630	500—560
Охлаждающая среда			М а с л о			

Скорость нагрева хромоникелевых сталей до температуры закалки должна составлять 60—70° в час, выдержка при температуре закалки 1—3 часа. Отпускают эти стали при высоких температурах. Чтобы избежать хрупкости, хромоникелевые стали после отпуска охлаждают в масле, а чтобы уменьшить внутренние напряжения в сложных легко деформирующихся деталях, применяют вторичный отпуск при 400—420°.

При цементации хромоникелевые стали нагревают до 870—925°, причем процесс цементации протекает быстрее и углерод проникает глубже, чем в углеродистых, никелевых или хромистых сталях.

Вольфрамовые стали. Вольфрам действует на свойства сталей аналогично хрому, но при одинаковой твердости вольфрамовая сталь отличается большей вязкостью, чем хромистая. Вольфрам задерживает рост зерна, поэтому структура получается весьма мелкозернистой.

Вольфрамовую сталь, содержащую 0,65—0,75% С и 5—6% V, употребляют для изготовления магнитов вследствие высоких значений у нее остаточного магнетизма, коэрцитивной силы и гистерезиса. Из стали В1, содержащей 1,05—1,25% С и 0,8—1,2% V, изготавливают сверла, метчики, плашки и т. п.

Хромовольфрамовые стали, отличающиеся высокой устойчивостью против отпуска, применяют для изготовления инструмента (табл. 13.)

Таблица 13

Состав хромовольфрамовых сталей (в %)

Марка	C	Mn	Si	Cr	W	V
3XB8	0,22—0,35	0,20—0,40	≤0,35	2,2—2,7	7,5—9,0	0,20—0,50
XB5	1,25—1,50	≤0,30	≤0,30	0,4—0,7	4,5—5,5	≤0,30
5XBC	0,25—0,58	0,20—0,40	0,45—0,75	1,1—1,4	2,2—2,7	—
4XBC	0,35—0,46	0,20—0,40	0,75—1,05	1,0—1,3	2,0—2,5	—
B2	1,10—1,25	0,15—0,40	≤0,35	0,1—0,3	1,8—2,2	—
XBГ	0,90—1,05	0,80—1,10	0,15—0,35	0,9—1,2	1,2—1,6	—

Примерное назначение этих сталей следующее.

3XB8 применяется для матриц с максимальной нагрузкой при горячей работе, для матриц болтового и гвоздяльного производства, для прессов Динка, для ножиц при горячей резке инструмента, для обрезки заусенцев в горячем состоянии.

XB5 — для токарных, строгальных и рифельных резцов, фрез при обработке с умеренной скоростью самых твердых материалов, для гравируемых резцов при очень напряженной работе, для резцов при гладкой и чистой работе по мягкому металлу.

5XBC — для пуансонов при холодной работе, для деревообделочного инструмента при длительной работе, для ножиц при холодной резке и инструмента для обрезаивания заусенцев в холодном состоянии.

4XBC — для инструмента, испытывающего удары и толчки, для пневматического инструмента, зубил, обжимок, для матриц при горячей работе в болтовом и заклепочном производствах, для ножиц при горячей и холодной резке металлов, для закатных плашек и т. п.

XBГ — для инструмента с высокой производительностью резания, который подвергается тщательной обработке и при закалке не должен изменять своих размеров: для длинных метчиков, разверток, спиральных сверл, плашек, калибров, лекал, фрез, матриц при холодной штамповке бакелита и других подобных материалов.

Режимы термообработки хромоникельвольфрамовых сталей указаны в табл. 14.

Таблица 14
Режимы термообработки хромоникельвольфрамовых сталей

Марка	Температура, °C				Закалочная среда
	ковки	отжига	закалки	отпуска	
3XB8	1 50—800	730—750 или 780—800 ²	1070—1120	650—720 ¹ или 660—650 ³	Масло или струя воздуха
XB5	1000—850	730—750 или 800	780—800	Кипячение в воде или масле ³	Вода или масло
5XBС	1050—900	700—720 или 750—780	850—900 или 800—840	200 или 450	Масло или вода
XBГ	1050—950	700—720 или 760—790	850—880	220—230	Вода

Хромоникельвольфрамовые стали. В авиапромышленности из хромоникельвольфрамовых сталей изготовляют наиболее ответственные детали авиационных двигателей, применяя для этого марки 18ХНВА и 25ХН4ВА (табл. 15).

Сталь 18ХНВА (18ХНМА) подвергают цементации, а сталь 25ХН4ВА закаливают при 850° и отпускают при 520—560°, чтобы устранить хрупкость. После отпуска сталь охлаждают в масле (табл. 16).

¹ $H_B = 378 - 450$.

² Для сложного инструмента.

³ $H_B = 450 - 480$.

Таблица 15

Состав хромоникельвольфрамовых сталей (в %)

Марка	ОСТ	18ХНВА	25ХН4ВА
	Авиа	ХНВЦ	ХНВ
Состав в %:			
C		0,15—0,22	0,2—0,3
Mn		0,25—0,55	0,25—0,5
Si, не более		0,17—0,37	0,4
S, "		0,030	0,025
P, "		0,035	0,030
Cr		1,35—1,65	1,3—1,7
Ni		4,1—4,6	4,0—4,7
W ¹		0,8—1,2	0,8—1,2

Таблица 16

Режимы термообработки и механические свойства хромоникельвольфрамовых сталей

Марка	ОСТ	18ХНВА (18ХНМА)	25ХН4ВА
	Авиа	ХНВЦ	ХНВ
Нормализация, °C		950 или 850	950
Закалка, °C		850 640	565
Отпуск, °C		150—170 500—550	или 520—600
σ_B , кг/мм ²		100—115	110
σ_s , кг/мм ²		85—90	95
δ , %		11—12	12
ψ , %		45—50	50
ρ , кг/см ³		10—12	9
HВ		320—390	320—360

¹ При зачете вольфрама молибденом (0,25—0,45%) — марка стали 18ХНМА.

Ванадиевые стали. Тройные ванадиевые стали в авиапромышленности не применяют, но ванадий входит в состав хромистых и хромоникелевых сталей. Из хромованадиевой стали изготавливают ответственные детали самолета и двигателя (табл. 17).

Т а б л и ц а 17

Состав и механические свойства хромованадиевых сталей

Марка	ОСТ	40ХФА	50ХФА
	Авиа	X4B	X5BA
Состав, %:			
C		0,35—0,45	0,45—0,55
Si, не более		0,35	0,4
Mn		0,6—0,8	0,4—0,8
S, не более		0,03	0,035
P		0,03	0,035
Cr		0,8—1,1	0,75—1,1
Ni, не более		0,6	0,8
W		0,15—0,25	0,15—0,30
Свойства:			
σ_b , кг/мм ²		90	150
σ_s , кг/мм ²		75	—
ϕ , %		50	40
ρ , кг/см ³		9	—

Листовая хромованадиевая сталь хорошо поддается штамповке и сварке. Сталь 50ХФА протягивают в холодном состоянии и получают проволоку, из которой изготавливают клапанные пружины.

Сталь 40ХФА закаливают при 880° в масле, отпускают при 620—680° в воде; твердость ее $H_R = 270—320$. Сталь 50ХФА закаливают при 850° в масле, отпускают, нагревая ее в печенье 2 час., при 400°, и охлаждают в воде.

Молибденовые стали. Присадка молибдена повышает устойчивость стали против перегрева, способствует образованию мелкозернистой однородной структуры, улучшает механические свойства и обрабатываемость резанием, а также уничтожает хрупкость. Последнее свойство используют, присаживая молибден в хромистые и хромоникелевые стали. Из молибденовой стали, содержащей 1,0% С и 2—4% Мо, изготавливают магниты.

Хромомолибденовая сталь обладает высокими механическими свойствами, удовлетворительно сваривается, легко обрабатывается режущим инструментом и требует простой термической обработки. Благодаря этому хромомолибденовую сталь 30ХМА широко применяют в самолетостроении, изготавливая из нее трубы, листы, ленты и прутки, служащие материалом для различных деталей.

Химический состав стали 30ХМА следующий: 0,25—0,32% С, 0,17—0,37% Si, 0,4—0,7% Mn, 0,8—1,1% Cr, 0,15—0,25% Mo, 0,025% S, 0,025% P, 0,3% Ni. Механические свойства этой стали приведены в табл. 18.

Таблица 18

Механические свойства хромомолибденовой стали 30ХМА

Полуфабрикат и его термообработка	σ_b кг/мм ²	σ_s кг/мм ²	δ %	ψ %	R кг/мм ²	H_B
Прутки и поковки нормализованные и отпущенные	95—130	80—105	12—5	50—40	9—5	200—270
Трубы:						
термически обработанные	125—145	—	5	—	—	—
нормализованные	70—90	—	11	—	—	—
отожженные	45—65	—	18	—	—	—
Листы и ленты:						
термически обработанные	110—130	—	7—5	—	—	330—380
отожженные	45—65	—	16	—	—	130—185

Прутки и поковки из стали 30ХМА нормализуют при 880—900° и отпускают при 650°; закалку производят при 880°, охлаждают в масле и отпускают в масле при 300—600°. Трубы тянутые закаливают при 870—890° в масле и отпускают при 400—425°. Листы и ленты закаливают при 870—890° в масле, а затем отпускают при 500—525° (твердость $H_B = 330$) или при 375—425° (твердость $H_B = 380$).

Из хромомолибденовых труб изготавливают различные части фюзеляжа, оперения, ферм, лопжеронов, моторных рам и т. п., причем

отожженные трубы легко можно деформировать в холодном состоянии, не опасаясь появления трещин, а отожженные и нормализованные — обрабатывать резанием. Листовой материал получают как холодной, так и горячей прокаткой. При испытании на вытягивание (по Эриксену) листов и лент толщиной до 2 мм должны получаться следующие результаты:

Толщина листа, мм	0,5	0,6	0,8	1,0
Глубина вытягивания, мм	7,0	7,4	7,7	8,2

Хромоникельмолибденовые стали применяют для изготовления высоконагруженных деталей. Состав и механические свойства употребляемых в авиапромышленности марок этих сталей приведены в табл. 19.

Таблица 19

Состав и механические свойства хромоникельмолибденовых сталей

Марка	ОСТ	42ХНМА	40ХНМА	
	Авиа	ХНМ4	7320	ХНМ3
Состав в %:				
C		0,38—0,45	0,35—0,45	0,27—0,33
Si		0,35	0,35	0,15—0,40
Mn		0,40	0,40—0,80	0,30—0,80
S		0,03	0,03	0,025
P		0,03	0,03	0,025
Cr		0,50—0,70	0,60—0,90	1,0—1,3
Ni		4,3—4,9	1,25—1,75	4,0—4,5
Mo		0,7—1,2	0,15—0,25	0,30—0,60
Свойства:				
σ_B , кг/мм ²		180	100	110
σ_S , кг/мм ²		160	85	100
δ , %		6	12	10
ϕ , %		10	55	50
R , кг/см ²		5	10	12
H_B		510	285—340	320—390

Сталь 42ХНМА закалывают при 1000° в масле, а затем отпускают при 180° в течение 3 час., а сталь 40ХНМА закалывают в масле при

850° и отпускают при 625—675°. После отпуска сталь охлаждают на воздухе.

Хромомарганцевокремнистые стали (хромансиль) получают без применения дорогих присадок (никель, вольфрам и т. п.), что обуславливает дешевизну этих сталей. Благодаря высоким механическим свойствам, свариваемости, хорошему сопротивлению вибрациям и другим нагрузкам хромансиль широко применяют в авиапромышленности. Состав сталей приведен в табл. 20.

Таблица 20

Состав сталей хромансиль (в %)

Марка	30ХГСА	25ХГСА
C	0,28—0,35	0,22—0,29
Mn	0,80—1,10	0,80—1,10
Si	0,90—1,20	0,90—1,20
Cr	0,80—1,10	0,80—1,10
S	0,03	0,03
P	0,03	0,03

Сталь 30ХГСА после надлежащей термической обработки по своим механическим свойствам не уступает хромомолибденовой стали (табл. 21).

Сварка стали 30ХГСА труднее, чем хромомолибденовой 30ХМА и углеродистой стали 20; кроме того, при сварке стали 30ХГСА получают трещины. Поэтому сложные сварные конструкции, которые могут обладать меньшей крепостью, сваривают из стали 25ХГСА, отличающейся от стали 30ХГСА более низкими механическими свойствами (табл. 22).

Листы толщиной до 1 мм из хромансиля 25ХГСА и 30ХГСА испытывают на вытягивание (по Эриксену), причем должны получаться следующие данные:

Толщина листа, мм	0,5	0,6	0,8	1,0
Глубина вытягивания, мм	7,5	7,7	8,0	8,5

Хромансиль мало чувствителен к перегреву при закалке; для охлаждения при закалке применяют масло. Прокаливаемость хромансиля довольно высокая, почему применяемые в самолетостроении тонкостенные детали из хромансиля прокаливаются насквозь.

Отпуск хромансиля при 250—350° понижает удлинение, ударную вязкость и способность вытягиваться, тогда как отпуск при 200—250° дает возможность получать весьма высокие показатели крепости.

Механические свойства стали хромансиль 30ХГСА

Полуфабрикат и его термообработка	σ_b кг/мм ²	σ_s кг/мм ²	δ %	ψ %	R кг/см ²	НВ
Прутки и поковки:						
нормализованные при 870—890° и отпу- щенные при 650°	—	—	—	—	—	200—270
закаленные при 880° и отпущенные при 225°	160	135	7	45	5,5	390—475
закаленные при 880° и отпущенные при 300—600°	95—130	80—105	12—5	50—40	9—6	270—445
Проволока отожженная	55—75	—	16	—	—	—
Трубы:						
закаленные при 870— 890° и отпущенные при 400—425° . . .	130—150	—	5	—	—	—
закаленные при 870— 890° и отпущенные при 200—225° . . .	160	—	5	—	—	—
Листы нормализованные при 870—890° и отпу- щенные при 650—680°	55—75	—	18	—	—	—

Таблица 22

Механические свойства стали хромансил 25ХГСА

Полуфабрикат	σ_B кг/мм ²	δ %	HВ
Листы	50—70	18	150—210
Трубы отожженные	45—65	18	—
Трубы нормализованные	69—90	12	—

Трещины, появляющиеся при сварке хромансила, устраняют диффузионным отжигом (гомогенизацией), состоящим в нагревании в течение 2—3 час. при 1200—1250°, отчего структура стали выравнивается.

Нержавеющие хромистые стали характеризуются высоким содержанием хрома (табл. 23).

Таблица 23

Состав и твердость хромистых нержавеющих сталей

Марка	Новая	ЭЖ1	ЭЖ2	ЭЖ3	ЭЖ4
	Старая „Энерж“	1	2	3	4
Состав в %:					
С, не более	0,15	0,13—0,23	0,24—0,35	0,35—0,45	
Cr	13—15	13—15	13—15	13—15	
Ni, не более	0,6	0,6	0,6	0,6	
Твердость HВ	170	185	205	230	

Нержавеющая мягкая хромистая сталь хорошо изгибается в холодном состоянии, поддается штамповке, выдавливанию и протягиванию, но сваривать ее не следует, так как структура и состав стали при этом изменяются.

Коррозионная устойчивость зависит от термической обработки. Наиболее устойчива сталь, закаленная при 1050° и охлажденная в масле или на воздухе, а затем отпущенная при 500°. Чтобы устранить возможность возникновения очагов коррозии, надо тщательно шлифовать и заполировать царапины и прочие повреждения

поверхности изделий из нержавеющей стали. Нержавеющие хромистые стали в нашем самолетостроении применяют сравнительно мало. Хромоникелевые нержавеющие стали характеризуются высоким содержанием никеля (табл. 24).

Таблица 24

Состав хромоникелевых нержавеющих сталей (в %)

Марка	ОСТ	14X19H9A	20X19H9A	14X19HЭТ
	завода „Электросталь“	ЭЯ1	ЭЯ2	ЭЯ1Т
C		≤0,14	0,15—0,26	≤0,14
Mn		≤0,7	≤0,7	0,3—0,7
Si		≤0,8	≤0,8	0,3—0,5
S		≤0,02	≤0,02	≤0,02
P		≤0,03	≤0,03	≤0,03
Cr		17—19	17—19	17—19
Ni		8—9,5	8—9,5	8—9,5
Ti		—	—	0,5—0,8

Устойчивость против коррозии хромоникелевой нержавеющей стали значительно выше, чем хромистой. Кроме того, хромоникелевая сталь очень пластична. Так, образец стали ЭЯ2 толщиной 0,5—2,5 мм при испытании на приборе Эриксена допускает глубину вытягивания 14—15 мм. Сталь ЭЯ2 становится особенно пластичной после закалки при 1050—1100° с охлаждением на воздухе или в воде.

Неправильная термическая обработка сталей ЭЯ1 и ЭЯ2 (замедленное охлаждение или вторичное нагревание при 500—850°) вызывает увеличение твердости и сопротивления разрыву и резко уменьшает устойчивость против коррозии. Чтобы устранить уменьшение коррозионной устойчивости, в сталь вводят титан или ниобий.

Механические и физические свойства нержавеющей хромоникелевой стали зависят от условий ее обработки в холодном состоянии (прокатка, волочение и т. п.). Увеличивая обжатие, временное сопротивление разрыву можно довести с 60 до 150 кг/мм², а предел пропорциональности с 25 до 130 кг/мм².

Сталь ЭЯ2 хорошо поддается контактной сварке, причем прочность стали в месте сварки уменьшается незначительно.

В самолетостроении для изготовления отдельных узлов и целых машин употребляют хромоникелевые нержавеющие стали.

Основным недостатком этих сталей является дороговизна их, обусловленная значительным содержанием вольфрама. Заменителем хромоникелевых нержавеющей сталей в ряде случаев может служить сталь ЭИ, содержащая 0,15—0,30% С, 8—10% Мп, 12—14% Сг и не более 3,8% Ni.

Быстрорежущие стали употребляют для изготовления инструмента, не теряющего своих режущих свойств при нагревании во время работы примерно до 600°. Эти свойства обусловлены содержанием в стали хрома и вольфрама (табл. 25).

Таблица 25
Состав быстрорежущих сталей (в %)

Марка	РК5	РФ2	РФ1	Р	Р0
С . .	0,65—0,77	0,71—0,77	0,68—0,80	0,65—0,78	0,60—0,75
W . .	17,0—18,5	11,8—12,8	17,5—19,0	17,0—18,5	15,0—17,5
V . .	1,0—1,4	2,3—2,6	1,0—1,4	0,5—0,8	0,2—0,6 (не обязательно)
Со . .	4,5—5,5	—	—	—	—
Мо . .	0,3—0,6	—	0,8	0,8	—
Сг . .	3,6—4,5	4,1—4,6	3,8—4,6	3,8—4,6	3,3—4,5
Mn . .	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Si . .	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Ni . .	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
S . .	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03
P . .	Не более 0,03	Не более 0,03	Не более 0,03	Не более 0,03	Не более 0,03

Термическая обработка быстрорежущих сталей требует особого внимания. Отжигать надо при 840—860°, а охлаждать вместе с печью. При закалке сталь необходимо нагревать медленно до 700—850°, а затем быстро до 1280—1300°. При быстром нагревании до 700—850° в стали возникают сильные внутренние напряжения, а также могут появиться трещины.

Нагретую сталь закаливают в масле или струе сухого воздуха, а затем отпускают при 560—600°. Твердость закаленной стали $R_C=61-64$. Если быстрорежущую сталь закалывать при температурах ниже 560°, она теряет способность сохранять твердость при нагреве во время работы.

Дорогие быстрорежущие стали с высоким содержанием вольфрама заменяют малолегированными быстрорежущими сталями (табл. 26).

Состав малолегированных быстрорежущих сталей (в %)

Марка стали	C	Cr	Mo	W	V	Si
ЭИ116	0,75—0,85	9,5—10,8	—	—	1,0—1,35	1,5—1,8
ЭИ161	0,55—0,65	6,5—7,5	до 0,35	6,5—7,5	до 0,3	—
ЭИ172	1,00—1,15	11,0—13,0	—	—	2,1—2,5	1,1—1,7
ЭИ173	0,9—1,1	9,0—11,0	—	2,0—2,5	1,0—1,2	—
ЭИ184	0,8—1,02	7,5—9,0	—	4,0—5,0	1,0—1,5	0,6
ЭИ243	1,0—1,2	10,0—13,0	3,0—4,0	—	2,1—2,5	—
ЭИ244	1,0—1,2	10,0—13,0	—	—	2,1—2,5	0,3—0,4
ЭИ260	0,9—1,02	4,5—5,0	3,5—4,0	—	2,0—2,5	—
ЭИ262	0,85—0,95	4,1—4,6	—	11,8—12,8	2,3—2,6	—
ЭИ276 (ЦГ)	1,0—1,12	3,8—4,6	2,4—3,0	2,2—2,8	2,5—3,0	—
ЭИ277 (ЦГЗ)	1,12—1,24	3,8—4,6	2,4—3,0	—	3,2—3,8	—

Для получения действительного эффекта от применения малолегированной стали надо тщательно следить за ее термообработкой (табл. 27), за правильной эксплуатацией изготовленного из нее инструмента, а также за его затачиванием.

Таблица 27

Режимы термообработки малолегированных инструментальных сталей

Марка стали	Температура закалки °C	Твердость после закалки R_C	Отпуск		Твердость после отпуска R_C
			температура °C	число отпусков	
ЭИ116	1220	55	530	2	61
ЭИ161	1200	59	540	3	61
ЭИ172	1240	57	540	4	63
ЭИ173	1200	56	550	3	63
ЭИ184	1200	56	550	3	64
ЭИ243	1250	53	550	2	62
ЭИ244	1250	53	550	2	62
ЭИ260	1240	62	560	2	64
ЭИ262	1250	64	560	2	64
ЭИ276 (ЦГ1)	1270	64	560	2	64
ЭИ277 (ЦГ3)	1270	64	560	2	64

АЛЮМИНИЙ И ЕГО СПЛАВЫ

Алюминий. Основные физические свойства алюминия следующие:

Удельный вес	2,7
Температура плавления	658°
Температура кипения	1800°
Твердость H_B	20
Временное сопротивление разрыву	8 кг/мм ²
Относительное удлинение	до 40%
Относительное сжатие	около 85%
Модуль упругости	700 000 кг/см ²

В зависимости от количества примесей алюминий делится на пять сортов (табл. 28). Примерное назначение этих сортов следующее.

A99,7— для некоторых агрегатов химической промышленности, для особых случаев плакировки, для изготовления фольги, для электро-

литических конденсаторов и для тех специальных случаев, когда требуется металлы наивысшей чистоты.

Марки алюминия

Таблица 28

Марка	Al не менее %	Примесей не более, %				всего примесей
		Fe	Si	Fe+Si	Cu+Zn	
A99,7	99,7	0,15	—	0,3	0,02	0,3
A99,5	99,5	—	—	0,5	0,05	0,5
A99,0	99,0	0,4	0,6	1,0	0,10	1,0
A98,0	98,0	1,2	1,0	2,0	0,10	2,0
A96,5	96,5	2,0	1,5	3,5	0,10	3,5

A99,5— для изготовления электропроводов в виде шин, ленты, проволоки, для высококачественных полуфабрикатов из алюминия, для высококачественных литейных и обрабатываемых давлением сплавов, для обычной плакировки и для посуды специального назначения.

A99,0— для обычных полуфабрикатов, для обычных литейных и обрабатываемых давлением сплавов и для посуды.

A98,0— для полуфабрикатов и некоторых литейных и обрабатываемых давлением сплавов, для изделий широкого потребления, для алюминотермии при сварке ответственных деталей.

A96,5— для неответственных видов литья; для алюминотермии и для раскисления при производстве стали.

Чистый алюминий почти не изменяется на воздухе, покрываясь лишь тонкой пленкой окисла, предохраняющей металл от дальнейшей коррозии. Кислоты (за исключением концентрированной азотной), а особенно щелочи действуют на алюминий разрушающе.

При сваривании алюминия пленка окисла препятствует соединению свариваемых частей. Поэтому для получения хорошего шва надо применять специальные флюсы, разрушающие пленку окислов.

Пластичность алюминия довольно высока; его можно обрабатывать штамповкой, гибкой, выколоточным, волочением и прокаткой в холодном состоянии, а также прессованием в горячем состоянии. При

обработке в холодном состоянии алюминий нагартовывается, т. е. делается более твердым, вследствие чего в материале во время работы могут появиться трещины. Нагартовку устраняют путем отжига. Механические свойства алюминия приведены в табл. 29.

Таблица 29

Механические свойства алюминия

Механические свойства	Литой	Нагартованный	Отожженный
Сопротивление разрыву, кг/мм ²	9—12	18—28	7—11
Предел текучести, кг/мм ²	3—4	16—24	5—8
Относительное удлинение, %	18—25	3—5	20—35
Твердость по Бринеллю	24—32	45—60	15—25
Сопротивление срезу, кг/мм ²	7—8	12—18	6—10

Из алюминия изготовляют листы, ленты, трубы, проволоку, прутки и отливки. На поверхности алюминиевых полуфабрикатов и изделий не должно быть белых или темных пятен с шероховатой поверхностью, так как, это является признаком коррозии; допускаются белые пятна без шероховатой поверхности.

Алюминиевые листы выпускают длиной 2 м и шириной 0,5—1 м. По внешнему виду листы и ленты должны быть ровными, без выпучивания и волнистости; небольшая волнистость допустима, если она исчезает при изгибе листа. Листы должны быть ровно обрезаны, поверхность должна быть гладкой, без плен, раковин, пузырей, трещин, глубоких царапин, забоин и прочих механических повреждений; допускаются мелкие дефекты (забоины, царапины и т. п.) в пределах допусков по толщине листа. Удаление незначительных поверхностных дефектов разрешается в пределах допуска на толщину.

Алюминиевые трубы изготовляют путем холодного протягивания прессованных заготовок; трубы выпускают в двух видах — отожженные и нагартованные и применяют для изготовления трубопроводов и для прокладки электрических проводов на самолетах. По внешнему виду трубы должны быть прямыми; допускается легкая изогнутость, устраняемая нажатием руки. Внешняя и внутренняя поверхности труб должны быть гладкими, без плен, пузырей, глубоких царапин, больших забоин, рисок, трещин, расслоений, следов протяжки и прочих дефектов. Допускаются мелкие дефекты, не выходящие при контрольной зачистке за пределы допусков на размер трубы, если общая занимаемая ими площадь менее 10% от поверхности трубы. Отрез концов должен быть чистым, без заусенцев и расположен под прямым углом к оси трубы.

Алюминиевые прутки выпускают двух видов: отожженные и нагартованные; они должны быть прямыми, допускаемый прогиб на 1 м не должен превышать установленных норм. Поверхность прутков должна быть гладкой, без плен, пузырей, больших забоин, глубоких царапин, рисок, трещин, расслоений, следов протяжки и прочих дефектов. Допускаются мелкие дефекты, не выходящие при контрольной зачистке за пределы допусков на размер прутка.

Листы и ленты изготавливают из алюминия марки А990, причем отожженные обозначают А99М, а нагартованные — А99Т. Из листов и лент марки А99М изготавливают детали, требующие глубокой штамповки, а из марки А99Т — детали, требующие твердого и жесткого материала. Для отжига алюминий нагревают в печи или селитровой ванне до 340—380°, а затем охлаждают его на воздухе или в воде. Длительный нагрев нежелателен, так как он способствует росту зерна, отчего поверхность алюминия становится шероховатой.

Механические свойства алюминиевых листов и лент указаны в табл. 30, а сортамент и вес — в табл. 31.

Таблица 30

Механические свойства листов, лент и труб из алюминия А990

Наименование	Состояние поставки	Толщина или диаметр в мм	Временное сопротивление разрыву в кг/мм ²	Относительное удлинение в %
Листы и ленты	Отожженные	0,3—0,8 1,0—10,0	7,5—11,0 7,5—11,0	До 20 25
	Нагартованные	0,3—0,8 1,0—10,0	До 11,0 11,0	До 6 6
Трубы конструкционные круглые	Отожженные	Более 20 До 20	До 7,5 7,5	14—20 14
	Нагартованные	Более 20 До 20	До 12 12	4—6 4
Трубы для электропроводов		—		Не испытываются

Таблица 31

Сортамент и теоретический вес алюминиевых листов и лент

Толщина мм	Ширина мм	Теоретический вес 1 м ² кг	Толщина мм	Ширина мм	Теоретический вес 1 м ² кг	Толщина мм	Ширина мм	Теоретический вес 1 м ² кг
Л и с т ы								
0,3	500	0,820	1,5	600	4,100	5,0	800	13,650
0,4	500	1,092	(1,8)	600	4,914	6,0	800	16,380
0,5	500	1,370	2,0	600	5,400	7,0	800	19,110
0,6	500	1,640	2,5	600	6,830	8,0	800	21,840
0,8	500	2,184	3,0	600	8,190	(9,0)	800	24,570
1,0	500	2,730	3,5	600	9,560	10,0	800	27,300
(1,2)	500	3,280	4,0	600	10,920	0,6	1000	1,640
1,5	500	4,100	5,0	600	13,650	0,8	1000	2,184
(1,8)	500	4,914	6,0	600	16,380	1,0	1000	2,730
2,0	500	5,460	7,0	600	19,110	(1,2)	1000	3,280
2,5	500	6,830	8,0	600	21,840	1,5	1000	4,100
3,0	500	8,190	(9,0)	600	24,570	(1,8)	1000	4,914
3,5	500	9,560	10,0	600	27,300	2,0	1000	5,460
4,0	500	10,920	0,5	800	1,370	2,5	1000	6,830
5,0	500	13,650	0,6	800	1,640	3,0	1000	8,190
6,0	500	16,380	0,8	800	2,184	3,5	1000	9,560
7,0	500	19,110	1,0	800	2,730	4,0	1000	10,920
8,0	500	21,840	(1,2)	800	3,280	5,0	1000	13,650
(9,0)	500	24,570	1,5	800	4,100	6,0	1000	16,380
10,0	500	27,300	(1,8)	800	4,914	7,0	1000	19,110
0,5	600	1,370	2,0	800	5,460	8,0	1000	21,840
0,6	600	1,640	2,5	800	6,830	(9,0)	1000	24,570
0,8	600	2,184	3,0	800	8,190	10,0	1000	27,300
1,0	600	2,730	3,5	800	9,560	—	—	—
(1,2)	600	3,280	4,0	800	10,920	—	—	—
Л е н т ы								
0,8	400	0,820	1,0	400	2,730	0,6	500	1,640
0,4	400	1,092	(1,2)	400	3,280	0,8	500	2,184
0,6	400	1,370	0,8	500	0,820	1,0	500	2,730
0,6	400	1,640	0,4	500	1,092	(1,2)	500	3,280
0,8	400	2,184	0,5	500	1,370	—	—	—

При ширине листов 500 мм длина их равна 2000, 2500, 3000, 3500 или 4000 мм, а при ширине 600, 800 или 1000 мм длина листов 2000, 2500 или 3000 мм. Ленты поставляют длиной не менее 4500 мм (з рулонах). Допуски на длину листа ± 10 и ± 5 мм, а на ширину ± 5 мм.

Цельнотянутые круглые трубы (табл. 32) употребляют для изготовления частей различных конструкций, трубопроводов и прокладки электропроводов. Трубы готовят из алюминия марки А99,0 и поставляют отожженными (мягкие) — марки А99М или нагартованными (твердые) — марки А99Т, причем они должны отвечать авиационным стандартам 90АС и 115АС.

Таблица 32

Согтамент круглых алюминиевых труб (АСТ 90АС и АСТ 115АС)

Диаметры мм		Диаметры мм		Диаметры мм		Диаметры мм	
наружный	внутренний	наружный	внутренний	наружный	внутренний	наружный	внутренний
Конструкционные							
6	4	30	28	53	50	85	79
6	5	30	28,5	54	51	85	80
8	6	32	28	55	50	90	84
8	6	32	29	55	51	90	85
8	7	32	30	55	52	90	86
10	8	34	32	55	53	95	85
12	9	35	30	60	54	96	86
12	10	35	31	60	55	95	87
14	12	35	32	60	56	95	90
14	13	35	33	60	57	100	90
15	13	36	34	60	58	100	93
16	13	37	35	63	60	100	95
16	14	38	35	65	59	110	100
16	15	38	36	65	60	110	104
18	16	40	35	65	61	110	105
18	17	40	36	66	62	115	108
20	17	40	37	70	64	120	110
20	18	40	38	70	65	130	116
20	18,5	42	38	70	66	130	118

Диаметры мм		Диаметры мм		Диаметры мм		Диаметры мм	
наружный	внутренний	наружный	внутренний	наружный	внутренний	наружный	внутренний
22	18	42	40	73	70	140	126
22	20	43	40	75	67	140	128
24	22	45	40	75	70	160	136
25	22	45	41	75	71	160	138
25	23	45	42	80	72	160	146
25	23,5	45	43	80	74	160	148
25	24	48	45	80	75	170	156
27	25	50	45	80	76	170	158
28	26	50	46	85	75	—	—
30	25	50	47	85	76	—	—
30	26	50	48	85	77	—	—
30	27	52	50	85	78	—	—

Для прокладки электропроводов

6	5	15	13,6	30	28,4	48	45,6
8	7	18	16,6	34	32	58	50,6
10	9	22	20,4	38	36	—	—
12	10,5	27	25,4	42	40	—	—

Алюминиевые заклепки, применяемые в самолетостроении, изготовляют из алюминиевой проволоки марки А99,0 (старая марка А2).

Алюминиевые сплавы. Алюминиево-медные сплавы в авиастроении почти не применяют; обычно употребляют сплавы, содержащие помимо меди другие компоненты (никель, кремний, марганец), так как такие сплавы имеют более высокие механические свойства.

Алюминиево-кремниевые сплавы применяют в авиастроении для изготовления отливок. Силумины, содержащие 4—14% Si, отличаются высокой устойчивостью против коррозии; из них отливают различные детали самолетов.

Алюминиево-марганцевые сплавы. Присадка марганца увеличивает временное сопротивление разрыву и твердость алюминия. В авиастроении применяют сплавы, содержащие 1,5—2,0% Mn, которые

хорошо поддаются обработке давлением и достаточно устойчивы против коррозии.

Дуралюмин — сплав алюминия с медью, марганцем и магнием — обычно содержит 3,5—4,5% Cu, 0,4—0,5% Mg, 0,4—1,0% Mn, 0,2—0,8% Si, остальное — алюминий.

Изменяя количество присадок и добавляя другие металлы, получают ряд легких сплавов типа дуралюмина, широко применяемых в самолетостроении. Медь повышает сопротивление разрыву, сообщает сплаву способность изменять механические свойства при термической обработке (принимать закалку). Марганец сообщает сплаву устойчивость против атмосферных влияний и действия морской воды (коррозия), а также повышает сопротивление разрыву и твердость. Магний повышает сопротивление разрыву и сообщает сплаву способность принимать закалку. В качестве неизбежных примесей в сплаве присутствуют железо, кремний и др.

Существенным недостатком дуралюмина является то, что он корродирует в сыром воздухе и морской воде, а также при соприкосновении с другими металлами. Различают два вида коррозии: 1) поверхностную, повреждающую поверхность дуралюмина, и 2) межкристаллическую, разрушающую дуралюмин изнутри.

Для предохранения дуралюмина от коррозии применяют следующие способы: 1) плакирование, т. е. наложение при прокатке на поверхность дуралюмина очень тонкого слоя алюминия высокой чистоты, защищающего дуралюмин от коррозии с обеих сторон; 2) окраску красками или лаками на масляной или спиртовой основе и 3) анодную обработку, заключающуюся в искусственном образовании на поверхности дуралюмина защитной оксидной пленки, устойчивой против коррозии. Лучше всего предохраняет дуралюмин от коррозии плакирование.

Для плакирования применяют алюминий высшего по чистоте сорта (не ниже марки А99,5). Толщина плакирующего слоя алюминия на каждой стороне листа и ленты должна составлять не менее 4—5% от общей толщины материала. Чтобы сохранить плакирующий слой и уменьшить диффузию основных компонентов сплава в алюминий, дуралюмин нельзя долго нагревать перед закалкой в воздушных печах, а также нельзя подвергать его многократной перезалке. Закачивать следует не более двух раз; для нагревания надлежит пользоваться селитровыми ваннами, обеспечивающими минимальную длительность нагрева.

В самолетостроении применяют, главным образом, плакированный дуралюмин.

Дуралюмин выпускают в виде листов, лент, труб, проволоки, заклепок и литья. Марки и химический состав различных сортов дуралюмина приведены в табл. 33, а в табл. 34 указаны технические условия и марки аналогичных сплавов дуралюмина.

Таблица 33
Марки и химический состав алюминиевых сплавов (в %)

Наименование	Al	Cu	Mn	Mg	Fe	Si	Прочие	Прочих приме-сей
Дуралюмин пор-мальный . . .	Д1	3,8—4,8	0,4—0,8	0,4—0,8	≤0,7	≤0,7	—	≤0,1
Дуралюмин повы-шенной прочности	Д5	4,6—5,2	0,6—1,2	0,65—1,0	≤0,6	≤0,6	—	≤0,1
Дуралюмин повы-шенной прочности	Д16	3,6—4,7	0,3—0,9	1,25—1,75	≤0,6	≤0,6	—	≤0,1
Алюминиево-мар-ганцовистый сплав	АМц	0,2	1,0—1,6	≤0,05	0,7	≤0,6	—	≤0,1
Авиаль	Ав	≤0,5	0,2	0,45—0,9	0,6	0,8—1,2	Cr ≤0,2	≤0,1
Алюминиево-кремниевый сплав	АК	≤0,2	—	—	≤0,6	4,5—6,0	—	≤0,1
Альмаг	АТМ1	—	0,4—0,8	5,0—7,0	≤0,6	≤0,6	Ti ≤0,2	≤0,1
	АТМ2	—	0,4—0,8	0—10,0	≤0,6	≤0,6	Ti ≤0,2	≤0,1
Сплав типа дур-алюмин	Д18	2—3	≤0,2	0,2—0,6	0,7	≤0,7	—	≤0,1
	ЗП	2,6—3,6	0,3—0,7	0,3—0,7	0,6	≤0,7	—	≤0,1
	4П	3,6—4,25	0,3—0,7	0,3—0,7	0,6	≤0,6	—	≤0,1

О С Т А Н Д А Р Т Н О Е

Технические условия и марки аналогичных дуралюминовых сплавов

Марка	Технические условия	Марка аналогичного сплава
Д1	АМТУ 106,168	6221, АС6
Д6	СМТУ 173,177	ВВ1, ВВ2, М95
Д16	СМТУ 248,247	Д40, Д42, Д44, 42S, 24S
АМц	СМТУ 249	Д11, 3S Б95
Ав	СМТУ 250	Д20, 51S
Д18	—	А17S, 179S
ЗП	ОСТ 7104/435	Д3П
4П	—	Д4П

Термическая обработка дуралюмина состоит в закалке и отжиге. Закалка применяется для максимального повышения механических свойств, а отжиг для уничтожения наклепа, получающегося при обработке сплава давлением.

Закалка состоит в нагревании дуралюмина до температур, соответствующих области твердых растворов, непродолжительной выдержке при этих температурах и быстром охлаждении. При этом необходимо сохранить структуру твердого раствора и подвергнуть дуралюмин старению.

Твердость сплава при закалке повышается не сразу, как у стали, а после 5—6 суток старения, причем твердость повышается постепенно. Температура нагрева колеблется в пределах 495—508°. При более низких температурах нагрева получают недостаточно высокие механические свойства. Нагрев выше 510° создает возможность перегрева (пережога) и сильно снижает механические свойства дуралюмина. Дуралюмин перед закалкой нагревают в селитровых ваннах (смесь калиевой и натровой селитры в пропорции 1:1, 1:3 или 1:4). Иногда в ванны вводят хромпик, чтобы нейтрализовать щелочность. Детали, нагреваемые в ваннах, должны быть очищены от пыли, масла и других загрязнений, а также должны быть сухими, иначе возможны взрывы и разбрызгивание расплавленной селитры. Детали погружают в ванну в железных ведерках с отверстиями или в корзинах из железной сетки. Выдержка и скорость нагрева деталей из дуралюмина зависят от способа нагрева, массы загружаемого металла, формы изделия и т. д. Продолжительность нагрева дуралюмина в зависимости от толщины листа указана в табл. 35.

Нагретый дуралюмин обычно 20—30°, выдерживая 1—2 мин., (температурой 40—60°) для удаления следов селитры, после чего протирают сухими опилками или чистыми тряпками или струей горячей воды, чтобы предотвратить коррозию.

Непосредственно после закалки в холодной воде дуралюмин обладает незначительной твердостью и невысокими механическими свойствами, что позволяет подвергать его обработке (штамповке, гибке и т. д.). Механические свойства дуралюмина наиболее повышаются в течение первых двух суток. Процесс старения дуралюмина на практике считают полностью законченным через 4—5 суток. Иногда применяют искусственное старение, нагревая дуралюмин после закалки до 100—150° в течение 3—4 час., причем достигают таких же результатов, как при 4—5-суточном естественном старении.

Чтобы предупредить коробление деталей, изготовляемых из тонкого листового материала, нагревать их надо не в ваннах, а в печах и охлаждать струей воздуха.

Для отжига нагартованного дуралюмина его нагревают до 350±10°, выдерживают, а потом охлаждают на воздухе. Нагрев выше 350° нежелателен, так как может произойти частичная закалка дуралюмина. При отжиге пользуются теми же печами, что и для закалки. Время нагрева и выдержки зависит от количества изделий, одновременно помещаемых в печь, и от характера предыдущей механической и термической обработки дуралюмина. Отжиг дуралюмина резко снижает временное сопротивление и повышает относительное удлинение. Отожженный дуралюмин применяют для давящих, штамповочных, выколоточных и других работ. При обработке дуралюмина необходимо тщательно следить за тем, чтобы ответственные части машин были закалены, но не оказались отожженными.

Листы и ленты изготавливаются из сплавов типа дуралюмина марок Д1, Д6 и Д16 (табл. 36); из сплава Д1 делают пять марок; Д2,

охлаждают в воде с температурой, затем погружают в горячую воду

Таблица 35
Длительность нагрева дуралюмина при 500° для закалки

Толщина листа, мм	Селитровая ванна	Электро- печь
	минут	
0,5	3	5
0,8	5	10
1,0	8	12
1,5	8	15
2,0	10	17
2,5	12	20
3,0	15	22
3,5	15	25
4,0	18	28
4,5	20	30
5,0	20	35
6,0	25	45
8,0	35	60

Механические свойства

Наименование	Марка	Состояние	
		поставки	испытания
С п л а в Д1	Д2	отожженные	
Листы, ленты		отожженные	закаленные
Профили из листов и лент		горячей прокатки	закаленные
Листы	Д3В	закаленные	
Листы, ленты			
Профили из листов и лент	Д3	отожженные	
Гофры			
С п л а в Д6	Д4М	отожженные	отожженные
Листы, ленты			закаленные
Профили из листов и лент		Закаленные	
Листы, ленты	Д4, Д4В		
Профили из листов и лент	Д4	Нагартованные	
Ленты	Д6		
С п л а в Д16	Д16М	Отожженные	Отожженные
Листы, ленты			Закаленные
	Д16 и Д16Т	Закаленные	
	Д16ТН	Нагартованные	
С п л а в АМц	АМцМ	Отожженные	
Листы, ленты	АМцП	Полунагартованные	
	АМцН	Нагартованные	
С п л а в АД	АвМ	Отожженные	
Листы, ленты			
	АвТ	Закаленные	

изделий из дуралюмина

Толщина мм	Временное сопротивление разрыву кг/мм ²	Относительное удлинение %
0,8—3,0	28	12
Как листы и ленты Д2		
45×1300×1300	34	10
0,3—6,0	35	15
6,1—10,0	33	12
Как листы и ленты Д3		
0,3—1,0	Как листы Д1	
0,3—3,0	23,0	12
0,8—3,0	Как листы Д4	12
Как листы и ленты Д4		
0,3—2,6	40	16
2,6—4,0	39	15
4,1—6,0	38	13
6,1—10,0	36	11
Как листы и ленты Д4		
0,3—1,2	43	8
0,3—6,0	21,5	12
0,3—6,0	Как листы Д10Т	
6,1—10,0	21,5	10
6,1—10,0	Как листы Д16	
0,3—3,0	40	15
3,1—4,0	39	15
4,1—6,0	38	13
6,1—10,0	36	11
0,3—1,2	43	8
0,8—3,0	10—13,5	20
3,1—6,0	10—13,5	18
0,8—3,0	14	6
1,3—3,0	20	3
0,3—5,0	13,5	20
5,1—10,0	13,5	18
0,3—0,6	20	18
0,1—3,0	20	20
3,1—5,0	20	18
5,1—10,0	18	16

ДЗ, ДЗВ, ДЗР и ДЗР, а из сплава Д6—шесть марок: Д4, Д4М, Д4В, Д5, Д4МР и Д4Р. Листы и ленты марок Д2 и Д4М предназначены для глубокой штамповки деталей, требующей мягкого состояния материала. Детали, изготовленные из дуралюминия Д2, после закалки приобретают механические свойства марки ДЗ; детали, изготовленные из дуралюминия Д4М,— свойства дуралюминия Д4.

Листы и ленты дуралюминия марок ДЗ и Д4 предназначены для изготовления профилей и деталей, не требующих штамповки или штампуемых из закаленных листов без повторной термической обработки. Листы и ленты марки ДЗВ специальной прокатки предназначаются для изготовления клепаных баков и наружной обшивки машин. Листы и ленты марок Д2Р, ДЗР, Д4МР и Д4Р отличаются тем, что из них можно выкраивать заготовки размером не менее 200×300 мм; в остальном они отвечают требованиям, предъявляемым к конструктивному материалу. Для получения механических свойств, указанных в табл. 36, дуралюминий перед закалкой рекомендуется нагревать в селитровой ванне при $495-505^\circ$ и подвергать старению при комнатной температуре не менее 5 суток. Продолжительность нагрева, как и при нагреве алюминия, зависит от толщины материала (табл. 37). Чтобы устойчивость дуралюминия против коррозии была более высокой, температура воды при закалке должна быть возможно низкой (не выше 30°).

Детали, отжигаемые во время штамповки, надо нагревать до $340-360^\circ$ и затем охлаждать на воздухе. Нагревать надо в селитровых ваннах в течение 20—30 мин. или в электрических печах с циркулирующей воздухом, обеспечивающих равномерное прогревание в течение 1—2 час.

При нагревании до $350-400^\circ$ материал надо охлаждать вместе с печью до 300° , а затем охлаждать его на воздухе либо подвергать его штамповке не позднее 24 час. после отжига. При глубокой штамповке или отжиге закаленных листов, когда состояние материала должно соответствовать полному отжигу, рекомендуется либо двухчасовой нагрев в электрической печи при $400-430^\circ$ с последующим медленным охлаждением в печи до 280° , либо одночасовой нагрев в селитровой ванне при 400° с последующим охлаждением в ванне до 300° . Скорость охлаждения до указанных температур не должна превышать 30° в час.

Листы и ленты из дуралюминия Д16 поставляют четырех марок: 1) Д16М—для деталей глубокой штамповки, требующей мягкого состояния материала; 2) Д16Т—для изготовления профилей и деталей, не требующих штамповки или получаемых непосредственно из закаленных листов без повторной термообработки; 3) Д16ТВ и Д16ТН—для наружной обшивки машин.

При ширине листов 500 мм их поставляют длиной 2000, 2500, 3000, 3500 и 4000 мм; при ширине 600, 800 и 1000 мм—длиной

Сортамент и теоретический вес листового дуралюмина
марок Д2, Д3, Д4, Д5 и Д16.

Толщина мм	Ширина мм	Теорети- ческий вес 1 м ² кг	Толщина мм	Ширина мм	Теорети- ческий вес 1 м ² кг	Толщина мм	Ширина мм	Теорети- ческий вес 1 м ² кг
Л и с т ы								
0,3	500	0,855	1,5	600	4,275	5,0	800	14,250
0,4	500	1,140	(1,8)	600	5,130	6,0	800	17,100
0,5	500	1,425	2,0	600	5,700	7,0	800	19,950
0,6	500	1,710	2,5	600	7,125	8,0	800	22,800
0,8	500	2,280	3,0	600	8,550	(9,0)	800	25,650
1,0	500	2,850	3,5	600	9,975	10,0	800	28,500
(1,2)	500	3,420	4,0	600	11,400	0,6	1000	1,710
1,5	500	4,275	5,0	600	14,250	0,8	1000	2,280
(1,8)	500	5,130	6,0	600	17,100	1,0	1000	2,850
2,0	500	5,700	7,0	600	19,950	(1,2)	1000	3,420
2,5	500	7,125	8,0	600	22,800	1,5	1000	4,275
3,0	500	8,550	(9,0)	600	25,650	(1,8)	1000	5,130
3,5	500	9,975	10,0	600	28,500	2,0	1000	5,700
4,0	500	11,400	0,5	800	1,425	2,5	1000	7,125
5,0	500	14,250	0,6	800	1,710	3,0	1000	8,550
6,0	500	17,100	0,8	800	2,280	3,5	1000	9,975
7,0	500	19,950	1,0	800	2,850	4,0	1000	11,400
8,0	500	22,800	(1,2)	800	3,420	5,0	1000	14,250
(9,0)	500	25,650	1,5	800	4,275	6,0	1000	17,100
10,0	500	28,500	(1,8)	800	5,130	7,0	1000	19,950
0,5	600	1,425	2,0	800	5,700	8,0	1000	22,800
0,6	600	1,710	2,5	800	7,125	(9,0)	1000	25,650
0,8	600	2,280	3,0	800	8,550	10,0	1000	28,500
1,0	600	2,850	3,5	800	9,975	1,5	1000	4,275
(1,2)	600	3,420	4,0	800	11,400	—	—	—

Л е и т ы

0,3	400	0,855	1,0	400	2,850	0,6	500	1,710
0,4	400	1,140	1,2	400	3,420	0,8	500	2,280
0,5	400	1,425	0,8	500	0,855	1,0	500	2,850
0,6	400	1,710	0,4	500	1,140	1,2	500	3,420
0,8	400	2,280	0,5	500	1,425	—	—	—

2000, 2500 и 3000 мм, а при ширине 1650 мм — длиной 1500 и 3000 мм. Листы из дуралюмина Д5 изготавливают толщиной от 0,3 до 1,2 мм и шириной 500 мм.

Ленты изготавливают не короче 4500 мм (в рулонах). Из дуралюмина Д5 ленты изготавливают шириной в 500 мм и длиной не более 300 мм.

Допуски на длину листа ± 10 и ± 5 и на ширину ± 5 мм.

Трубы дуралюминовые, употребляемые в самолетостроении, в зависимости от формы поперечного сечения делятся на круглые, каплевидные, прямоугольные и квадратные. Из круглых цельнотянутых труб делают лонжероны, стойки, тяги управления, трубопроводы и другие детали. Трубы, изготавливаемые из дуралюмина Д1, поставляют двух марок — Д1 и Д1М, из дуралюмина Д6 также двух марок — Д6М и Д16Т. Каплевидные и квадратные трубы изготавливают холодным волочением заготовки, полученной посредством горячего прессования. Из этих труб изготавливают различные конструкции самолета. Механические свойства круглых, каплевидных и прямоугольных труб приведены в табл. 38, а их размеры — в табл. 39—41.

Максимальная длина дуралюминовых труб 6000 мм.

Технические условия на дуралюминовые круглые и каплевидные трубы: АМТУ 106, 110; ММТУ 168; ОМТУ 173. Сортамент: АС90, 112; ОС61.

Каплевидные трубы изготавливаются из дуралюмина Д1.

Квадратные прямоугольные трубы изготавливаются из дуралюмина Д1 и из стали марок 20А, 30ХМА, 30ХГСА. При исчислении теоретического веса удельный вес стали принят равным 7,85, а дуралюмина 2,85.

Профили дуралюминовые изготавливают из лент и листов марок Д2, Д3, Д4М, Д16М и Д16Т гибкой на роликовых станах, волочением и штамповкой. Механические свойства, химический состав и толщина лакирующего слоя профилей должны соответствовать дуралюминовым листам и лентам. Профили должны быть по длине прямолинейными. Допускается плавная изогнутость, устраняемая легким нажатием руки. Местные закручивания для профилей не допустимы.

Заклепки из алюминиевых сплавов марок ЗП, 4П, Д16, Д18 и АМц изготавливают с головками различной формы. Размеры заклепок приведены в табл. 42—47. Для определения толщины склепаемого типа впадо из длины стержня вычесть припуск на замыкающую головку.

Термическая обработка заклепок из дуралюмина Д16, Д18, ЗП и 4П состоит в закалке и старении, окончательно упрочняющих дуралюмин. Для закалки заклепки нагревают в скелитровых ваннах, помещая их в железные сетчатые корзины или перфорированные коробки (с одним-двумя отверстиями диаметром 2—3 мм на 1 см²) или

Механические свойства дуралюминовых труб

Труба	Марки- ровка	Состояние		Размер изделия мм	Временное сопротивление разрыву кг/мм ²	Относитель- ное удлине- ние, %
		поставки	испытания			
Сплав Д1 Круглые конструк- ционные	Д1	Закаленные		Диаметр 20	36	8
				20	88	10
	Д1М	Отожженные		20	25	10
				20	25	12
Каплевид- ные и пря- моугольные	Д1М	Отожжен- ные	Закаленные	—	38	10
	Д1	Закаленные		—	88	10
Сплав Д6 Круглые конструк- ционные	Д6	Закаленные		20	42	8
				Толщина стенки 3	43,5	10
				3,5—6,0	43	10
	Д6М	Отожженные		6,5—7,0	42	10
				—	25	10
				—	—	—
Сплав Д16 Круглые конструк- ционные	Д16М	Отожженные		До 3 мм Свыше 3 мм	25 25	12 10
				—	—	—
	Д16Т	Закаленные		До 3 мм 3,5—6 мм 6,5—7 мм	43,5 43 42	10 10 10
				—	—	—

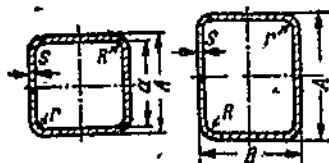
Сортамент круглых дуралюминевых труб
(АСТ 90АС)

Диаметры мм		Диаметры мм		Диаметры мм		Диаметры мм	
наруж- ный	внут- ренний	наруж- ный	внут- ренний	наруж- ный	внут- ренний	наруж- ный	внут- ренний
6	4	30	52	48	85	76	78
6	5	30	28	50	85	77	79
8	5	32	28,5	53	50	85	80
8	6	32	28	54	51	85	84
8	7	32	29	55	50	85	85
10	8	34	30	55	51	90	86
12	9	35	32	55	52	90	85
12	10	35	30	55	53	90	86
14	12	35	31	60	54	95	87
14	13	35	32	60	55	95	90
15	13	36	33	60	56	95	90
16	13	37	34	60	57	95	93
16	14	38	35	60	58	100	95
16	15	38	35	63	60	100	100
18	16	40	36	65	59	100	104
18	17	40	36	65	60	110	105
20	17	40	36	65	61	110	108
20	18	40	37	65	62	110	110
20	18,5	42	38	70	64	115	116
22	18	42	38	70	65	120	118
22	20	43	40	70	66	130	126
24	22	45	40	70	67	130	128
25	22	45	40	73	70	140	136
25	23	45	41	75	67,5	140	138
25	23,5	46	42	75	70	150	146
25	24	48	43	75	71	150	148
27	25	50	45	80	72	160	156
28	25	50	45	80	74	160	108
30	25	50	46	80	75	170	—
30	26	50	47	80	76	170	—
30	27	—	—	85	76	—	—

Дуралюминовые каплевидные трубы
(АСТ 61СС)

Номинальные размеры мм			Теоретический вес 1 пог. м кг	
толщина стенки	по длинной оси	по корот- кой оси	стальной трубы	дуралюми- новой трубы
1	27	11,5	0,469	0,170
1	33,5	14,5	0,592	0,215
1	40,5	17	0,715	0,250
1,5	40,5	17	0,054	0,383
1	47	20	0,838	0,304
1,5	47	20	1,239	0,450
1,5	54	23	1,424	0,517
2	54	23	1,874	0,680
1,5	60,5	25,5	1,609	0,584
2	60,5	25,5	2,121	0,770
1,5	67,5	28,5	1,794	0,651
2	67,5	28,5	2,368	0,860
1,5	74	31,5	1,979	0,718
2	74	31,5	2,614	0,949
2	81	34	2,861	1,039
2,5	81	34	3,545	1,287
2	87,5	37	3,107	1,128
2,5	87,5	37	3,853	1,399
2,5	94,5	40	4,162	1,511
2,5	101	43	4,470	1,623
2,5	108	45,5	4,778	1,735
2,5	114,5	48,5	—	1,847
2,5	121	51,5	—	1,959
3,5	128	54,5	—	2,867
2,5	135	57	—	2,183
3,5	135	57	—	3,024

Таблица 41
Дуралюминовые квадратные и прямоугольные трубы



A	a	B	S -	R	r	Теоретический вес 1 пог. м кг
9,5	7,5	—	1,0	1,5	1,0	0,096
22	9	—	1,5	3,0	2,0	0,341
50	—	40	1,5	5,0	3,5	0,715
70	—	40	1,5	5,0	3,5	0,884
80	—	50	2,0	6,0	4,0	1,861

Таблица 42
Заклепки с грибовидной головкой из алюминия и алюминиевых сплавов

Диаметр стержня мм	Диаметр головки мм	Припуск на замы- кающую головку мм	Разрушающее усилие на срез по одной плоскости, кг			Длина стержня мм
			Д18Т	Д4	Д16	
1,6	3,2	2,4	35	44	49	3,5—16
2,0	4	3	55	69	77	4—16
2,3	4,6	3,5	73	91	102	4—36
2,6	5,2	3,9	93	117	130	5—36
3,0	6	4,5	124	155	173	5—50
3,5	7	5,3	169	212	235	6—50
4,0	8	6	221	276	308	7—50
5,0	10	7,5	345	432	481	8—60
6,0	12	9	498	622	693	10—60
7,0	14	10,5	677	770	943	12—75
8,0	16	12	885	1005	1231	14—80

Таблица 43

Заклепки с плоской головкой из алюминия и алюминиевых сплавов (в мм)

Диаметр стержня	Длина стержня	Диаметр головки	Высота головки	Припуск на замыкающую полукруглую головку
1,6	4—16	3,0	0,7	2,4
2,0	4—16	3,7	0,8	3,0
2,3	4—32	4,3	1,0	3,5
2,6	4—35	4,8	1,1	3,9
3,0	5—40	5,5	1,2	4,5
3,5	5—40	6,5	1,4	5,3
4,0	7—45	7,4	1,6	6,0
5,0	8—60	9,3	2,0	7,5
6,0	10—65	11,1	2,4	9,0
7,0	11—75	13,0	2,8	10,5
8,0	13—80	14,8	3,2	12,0

Таблица 44

Заклепки с плоско-выпуклой головкой из алюминия и алюминиевых сплавов (в мм)

Диаметр стержня	Длина стержня	Диаметр головки	Высота головки	Радиус головки	Припуск на замыкающую полукруглую головку
1,6	3,5—16	4,0	0,8	2,9	2,4
2,0	4—16	5,0	1,0	3,6	3,0
2,3	4—28	5,9	1,2	4,2	3,5
2,6	4—32	6,5	1,3	4,7	3,9
3,0	5—40	7,5	1,5	5,4	4,5
3,5	6—40	8,8	1,8	6,3	5,3
4,0	7—50	10,0	2,0	7,2	6,0
5,0	8—60	12,5	2,5	9,0	7,5
6,0	10—65	15,0	3,0	10,8	9,0
7,0	12—75	17,5	3,5	12,6	10,5
8,0	14—80	20,0	4,0	14,4	12,0

Таблица 45

Заклепки с полукруглой головкой из алюминия и алюминиевых сплавов (в мм)

Диаметр стержня	Длина стержня	Диаметр головки	Высота головки	Радиус головки	Припуск на закрывающую полукруглую головку
1,6	3,5—16	3,0	1,0	1,6	2,4
2,0	4—16	3,7	1,2	2,0	3,0
2,3	4—32	4,2	1,4	2,3	3,5
2,6	4—35	4,8	1,6	2,6	3,9
3,0	5—40	5,5	1,8	3,0	4,5
3,5	6—40	6,4	2,1	3,5	5,3
4,0	6—45	7,3	2,4	4,0	6,0
5,0	8—60	9,2	3,0	5,0	7,5
6,0	10—65	11,0	3,6	6,0	9,0
7,0	11—75	12,8	4,2	7,0	10,5
8,0	13—80	14,7	4,8	8,0	12,0

Таблица 46

Заклепки с потайной головкой (утопленные) из алюминия и алюминиевых сплавов (в мм)

Диаметр стержня	Длина стержня	Диаметр головки	Высота головки	Припуск на закрывающую полукруглую головку
1,6	4—16	2,9	0,7	2,4
2,0	4—16	3,6	0,8	3,0
2,3	4—22	4,2	1,0	3,5
2,6	4—26	4,7	1,1	3,9
3,0	4—40	5,4	1,2	4,5
3,5	4—40	6,3	1,4	5,3
4,0	7—40	7,2	1,6	6,0
5,0	8—60	9,0	2,0	7,5
6,0	10—70	10,8	2,4	9,0
7,0	14—75	12,6	2,8	10,5
8,0	16—80	14,4	3,2	12,0

Заклепки с бочкообразной головкой из дуралюмина для швов баков (в мм)

Диаметр стержня	Длина стержня	Диаметр головки	Высота головки	Припуск на замыкающую полукруглую головку	Разрушающее усилие на срез по одной прочности кг
3	8—14	5,5	1,8	4,5	124
4	10—16	7,0	2,0	6,0	221

в стальные тонкостенные трубки диаметром до 50 мм, один конец которых глухой, а другой закрывается крышкой. Перед нагреванием заклепки должны быть очищены от ржавы, масла и т. п. Заклепки из дуралюмина Д16, Д18, ЗП и 4П нагревают до 490—503°, выдерживая их при этой температуре при количестве заклепок до 2 кг 10 мин. (в случае пользования корзинами и коробками) и 15 мин. (в случае пользования трубками); если нагревают более 2 кг, то в первом случае заклепки выдерживают 20 мин., а во втором — 25 мин.

Для закалки заклепки погружают в бак с проточной водой с температурой 30°, а затем быстро переносят для промывки во второй бак с водой с температурой 40—50°. Продолжительность промывки заклепок не должна превышать одной-двух минут, иначе заклепки начнут быстро стареть.

Заклепки из указанных марок дуралюмина, за исключением Д18, сохраняют пластическое состояние после закалки более длительное время при условии хранения их при низкой температуре (0° и ниже). Заклепки из дуралюмина ЗП и 4П необходимо использовать не позднее чем через 3 часа после закалки, а заклепки из дуралюмина Д18 после закалки и естественного старения можно применять в течение 4 суток. Заклепки из Д16 следует ставить в свежезакаленном состоянии, т. е. не позднее чем через 20 мин. после закалки. Заклепки из сплава АМц, применяемые для склейки, сварных баков, термической обработке не подвергают.

Сплавы АМц, авиаль и альтаг широко применяют наряду с дуралюмином. Составы этих сплавов приведены в табл. 33.

Сплав АМц. Из листов и дефг сплава АМц, отличающегося хорошими пластическими свойствами, хорошей свариваемостью и высокой

устойчивостью против коррозии, изготавливают сварные баки, различные детали и части конструкций. Листы и ленты из сплава АМц выпускают следующих марок: 1) АМцМ — отожженные, предназначенные для деталей, получаемых глубокой штамповкой, требующей мягкого материала; 2) АМцП — полугагартованные, обладающие повышенным по сравнению с маркой АМцМ сопротивлением разрыву и достаточной для неглубокой холодной штамповки пластичностью; 3) АМцН — гагартованные для изготовления деталей, от которых требуется большая твердость и жесткость. Размеры стандартных листов и лент сплава АМц такие же, как листового дуралюмина (см. табл. 34). При холодной обработке этих сплавов их отжигают в соляных ваннах и в воздушных электрических печах с циркуляцией воздуха при 350—410° и охлаждают в воде. Продолжительность нагрева в соляной ванне 30—40 мин., а в воздушной электрической печи 1—2 часа.

Сплав авиаль АВ (алюминиево-кремнисто-магниевый) применяют для изготовления деталей глубокой штамповкой, требующей материала с высокой пластичностью. Листы и ленты из авиаль выпускают следующих марок: 1) АВМ — отожженные, предназначенные для глубокой штамповки деталей, требующих особенно мягкого материала; 2) АВТ — закаленные, предназначенные для изготовления деталей, позволяющих штамповать их непосредственно из закаленных листов без повторной термообработки.

Листы и ленты из авиаль термически обрабатываются так же, как и дуралюминовые.

Сплав алтмаг (алюминиево-магниево-марганцовый) предназначен для изготовления сварных баков и различных деталей и частей конструкций; он весьма устойчив против коррозии, хорошо сваривается. Алтмаг обладает высокой пластичностью, вследствие чего допускает в закаленном состоянии глубокую холодную штамповку.

МАГНИЙ И ЕГО СПЛАВЫ

Магний всегда содержит примеси кремния, железа, кальция и других элементов (табл. 48). Из магния МГ1 изготавливают ответственные сплавы, а из МГ2 — обычные сплавы.

Физические свойства магния следующие:

Удельный вес	1,74
Температура плавления	651°
Температура кипения	1120°

Магний при нагревании на воздухе до 550—600° загорается и горит ярким пламенем. Воспламеняемость магния сильно возрастает по мере его измельчения. Механические свойства магния приведены в табл. 49.

Таблица 48

Марки магния

Компоненты	МГ1	МГ2
Mg	99,85	99,50
Al	0,1	0,1
Fe	0,05	0,05
Si	0,04	0,30
Ca	0,005	0,01
K	0,005	—
Na	0,01	—

Таблица 49

Механические свойства магния

Свойство	Литой	Прессован- ный	Катаный	Катаный и отожженный
σ_b , кг/мм ²	9	20	18	18
σ_p , кг/мм ²	0,4	0,8	1,8	1,4
σ_s , кг/мм ²	2	4,5	7	6,5
δ , %	6	8	4	5
H_B	30	35	40	35

Магний быстро разрушается в морской воде и хорошо растворяется в кислотах; с бензином, керосином и маслами он не реагирует. В чистом виде в качестве конструкционного материала магний не употребляют.

Электрон. Электроном обычно называют группу магниевых сплавов, обладающих удовлетворительными механическими свойствами и малым удельным весом. Состав электронов различных марок, применяемых в самолетостроении, приведен в табл. 50, а механические свойства в табл. 51.

Таблица 50

Марки электронов (АМТУ 167—168)

Компоненты	MAO	MA1	MA3	MA7
Zr	0,1—0,3	—	0,8—1,2	3,5—4,5
Mn	0,5—1,0	1,3—1,7	0,2—0,5	0,1—0,4
Fe	≤ 0,1	≤ 0,05	≤ 0,1	≤ 0,1
Be	—	—	—	≤ 0,05
Si	≤ 0,1	≤ 0,05	≤ 0,1	0,1
Ti	—	—	0,2—0,4	—
Al	0,2—0,5	—	5,5—7,0	2,5—3,5
Сумма примесей	≤ 0,4	≤ 0,8	≤ 0,4	≤ 0,4
Mg	О с т а л ь н о е			

Сплав MA1 характеризуется сравнительно невысокими механическими свойствами и хорошей сопротивляемостью коррозии. Из этого сплава обычно изготавливают прессованные трубы, прутки и профили. Листы из сплава MA1 иногда применяют в качестве плакирующего слоя для других сплавов. Путем литья из сплава MA1 изготавливают только детали несложной формы.

В самолетостроении большое применение нашел сплав MA3. Из сплава MA3 изготавливают прессованные прутки, трубы и профили, из которых затем делают арматуру, бензо- и маслопроводы, а также лопасти винтов. Кроме того, сплав MA3 применяют в виде листов.

Сплав MA7 является новым высокопрочным магниевым сплавом, который можно применять в качестве литейного сплава, но наибольшее применение он получил в виде прессованных прутков и труб. Кроме того, сплав MA7 можно использовать для горячей штамповки самолетных деталей, но необходимо иметь в виду, что сплав MA7 обладает ограниченной пластичностью (значительно меньшей, чем у сплава MA2), позволяющей штамповать из него только детали несложной конфигурации. Сплав MA7 обладает сравнительно высокой сопротивляемостью коррозии.

Термическая обработка электронов повышает его механические свойства. Электроны нагревают в электрических печах с автоматическим регулированием, причем для предохранения электронов от окис-

Механические свойства полуфабрикатов из электрона

Марка сплава	Состояние	σ_B , кг/мм ²	δ , %	H_B
П р у т к и				
MA0	После горячей прессовки	15	4	85
MA1	То же	16	5	85
MA7	Термообработанные	26	7	60
MA0-T	Термообработанные	19	5	40
MA1-T	Термообработанные	20	6	40
MA3-T	Термообработанные	26—28	8—10	55—60
MA7-T	Термообработанные	28—30	10—12	60—65
Л и с т ы				
MA0-T	Термообработанные	19	5	—
MA1-T	Термообработанные	20	6	—
MA3-T	Термообработанные	28	12	—
Т р у б ы				
MA0-T	Термообработанные	17	4	38
MA0-TK	Термообработанные калиброванные	20	3	42
MA1-T	Термообработанные	18	5	38
MA1-TK	Термообработанные калиброванные	21	4	42
MA3-T	Термообработанные	26	10	60
MA3-TK	Термообработанные калиброванные	30	6	70
MA7-T	Термообработанные	28	10	60
MA7-TK	Термообработанные калиброванные	32	7	70

ления его нагревают в вакууме или в парах серы. Безопасной средой для нагревания магниевых сплавов при термической обработке является соляная ванна, содержащая:

$\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	73%
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	24%
KCrO_4	3%

Обрабатывать электрон трудно, так как листы, трубы и профили можно деформировать (выколачивать, гнуть, отбортовывать и т. п.) только нагревными не ниже 275° , причем инструмент также должен быть нагрет. Выколачивают трубы деревянными молотками; предварительно наполнив трубы песком, изгибают их на деревянных формах с металлической обшивкой.

Изделия из магниевых сплавов очень легко поддаются механической обработке резанием, давая блестящую чистую поверхность. При обработке их необходимо принимать меры предосторожности, так как стружка магниевых сплавов легко воспламеняется. В случае воспламенения тушить стружку водой недопустимо, так как вода под действием высокой температуры разлагается. Тушить ее надо сухим песком и специальными солями (флюсами), применяемыми при плавке магниевых сплавов.

Магниевые сплавы мало устойчивы против коррозии, поэтому их подвергают травлению, отчего на поверхности образуется защитная пленка, а затем протирают олифой. Этим сплавы необходимо предохранять от коррозии при хранении их на складе. Для предупреждения повреждения изделий при эксплуатации их лакируют, окрашивают и т. п.

МЕДЬ И ЕЕ СПЛАВЫ

Медь. Основные физические свойства меди следующие:

Удельный вес	8,9
Температура плавления	1083°
Температура кипения	2030°

Химический состав различных марок меди приведен в табл. 52.

Термообработка изменяет механические свойства меди (табл. 53).

На воздухе медь медленно покрывается тонким слоем окислов, предохраняющим ее от дальнейшего окисления. В сыром воздухе медь покрывается налетом углекислой меди (патиной) зеленого цвета. Кислоты и соли сильно разъедают медь, образуя соединения зеленого цвета, большей частью очень ядовитые. Медь очень хорошо поддается обработке: прессованию, высаживанию, вытягиванию, выдавливанию, сварке и паянию. При холодной обработке она наклепы-

Марки меди

Таблица 52

Компоненты	M1	M2	M3	M4
Cu, не менее	99,9	99,7	99,5	99,0
Bi	0,002	0,002	0,003	0,005
Sb	0,002	0,005	0,05	0,2
As	0,002	0,01	0,1	0,2
Fe	0,005	0,05	0,05	0,1
Ni	0,002	0,2	0,2	—
Pb	0,005	0,01	0,05	0,3
Sn	0,002	0,05	0,05	—
S	0,005	0,01	0,01	0,02
O	0,08	0,1	0,1	0,15
Zn	0,005	—	—	—
Сумма примесей	0,1	0,3	0,5	1,0

Таблица 53

Механические свойства медных листов, лент и труб

Наименование	Состояние	Временное сопротив- ление раз- рыву кг/мм ²	Относи- тельное удлинение %
Листы обычной точности прокатки	Мягкие	20	30
	Твердые	30	3
Листы повышенной точ- ности прокатки	Мягкие	20	30
	Твердые	30	3
Ленты обычной точности прокатки	Мягкие	20	25
	Твердые	30	3
Трубы цельнотянутые	Отожженные	21	35

вается, отчего делается твердой и хрупкой. Наклеп устраняют отжигом: при малом наклепе при 350—450°, а при более сильном наклепе—около 200—250°. В самолетостроении медь применяют в виде листов, прутков, труб и заклепок. Листы и ленты изготовляют из меди марок М1, М2 и М3 обычной и повышенной точности прокатки и поставляют в отожженном состоянии (табл. 54 и 55).

Трубы изготовляют из меди марки М3, а заклепки из меди М2 (табл. 56).

Таблица 54

Сортамент и вес медных (М) и латунных (Л) листов

Толщина мм	Ширина и длина, мм					Теоретический вес 1 м ² кг	
	600×1500	710×1400	1000×2000	1200×3600	1800×3600	меди	латуни
0,5	М, Л	М, Л	—	—	—	4,45	4,25
0,6	М, Л	М, Л	—	—	—	5,34	5,10
0,7	М, Л	М, Л	—	—	—	6,23	5,95
0,8	М, Л	М, Л	М	—	—	7,12	6,80
0,9	М, Л	М, Л	М	—	—	8,01	7,65
1,0	М, Л	М, Л	М, Л	—	—	8,90	8,50
1,2	М, Л	М, Л	М, Л	—	—	10,68	10,20
1,5	М, Л	М, Л	М, Л	М	—	13,35	12,75
1,8	М, Л	М, Л	М, Л	М	—	16,02	15,30
2,0	М, Л	М, Л	М, Л	М	—	17,80	17,00
2,5	М, Л	М, Л	М, Л	М	—	22,25	21,25
3,0	М, Л	М, Л	М, Л	М	М	26,70	25,50
3,5	Л	М, Л	М, Л	М	М	31,15	29,75
4,0	Л	М, Л	М, Л	М	М	35,60	34,00
5,0	Л	М, Л	М, Л	М	М	44,50	42,50

Сортамент и вес лент красной меди (М) и латуни (Л)

Толщина мм	Ширина, мм			Теоретический вес 1 м ² кг	
	10—175	175—300	300—600	меди	латуни
0,1	М,Л	М,Л	—	0,89	0,85
0,12	М,Л	М,Л	—	1,07	1,02
0,15	М,Л	М,Л	—	1,34	1,28
0,2	М,Л	М,Л	М,Л	1,78	1,70
0,25	М,Л	М,Л	М,Л	2,23	2,13
0,3	М,Л	М,Л	М,Л	2,67	2,55
0,35	М,Л	М,Л	М,Л	3,12	2,98
0,4	М,Л	М,Л	М,Л	3,56	3,40
0,45	М,Л	М,Л	М,Л	4,01	3,83
0,5	М,Л	М,Л	М,Л	4,45	4,25
0,6	М,Л	М,Л	М,Л	5,34	5,10
0,7	М,Л	М,Л	М,Л	6,23	5,95
0,8	М,Л	М,Л	М,Л	7,12	6,80
0,9	М,Л	М,Л	М,Л	8,01	7,65
1,0	М,Л	М,Л	М,Л	8,90	8,50
1,2	М,Л	М,Л	М,Л	10,68	10,20
1,5	М,Л	М,Л	М,Л	13,35	12,75
1,8	М,Л	М,Л	М,Л	16,02	15,30
2,0	М,Л	М,Л	М,Л	17,80	17,0

**Заклепки медные с полукруглой головкой
(АСТ 308с)**

Диаметр стержня мм	Длина стержня мм	Припуск на замы- кающую головку мм	Диаметр стержня мм	Длина стержня мм	Припуск на замыкающую головку мм
1,6	3,5	2,4	3,0	6—14	4,5
2,0	3,5—8	3,0	3,5	8—16	5,3
2,3	4—10	3,5	4,0	8—18	6,0
2,6	5—12	3,9	—	—	—

Медноцинковые сплавы. Сплавы меди с цинком в зависимости от содержания в них меди и цинка делятся на следующие:

Томпак	до 11% Zn
Полутомпак	» 20% Zn
Латунь	» 40% Zn
Мунц	» 40% Zn и до 2% Pb

Удельный вес этих сплавов зависит от содержания цинка и колеблется от 8,3 до 8,9.

Состав медноцинковых сплавов приведен в табл. 57, а в табл. 58 указаны механические свойства полуфабрикатов из этих сплавов.

Чаще всего в самолетостроении применяются латуни Л-59 и Л-62. Эти латуни можно обрабатывать в горячем и холодном состоянии. При обработке в холодном состоянии латунь наклепывается; для устранения наклепа латунь нагревают до 630—700°, а потом медленно охлаждают. Под действием внутренних напряжений загартованная латунь может самопроизвольно распрескиваться. Чтобы избежать этого и сохранить загартовку, латунь подвергают такому отпуску: нагревают до 250° и затем охлаждают.

Помимо обычных латуней в самолетостроении применяют ряд специальных латуней: алюминиевые, марганцовистые, кремнистые и железистые (табл. 59).

Состав медноцинковых сплавов (в %). ГОСТ 312
(Остальное — цинк)

Сплав	Марка	Cu	Pb	Sn	Fe	P	As	Sb	Bi
Томпак	ЛТ-90	89—91	0,03	Следы	0,1	Следы	Следы	Следы	Следы
Полутомпак . . .	Л-80	79—81	0,03	0,05	0,1	0,01	0,01	0,005	-
Латунь	Л-68	67—70	0,03	0,10	0,1	0,01	0,01	0,005	,
Латунь	Л-62	60,5—63,5	0,1	0,15	0,15	0,01	0,01	0,005	0,003
Латунь	Л-59	57—60	0,5	0,20	0,3	0,01	0,01	0,01	0,003
Мунц	ЛС-59	57—60	0,8—1,9	0,25	0,3	0,02	0,02	0,01	0,003
Латунь морская .	ЛМ-70	69—71	0,07	1,0—1,5	0,05	Следы	Следы	Следы	Следы
Латунь морская .	ЛМ-62	63—61	0,2	1,0—1,5	0,1	То же	То же	То же	То же

Таблица 58

Механические свойства листов, лент, труб из медноникелевых сплавов

Название	Марка сплава	Состояние	Временное сопротивление разрыву кг/мм ²	Относительное удлинение %
Листы и ленты обычного качества	Л-59	Мягкие	35	9
		Полутвердые	38	15
		Твердые	43	8
	ЛС-59	Мягкие	35	20
		Твердые	45	5
	Л-62	Мягкие	30	30
		Полутвердые	35	20
		Твердые	40	10
Листы и ленты повышенного качества	ЛС-59	Мягкие	35	20
		Твердые	45	35
	Л-62	Мягкие	31	35
		Полутвердые	38	20
		Твердые	42	10
	Л-68	Мягкие	30	40
		Полутвердые	35	25
		Твердые	40	15
Трубы латунные цельнотянутые	Л-62, Л-68, ЛМ-70	Отожженные	30	38
	Л-68, ЛМ-70	Твердые	35	30
	Л-62	Твердые	35	20
Трубы радиаторные	ММЦ	—	50—60	—

Таблица 59

Состав специальных латуней (в %)
(Остальное — цинк).

Марка	Cu	Al	Mn	Fe	Si	Прочие
Алюминиевые						
ЛА70-1	69-71	0,8-1,2	—	—	—	—
ЛА67-2,5	66-68	2-3	—	—	—	—
Марганцовистые						
ЛМцЖ28-1,5-1	57-60	—	1-2	0,5-1,0	—	—
ЛМцЖ52-4-1	50-54	—	3,5-4,5	0,8-1,2	—	Ni
ЛМцНЖ52-2-2-1	50-54	—	1,8-1,2	0,7-1,1	—	1,8-2,2 Pb
ЛМцГ58-2-2	57-60	—	1,5-2,5	—	—	1,5-2,5
Кремнистые						
ЛКС-65-1,5-3	64-66	—	—	—	1,3-1,6	Pb 2,5-3,5 Pb
ЛКС80-3-3	79-81	—	—	—	3-4	3-4
ЛКС80-3,5	79-81	—	—	—	3-4	—
Железистые						
ЛЖМцО59-1-0,5-0,5	57-60	0,1-0,2	0,5-0,8	0,6-1,2	—	Sn 0,8-0,7 Pb
ЛЖС57-1-1	56-58	—	—	0,7-1,3	—	0,7-1,3

Меднооловянистые сплавы обычно называют бронзой. К ним относятся также сплавы меди, не содержащие олова, но имеющие структуру и механические свойства, сходные с оловянистыми бронзами.

Оловянистые бронзы представляют собой сплавы меди с оловом, содержащие также цинк и фосфор (табл. 60).

Таблица 60

Состав оловянистых бронз (в %)
(Остальное — медь)

Марка	Sn	Zn	Pb	P
БрО 10	10	—	—	—
БрОЦ 10-2	10	2	—	—
БрОЦ 8-4	8	4	—	—
БрОЦС 6-6-3	6	6	3	—
БрОФ 6-0,4	6	—	—	0,4
БрОЦ 4-3	4	3	—	—
БрОФ 10-1	10	—	—	1
БрОС 8-12	8	—	12	—

Безоловянистые бронзы (табл. 61) можно применять в качестве заменителей оловянистых бронз.

Таблица 61

Состав безоловянистых бронз (в %)
(Остальное — медь)

Марка	Al	Fe	Mn	Прочие
БрА5	5	—	—	—
БрА7	7	—	—	—
БрА10	10	—	—	—
БрАМц9-2	9	—	2	—
БрАЖК9-4	9	4	—	—
БрАЖМц10-3-1,5	10	3	1,5	—
БрАЖН10-4-4	10	4	—	Ni 4
БрАЖН10-6-6	10	6	—	Ni 6
БрКМц3-1	—	—	1	Si 8,5
БрМц5	—	—	5	—
БрС30	—	—	—	Pb 30
БрМцС8-20	—	—	8	Pb 20

БАББИТЫ

Баббитами называют антифрикционные сплавы для заливки подшипников. Баббиты должны обладать довольно низкой твердостью, чтобы вал истирался возможно меньше; вместе с тем твердость должна быть достаточной, чтобы выдерживать давление вала и действующих на него усилий. Баббит должен быть микропористым, чтобы он мог удерживать смазку, и пластичным, чтобы хорошо прирабатываться к валу. Коэффициент трения баббита по стали должен быть возможно меньше.

Баббиты делятся на оловянистые, свинцово-оловянистые и свинцовые. В авиационной промышленности применяют только оловянистые баббиты (табл. 62).

Таблица 62

Состав оловянистых баббитов (в %) и применение их
(Остальное — олово)

Cu	Sb	Ni	Применение
3,5—4,5	4,5—5,0	0,0—0,55	Для коренных подшипников
3,5—4,0	4,0—5,0	0,45—0,55	Для стальных вкладышей
2,6—2,8	4,5—5,0	—	Для центробежной заливки
4,0—4,5	4,5—5,0	—	Для наплавки внешних поверхностей стальных деталей

ПРЕДОХРАНЕНИЕ МЕТАЛЛОВ ОТ КОРРОЗИИ

Коррозия. Коррозией называют разрушение металла или сплава, вызываемое химическими и электрохимическими процессами. Основными видами коррозии являются следующие:

- 1) равномерная коррозия, при которой разрушается вся поверхность металла с одинаковой скоростью;
- 2) местная коррозия, когда разрушаются отдельные участки поверхности;
- 3) селективная коррозия, отличающаяся тем, что разрушается одна из составляющих структуры сплава;

4) *интеркристаллитная коррозия*, когда сплав разрушается по границам составляющих его зерен (кристаллитов).

Методы защиты. Для предохранения металлов и сплавов от коррозии применяют следующие способы: 1) покрытие другими металлами; 2) образование на поверхности оксидной пленки; 3) протекторы; 4) покрытие красками, лаками, смолами и т. п.

Металлические покрытия. В самолетостроении металлические покрытия наносят гальваническим способом, разбрызгиванием и плакированием.

Гальваническим способом на поверхность наносят слой другого металла, чаще всего цинка или кадмия, толщиной 0,01—0,03 мм. Применяют также никелирование и хромирование, но в большинстве случаев они служат не столько для защиты от коррозии, сколько для декоративной отделки.

Разбрызгивание (*шоопирование*) заключается в нанесении на поверхность изделия мельчайших брызг расплавленного металла, которые, плотно соединившись с обрабатываемым металлом, образуют на его поверхности защитный слой. Для этого рода покрытий чаще всего применяют сплав цинка с кадмием.

Плакирование заключается в том, что на поверхность защищаемого металла накладывают тонкий слой более стойкого против коррозии металла и прокатывают их вместе до получения очень тонкой защитной пленки. Этот способ чаще всего применяют для защиты алюминиевых и магниевых сплавов, являясь слой чистого алюминия, более устойчивого против коррозии. При обработке плакированных сплавов надо предохранять плакированную поверхность от повреждений (царапин, рисок, истирания и т. п.).

Оксидные пленки. В зависимости от металла на его поверхности можно получать различные оксидные пленки. Так, для защиты стали применяют воронение и фосфатирование, а для защиты алюминия, магния и их сплавов анодную поляризацию и дихромизацию.

При воронении на поверхности стали образуется слой магнитной окиси железа сине-черного цвета, получаемой путем погружения изделия в нагретую до 300° азотную кислоту.

Фосфатирование (*паркеризация*) состоит в образовании на поверхности стали средних фосфатов марганца и железа. Для этого изделия погружают в раствор диглофата (первичная кислая марганцевая соль фосфорной кислоты).

Путем анодной поляризации на поверхности изделия получают оксидную пленку. Наиболее распространен метод Бейтоу, заключающийся в том, что детали помещают в электролитическую ванну и присоединяют к аноду. Для алюминия и его сплавов электролитом является раствор хромового ангидрида, а для магния — раствор азотной кислоты и хромпика. Через ванну пропускают электрический ток; катодом служат графитовые пластинки.

Классификация. Пластическими массами (пластмассами или пластиками) называют обширную группу искусственных материалов, обладающих способностью под действием тепла и давления принимать требуемую форму. Основной составляющей частью пластмасс являются искусственные смолы. Поэтому пластмассы можно классифицировать в зависимости от того, какая смола служит основанием для получения данного пластика.

Пластмассы из фенольноформальдегидовых смол в промышленности носят название *бакелита*, причем в зависимости от вида применяемого наполнителя различают волокнистые и слоистые бакелиты. К слоистым пластикам относятся *текстолит*, *гетинакс*, *балянит*.

Пластмассы из глифталевых смол получают путем склеивания глифталевой смолой листочков слюды для получения материала, обладающего электронизолирующими свойствами.

Пластмассы, применяемые в самолетостроении. Для изготовления фонарей, козырьков, прозрачных башен и обтекателей применяют целлулоид, целлон и акрилаты.

Целлулоид, изготавливаемый из нитроцеллюлозы и камфоры, легко воспламеняется; при низких температурах становится хрупким, а при высоких размягчается. От действия солнечных лучей целлулоид желтеет и со временем теряет прозрачность.

Целлон (*родонд*, *целластонд*), состоящий из ацетилцеллюлозы и смягчающего ее вещества (пластификатора), не воспламеняется, как целлулоид. Хотя целлон сам горит, но горения не поддерживает. При низких температурах становится хрупким, а при повышении температуры размягчается; от действия солнца не меняет своей прозрачности и цвета.

Акрилаты (*органическое стекло*, *плексиглас*, *плексиглам*, *акрилоид*, *акронал*) представляют соединения спиртов и акриловой или метакриловой кислоты.

Акрилаты негорючи, очень прозрачны, становятся пластичными под действием тепла, хорошо склеиваются с металлом и деревом. Основные свойства прозрачных пластмасс приведены в табл. 63.

Обработка плексигласа. Для распиливания плексигласа вручную употребляют ножовочные полотна длиной 300 мм, толщиной 0,6—0,8 мм с 22 зубьями на 1 дюйм. При распиливании на ленточных пилах плексигласа толщиной до 5 мм применяют пилы шириной 20 мм с зубьями высотой 0,6—1,5 мм; более толстый плексиглас режут пилами с зубьями выше 1,5 мм. Перед разрезыванием плексиглас оклеивают легкой бумагой. Окружная скорость пилы — не менее 15 м/сек.

Вместо распиливания плексиглас можно резать электроножками, лезвия которых должны иметь температуру 450—600°; подача — 0,5 мм/мин. Электроножками можно вырезать сложные контуры, тогда

Основные свойства прозрачных пластмасс

Свойство	Целлулоид	Целлон	Плексиглас (акрилат)
Удельный вес	1,3	1,25	1,18
Твердость H_B	24,0	6,1	18,0
Сопротивление растяжению, $кг/мм^2$	5,1	2,1	4,0
Относительное удлинение, %	12,6	19,8	4,0
Остаточное удлинение, %	6,9	10,5	0,5
Истираемость, $мм$	3,2	15,2	2,8

как распиливание в этом случае может вызвать раскалывание плексигласа.

Отверстия можно сверлить и пробивать. При сверлении ручную сверлилку диаметром 2—10 мм сверло надо затачивать под углом 60° и сообщать ему 200 об/мин. При сверлении на станках сверло должно делать не более 1000 об/мин.; оптимальная величина подачи— 0,13 мм/мин.

При пробивании сначала отверстие пробивают электропилом (отполированный остро заточенный стержень), нагретым до 550—600°, а затем устанавливают на матрицу с отверстием такого же диаметра и нажимают пуансон.

Плексиглас хорошо поддается также точению и фрезерованию. При шлифовании и полировании плексигласа употребляют пасты ВИАМ. Паста № 1 служит для устранения мелких царапин, а № 2— для полирования.

Для склеивания плексигласа употребляют ацетон, применяя запрессовку с давлением 0,3 кг/см², и высушивание в течение 2—3 час. Шов выдерживает разрывающее усилие до 4 кг/см².

Конструкционные пластмассы. Значительное количество деталей самолета изготовляют из пластмасс. Бакелит с текстолитовой крошкой применяют для изготовления роликов, а из бакелита с волокнистым наполнителем делают ручки управления пилота. Хвостовые колеса тяжелых самолетов и пропеллеры делают из текстолита путем прессования, а путем фрезерования или долбления — шестерни, делаящие зубчатую передачу совершенно бесшумной. Шестерня из пластмассы всегда должна работать в паре с металлической. При скорости вращения, не превышающей 800 мин, нагрузка на текстолитовую шестерню может быть меньше, чем на стальную, а при более высо-

ких скоростях вращения текстолитовые шестерни надежнее стальных.

Балинит представляет химически обработанный шпон, соединенный фенольноформальдегидными смолами. Балинит изготовляют различных марок. Балинит ПШ обладает временным сопротивлением сжатию $1080-1450 \text{ кг/см}^2$ и временным сопротивлением статическому изгибу $1650-2650 \text{ кг/см}^2$. Балинит ПШ поставляется в виде плит толщиной 30 мм и более; из него изготовляют тисочные матрицы, оправки, формблоки и т. п.

Балинит 2БЗЖК представляет конструкционный материал, выпускаемый в плитах толщиной 10—140 мм, из которого можно изготовлять лопасти пропеллеров, лонжероны крыла, профилированные стрингеры, а также шестерни, передающие большие усилия.

Из листового балинита толщиной до 10 мм изготовляют обшивку агрегатов самолета.

Текстолиты и гетинаксы употребляют для внутренней обшивки самолетов, так как им можно придать изысканную поверхность. Кроме того, эти пластмассы опрессовки и их можно мыть водой и протирать бензином.

Асболит и пластик КФЗ, состоящие из бакелита и асбестового волокна с наполнителями (глина, гипс и т. п.), применяют для тормозных лент. Эти пластмассы хорошо работают на сжатие, но плохо выдерживают ударные нагрузки. Поэтому тормозная лента должна точно совпадать с тормозной колодкой, иначе лента будет рваться (в первую очередь около отверстий для заклепок).

Ленты типа ВИАМ-12, представляющие асбестовую ленту, пропитанную бакелитовыми смолами, свободны от этого недостатка, так как они достаточно гибки; их можно пригнать к колодке при несопадении радиусов ленты и колодки до $\pm 10\%$.

РЕЗИНА

В самолетостроении резину применяют для уплотнения различных трубопроводов, для амортизации толчков и снятия вибраций, для электроизоляции и в виде авианокрышек и камер.

Вулканизированный асбест, или паронит, служит для различных уплотняющих прокладок в маслопроводах. Его изготовляют в виде листов различной толщины.

Дюритовые рукава выпускают с внутренним диаметром 4—90 мм. Рукава для воды должны выдерживать давление 10 ат, для масла и бензина также 10 ат.

II. ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ И ТЕХНИКА ИЗМЕРЕНИЙ

ДОПУСКИ И ПОСАДКИ

Принципы взаимозаменяемости и стандартизации. Необходимым условием правильной постановки массового и серийного и даже индивидуального производства изделий является изготовление взаимозаменяемых деталей.

Взаимозаменяемость заключается в том, что данную деталь можно заменить любой такой же деталью из всего изготовленного количества без всяких подгонок и переделок.

Применение взаимозаменяемых деталей для тех или иных изделий, машин или сооружений значительно ускоряет сборку, что уменьшает расход на изготовление изделия. Взаимозаменяемость деталей в значительной степени зависит от работ по стандартизации, являющейся основным условием для создания взаимозаменяемых деталей.

Стандартизация. Этот термин происходит от английского слова «стандарт», в переводе означающего «образец». Иногда работы, относящиеся к области стандартизации, называют нормализацией. Обычно под терминами «стандартизация», «нормализация» понимают совокупность работ по установлению определенных образцов или норм на форму, размеры, качество и т. д. В СССР руководство работами в области стандартизации сосредоточено во Всесоюзном комитете по стандартизации при СНК СССР, который утверждает общесоюзные стандарты (сокращенно ОСТ). Кроме того, работы по стандартизации ведут научно-исследовательские институты, фабрики и заводы, располагающие для этой цели специальным бюро. На обязанности этих бюро лежит разработка отраслевых (наркоматских) и заводских нормативов на все виды продукции, изготавливаемые в данной промышленности. Заводские бюро по стандартизации проводят работы по унификации, т. е., беря за основу утвержденные общесоюзные стандарты на ту или иную продукцию, сокращают номенклатуру изделия, что позволяет сократить все затраты, связанные с изготовлением изделия.

Нормальные диаметры, длины и радиусы скруглений для обрабатываемых деталей. К числу основных общесоюзных стандартов, обеспечивающих принцип взаимозаменяемости, относятся стандарты на: 1) нормальные диаметры (табл. 64), 2) нормальные длины для обра-

ботанных деталей (табл. 65) и 3) радиусы скруглений для обработанных деталей (табл. 66 и 67).

Таблица 64

Нормальные диаметры общего назначения (в мм) (ОСТ/ВКС 6270)

0,6	15	48	115	270	4	28	78	175	390
0,8	16	50	120	280	4,5	30	80	180	400
1	17	52	125	290	5	32	82	185	410
1,2	18	55	130	300	6	34	85	190	420
1,5	19	58	135	310	7	35	88	195	430
1,8	20	60	140	320	8	36	90	200	440
2	21	62	145	330	9	38	92	210	450
2,2	22	65	150	340	10	40	95	220	460
2,5	23	68	155	350	11	42	98	230	470
2,8	24	70	160	360	12	44	100	240	480
3	25	72	165	370	13	45	105	250	490
3,5	26	75	170	380	14	46	110	260	500

Таблица 65

Нормальные длины для обработанных изделий (в мм)
(ОСТ 4138)

		52								
	(5,5)	55	105	155	205					
		58								
1	6	60	110	160	210	260	310	360	410	460

		11									
		12	62								
		13									
		14									
1,5	(6,5)	15	65	115	165	215					
		16									
		17									
		18	68								
		19									
2	7	20	70	120	170	220	270	320	370	420	470
		21	-								
		22	72								
		23									
		24									
2,5	(7,5)	25	75	125	175	225					
		26									
		27									
		28	78								
3	8	30	80	130	180	230	280	330	380	430	480

		82	82								
		84									
8,5	(8,5)	85	85	135	185	235					
		86									
		88	88								
4	9	40	90	140	190	240	290	340	390	440	490
		42	92								
		44									
4,5	(9,5)	45	95	145	195	245					
		46									
		48	98								
5	10	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500

Примечаний. 1. Длины, отмеченные скобками, по возможности не применять.

2. Для длин свыше 500 мм следует придерживаться интервалов в 10 мм.

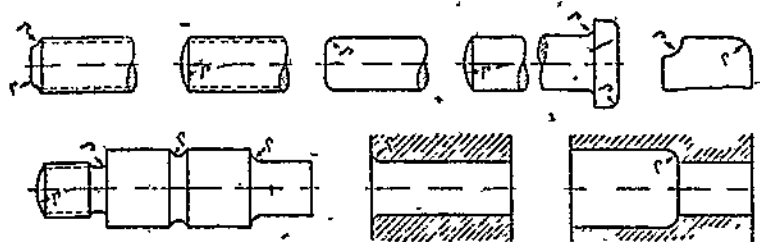
Радиусы скруглений для обработанных деталей (в мм) ОСТ 4137

Ряд 1	0,2	—	0,4	—	—	0,6	—	—	1,5	—	—	2,5	—	4
Ряд 2	0,2	0,3	0,4	—	0,5	0,6	0,8	1,25	1,5	2	—	2,5	—	4
Ряд 1	—	6	—	—	10	—	16	—	20	—	25	—	—	40
Ряд 2	5	6	8	9	10	12	16	18	20	22	25	28	30	40
Ряд 1	—	50	60	—	—	80	—	100	—	125	—	—	160	200
Ряд 2	45	50	60	—	70	80	90	100	110	125	140	—	160	200

Радиусы сопряженных валов и втулок (в мм) ОСТ 4137

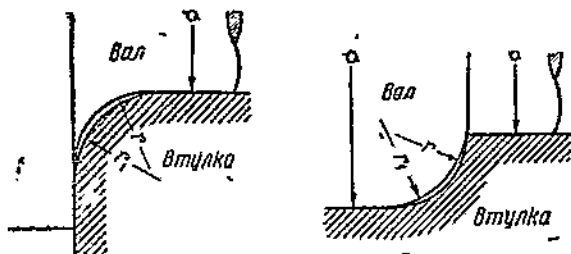
Радиус скругления	Д и а м е т р в а л а													
	10—18	20—28	30—45	48—68	70—100	105—150	155—200	210—260						
r	0,6	1,5	2	2,5	3	4	5	6						
r ₁	1	2	2,5	3	4	5	6	8						

При выборе радиуса скругления следует применять преимущественно радиусы, указанные в первом ряде табл. 66. На фиг. 1 и 2 показаны примеры скруглений.



Фиг. 1. Примеры скруглений.

Применение этих стандартов позволяет значительно уменьшить номенклатуру режущего и мерительного инструмента, что приводит к снижению стоимости самого инструмента, к более четкой работе заводского материального склада и способствует осуществлению взаимозаменяемости деталей.

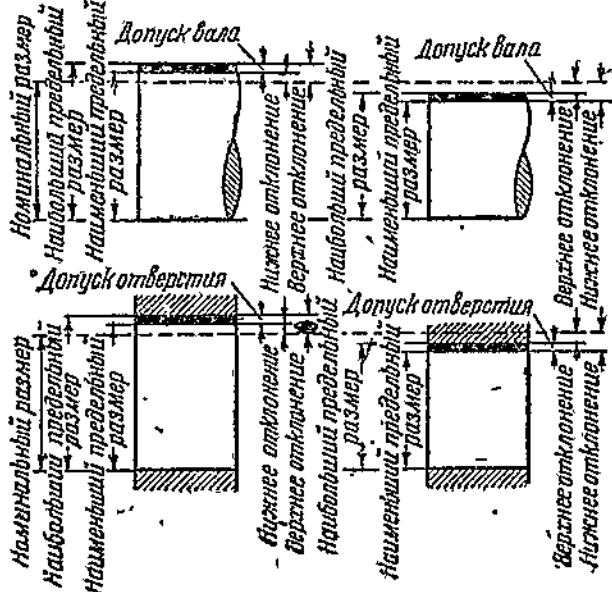


Фиг. 2. Скругление сопряженных валов и втулок.

Чтобы сократить номенклатуру нормальных диаметров, длин и радиусов скруглений для обработанных деталей, каждая отрасль промышленности и отдельные заводы проводят работы по унификации, т. е., беря за основу общесоюзные стандарты, изучают возможность установить применяемые в данной промышленности пределы тех или иных величин, установленных общесоюзными стандартами. Унификация позволяет еще более сократить номенклатуру применяемого инструмента, материала и обеспечить взаимозаменяемость деталей.

СИСТЕМА ДОПУСКОВ И ПОСАДОК ОСТ

Основные понятия. Допуски, отклонения (фиг. 3). Номинальный размер есть основной расчетный размер. При установлении размеров для валов и отверстий расчетные размеры необходимо округлять, подбирая ближайшие к ним размеры для ряда нормальных диаметров (см. табл. 64).



Фиг. 3. Допуски и отклонения.

Действительным размером называется размер, получающийся при непосредственном измерении.

Предельными размерами называются размеры, между которыми может колебаться действительный размер. Один из них называется наибольшим предельным размером, другой — наименьшим.

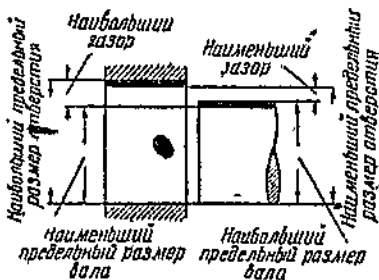
Допуском называется разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами.

Верхним отклонением называется разность между наибольшим предельным размером и номинальным размером.

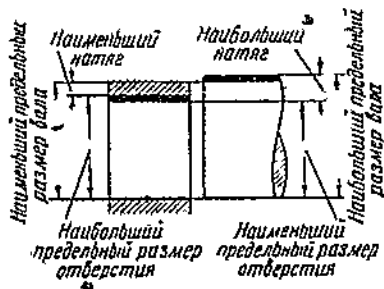
Нижним отклонением называется разность между наименьшим предельным размером и номинальным размером.

Действительным отклонением называется разность между действительными и номинальными размерами.

Зазор, натяг, посадка (фиг. 4 и 5). При сборке двух деталей, входящих одна в другую, различают внешнюю, «охватывающую» поверхность и внутреннюю, «охватываемую» поверхность. Один из размеров соприкасающихся поверхностей называется «охватывающим», а другой «охватываемым». Для круглых тел охватывающая поверхность носит общее название «отверстие», а охватываемая «вал»; соответствующие размеры называются — «диаметр отверстия» и «диаметр вала».



Фиг. 4. Зазоры.



Фиг. 5. Натяги.

Зазором называется положительная разность между диаметрами отверстия и вала, создающая свободу их относительного движения.

Наибольшим зазором называется разность между наибольшим предельным размером отверстия и наименьшим предельным размером вала.

Наименьшим зазором называется разность между наименьшим предельным размером отверстия и наибольшим предельным размером вала.

Натягом называется отрицательная разность между диаметром отверстия и диаметром вала до сборки, создающая после сборки неподвижные соединения.

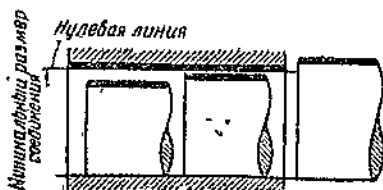
Наибольшим (по абсолютному значению) **натягом** называется разность между наименьшим предельным размером отверстия и наибольшим предельным размером вала.

Наименьшим (по абсолютному значению) **натягом** называется разность между наибольшим предельным размером отверстия и наименьшим предельным размером вала.

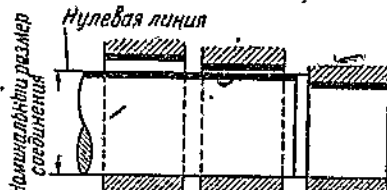
Допуском зазора или натяга называется разность между наибольшим и наименьшим зазором или наибольшим и наименьшим натягом. Таким образом допуск зазора или натяга равен сумме допусков вала и отверстия. У обеих деталей соединения номинальный размер вала и отверстия должен быть один и тот же. Он называется *номинальным размером соединения*.

Посадка определяет характер соединения двух вставленных одна в другую деталей и обеспечивает в той или иной степени, за счет разности фактических размеров, свободу их относительного перемещения или прочность их неподвижного соединения. Посадки разделяются на две основные группы:

1) посадки для свободного движения, при которых обеспечивается возможность относительного перемещения соединенных деталей во время работы;



Фиг. 6. Система отверстия.



Фиг. 7. Система вала.

2) посадки неподвижные, при которых во время работы не должно быть относительного перемещения соединенных деталей.

Системой допусков называется планомерно построенная совокупность допусков и посадок. Система допусков подразделяется:

- 1) по основанию системы — на систему отверстия и систему вала;
- 2) по величине допусков — на несколько степеней (классов) точности;
- 3) по величине зазоров или натягов — на ряд посадок.

Система отверстия (фиг. 6) характеризуется тем, что для всех посадок одной и той же степени точности (одного класса), отнесенных к одному и тому же номинальному диаметру, предельные размеры отверстия остаются постоянными. Осуществление различных посадок достигается за счет соответствующего изменения предельных размеров вала.

В системе отверстия *номинальный размер* является *наименьшим предельным размером* отверстия.

Система вала (фиг. 7) характеризуется тем, что для всех посадок одной и той же степени точности (одного класса), отнесенных к од-

ному и тому же номинальному диаметру, предельные размеры вала остаются постоянными. Осуществление различных посадок достигается соответствующим изменением предельных размеров отверстия. В системе вала предельный размер является наибольшим предельным размером вала.

Обе системы являются несимметричными предельными, причем допуск отверстий в системе отверстия всегда будет направлен в сторону увеличения отверстия (в тело), а допуск вала в системе вала — в сторону уменьшения вала (в тело).

При графическом построении допусков пользуются понятием «нулевая линия».

Нулевая линия служит началом отсчета отклонений от номинального размера, причем в системе отверстия она определяет размер наименьшего отверстия, а в системе вала — наибольшего вала.

В зависимости от величины допусков зазора и натяга при одинаковых посадках и одних и тех же номинальных диаметрах различают посадки разной степени точности, группируемые по отдельным классам точности. Установление нескольких классов точности имеет своей целью применение в производстве наиболее простого оборудования к простейшим методам обработки применительно к отдельным объектам производства.

Классы точности образуют две группы. Для соединений, требующих во всех случаях вполне отчетливого характера, применяют классы точности первой группы, обозначаемые 1, 2, 3 — в порядке убывающих степеней точности.

Классы обозначают арабскими цифрами в виде индексов к обозначениям посадок. Для облегчения начертания во втором классе точности ввиду большого его распространения индекс 2 опускается. Разрешается обозначать классы точности арабскими цифрами в строку с обозначением посадок.

Для более грубых соединений применяют классы точности второй группы, обозначаемые 4, 5, 6 — в порядке убывающих степеней точности.

Посадкам присвоены следующие наименования и обозначения (в порядке убывающих натягов и возрастающих зазоров).

Неподвижные посадки

Горячая	Гг
Прессовая	Пр
Глухая	Г
Тугая	Т
Напряженная	Н
Плотная	П

Подвижные посадки

Скользкая	С
Движения	Д
Ходовая	Х
Легкоходовая	Л
Широкоходовая	Ш

Основания систем обозначаются: отверстие — буквой А, вал — В. Отверстие в системе вала и вал в системе отверстия обозначаются буквами и цифрами соответствующих им посадок и классов точности.

В отдельных случаях, при невозможности по техническим и экономическим условиям уложиться в допуски, предписываемые системой, разрешается пользоваться комбинацией из отдельных элементов посадок системы отверстия и системы вала или комбинацией элементов посадок разных классов точности.

В особо исключительных случаях допускается пользоваться не входящими в систему, «индивидуальными» допусками.

Допуски для размеров поверхностей, не входящих в какое-либо соединение или же не влияющих непосредственно на характер соединения, называются допусками свободных размеров.

Характеристика системы ОСТ. Система ОСТ характеризуется следующими основными особенностями:

1. Для основных валов и отверстий система несимметричная, одно-сторонняя.

2. Система допусков признает равноправными систему отверстия и систему вала.

3. За нормальную температуру измерений принято 20°.

4. Размеры диаметров от 1 до 500 мм разбиты на двенадцать ступеней (градаций) и в пределах одной ступени допуск для каждой посадки остается постоянным.

5. В системе десять классов точности: 1, 2, 2а, 3, 3а, 4, 5, 7, 8 и 9.

6. В большинстве случаев каждый класс точности включает несколько либо неподвижных, либо подвижных посадок (табл. 68).

7. Единица допуска на неточность изготовления берется по формуле:

$$\delta = 1 \cdot \sqrt[3]{D},$$

где D — диаметр в мм, а δ выражена в микронах.

8. Для каждого класса точности принимается установленное число единиц допуска отверстия и допуска вала (табл. 69).

Классы точности; подвижные и неподвижные посадки

Класс точно- сти	Посадки	
	неподвижные	подвижные
1	Прессовая 1 Пр1 ₁ Прессовая 2 Пр2 ₁ Глухая Г ₁ Тугая Т ₁ Напряженная Н ₁ Плотная П ₁	Скользкая С ₁ Движения Д ₁
2	Горячая Гр Прессовая Пр Легкопрессовая Пл Глухая Г Тугая Т Напряженная Н Плотная П	Скользкая С Движения Д Ходовая Х Легкоходовая Л Широкоходовая Ш
2а	Глухая Г2а Тугая Т2а Напряженная Н2а Плотная П2а	Скользкая С2а
3	Прессовая 1 Пр1 ₃ Прессовая 2 Пр2 ₃ Прессовая 3 Пр3 ₃	Скользкая С ₃ Ходовая Х ₃ Широкоходовая Ш ₃
3а	—	Скользкая С3а
4	Прессовая Пр4	Скользкая С ₄ Ходовая Х ₄ Легкоходовая Л ₄ Широкоходовая Ш ₄
5	—	Скользкая С ₅ Ходовая Х ₅
7		Подвижные посадки в каждом классе, не имеющие специального названия; допуски отверстия обозначаются А ₇ , А ₈ и А ₉ и допуски вала В ₇ , В ₈ и В ₉
8		
9		

Классы точности и посадки по ОСТ

Наименование посадки	Обозначение	№ ОСТ для валов	Расчет посадки	Число единиц допуска на точность изготовления	
				вал	отвер- стий
Прессовая 2-1	Pr2 ₁	1041	Нижнему отклонению вала	0,4D ₁ +ITZ	
Прессовая 1-1	Pr1 ₁		По таблицам ISA		
Глухая	Г ₁	1011	Наибольшему натягу	$8 \sqrt[3]{D}$	
Тугая	Т ₁			$6 \sqrt[3]{D}$	
Напряженная	Н ₁			$4 \sqrt[3]{D}$	
Плотная	П ₁			$2 \sqrt[3]{D}$	
Скользящая	С ₁		Наименьшему зазору	—	
Данная	Д ₁			2,5 D ^{0,34}	
				3,5	4,8

(Продолжение табл. 69)

Наименование посадки	Обозначение	№ ОСТ для валов		Расчет посадки	Число единиц допусков на точность изготовления	
		вал	отверстий		вала	отверстия
Горячая	Гр	1042	1142	$D+15$	7,5	10,3
Прессовая	Пр	1043	1143	$0,5 D + \text{от } 9 \text{ до } 15 \text{ мм}$	5	7,5
Мягкопрессовая	Пл	1044	—	$0,25 D + \text{от } 7,5 \text{ до } 15 \text{ мм}$	4,8	—
Блуждающая	Г	1012		$10\sqrt[3]{D}$	4,8	
Тугая	Т			$7,5\sqrt[3]{D}$		
Напряженная	Н			$6\sqrt[3]{D}$		
Плотная	П			$2,5\sqrt[3]{D}$		
Скользящая	С			—		
Движения	Д	1022		$1,5\sqrt[3]{D}$	7,5	
Ходовая	Х			$4\sqrt[3]{D}$		
Легкоходовая	Л			$8\sqrt[3]{D}$		
Широкоходовая	Ш			$12\sqrt[3]{D}$	11,6	15

Класс точности	Наименование посадки	Обозначение	№ ОСТ для		Расчет посадки	Число единиц допуска на точность изготовления	
			валов	отверстий		вала	отверстия
2a	Глухая	Γ_{2a}				$5D^{0,34}$	
	Тугая	T_{2a}			Нижнему отклонению вала	$2,8\sqrt[5]{D}$	
	Напряженная	H_{2a}	1016	1026		$0,6\sqrt[3]{D}$	$\sim 7,5 \sim 11,6$
	Плотная	P_{2a}				По таблицам ISA	
	Скользящая	C_{2a}			Наименьшему зазору	—	
3	Прессовая 3-я	Pr_3			Наименьшему натягу	$D+30$	15
	Прессовая 2-я	Pr_2	1069	—		$D+30$	—
	Прессовая 1-я	Pr_1			Среднему натягу	$0,5 D + \text{от } 28 \text{ до } 40$	
	Скользящая	C_3				—	15
	Ходовая	X_3	1013	1023	Наименьшему зазору	$5\sqrt[5]{D}$	19
3a	Широкоходовая	Π_3				$12\sqrt[5]{D}$	25
	Скользящая	C_{3a}	1017	1027	Наименьшему зазору	—	~ 30

(Продолжение табл. 69)

Класс точности	Наименование посадок	Обозначение	№ ОСТ для валов	Расчет посадки	Число единиц допуска на точность изготовления	
					вала	отверстия
4	Прессовая	Pr ₄	1079	Наименьшему натягу	$D+60$	15
	Скользкая	C ₄	1014	Наименьшему зазору	—	50
	Холодовая	X ₄			$25\sqrt[3]{D}$	
	Легкоходовая	L ₄			$50\sqrt[3]{D}$	
	Широкоходовая	Ш ₄			$100\sqrt[3]{D}$	
5	Скользкая	C ₅	1015	Наименьшему зазору	—	160
	Холодовая	X ₅	1025		$50\sqrt[3]{D}$	160
7	Не для посадки	—	1010	—	—	192
8		—				300
9		—				476

Примечания. 1. Единица допуска в системе ОСТ берется равной $\delta=0,001 \sqrt[3]{D}$.
 2. Во всех формулах D принят в миллиметрах, а результат в микронах ($1 \mu=0,001 \text{ мм}$).
 3. В системе вала посадки G имеет число единиц допуска на неточность изготовления 5 и 10,3 единицы для отверстий. 4. Отклонения отверстий для посадок G_{28} , T_{28} и M_{28} подбираются так, чтобы зазоры и натяги в системе вала были одинаковыми с системой отверстий.

ДОПУСКИ И ПОСАДКИ НА ГЛАДКИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ИЗДЕЛИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В САМОЛЕТОСТРОЕНИИ

При установлении в 1931 г. допусков и посадок на гладкие цилиндрические изделия для нужд самолетостроения в основу были положены разработанные к тому времени общесоюзные стандарты на допуски и посадки. При выборе системы и установлении классов точности в основу был положен опыт работы нескольких самолетных заводов. Для самолетостроения в то время были приняты допуски и посадки 2-го и 3-го классов точности в системе отверстия и 4-го класса точности в системе вала. Из 2-го класса точности в системе отверстия были приняты четыре посадки — Г, Н, С, Х. Из 3-го класса точности в системе отверстия три посадки — С₃, Х₃ и Ш₃ и из 4-го класса точности в системе вала две посадки — С₄ и Л₄. Кроме того, был разработан авиационный стандарт 22АТ, предусматривающий допуски для диаметральных и линейных размеров, причем допуски имели симметричное расположение, так как имелось в виду получение действительных размеров ближе к номинальному размеру.

Авиационный стандарт 22АТ не предусматривал простановки отклонений в чертежах, а рекомендовал делать на них ссылку: «Размеры без допусков выполнять в пределах отклонения по 22АТ», а для руководства рабочих, имеющих дело с этим стандартом, предусматривалось вывешивание этого стандарта около рабочего места. Практика показала нецелесообразность применения авиационного стандарта 22АТ, вследствие того что симметричное расположение допусков делает конструкцию самолета тяжелее.

Дальнейшая практика самолетостроительных заводов внесла ряд дополнений и поправок в авиационные стандарты на допуски и посадки гладких цилиндрических изделий. Допуски и посадки, применяемые в настоящее время в самолетостроении, приведены в табл. 70.

Характеристика и примеры применения посадок, употребляемых в самолетостроении, указаны в табл. 71.

В табл. 72—80 приведены применяемые в самолетостроении допуски и посадки и их предельные отклонения.

Допуски на свободные размеры для механически обрабатываемых деталей. В практике самолетостроительных заводов допуски на изготовление и приемку механически обрабатываемых деталей для всех свободных диаметральных размеров, т. е. не оговоренных допусками в чертежах, устанавливают по 5-му классу точности — посадка С₅ (ОСТ 1015), причем на многих наших заводах допуски 5-го класса точности принято в таких случаях на чертежах не проставлять. Там, где допуски 5-го класса точности для наружного и внутреннего диаметров (при одновременном действии диаметральных размеров) отражаются на прочности и без того тонкой стенки, устанавливается 4-й класс точности — посадки С₄ (ОСТ 1014). При этом 4-й класс

Допуски и посадки, применяемые в самолетостроении

Система	Класс точности	Посадка	Обозначение посадки	№ ОСТ
Отверстия	2	Глухая	Г	1045
		Напряженная	Н	1047
		Скользкая	С	1049
		Движения	Д	1050
		Ходовая	Х	1051
Вала	2	Легкопрессовая	Пл	1141
		Напряженная	Н	1142
		Ходовая	Х	1151
Отверстия	3	Прессовая	Пр ₃	1069
		Скользкая	С ₃	1061
		Ходовая	Х ₃	1062
		Широкоходовая	Ш ₃	1063
Вала	3	Ходовая	Х ₃	1162
		Широкоходовая	Ш ₃	1163
Отверстия	4	Скользкая	С ₄	1071
		Ходовая	Х ₄	1072
		Легкоходовая	Л ₄	1073
		Широкоходовая	Ш ₄	1074
Вала	4	Скользкая	С ₄	1174
		Легкоходовая	Л ₄	1173
Отверстия	5	Скользкая	С ₅	1015
—	7	—	—	1010

Характеристика и примеры применения посадок в самолетостроении

Система	Класс точности	Посадка	Характеристика	Примеры применения
Отверстия	2	Г	Применяется в таких частях, которые должны безусловно плотно сидеть и могут быть соединены или разобраны только под давлением. Соединяемые части должны гарантировать невозможность проворачивания.	Для неразъемных деталей специального назначения, втулок, рычагов управления и т. д.
		Н	Применяется в таких частях, которые должны плотно сидеть и могут быть собраны или разобраны при помощи молотка без значительных усилий. Соединяемые части должны гарантировать невозможность проворачивания и продольного смещения.	Для частей, туго устанавливаемых на шпонках и снимаемых лишь изредка, для неразъемных втулок, рычагов и деталей специального назначения и т. д.
		С	Применяется в таких частях, которые при смазке еще передвигаются вручную без зазора с присасыванием.	Для деталей управления рулями и т. д.
Вала	2	Д	Применяется в таких частях, которые могут двигаться одна в другой, однако с очень небольшим зазором.	Для осей под распорные втулки и роликовые подшипники колеса шасси. Наружные диаметры всех смежных кондукторных втулок.

Система	Класс точности	Посадка	Характеристика	Примеры применения
Вала	2	X	Применяется в таких частях, которые должны перемещаться одна в другой с заметным зазором	Шпильки механизма управления, болты для качалок на валиках под шарикоподшипники для подвески элеронов
		Пл	Применяется в случаях, когда части должны сидеть безусловно плотно (наглухо) и насажены под значительным давлением. Разъединение должно последовать только при большом ремонте	Особый вид посадок, применяемых при запрессовке шарикоподшипников в корпусы
		H	Применяется в таких случаях, когда детали должны плотно сидеть одна в другой, однако могут быть собраны или разобраны при помощи молотка без значительных усилий. Соединяемые части должны быть предохранены от проворачивания и продольного смещения	Как исключение под постановку шарикоподшипников в корпусах качалок, где два шарикоподшипника: первый устанавливается по Пл, а второй по H
		X	Применяется в таких случаях, когда детали должны перемещаться одна в другой с заметным зазором	Для внутренних диаметров кондукторных втулок; эта посадка связана с размерами режущего инструмента

Система	Класс точности	Посадка	Характеристика	Примеры применения
Отверстия	3	PR_8	Применяется для деталей, где требуется надежное соединение без применения при этом каких-либо крепежных соединительных частей в виде шпонок, штифтов. Соединение достигается напряжением материала соединяемых поверхностей	Для запрессовки бронзовых и медных втулок в отверстие A_3 . На обточку втулок под накатку, которые подлежат запрессовке в дуралюмин
		C_9	Применяется в таких частях, которые должны легко входить одна в другую и перемещаться без присасывания	Для ступенчатых болтов
		X_0	Применяется в таких частях, которые должны перемещаться одна в другой с заметным, даже значительным зазором	Для крепежных болтов, валиков, клиньев, муфт, распорных втулок, роликков и соединения тяг с качалками и т. д.
		$Ш_0$	Применяется для деталей, между которыми желателен зазор еще больший, чем при X_2	По ширине деталей, которые ставятся на распорных втулках, собачках и крючках верхнего замка карданчика, цилиндра подъема шасси
Вала	3	X_d	Применяется в таких случаях, когда детали должны перемещаться одна в другой с заметным, даже значительным зазором	Отверстия в щеках замка шасси под оси рычагов; тиги, собачки

Система	Класс точности	Посадка	Характеристика	Примеры применения
Вала	3	Ш ₃	Применяется для деталей, между которыми желателен еще больший зазор, чем при Х ₃ . Применяется в исключительных случаях, когда на одной оси за счет переменного отверстия необходимо достигнуть различных сопряжений	Для специального назначения
Отверстия	4	С ₄	Применяются в таких частях, которые должны входить одна в другую с возможно малым зазором, несмотря на малую точность изготовления	Для деталей, которые не имеют сопряжений, но по силовым особенностям не допускают ослабления
		Х ₄	Применяется в таких случаях, которые требуют больших допусков, причем подвижность обеспечивается минимальным зазором	Для втулок к ручным помпам, съемных рычагов, осей рычагов и вилок
		Л ₄	Применяется для деталей со значительными допусками, причем должен быть большой зазор между деталями	Для деталей, имеющих цилиндрические сопряжения; стаканчики, идущие в трубы тяг
		Ш ₄	Применяется для деталей со значительными допусками, которые должны сидеть свободно одна в другой с очень большим зазором	Для специального назначения

Система	Класс точности	Посадка	Характеристика	Примеры применения
Вала	4	C ₄	Применяется в таких частях, которые должны входить одна в другую с возможно малым зазором, несмотря на малую точность изготовления	Особый вид посадок, применяемых для арматуры типа АМ
		L ₄	Применяется в таких частях, которые должны входить одна в другую с большим зазором	
Отверстия	5	C ₅	Применяется в тех деталях и конструкциях, где не требуется большой точности в изготовлении Во всех случаях, когда размеры механических деталей не оговорены допусками Кроме того, допуски могут быть также применены: а) для случаев, где между соединяемыми частями требуется большой зазор; б) при назначении допусков для расстojаний грубо сделанных отверстий	
		7	Во всех линейных размерах сварных и клепаных узлов, не оговоренных допусками	

Допуски и посадки 2-го класса точности в системе отверстия, применяемые в самолетостроении (предельные отклонения)

Номиналь- ные диаметры мм	Размеры в микронах (1 микрон = 1μ = 0,001 мм)											
	Отклоне- ния отвер- стия А	П о с а д к и								ходовая Х		
		глухая Г		напря- женная Н		сколь- зящая С		движе- ния Д				
		Отклонения вала										
		нижн.	верхн.	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.		верхн.	нижн.
От 1 до 3	0	+10	+13	+6	+7	+1	0	-6	-3	-9	-8	-18
Свыше 3 до 5	0	+13	+16	+8	+9	+1	0	-8	-4	-12	-10	-22
Свыше 6 до 10	0	+16	+20	+10	+12	+2	0	-10	-6	-15	-13	-27
Свыше 10 до 18	0	+19	+24	+12	+14	+2	0	-12	-6	-18	-15	-33
Свыше 18 до 30	0	+23	+30	+15	+17	+2	0	-14	8	-22	-20	-40
Свыше 30 до 50	0	+27	+35	+18	+20	+3	0	-17	-10	-27	-25	-50
Свыше 50 до 80	0	+30	+40	+20	+23	+3	0	-20	-12	-32	-30	-60
Свыше 80 до 120	0	+35	+45	+23	+26	+3	0	-23	-15	-38	-40	-75
Свыше 120 до 180	0	+40	+52	+25	+30	+4	0	-27	-18	-45	-50	-90
Свыше 180 до 260	0	+45	+60	+30	+35	+4	0	-30	-22	-52	-60	-105
Свыше 260 до 360	0	+50	+70	+35	+40	+4	0	-35	-26	-60	-70	-125
Свыше 360 до 500	0	+60	+80	+40	+45	+5	0	-40	-30	-70	-80	-140

Таблица 73

Допуски и посадки 8-го класса точности в системе отверстий, применяемые в самолетостроении (предельные отклонения)

Номинальные диаметры <i>мм</i>	Размеры в микронах							
	Отклонения отверстия <i>A₃</i>		П о с а д к и					
			скользящая <i>C₈</i>	ходовая <i>H₈</i>		широкохо- довая <i>Ш₈</i>		
				Отклонения вала				
	нижн.	верх.	верх.	нижн.	верх.	нижн.	верх.	нижн.
От 1 до 3	0	+20	0	-20	-7	-32	-17	-50
Свыше 3 до 6	0	+25	0	-25	-11	-44	-25	-65
Свыше 6 до 10	0	+30	0	-30	-15	-55	-35	-85
Свыше 10 до 18	0	+35	0	-35	-20	-71	-45	-105
Свыше 18 до 30	0	+45	0	-45	-25	-85	-60	-130
Свыше 30 до 50	0	+50	0	-50	-32	-100	-75	-160
Свыше 50 до 80	0	+60	0	-60	-40	-120	-95	-195
Свыше 80 до 120	0	+70	0	-70	-50	-140	-120	-235
Свыше 120 до 180	0	+80	0	-80	-60	-165	-150	-285
Свыше 180 до 260	0	+90	0	-90	-75	-195	-180	-330
Свыше 260 до 360	0	+100	0	-100	-90	-225	-210	-380
Свыше 360 до 500	0	+120	0	-120	-105	-255	-250	-440

Таблица 74

Допуски и посадки 4-го класса точности в системе отверстия, применяемые в самолетостроении (предельные отклонения)

Номинальные диаметры <i>мм</i>	Размеры в микронах									
	Отклонения отверстий A_4	Грубые посадки								
		скользящая C_4		ходовая H_4		легкоходная L_4		широкоходная $Ш_4$		
		Отклонения вала								
		нижн.	верхн.	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.	верхн.
От 1 до 3	0	+60	0	-60	-30	-90	-60	-120	-120	-180
Свыше 3 до 6	0	+80	0	-80	-40	-120	-80	-160	-160	-240
Свыше 6 до 10	0	+100	0	-100	-50	-150	-100	-200	-200	-300
Свыше 10 до 18	0	+120	0	-120	-60	-180	-120	-240	-240	-360
Свыше 18 до 30	0	+140	0	-140	-70	-210	-140	-280	-280	-420
Свыше 30 до 50	0	+170	0	-170	-80	-250	-170	-340	-340	-500
Свыше 50 до 80	0	+200	0	-200	-100	-300	-200	-400	-400	-600
Свыше 80 до 120	0	+230	0	-230	-120	-350	-230	-460	-460	-700
Свыше 120 до 180	0	+260	0	-260	-130	-400	-260	-530	-530	-800
Свыше 180 до 250	0	+300	0	-300	-150	-450	-300	-600	-600	-900
Свыше 250 до 360	0	+340	0	-340	-170	-500	-340	-680	-680	-1000
Свыше 360 до 500	0	+380	0	-380	-190	-570	-380	-760	-760	-1100

Допуски и посадки 5-го класса точности в системе отверстия, применяемые в самолетостроении (предельные отклонения)

Номинальные диаметры <i>мм</i>	Размеры в микронах					
	Отклонения отверстия A_5		П о с а д к и			
			Скользящая $C_5 = B_5$			
			Отклонения вала		Зазоры	
	нижн.	верхн.	верхн.	нижн.	наиб.	наим.
От 1 до 3	0	+120	0	-120	240	0
Свыше 3 до 6	0	+160	0	-160	320	0
Свыше 6 до 10	0	+200	0	-200	400	0
Свыше 10 до 18	0	+240	0	-240	480	0
Свыше 18 до 30	0	+280	0	-280	560	0
Свыше 30 до 50	0	+340	0	-340	680	0
Свыше 50 до 80	0	+400	0	-400	800	0
Свыше 80 до 120	0	+460	0	-460	920	0
Свыше 120 до 180	0	+530	0	-530	1060	0
Свыше 180 до 260	0	+600	0	-600	1200	0
Свыше 260 до 360	0	+680	0	-680	1360	0
Свыше 360 до 500	0	+760	0	-760	1520	0

Допуски и посадки 2-го класса точности в системе вала, применяемые в самолетостроении (предельные отклонения)

Номинальные диаметры <i>мм</i>	Размеры в микронах					
	Отклонения вала В	Посадки				
		напряженная		ходовая		
		Отклонения отверстия				
		верхн. нижн.	нижн.	верхн.	нижн.	верхн.
От 1 до 3	0 -6	-7	+3	+8	+12	
Свыше 3 до 6	0 -8	-9	+4	+10	+27	
Свыше 6 до 10	0 -10	-12	+4	+13	+33	
Свыше 10 до 18	0 -12	-14	+5	+16	+40	
Свыше 18 до 30	0 -14	-17	+6	+20	+50	
Свыше 30 до 50	0 -17	-20	+7	+25	+60	
Свыше 50 до 80	0 -20	-23	+8	+30	+70	
Свыше 80 до 120	0 -23	-26	+9	+40	+90	
Свыше 120 до 180	0 -27	-30	+10	+50	+105	
Свыше 180 до 260	0 -30	-35	+11	+60	+120	
Свыше 260 до 360	0 -35	-40	+12	+70	+140	
Свыше 360 до 500	0 -40	-45	+15	+80	+160	

Таблица 77

Допуски и посадки 2-го класса точности в системе вала, применяемые в самолетостроении. (Легкопрессовая посадка)

Номинальные диаметры <i>мм</i>	Размеры в микронах							
	Вал В.		Отверстие Пя			Натяг		
	Отклонения				Допуск отверстия	наиб.	наим.	допуск натяга
	верхн.	нижн.	нижн.	верхн.				
От 1 до 3	0	- 6	- 16	- 6	10	16	0	16
Свыше 3 до 6	0	- 8	- 21	- 8	13	21	0	21
Свыше 6 до 10	0	- 10	- 26	- 10	16	26	0	26
Свыше 10 до 18	0	- 12	- 32	- 13	19	32	1	31
Свыше 18 до 30	0	- 14	- 39	- 16	23	39	2	37
Свыше 30 до 50	0	- 17	- 47	- 20	27	47	3	44
Свыше 50 до 80	0	- 20	- 55	- 25	30	55	5	50
Свыше 80 до 120	0	- 23	- 70	- 33	37	70	10	60
Свыше 120 до 180	0	- 27	- 85	- 45	40	85	18	67
Свыше 180 до 260	0	- 30	- 105	- 60	45	105	30	75
Свыше 260 до 360	0	- 35	- 135	- 85	50	135	50	85
Свыше 360 до 500	0	- 40	- 170	- 110	60	170	70	100

Таблица 78

Допуски и посадки 3-го класса точности в системе вала, применяемые в самолетостроении (предельные отклонения)

Номинальные диаметры <i>мм</i>	Размеры в микронах					
	Отклонения вала B_3	Посадки				
		ходовая X_3		широкоходовая $Ш_3$		
		Отклонения отверстий				
		верхн. нижн.	нижн.	верхн.	нижн.	верхн.
От 1 до 3	0 -20	+7	+32	+17	+50	
Свыше 3 до 6	0 -25	+11	+44	+25	+65	
Свыше 6 до 10	0 -30	+15	+55	+35	+85	
Свыше 10 до 18	0 -35	+20	+70	+45	+105	
Свыше 18 до 30	0 -45	+25	+85	+60	+130	
Свыше 30 до 50	0 -50	+32	+100	+75	+160	
Свыше 50 до 80	0 -60	+40	+120	+95	+195	
Свыше 80 до 120	0 -70	+50	+140	+120	+235	
Свыше 120 до 180	0 -80	+60	+165	+150	+285	
Свыше 180 до 250	0 -90	+75	+195	+180	+350	
Свыше 250 до 360	0 -100	+90	+225	+210	+380	
Свыше 360 до 500	0 -120	+105	+255	+250	+440	

Таблица 79

Допуски и посадки 4-го класса точности в системе вала, применяемые в самолетостроении (предельные отклонения)

Номинальные диаметры <i>мм</i>	Размеры в микронах					
	Отклонения вала B_4		Грубые посадки			
			скользящая C_4		легкоходовая L_4	
	Отклонения вала					
	верхн.	нижн.	нижн.	верхн.	нижн.	верхн.
От 1 до 3	0	-60	0	+60	+60	+120
Свыше 3 до 6	0	-80	0	+80	+80	+160
Свыше 6 до 10	0	-100	0	+100	+100	+200
Свыше 10 до 18	0	-120	0	+120	+120	+240
Свыше 18 до 30	0	-140	0	+140	+140	+280
Свыше 30 до 50	0	-170	0	+170	+170	+340
Свыше 50 до 80	0	-200	0	+200	+200	+400
Свыше 80 до 120	0	-230	0	+230	+230	+460
Свыше 120 до 180	0	-250	0	+260	+260	+530
Свыше 180 до 260	0	-300	0	+300	+300	+600
Свыше 260 до 360	0	-340	0	+340	+340	+680
Свыше 360 до 500	0	-380	0	+380	+380	+760

Таблица 80

Допуски и посадки 7-го класса точности, применяемые
в самолетостроении (предельные отклонения)

Номинальные диаметры <i>мм</i>	Отверстие A_7		Вал B_7	
	Отклонения в микронах			
	нижн.	верхн.	верхн.	нижн.
От 1 до 3	0	+250	0	-250
Свыше 3 до 6	0	+300	0	-300
Свыше 6 до 10	0	+360	0	-360
Свыше 10 до 18	0	+430	0	-430
Свыше 18 до 30	0	+520	0	-520
Свыше 30 до 50	0	+620	0	-620
Свыше 50 до 80	0	+740	0	-740
Свыше 80 до 120	0	+870	0	-870
Свыше 120 до 180	0	+1000	0	-1000
Свыше 180 до 260	0	+1150	0	-1150
Свыше 260 до 360	0	+1350	0	-1350
Свыше 360 до 500	0	+1550	0	-1550

точности рекомендуется применять только для наружных диаметров. Внутренние диаметры по возможности оставлять по 5-му классу точности. Допуски 4-го класса в таких случаях обязательно проставляются на чертежах.

Допуски на линейные размеры механически обрабатываемых деталей. Допуски на линейные размеры механически обрабатываемых деталей согласно абзацному стандарту 98СТ устанавливаются по 5-му и 7-му классам точности. Допуски на линейные размеры длин отрезанных механически обрабатываемых деталей назначают по 5-му и 7-му классам точности (табл. 81). По 5-му классу точности устанавливают, например, допуски на общие длины болтов, не имеющих на конце фаски (гладкие конические, цилиндрические шпильки, нарезанные шпильки, хвостовики стаканов заделок стоек и подкосов и т. п.). Допуски 7-го класса точности устанавливают тогда, когда по конструктивным и технологическим соображениям требуется изготовить детали с большей точностью, например длины болтов с фасками на конце, длины резьб на проход, длины рабочих болтов и валиков, длины распорных втулок и т. п.

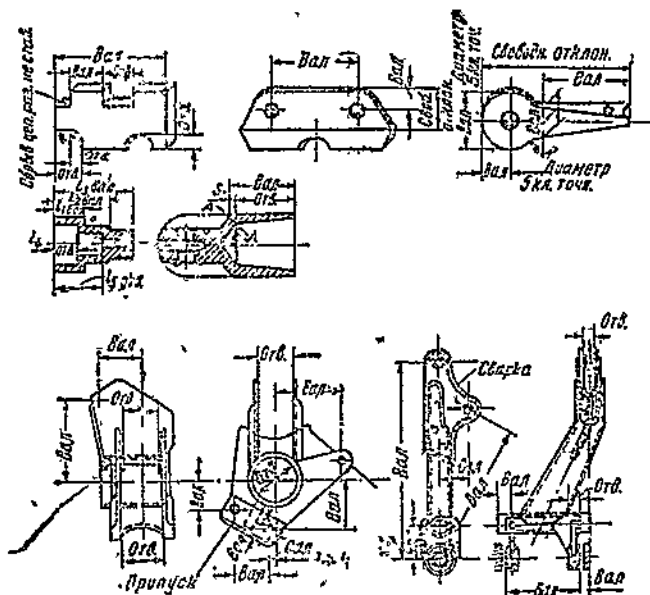
Таблица 81

Допустимые отклонения на длины отрезные

Номинальные размеры мм	Допустимые отклонения, мм	
	по В ₇	по С ₅ = В ₅
1—3	—0,25	—0,12
3—6	—0,3	—0,16
6—10	—0,36	—0,20
10—18	—0,43	—0,24
18—30	—0,52	—0,28
30—50	—0,62	—0,34
50—80	—0,74	—0,40
80—120	—0,87	—0,46
120—180	—1,0	—0,53
180—250	—1,16	—0,60
250—350	—1,35	—0,68

В табл. 82 и 83 указаны допуски на линейные размеры под ключ и прорези для шпильки. Допуски на изготовление и приёму сварных и клепаных узлов и конструкций, не оговоренные допусками в чертежах, устанавливают по 7-му классу точности. Там, где допуски 7-го класса точности отражаются на прочности детали, уста-

Устанавливают допуски по 5-му классу точности. Примеры, иллюстрирующие, что считать за отверстие и вал в линейных размерах деталей, на которых проставлены допуски 5-го и 7-го классов точности, показаны на фиг. 8.



Фиг. 8. Примеры, иллюстрирующие, что считать за отверстие и что за вал в предельных размерах деталей.

Из приведенных примеров видно, что допуски (+ или —) идут в тело. Благодаря такому расположению допусков относительно номинала сохраняется общее правило «допуск идет в тело». Условные обозначения «вал» или «отверстие», благодаря такому определению, дают минусовое или плюсовое отклонение размера. Минусовое отклонение «вал» в расстояниях между центрами отверстий гарантирует сохранение размера проушины в пределах ее допуска. В сварных конструкциях, где усадка может быть большей, чем позволяют допуски 7-го класса точности, рекомендуется давать «пропуск» на тело проушины, который после разметки отверстия удаляют.

Таблица 82

Допустимые отклонения на прорези под шпильки

Номинальные размеры мм	Допустимые отклонения по A_7 мм
1—3	$\pm 0,25$
3—6	$\pm 0,30$
6—10	$\pm 0,38$

Таблица 83

Допустимые отклонения на размеры под ключ

Номинальные размеры мм	Допустимые отклонения, мм	
	для вала C_6	для отверстий A_6
3—6	$-0,16$	$\pm 0,16$
6—10	$-0,20$	$\pm 0,20$
10—18	$-0,24$	$\pm 0,24$
18—30	$-0,28$	$\pm 0,28$
30—50	$-0,34$	$\pm 0,34$
50—80	$-0,40$	$\pm 0,40$
80—120	$-0,46$	$\pm 0,46$

Допуски на расстояния между центрами ряда обрабатываемых кондукторами отверстий

Класс точности	Расстояние между центрами, мм		
	до 50	50—200	200—500
1	$\pm 0,015$		
2	$\pm 0,020$	$\pm 0,020$	
3	$\pm 0,060$	$\pm 0,030$	$\pm 0,040$
4	$\pm 0,200$	$\pm 0,100$	$\pm 0,150$
5	$\pm 0,500$	$\pm 0,250$	$\pm 0,300$
		$\pm 0,800$	$\pm 1,000$

КОНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Основные понятия, термины и обозначения. При осуществлении взаимозаменяемости очень часто приходится сталкиваться с изготовлением точных конических соединений. Успешность сборки и правильная, надежная работа того или иного узла с коническим соединением зависят от точности пригонки этих конических валов и отверстий.

Изготовление правильных по форме и размерам конических соединений представляет большие затруднения, чем цилиндрических круглых соединений. В табл. 85 и на фиг. 11 приведены основные понятия, термины и обозначения конических соединений, относящихся к промышленным изделиям, оформляемым поверхностью прямого круглого конуса, преимущественно на станках типа токарных.

Нормальные конусности. Конусность K (фиг. 12) есть отношение разности диаметров двух поперечных сечений конуса к расстоянию между ними:

$$K = \frac{D-d}{l} = 2 \operatorname{tg} \alpha.$$

В табл. 86 приведены нормальные конусности, применяемые в общем машиностроении.

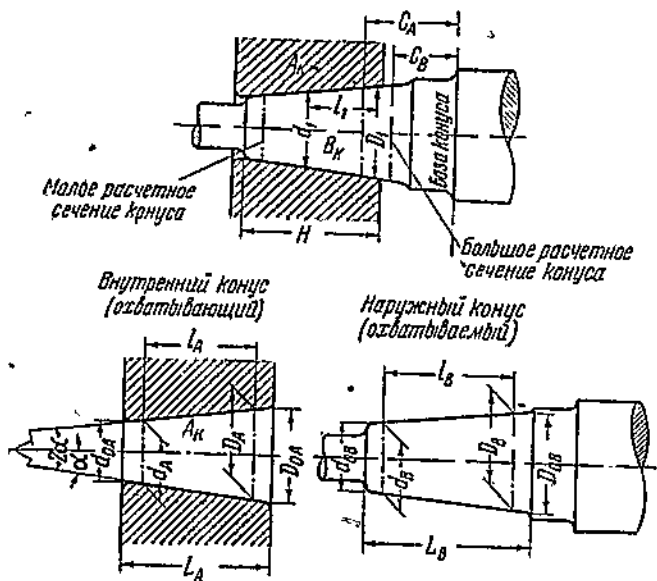
Кроме указанных в табл. 86 конусностей общего назначения, можно применять специальные конусности для следующих назначений: 1:1,5 для тяжелых винтовых трубных соединений с коническим уплотнением; 7:24 (3¼" на 1") для концов цилиндров фрезерных станков диаметром 70 мм; 1:7 для муфт в арматуростроении; конус Морзе по ОСТ 113 для станков и инструмента; 1:12 для шарико- и рессороподшипников на конических оплечах; 1:10° для винтов по дереву (ОСТ 190).

В конструкциях самолета применяют нормальные конусности те же, что и в общем машиностроении, за исключением конусностей 1:200; 1:100; 1:8; 1:1,207 и 1:0,652.

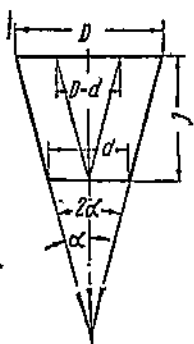
Примеры применения нормальных конусностей в самолетостроении указаны в табл. 87.

Наибольший диаметр конуса следует брать из данных для нормальных диаметров по ОСТ (см. табл. 64). Исключения составляют штифты, винты и заклепки, конусы Морзе.

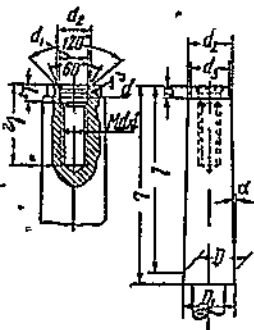
Конусы для инструмента. Конусы для инструмента выбирают, исходя из конструкции инструмента и характера его соединения. Виды конусов для инструмента показаны на фиг. 13—15, а размеры приведены в табл. 88—90.



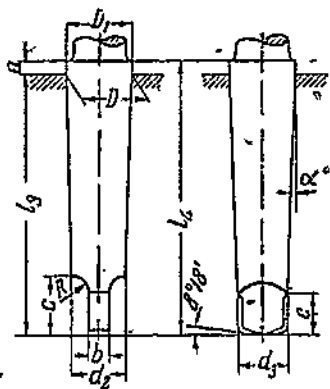
Фиг. 11. Конические соединения.



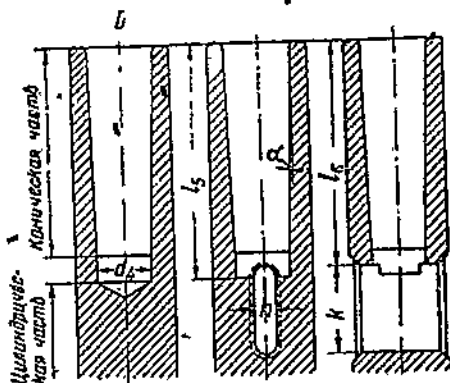
Фиг. 12. Конусность.



Фиг. 13. Конус для инструмента — хвостовик без лапки.



Фиг. 14. Конус для инструмен-
та — хвостовик с лапкой.



Фиг. 15. Колус для инструмента — втулка-гнездо.

Основные понятия, термины и обозначения конических
соединений (ОСТ
ВКС 7530)

Термин	Обозначение	О п р е д е л е н и е
Конические соединения	—	Соединение сопряженных конусов
Конус	—	а) Изделие или часть изделия с конической поверхностью сопряжения б) Коническая поверхность для сопряжения
Наружный конус	B_K	Охватываемая коническая поверхность соединения (охватываемый конус)
Внутренний конус	A_K	Охватываемая коническая поверхность соединения (охватывающий конус)
Поверхность конического соединения	S	Общая поверхность соприкосновения наружного и внутреннего конусов
Длина (высота) конического соединения	H	Высота поверхности конического соединения
Основание конуса	—	Круг, образованный пересечением конуса с плоскостью, к которой он примыкает непосредственно или при помощи переходной поверхности
Большое основание конуса	—	Большее из двух оснований конуса
Малое основание конуса	—	Меньшее из двух оснований конуса
Длина конуса	L	Расстояние между основаниями конуса
Большой диаметр конуса	D_0	Диаметр большого основания конуса

Термин	Обозначение	О п р е д е л е н и е
Малый диаметр конуса	d_0	Диаметр малого основания конуса
Угол конуса	2α	Угол между двумя образующими конуса в осевом сечении
Угол уклона	α	Половина угла конуса
Конусность	K	Отношение разности диаметров двух поперечных сечений конуса к расстоянию между ними: $K = \frac{D_1 - d_1}{l_1} = 2 \operatorname{tg} \alpha$
Уклон	l	Половина конусности $l = \operatorname{tg} \alpha$
Расчетное сечение конуса	—	Сечение конуса вблизи одного из его оснований, в соответствии с удобствами измерения
Расчетный диаметр	D, d	Диаметр расчетного сечения. Расчетное сечение конуса вблизи большого основания называется <i>большим расчетным сечением</i> , а вблизи малого основания — <i>малым расчетным сечением</i> ; их диаметры называются <i>большим расчетным диаметром</i> и <i>малым расчетным диаметром</i>
Расчетная длина конуса	l	Расстояние между расчетными сечениями
База конуса	—	Плоскость, перпендикулярная к оси конуса, по отношению к которой определяются положения сечений конуса
Базорасстояние	C, c	Расстояние от базы конуса до одного из расчетных его сечений, принимаемое за основное

Примечание. В случаях, когда в обозначениях элементов конуса необходимо четко разграничить наружный и внутренний конусы, к обозначению первого прибавляется индекс *B*, а к обозначению второго — индекс *A*.

Нормальные конусности

$$\left(\frac{\text{ССТ}}{\text{ВКС}} 7652 \right)$$

Конусность K	Угол конуса $2\alpha^\circ$	Угол уклона α°	Обозначение
1:200	0° 17' 13"	0° 8' 37"	1:200
1:100	0° 34' 23"	0° 17' 12"	1:100
1: 50	1° 8' 46"	0° 34' 23"	1: 50
1: 30	1° 54' 35"	0° 57' 18"	1: 30
1: 20	2° 51' 51"	1° 25' 56"	1: 20
1: 15	3° 49' 6"	1° 54' 33"	1: 15
1: 10	5° 43' 29"	2° 51' 45"	1: 10
1: 8	7° 9' 10"	3° 34' 33"	1: 8
1: 5	11° 25' 16"	5° 42' 38"	1: 5
1: 3	18° 55' 30"	9° 27' 45"	1: 3
1:1,866	30°	15°	30°
1:1,207	45°	22° 30'	45°
1:0,866	60°	30°	60°
1:0,652	75°	37° 30'	75°
1:0,500	90°	45°	90°
1:0,289	120°	60°	120°

Нормальные конусности, применяемые в самолетостроении

Конус- ность <i>K</i>	Угол конуса $2\alpha^\circ$	Угол уклона α°	П р и м е н е н и е
1:50	1° 8' 45"	0° 34' 23"	Конические штифты и концы для надевания рукояток
1:30	1° 54' 35"	0° 57' 18"	Конусные болты
1:20	2° 51' 51"	1° 25' 56"	Конусные болты
1:15	3° 49' 6"	1° 54' 33"	Для носка вала (втулки пропеллера)
1:10	5° 43' 29"	2° 51' 45"	Пропеллерные втулки, гайка клапана (зажимная), тарелка пружины (верхняя), передняя половина коленчатого вала
1:7	8° 7' 50"	4° 3' 55"	Уплотняющий конус для крапов
1:5	11° 25' 16"	5° 42' 38"	Ось ротора магнето
1:3	18° 55' 36"	9° 27' 45"	Конус тарелок клапана
1:1,866	30°	15°	Болты с конической головкой
1:1,207	45°	22° 30'	Специальные болты, фаски
1:0,866	60°	30°	Уплотняющие конусы ниппельных винтовых соединений труб
1:0,500	90°	45°	Чистые винты и болты с потайными головками, чистые винты с потайными чечевичкообразными головками, заклепки с потайными головками, конец нарезной части винта и штифта, конусы вентиля и клапанов
1:0,289	120°	60°	Предохранительная расточка центрирующих отверстий, внутренняя расточка (фаска) резьбовых изделий

Конусы для инструмента — хвостовик без ланки
(фиг. 13)

№ конуса	D_1	D	D_2	D_3	α	L	l	a	d	$Md \times t$	$d_1 d_2$	l_2	l_1	r
Морзе 0	9,212	9,045	6,401	5,5	12° 9' 26"	54	50,82,5	—	—	—	—	—	—	0,5
1	12,239	12,063	9,371	8	1° 25' 44"	57,5	54	3	—	M4×0,75	6	15	—	0,5
2	17,931	17,781	14,534	13	1° 25' 49"	69	65	4	—	M8×1,25	10	30	—	0,5
3	24,052	23,826	19,76	18	1° 26' 15"	85,5	81	4	13	M12×1,75	15	38	60,5	60,5
4	31,544	31,269	25,909	24	1° 29' 15"	108,5	103,2,5	5	17	M16×2	19	45	81	81
5	44,732	44,401	37,47	35	1° 30' 25"	138	131,76	6	20	M18×2,5	23	60	103	103
6	63,762	63,350	53,752	50	1° 29' 35"	192	184,1,7	7	26	M24×3	30	80	204	204
Метрические 4	4,1	4	2,85	2	1° 25' 56"	25	23	2,2	—	—	—	—	—	0,5
6	6,15	6	4,4	3,5	1° 25' 56"	35	32	2,5	—	—	—	—	—	0,5
50	50,25	50	42,9	40	1° 25' 55"	147	142	6	20	M18×2,5	28	60	103	103
80	80,4	80	70,2	65	1° 25' 55"	204	195	8	32	M30×3,5	36	80	205	205

Конусы для инструмента—

№ конуса	D	D_1	d_2	d_3	l_3
Морзе 0	9,045	9,212	6,115	5,9	56,3
" 1	12,065	12,239	8,973	8,7	62,0
" 2	17,781	17,981	14,060	13,6	74,5
" 3	23,826	24,032	19,133	18,6	93,5
" 4	31,269	31,544	25,156	24,6	117,7
" 5	44,401	44,732	36,549	35,7	149,2
" 6	63,350	63,762	52,422	51,3	209,6
Метрические 50	50	50,25	42	41	160
" 80	80	80,4	69	67	220

Конусы для инструмента —

№ конуса	Метрические		М о р		
	4	6	0	1	2
d_1	3,0	4,6	6,7	9,7	14,9
l_5	25	34	51,9	55,5	66,9
l_6	21	29	49	52	63
k	2,5	3,5	4,1	5,4	6,6
K	8	12	14,5	18,5	22,0
α	1° 25' 56"	1° 26' 56"	1° 29' 26"	1° 25' 44"	1° 25' 49"
D	4,0	6,0	9,045	12,065	17,781

Таблица 89

хвостовик с лапкой (фиг. 14)

l_4	a	b	c	e	α	R	r
59,5	3,2	3,9	10,4	6,4	1° 29' 26"	4	1,0
65,5	3,5	5,2	14,5	9,5	1° 25' 44"	5	1,25
78,5	4,0	6,3	17,1	11,1	1° 25' 49"	6	1,5
98,0	4,5	7,9	21,3	14,3	1° 26' 15"	7	2,0
123,0	5,3	11,9	24,9	15,9	1° 29' 15"	9	2,5
155,5	6,3	15,9	30,0	19,0	1° 30' 25"	11	3,0
217,5	7,9	19,0	45,6	28,6	1° 29' 35"	17	4,0
165	5	17	32	18	1° 25' 26"	14	3,0
228	8	26	47	24	1° 25' 26"	23	5,0

Таблица 90

втулка-гнездо (фиг. 15)

з е				Метрические	
3	4	5	6	50	80
20,2	26,5	38,2	54,8	43,6	71,4
83,2	105,7	134,5	187,1	145	200
78	98	125	177	136	186
8,2	12,2	16,2	19,3	17,3	26,3
27,5	32,0	37,5	47,5	40	52
1° 26' 15"	1° 29' 15"	1° 30' 25"	1° 29' 35"	1° 25' 55"	1° 25' 56"
23,826	31,269	44,401	63,350	50,0	80,0

РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Назначение резьбы. Винтовая резьба в промышленности является одним из видов связей отдельных деталей между собой, поэтому она также должна быть взаимозаменяемой.

В самолетостроении винтовая резьба применяется, главным образом, для скрепления разъемных деталей, работающих в качестве обычных болтовых соединений. Резьба в самолетостроении, как правило, снабжается законтривающими приспособлениями, предотвращающими самоотвинчивание в условиях вибраций при эксплуатации самолета.

Допуски для резьб по ОСТ. Основные винтовые резьбы, применяемые в промышленности, стандартизованы. В общесоюзных стандартах на резьбы и их допуски указаны все основные данные, характеризующие каждый вид резьбы, а именно: профиль резьбы, основные размеры на каждый элемент резьбы, допуски и т. д. В табл. 91 приведены названия резьб, номера общесоюзных стандартов и диаметры резьб, охваченных общесоюзными стандартами и применяющихся в промышленности. Профили основных резьб изображены на фиг. 16.

Однако не все виды резьбы, приведенные в табл. 91, применяют в той или иной области промышленности. Отдельные отрасли промышленности, максимально ориентируясь на общесоюзные стандарты с учетом специфической особенности каждой отрасли промышленности, в целях сокращения номенклатуры резьбы разрабатывают отраслевые или ведомственные нормы на резьбы и их допуски.

Для самолетостроения разработаны специальные нормы на резьбы и их допуски, благодаря чему удалось значительно сократить номенклатуру резьб, а следовательно, и номенклатуру применяемого резьбо-нарезного и мерительного инструмента, уменьшить потребление материала, идущего на изготовление инструмента, сократить складское хозяйство и т. д.

Взаимозаменяемость резьбовых соединений в самолетостроении. Стандарты на резьбы и допуски для них в основном были разработаны в 1931 г. При разработке этих стандартов были приняты утвержденные к тому времени общесоюзные стандарты на резьбы и допуски основной крепежной и мелких метрических резьб. Этими стандартами (вначале они значились под номерами ВСТО2-26, ВСТО2-27, ВСТО2-28, затем АСТ57 — АСТ62 и АСТ75 — АСТ80) были охвачены метрические резьбы с наименьшим шагом: крепежная первая, вторая и третья мелкие метрические резьбы, шаг которых находился в пределах от 0,4 до 2 мм, а диаметр от 2 до 200 мм. Преобладающей резьбой в этих стандартах являлась метрическая мелкая резьба с шагом 1,5 и 2 мм.

В последующие годы в связи с корректированием общесоюзных стандартов на резьбы, а также для сокращения номенклатуры резьб,

Основные резьбы по ОСТ

Резьбы	Резьба ОСТ	Диаметр резьб	Д пуски резьб ОСТ	Класс точ ности резьб	Количество резьб по диаметрам болта и гайки
Метрическая основ ная крепежная . . .	32	6—68 мм	1251—1252	2 и 3	26
То же	94	1—5	1254—1255	2 и 3	11
Метрическая первая мелкая	193	72—600	1253	2 и 3	77
Метрическая первая мелкая	271	1—400	1256	1, 2 и 3	96
Метрическая вторая мелкая	272	6—300	1256	1, 2 и 3	73
Метрическая третья мелкая	4120	8—200	1256	1, 2 и 3	51
Метрическая четвер тая мелкая	4121	9—150	1256	1, 2 и 3	40
Метрическая пятая мелкая	4122	42—125	1256	1, 2 и 3	20
Дюймовая	1250	$\frac{3}{16}$ "—4"	1261—1262	2 и 3	27
Трубиная цилиндри ческая	266	$\frac{1}{8}$ "—118"	—	—	38
Упорная одноходовая нормальная	7740	22—300 мм	—	—	39
Упорная одноходовая мелкая	7741	10—650	—	—	69
Упорная одноходовая крупная	7739	22—400	—	—	43
Трубиная коническая	20008-38	$\frac{1}{8}$ "—6"	20008-38	—	14
Коническая Бриггса	20008-38	$\frac{1}{8}$ "—2"	20010-38	—	11
Трапециoidalная одноходовая круп ная	2409	22—300 мм	7714	—	65
Трапециoidalная одноходовая нор мальная	2410	10—300	7714	—	72
Трапециoidalная одноходовая мел кая	2411	10—300	7714	—	71
Эдисона	4001	10—40	—	—	5

ведомственные стандарты на резьбу корректировались и резьбы уточнялись.

Номенклатура авиационных резьб по их наружному диаметру и шагу, принятая для самолетостроения, приведена в табл. 92. Эта номенклатура представляет собой выборку резьб из общесоюзных стандартов на метрическую основную крепежную и мелкие метрические резьбы (ОСТ 32, 94, 193, 271, 272, 4120, 4121 и 4122).

При установлении классов точности резьбовых соединений обычно исходят из классификации резьбовых соединений, установленных в зависимости от характера требований, предъявляемых к резьбе как к конструктивному элементу.

Взаимозаменяемость резьбовых пар определяется следующими пятью величинами, характерными для резьбы (фиг. 17):

- 1) наружным диаметром,
- 2) внутренним диаметром,
- 3) средним диаметром (или диаметром на сторонах),
- 4) шагом резьбы;
- 5) профилем нарезки и положением его относительно оси винта или гайки.

Осуществление взаимозаменяемости в резьбовых соединениях труднее, чем в гладких крутях деталях, так как резьбовой профиль состоит из пяти элементов.

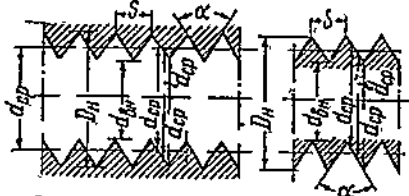
Допуски среднего диаметра имеют существенное значение в системе резьбовых допусков, так как допуски на отдельные элементы резьбы находятся в известной зависимости от соответствующих допусков на средний диаметр. Математическая связь между средним диаметром d_{cp} , углом α и шагом S определяется следующими основными предпосылками:

1. Всякое отклонение в величине шага S (положительное или отрицательное) требует в болтовой резьбе уменьшения, а в гаечной резьбе увеличения среднего диаметра. Чтобы ввинтить болт, например, с положительной ошибкой шага ΔS в теоретическую гайку, его средний диаметр необходимо уменьшить на величину

$$f_1 = \Delta S \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2},$$

где ΔS — абсолютная величина отклонения расстояния между двумя витками в пределах длины гайки;

α — угол профиля.



Внутренняя резьба Наружная резьба

Фиг. 17. Основные элементы резьбы.

Номенклатура шагов авиационных резьб (в мм)

Номинальный диаметр	Основная крепежная	Первая мелкая	Вторая мелкая	Третья мелкая	Четвертая мелкая	Пятая мелкая
2	0,4					
2,3	0,4					
2,6	0,45					
3	0,5					
4	0,7					
5	0,8					
6	1					
7	1*					
8	1,25	1				
9	1,25*					
10	1,5	1				
11	1,5*					
12	1,75	1,5	1			
14	2	1,5	1			
16	2	1,5	1			
18	2	1,5	1			
20	2	1,5	1			
22	2	1,5	1			
24		2	1,5	1		
27		2	1,5	1		
30		2	1,5	1		
33		2	1,5	1		

Номиналь- ный диа- метр	Основная крепёж- ная	Первая мелкая	Вторая мелкая	Третья мелкая	Четвер- тая мел- кая	Пятая мелкая
36			2	1,5	1	
39			2	1,5	1	
42			2	1,5	1	
45			2	1,5	1	
48			2	1,5	1	
52			2	1,5	1	
56				2	1,5	1
60				2	1,5	1
64				2	1,5	1
68				2	1,5	1
72				2	1,5	1
76				2	1,5	1
80				2	1,5	1
85				2	1,5	1
90				2	1,5	1
95				2	1,5	1
100				2	1,5	1
105				2	1,5	
110				2	1,5	
115				2	1,5	

(Продолжение табл. 92)

Номиналь- ный диа- метр	Оси вная крепеж- ная	Первая елкая	Вторая мелкая	Третья мелкая	Четве- тая мел- кая	Пятая мелкая
120				2	1,5	
125				2	1,5	
130				2	1,5	
135				2	1,5	
140				2	1,5	
145				2	1,5	
150				2	1,5	
155				2		
160				2		
165				2		
170				2		
175				2		
180				2		
185				2		
190				2		
195				2		
200				2		
По данным	ОСТ 94 и 32	ОСТ 271	ОСТ 272	ОСТ 4120	ОСТ 4121	ОСТ 4122

Примечания. 1. Резьбы, отмеченные звездочками, по возможности не применять.

2. Шаги, обведенные рамкой, применяются в самолето- и моторостроении для крепежной резьбы.

Компенсация ошибок в шаге для метрической резьбы выражается следующей математической величиной:

$$f_1 = 1,732 \sigma S,$$

где σS — отклонение в микронах (абсолютная величина) по шагу резьбы, определяемое как отклонение в величине расстояния между любыми двумя витками в пределах длины свинчивания (высоты гайки).

Компенсация ошибок в дюймовой резьбе определяется следующим образом:

$$f = 1,921 \sigma S.$$

2. Всякое отклонение в величине угла α (положительное или отрицательное) требует в болтовой резьбе уменьшения, а в гаечной резьбе увеличения среднего диаметра d_{cp} . При правильно выполненном шаге болта, но при угле с положительной ошибкой $\sigma \frac{\alpha}{2}$ средний диаметр болта для ввинчивания в теоретическую гайку необходимо уменьшить на некоторую величину f_2 .

Компенсация ошибок в угле для метрической резьбы выражается следующей величиной:

$$f_2 = 0,44 S \sigma \frac{\alpha}{2},$$

где S — шаг резьбы в мм;

$\sigma \frac{\alpha}{2}$ — среднее арифметическое абсолютных отклонений половины угла резьбы в минутах.

Компенсация ошибок в угле для дюймовой резьбы, выраженная математической величиной, принимает следующий вид:

$$f_2 = 0,35 S \sigma \frac{\alpha}{2}.$$

На практике обычно получают одновременно ошибки в шаге и ошибки в угле; взаимозаменяемость не нарушится лишь в том случае, если допуск на средний диаметр будет равен сумме величин компенсации:

$$f = f_1 + f_2.$$

Для метрической резьбы ($\alpha = 60^\circ$)

$$f = f_1 + f_2 = 1,732 \sigma S + 0,44 S \sigma \frac{\alpha}{2}.$$

Для дюймовой резьбы ($\alpha = 55^\circ$)

$$f = f_1 + f_2 = 1,921 \sigma S + 0,35 S \sigma \frac{\alpha}{2}.$$

Пример. Определить для среднего диаметра резьбы величину компенсации ошибок по шагу и углу метрической резьбы диаметром 24 мм и шагом 3 мм, если длина свинчивания болта восемь ниток, $S = 23,9$ мм и $\frac{\alpha}{2} = 30^\circ 10'$; то же для гайки: $S = 24,1$ мм и $\frac{\alpha}{2} = 31^\circ$.

Тогда

$$\Delta S = 24,1 - 23,9 = 0,2 \text{ мм} = 200 \text{ мк};$$

$$\alpha \frac{\alpha}{2} = 31^\circ - 30^\circ 10' = 50';$$

$$f = f_1 + f_2 = 1,732 \cdot 200 + 0,44 \cdot 3 \cdot 50 = 346 + 66 = 412 \text{ мк}.$$

При контроле резьбовых изделий предельными калибрами нет необходимости отдельно выяснять ошибки по шагу и углу профиля и определять их отдельно, так как: 1) проходной калибр-кольцо гарантирует свинчивание болтов в гайки с теоретическим профилем и шагом, а следовательно, проверяет компенсацию ошибок по углу и шагу; 2) проходной калибр-пробка гарантирует навинчивание гаек на болты с теоретическим профилем и шагом, а следовательно, проверяет компенсацию ошибок по углу и шагу.

Допуски по наружному и внутреннему диаметрам для взаимозаменяемости деталей с резьбой имеют второстепенное значение. Предельные отклонения при этом должны назначаться таким образом, чтобы исключалась возможность защемления по вершинам и впадинам, чтобы рабочая высота витков (т. е. расстояние между вершинами болта и гайки), измеренная в направлении, перпендикулярном к оси, не была чрезмерно малой из-за больших отклонений.

Допуски являются функцией от шага, а в резьбах, где шаг постоянен, еще и функцией от диаметра. Единица допуска по среднему диаметру для основной крепежной метрической резьбы определяется по формуле:

$$\text{IRE} = 64 \sqrt{S} \dots \dots \dots 1\text{-й класс точности,}$$

$$\text{IRE} = 67 \sqrt{S} \dots \dots \dots 2\text{-й и 3-й классы точности,}$$

где S — шаг в мм, а результат в микронах.

Число единиц (резьбовых допусков РЕ) принято: для 1-го класса точности 1 резьбовая единица, для 2-го класса точности 1,5 резьбовых единицы и для 3-го класса точности 2,5 единицы.

Допуски по среднему диаметру крепежных метрических резьб определяются по следующим формулам:

$$b = 1.64 \sqrt{S} = 64 \sqrt{S} \text{ для 1-го класса точности,}$$

$$b = 1.5.67 \sqrt{S} = 101 \sqrt{S} \text{ для 2-го класса точности,}$$

$$b = 2.5.67 \sqrt{S} = 167 \sqrt{S} \text{ для 3-го класса точности.}$$

Для метрических резьб (ОСТ 271, 272, 273, 4120, 4121 и 4122) установлены три основных класса точности — 1-й, 2-й, 3-й и три дополнительные степени точности, которые вместе с тремя основными классами образуют общий ряд степеней точности, обозначаемых: *C, D, E, F, H* и *K* — для внутренней резьбы гаек и *c, d, e, f, h* и *k* — для наружных резьб болтов.

Выбор той или иной стандартной степени точности для отдельных резьбовых соединений в зависимости от их назначения, технологических возможностей изготовления и длины свинчивания (высоты гайки) общесоюзными стандартами не ограничивается. Допускается также сочетание гаек и болтов разных степеней точности.

Пределы длины свинчивания (табл. 93) для каждой из степеней точности в зависимости от выбранного основного класса точности являются ориентировочными.

Таблица 93

Длины свинчивания и степени точности мелких метрических резьб

Число ниток на длине свинчивания	Основные классы точности		
	1-й	2-й	3-й
	Степени точности мелких резьб		
До 8	<i>C</i>	<i>E</i>	<i>H</i>
8—24	<i>D</i>	<i>F</i>	<i>K</i>
Свыше 24	<i>E</i>	<i>H</i>	—

Эти пределы установлены, исходя из следующей зависимости между величиной допуска по среднему диаметру резьбы болта

и гайки ϕ , номинальным диаметром резьбы d , шагом S и числом витков на длине свинчивания n :

$$b = K \left(25 \sqrt[3]{d} + 1,5 S^{0,55} n + 43 S^{0,55} \right),$$

где d — диаметр резьбы в мм;

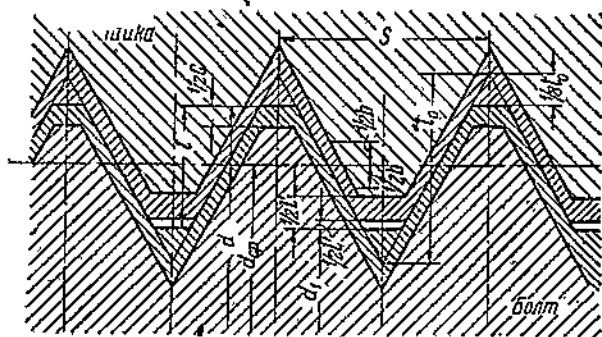
S — шаг резьбы в мм;

n — число витков на длине свинчивания;

b — суммарный допуск по среднему диаметру в микронах;

K — коэффициент ($K=0,64$ для 1-го класса точности, $K=1$ для 2-го класса точности, $K=1,6$ для 3-го класса точности).

Допуски для наружного диаметра болта и внутреннего диаметра гайки приняты с учетом отклонений при выполнении заготовок под



Фиг. 18. Допуски метрических резьб.

резьбу и условий прочности резьбового зацепления (минимальная высота зацепления $t_2 \text{ мин} \geq 0,4 t_2 \text{ теорет}$).

Допуски наружного диаметра гайки и внутреннего диаметра болта не нормируются, устанавливается только верхнее отклонение для болта и нижнее для гайки.

Допуски на резьбы, применяемые в самолетостроении (фиг. 18) приведены в табл. 94, причем резьбы указаны по возрастающей ступени диаметров и для каждого диаметра указаны все шаги, применяемые в самолетостроении, без разбивки их на основную, крепежную, первую, вторую, третью, четвертую и пятую мелкие резьбы.

В соответствии с принятыми видами резьб резьбовые соединения в самолетостроении выполняются по 1-му, 2-му и 3-му классам точности.

Размеры и допуски метрических резьб

Таблица 94

Номинальный диаметр резьбы d	Шаг S	Отклонения наружного диаметра				Средний диаметр d _{ср}	Допуск b на S, с учетом классов точности			Внутренний диаметр d _{вн}	Отклонения внутреннего диаметра				Высота профиля H
		Болт		Гайка			1-й	2-й	3-й		Болт	Гайка			
		верхн.	нижн.	верхн.	нижн.							верхн.	нижн.		
мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм
2	0,4*	0	-125	0	1,740	41	64	106	1,480	0	+50	+170	0,260		
2,3	0,4*	0	-125	0	2,040	41	64	106	1,780	0	+50	+170	0,260		
2,6	0,45*	0	-135	0	2,308	43	67	112	2,016	0	+54	+184	0,292		
3	0,5*	0	-140	0	2,575	45	71	118	2,350	0	+50	+200	0,325		
4	0,7*	0	-170	0	3,546	54	84	140	3,091	0	+74	+279	0,454		
5	0,8*	0	-180	0	4,480	58	90	150	3,961	0	+89	+319	0,520		
6	1*	0	-200	0	5,350	64	101	168	4,701	0	+109	+399	0,650		
(7)	1*	0	-200	0	6,350	64	101	168	5,701	0	+109	+399	0,650		
8	1	0	-200	0	7,350	65	125	168	6,701	0	+109	+399	0,650		
(9)	1,25*	0	-200	0	7,188	72	112	187	6,377	0	+133	+443	0,812		
(9)	1,25*	0	-200	0	8,188	72	112	187	7,377	0	+133	+443	0,812		
10	1	0	-200	0	9,350	70	140	185	8,701	0	+109	+309	0,650		
(10)	1,5*	0	-250	0	9,026	79	123	205	8,051	0	+179	+499	0,974		
(11)	1,5*	0	-250	0	10,026	79	123	205	9,051	0	+179	+499	0,974		

* Крепежная резьба.

Назначение резьбы d	Шаг S	Отклонения наружного диаметра				Средний диаметр d _{ср}	Допуск в на среднем диаметре по классам точности			Внутренний диаметр d _{вн}	Отклонения внутреннего диаметра				Высота профиля h
		Болт		Гайка	1-й		2-й	3-й	Болт		верхн. +e'	нижн. -e'	Гайка	верхн. +e''	
		мм	мм												
12	1	0	-200	0	11,35	70	140	185	10,701	0	+109	+309	0,650		
	1,5	0	200	0	11,026	80	155	205	10,051	0	+179	+429	0,974		
	1,7*	0	-250	0	10,866	85	183	222	9,727	0	+198	+553	1,137		
14	1	0	-200	0	13,300	70	140	185	12,701	0	+109	+309	0,650		
	1,5	0	-250	0	13,026	80	155	205	12,051	0	+179	+429	0,974		
	2*	0	-300	0	12,701	91	142	237	11,402	0	+278	+598	1,299		
16	1	0	-200	0	15,350	70	140	185	14,701	0	+109	+309	0,650		
	1,5	0	-250	0	15,026	80	155	205	14,051	0	+179	+429	0,974		
	2*	0	300	0	14,701	91	162	237	13,402	0	+218	+548	1,299		
18	1	0	-200	0	17,350	80	165	200	16,701	0	+119	+319	0,650		
	1,5	0	-250	0	17,026	90	170	220	16,051	0	+179	+479	0,974		
	2	0	300	0	16,701	100	195	250	15,402	0	+218	+518	1,299		
20	1	0	-200	0	19,350	80	155	200	18,701	0	+109	+309	0,650		
	1,5	0	-250	0	19,026	90	170	220	18,051	0	+179	+429	0,974		
	2	0	-300	0	18,701	100	195	250	17,402	0	+218	+518	1,299		

* Крепежная резьба.

22	1	0	-200	0	21,350	80	155	200	20,701	0	+109	+309	0,650
	1.5	0	-250	0	21,026	90	170	220	20,051	0	+179	+429	1,974
	2	0	-300	0	20,701	100	195	250	19,402	0	+218	+518	1,299
24	1	0	-200	0	23,350	80	155	200	22,701	0	+109	+309	0,650
	1.5	0	-250	0	23,026	90	170	220	22,051	0	+179	+429	0,974
	2	0	-300	0	22,701	100	195	250	21,402	0	+218	+518	1,299
27	1	0	-200	0	26,350	80	155	200	25,701	0	+109	+309	0,650
	1.5	0	-250	0	26,026	90	170	220	25,051	0	+179	+429	0,974
	2	0	-300	0	25,701	100	195	250	24,402	0	+218	+518	1,299
30	1	0	-250	0	29,350	90	175	230	28,701	0	+109	+359	0,650
	1.5	0	-250	0	29,026	100	190	250	28,051	0	+179	+429	0,974
	2	0	-300	0	28,701	110	210	280	27,402	0	+218	+518	1,299
33	1	0	-250	0	32,350	90	175	230	31,701	0	+109	+359	0,650
	1.5	0	-250	0	32,026	100	190	250	31,051	0	+179	+429	0,974
	2	0	-300	0	31,701	110	210	280	30,402	0	+218	+518	1,299
35	1	0	-250	0	35,350	90	175	280	34,701	0	+109	+359	0,650
	1.5	0	-250	0	35,026	100	190	250	34,051	0	+179	+429	0,974
	2	0	-300	0	34,701	110	210	280	33,402	0	+218	+518	1,299
39	1	0	-250	0	38,350	90	175	230	37,701	0	+109	+359	0,650
	1.5	0	-250	0	38,026	100	190	250	37,051	0	+179	+429	0,974
	2	0	-300	0	37,701	110	210	280	36,402	0	+218	+518	1,299

Номинальный диаметр резьбы d	Шаг S	Отклонения наружного диаметра				Средн. диаметр d _{ср}	Допуск b на среднем диам. по классам точности			Внутренний диаметр d _{вн}	Отклонения внутреннего диаметра				Высота профиля h
		Шаг S	Болт		Гайка		1-й	2-й	3-й		Болт	Гайка		Высота профиля h	
			верхн.	нижн.								верхн.	нижн.		
42	1	0	0	0	0	41,350	90	175	230	40,701	0	+109	+359	0,650	
	1,5	0	0	0	0	41,026	100	190	250	40,051	0	+179	+429	0,974	
	2	0	0	0	0	40,701	110	210	280	39,402	0	+218	+518	1,299	
45	1	0	0	0	0	44,350	90	175	230	43,701	0	+109	+359	0,650	
	1,5	0	0	0	0	44,026	100	190	250	43,051	0	+179	+429	0,974	
	2	0	0	0	0	43,701	110	210	280	42,402	0	+218	+518	1,299	
48	1	0	0	0	0	47,350	90	175	230	46,701	0	+109	+359	0,650	
	1,5	0	0	0	0	47,026	100	190	250	46,051	0	+179	+429	0,974	
	2	0	0	0	0	46,701	110	210	280	45,402	0	+218	+518	1,299	
52	1	0	0	0	0	51,350	90	175	230	50,701	0	+10	+359	0,650	
	1,5	0	0	0	0	51,026	100	190	250	50,051	0	+179	+429	0,974	
	2	0	0	0	0	50,701	110	210	280	49,402	0	+218	+518	1,299	
56	1	0	0	0	0	55,350	100	195	250	54,701	0	+109	+359	0,650	
	1,5	0	0	0	0	55,026	110	210	270	54,051	0	+179	+479	0,974	
	2	0	0	0	0	54,701	120	230	300	53,402	0	+218	+518	1,299	

60	1	0	-250	0	59,350	100	195	250	58,701	0	+109	+359	0,650
	1,5	0	300	0	59,026	110	210	270	8,051	+	+179	+479	0,974
	2	0	300	0	58,701	120	230	300	57,402	0	+218	+318	1,299
64	1	0	-250	0	63,851	100	195	250	62,701	0	+109	+359	0,650
	1,5	0	-300	0	63,026	110	210	270	62,651	0	+179	+479	0,974
	2	0	-300	0	62,701	120	230	300	61,402	0	+218	518	1,299
68	1	0	-250	0	67,350	100	195	250	66,701	0	+109	+359	0,650
	1,5	0	-300	0	67,026	110	210	270	66,051	0	+179	+479	0,974
	2	0	-300	0	66,701	120	230	300	65,402	0	+218	+318	1,299
72	1	0	250	0	71,350	100	195	250	70,701	0	+109	+359	0,650
	1,5	0	-300	0	71,026	110	210	270	70,051	0	+179	+479	0,974
	2	0	-300	0	70,701	120	230	300	69,402	0	+218	+318	1,299
76	1	0	-250	0	75,350	100	195	250	74,701	0	+109	+359	0,650
	1,5	0	-300	0	75,026	110	210	270	74,051	0	+179	+479	0,974
	2	0	-300	0	74,701	120	230	300	73,402	0	+218	+318	1,299
80	1	0	-250	0	79,850	110	195	250	78,701	0	+109	+359	0,650
	1,5	0	-300	0	79,026	120	210	270	78,051	0	+179	+479	0,974
	2	0	-300	0	78,701	130	230	300	77,402	0	+218	+318	1,299
84	1	0	-250	0	84,850	110	195	250	83,701	0	+109	+359	0,650
	1,5	0	-300	0	84,026	120	210	270	83,051	0	+179	+479	0,974
	2	0	-300	0	83,701	130	230	300	83,051	0	+218	+318	1,299
88	1	0	-250	0	88,850	110	195	250	87,701	0	+109	+359	0,650
	1,5	0	-300	0	88,026	120	210	270	87,051	0	+179	+479	0,974
	2	0	-300	0	87,701	130	230	300	87,051	0	+218	+318	1,299

(Продолжение табл. 94)

Номинальный диаметр, мм	Шаг S, мм	Отклонения наружного диаметра				Средний диаметр d _{cp} , мм	Допуск B на среднем диаметре, по классам точности			Внутренний диаметр d _{вн} , мм	Отклонения внутреннего диаметра				Высота выступа, мм
		Болт		Гайка	1-й		2-й	3-й	Болт		Гайка	нижн. +e'	верхн. +e''		
		верхн. +e	нижн. -e											верхн. +e'	
90	1	0	-20	0	89,350	110	210	270	88,701	0	+10e	+35e	0,650		
	1,5	0	-300	0	89,026	110	250	300	88,051	0	+17e	47e	0,974		
	2	0	-350	0	88,701	130	250	330	87,402	0	+21e	+56e	1,299		
95	1	0	-250	0	94,350	110	210	270	93,701	0	+10e	+35e	0,650		
	1,5	0	-300	0	94,026	120	230	300	93,051	0	+17e	+47e	0,974		
	2	0	-350	0	93,701	130	250	330	9,402	0	+21e	+56e	1,299		
100	1	0	-250	0	99,350	110	210	270	98,701	0	+10e	+35e	0,650		
	1,5	0	-300	0	99,026	120	230	300	98,051	0	+17e	+47e	0,974		
	2	0	-350	0	98,701	130	250	330	97,402	0	+21e	+56e	1,299		
105	1,5	0	-300	0	104,026	120	230	300	103,051	0	+17e	+47e	0,974		
	2	0	-350	0	103,701	130	250	330	102,402	0	+21e	+56e	1,299		
	1,5	0	-300	0	109,026	120	230	300	108,051	0	+17e	+47e	0,974		
110	1,5	0	-350	0	108,701	130	250	330	107,402	0	+21e	+56e	1,299		
	2	0	-300	0	114,026	120	230	300	113,051	0	+17e	+47e	0,974		
	1,5	0	-350	0	113,701	130	250	330	112,402	0	+21e	+56e	1,299		

120	1.5	0	-300	0	119,026	120	230	300	118,051	0	+179	+479 0,974
	2	0	-350	0	118,701	130	250	330	117,402	0	+218	+568 1,299
125	1.5	0	-300	0	124,056	130	250	350	123,051	0	+179	+479 0,974
	2	0	-350	0	123,701	140	270	350	122,402	0	+218	+568 1,299
130	1.5	0	-300	0	129,026	130	250	320	128,051	0	+179	+479 0,974
	2	0	-350	0	128,701	140	270	350	127,402	0	+218	+568 1,299
135	1.5	0	-300	0	134,026	130	250	320	133,051	0	+179	+479 0,974
	2	0	-350	0	133,701	140	270	350	132,402	0	+218	+568 1,299
140	1.5	0	-300	0	139,026	130	250	320	138,051	0	+179	+479 0,974
	2	0	-350	0	138,701	140	270	350	137,402	0	+218	+568 1,299
145	1.5	0	-300	0	144,026	130	250	320	143,051	0	+179	+479 0,974
	2	0	-350	0	143,701	140	270	350	142,402	0	+218	+568 1,299
150	1.5	0	-300	0	149,026	140	250	320	148,601	0	+179	+479 0,974
	2	0	-350	0	148,701	140	270	350	147,402	0	+218	+568 1,299
155	2	0	-350	0	153,701	140	270	350	152,402	0	+218	+568 1,299
160	2	0	-350	0	158,701	140	270	350	157,402	0	+218	+568 1,299
165	2	0	-350	0	163,701	140	270	350	162,402	0	+218	+568 1,299
170	2	0	-350	0	168,701	140	270	350	167,402	0	+218	+568 1,299
175	2	0	-350	0	173,701	140	270	350	172,402	0	+218	+568 1,299
180	2	0	-350	0	178,701	140	270	350	177,402	0	+218	+568 1,299
185	2	0	-350	0	183,701	150	290	380	182,402	0	+218	+568 1,299
190	2	0	-350	0	188,701	150	290	380	187,402	0	+218	+568 1,299
195	2	0	-350	0	193,701	160	290	380	192,402	0	+218	+568 1,299
200	2	0	-350	0	198,701	150	290	380	197,402	0	+218	+568 1,299

Выполнение резьбовых соединений, кроме крепежных, 2-го и 3-го классов точности принято по следующим степеням точности: 1-й класс — степень точности *C*, 2-й класс — степень точности *F* и 3-й класс — степень точности *H*. Степени точности *C*, *F*, *H* применяют независимо от числа ниток и длины свинчивания.

Резьбовые соединения в самолетостроении при наличии законстрированных приспособлений выполняют по 2-му и 3-му классам точности.

Резьбовые соединения при отсутствии законстрированных приспособлений или собственного движения в конструкции самолета выполняют по 1-му классу точности.

Наиболее распространенным видом резьбовых соединений в самолетостроении является резьба с измельченным шагом, применяющаяся для крепления разъемных деталей, главным образом болтовых соединений, обычно снабженных контротянущими приспособлениями, предотвращающих самоотвинчивание от вибраций при эксплуатации самолета.

МЕРИТЕЛЬНО-ПРОВЕРОЧНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

Инструмент для проверки и измерения Длины. При изготовлении деталей для каждого номинального диаметра (отверстия или вала) заранее указывают величину допускаемого отклонения от заданного размера. Изделие считается годным, если его размер не выходит за установленные пределы. Для определения пригодности изделия необходимо измерить его диаметр, что можно сделать обычными измерительными приборами и инструментами. Такое измерение связано с рядом неудобств, не гарантирует от ошибок и отнимает много времени. Значительно скорее и точнее можно убедиться в пригодности изделия, если для проверки размера пользоваться предельными калибрами.

Калибры представляют собой шаблоны соответствующей формы и размера. Так, калибр для проверки вала имеет форму скобы, а калибр для проверки отверстия — форму пробки. Каждый предельный калибр состоит из двух скоб или двух пробок и служит для измерения только одного размера с заданным допуском. Если требуется измерить другое изделие такого же номинального размера, но с другими допусками, калибр, изготовленный для измерения первого изделия, не будет годиться для измерения второго изделия.

Обе скобы (или пробки) каждого предельного калибра имеют различные размеры. Размер одной скобы должен быть равным наибольшему допускаемому размеру детали, и годная деталь должна войти в скобу. Такую скобу (или пробку) называют *проходным калибром* или *проходной стороной предельного калибра*. Размер другой скобы (или пробки) должен равняться наименьшему допускаемому размеру детали; поэтому годная деталь не может войти в скобу (или

пробка в отверстие). Вторую скобу (или пробку) называют *непроходным калибром* или *непроходной стороной* предельного калибра. Начало допуска всегда совпадает с проходной стороной калибра, а конец допуска — с непроходной.

Размеры деталей, получающиеся фактически в результате обработки, находятся между заданными предельными размерами; эти размеры называют *действительными размерами*. Предельными калибрами устанавливают не действительные размеры, а то, что действительный размер изделия не вышел из пределов заданных отклонений.

Износ калибров. При длительном пользовании калибром приемная сторона его изнашивается от трения об измеряемое изделие. Вследствие износа калибра ухудшается размер принимаемого этим калибром изделия. Величины допускаемого износа зависят от величины допусков на обработку изделия: чем больше диаметр изделия и чем меньше точность обработки, тем больше может быть допуск на износ калибра.

Величина износа калибра зависит от материала калибра и изделия, а также от качества их поверхности, допуска изделия и рода его обработки. Твердость калибров не определяет непосредственно их стойкости, так как основным в этом отношении является устойчивость калибра на истирание. Наиболее стойки калибры с насадками из твердых сплавов.

Чтобы избежать получения взаимозаменяемых деталей вследствие приемы их изношенными калибрами, необходимо постоянно следить за состоянием калибров, периодически проверять их и заменять износившиеся калибры.

Пробки и штихмассы служат для проверки размеров отверстия. Для проверки отверстий диаметром до 100 мм применяют круглые пробки, для отверстий диаметром 100—260 мм — плоские пробки, а для более крутых отверстий — штихмассы. Пробки делают цельными или с коническими вставками в рукоятке; пробки диаметром более 50 мм делают насадными. Плоские пробки отличаются тем, что они значительно легче крутых пробок и ими удобнее пользоваться при измерении отверстий больших диаметров.

Штихмасс представляет собой стержень требуемого размера, концы которого сделаны сферическими. При использовании штихмассов в качестве предельных калибров проходной и непроходной штихмассы соединяют общей рукояткой.

Скобы служат для измерения размеров валов. Различают постоянные и переставные скобы. На одной стороне скобы нанесены номинальный размер вала, обозначение посадки, верхний и нижний пределы допусков, а на соответствующих скобах буквы «ПР» и «НЕ». Переставные скобы бывают различных конструкций. Их применяют в тех случаях, когда необходимо избежать изготовления набора скоб для всех встречающихся в производстве валов.

Пользование калибрами. При измерении приемные стороны скобы или пробки должны проходить под действием веса калибра, а не проходные, также под действием веса калибра, не должны входить; допускается лишь «закусывание» края калибра.

Калибры делятся на рабочие, приемные и контрольные. Рабочий калибр применяется для контроля размеров изделий изготовляющими их рабочим и должен быть наименее изношенным, чтобы обеспечить получение изделий требуемой точности.

Приемными калибрами пользуются работники технического контроля, принимая от рабочего изделия. Обычно в качестве приемных пользуются уже частично изношенными рабочими калибрами, например на половину допуска на износ калибров.

Контрольные калибры, служащие для проверки применяемых в производстве калибров, представляют жесткие (постоянные) измерители. Контрольные калибры для скоб представляют собой шайбы соответствующих размеров. Для каждой скобы делают три шайбы: 1) для проверки новой, неизношенной проходной стороны, 2) для проверки непроходной стороны и 3) для проверки полной изношенности проходной стороны.

Для проверки пробок пользуются специальными контрольными скобами, причем изготовляют их только для проверки изношенной стороны.

Требования, предъявляемые к калибрам. Размеры калибров не должны меняться с течением времени под действием внутренних напряжений металла. Поэтому калибр после двухмесячного лежания не должен давать заметного изменения размера (1% от величины допуска).

Погрешность геометрической формы пробок (конусность, овальность, бочкообразность) и непараллельность измерительных плоскостей скоб не должны превышать $\frac{1}{3}$ допуска на изготовление калибра.

Трещины, волосовины и тому подобные пороки на калибрах не допускаются. Рабочие и приемные калибры 1—4-го классов точности, а также все контрольные калибры обязательно должны быть подвергнуты искусственному старению.

Конусные вставки должны плотно сидеть в гнездах ручки, чтобы их нельзя было разъединить без помощи надлежащего инструмента. Цилиндрические насадки и неполные вставки должны сидеть на ручках плотно, без качания.

Рабочие размеры калибров проверяют на измерительных приборах соответствующей точности. Размером пробок и шайб считают расстояние между двумя параллельными плоскостями, которые касаются наружной поверхности измеряемого калибра в точках, лежащих на плоскости, проходящей через ось калибра.

Размером скобы считают наименьшее расстояние между двумя точками, лежащими на разных мерительных плоскостях скобы.

Пробки проверяют в трех сечениях, равномерно расположенных вдоль оси: два из них будут на расстоянии 0,5 мм от края фаски (для диаметров до 50 мм) или на расстоянии 1 мм — для диаметров больше 50 мм. В каждом сечении размер проверяют не менее чем по трем направлениям, равномерно расположенным по окружности.

Скобы размеров 1—18 мм проверяют путем припасовки соответствующих блоков концевых мер или специальных шайб. Скобы размером больше 18 мм проверяют измерительным методом, причем при измерении отступают на 0,5 мм от краев мерительной плоскости скобы.

Шаблоны относятся к разряду специального мерительного инструмента, так как они служат для специальных проверок. Так, изготавливают шаблоны для проверки пазов, для определенных длин, глубин, высот, упорные, фасонные, радиусные, резьбовые и т. п.

Шаблоны изготавливают из инструментальной стали, содержащей 0,55—0,69% С, и в зависимости от характера обработки их мерительных поверхностей делят на закаленные и некаленные.

Концевые калибры или мерные плитки, называемые также плитками Йогансона, имеют форму пластинок прямоугольного сечения и кубиков. Концевые калибры изготавливают наборами; складывая их в различных комбинациях, получают блоки различных размеров, которыми пользуются для измерения других размеров.

По степени точности концевые калибры делятся на пять классов: 0, 1, 2, 3 и 4.

В зависимости от класса точности и метода проверки плитки делятся на три категории: образцовые, контрольные и рабочие. Образцовые и контрольные плитки в свою очередь подразделяются на три разряда: 1, 2 и 3 (табл. 95).

Эталонным заводским набором для проверки контрольных плиток на заводах, работающих по 2-му классу точности, могут служить образцовые плитки 3-го разряда 1-го класса или плитки 2-го разряда класса 0.

Основные полные наборы плиток обычно состоят из 103, 87 или 85 плиток, а дополнительные наборы (микронные) — из 9 или 19 плиток.

Пользование концевыми калибрами. Перед складыванием плиток их надо слегка протереть замшей, смахнуть кисточкой пылинки и надвигать плитки одна на другую так, чтобы они пристали плотно и для их разъединения требовалось некоторое усилие.

Для устранения влияния незначительных неровностей измерительных поверхностей рекомендуется составлять калибры всегда при одинаковом положении измерительных поверхностей. После надвигания плиток вручную необходимо их оставить некоторое время в покое, чтобы они могли обстыть; при длине калибра до 60 мм плитки надо выдерживать около 30 мин. Нагревания плиток можно избежать, если

Назначение образцовых и контрольных плиток

Категория	Разряд	Класс точности	Погрешности, указанные в аттестате	
			учитываются	не учитываются
Образцовые	1	0	Проверка образцовых мер 2-го разряда	—
	2	0	Проверка образцовых мер 3-го разряда	—
	3	1	Проверка контрольных мер 1-го разряда	—
Контрольные	1	1	Проверка контрольных мер 2-го разряда, а также калибров и изделий, точность которых соответствует 1-му качеству ISA	Проверка калибров, изделий и приборов, точность которых соответствует 2 и 3-му качествам ISA
	2	2	Проверка контрольных мер 3-го разряда, а также калибров, изделий и приборов, точность которых соответствует 2 и 3-му качествам ISA	Проверка калибров, изделий и приборов, точность которых соответствует 4 и 5-му качествам ISA
	3	3	Проверка калибров, изделий и приборов, точность которых соответствует 4 и 5-му качествам ISA	Проверка калибров, изделий и приборов, точность которых соответствует 6-му и ниже качествам ISA

не касаться их руками, а применять плохо проводящие тепло предметы, например деревянный щипец, асбестовое полотно и т. п.

Плиты разметочные представляют собой массивные чугунные плиты с точно простроганной верхней поверхностью и боковыми гранями, которые должны пересекаться точно под углом 90° (табл. 96).

Таблица 96

Размеры поверочных и разметочных плит (в мм)

ОСТ
НКТП (7414/517)

Ширина	Длина	Ширина	Длина
200	200	450	600
200	300	500	800
300	300	750	1000
300	400	800	1200
400	400	1000	1500

Поверочные плиты служат для проверки поверхностей. Плиты изготовлены из чугуна твердостью $H_B = 150-210$; их чисто строгают и тщательно шпатель, чтобы рабочая часть плиты представляла плоскость.

В зависимости от точности обработки плиты делятся на три класса. Для отнесения плиты к тому или иному классу придерживаются следующего правила: если через профиль ненагруженной поверхности плиты, лежащей тремя точками на ровном основании, проходит плоскость таким образом, что самая высшая и самая низшая точки профиля расположены в отношении ее симметрично, то величины отклонений этих точек от плоскости в любом месте не должны превышать следующих величин (табл. 97).

Класс плиты можно определять также по числу пятен краски, получающихся в квадрате со стороной 25 мм. Тогда число пятен должно составлять:

для плиты 1-го класса	не менее 25
» » 2-го »	» » 20
» » 3-го »	» » 16

Поверочные линейки служат для проверки длинных и узких плоскостей. Линейки отливают из чугуна и делают их длиной 500—5000 мм и шириной 40—130 мм. Они должны быть настолько жесткими, чтобы при подтирании их концов не получалось заметного прогиба. При хранении следует линейки подпирать в двух точках, отстоящих от концов на 0,22 длины линейки.

Таблица 97

Величины отклонений поверочных плит (в микронах)

Размер плиты мм	1-й класс	2-й класс	3-й класс
200×200	6	12	24
200×300	6,5	13	26
300×300	7	13	26
300×400	7	14	28
400×400	7	14	28
450×600	8	16	32
500×800	9	18	36
750×1000	10	20	40
600×1200	11	22	44
1000×1500	12	23	50

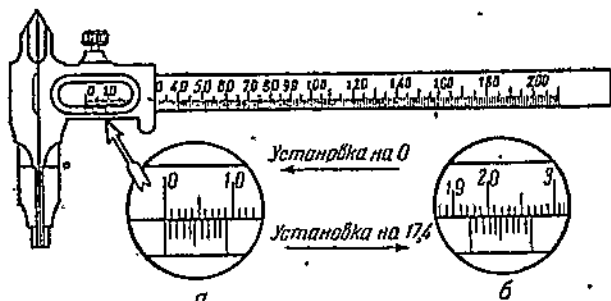
Обыкновенные линейки, применяемые для проверки длинных плоскостей и рабочих линейек, изготавливают из углеродистой стали. Плоскости линейки шлифуют, а ребра точно шабруют. Линейки больших размеров для облегчения их веса делают таврового сечения, а в корпусе высверливают отверстия облегчения. Такие линейки легко прогибаются, поэтому их надо хранить в деревянных футлярах.

Треугольные линейки служат для проверки плоскостей внутренних двугранных углов. Линейки отлиты из чугуна, все три плоскости их выстроганы и тщательно пришаброваны. Углы пересечения плоскостей составляют 60°. Треугольные линейки делают длиной 250—1000 мм с краями шириной 45—110 мм.

Угловые призмы служат для проверки плоскостей наружных двугранных углов. Внутренний угол призмы делают различной величины: 60, 75 или 90°. Длина призмы 100—300 мм, а ширина рабочих плоскостей 60—125 мм.

Масштабная линейка представляет собой тонкую стальную полосу, на которой нанесены деления в 1 и 0,5 мм. Масштабные линейки изготовляют длиной 100, 150, 200, 300, 500 и 1000 мм, шириной 15—35 мм и толщиной 0,8—2 мм.

Метр складной состоит из нескольких толких деревянных или стальных пластинок, соединенных шарнирами; на этих пластинках нанесены миллиметровые деления. Точность измерения метром не превышает 0,5 мм.



Фиг. 19. Отсчеты по нониусу.

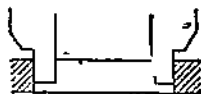
Разновидностью складного метра является металлический ленточный метр, представляющий тонкую стальную полосу шириной 11—16 мм и толщиной 0,3—0,6 мм, которая помещается в небольшом крутом футляре.

Рулетка служит для измерения больших длин. При разметке обычно пользуются стальными рулетками, так как тесемочные рулетки по мере пользования вытягиваются и теряют точность. Рулетки изготовляют длиной 1, 2, 3, 5, 10 и 20 м.

Штангенциркуль представляет собой раздвижной мерительный инструмент, дающий возможность измерять с точностью до 0,1 мм. Штангенциркуль состоит из стальной линейки, с миллиметровыми делениями; на конце линейки закреплена неподвижно одна из ножек, а другая, надетая на линейку, может по ней передвигаться.

Точность отсчетов обеспечивает нониус — небольшая добавочная шкала, нанесенная на кромке подвижной ножки. На подвижной ножке расстояние в 9 мм разделено на 10 одинаковых частей; таким

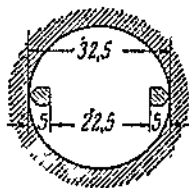
образом каждое из этих делений равно 0,9 мм. При сдвигании обеих ножек штангенциркуля вплотную нуль нониуса совпадает с нулем на линейке, а десятое деление нониуса — с девятой черточкой линейки (фиг. 19, а). При раздвигании ножек для определения расстояния, на которое они удалены друг от друга, надо сначала отсчитать целое число миллиметров, которое прошла по линейке крайняя черточка нониуса (в случае, показанном на фиг. 19, б, это будет 17 мм), а затем найти, какая из черточек нониуса совпадает с какой-либо черточкой линейки. В данном случае совпадает четвертая черточка нониуса. Это показывает, что нулевая точка нониуса перешла за



17-е деление линейки на 0,4 мм и что расстояние между ножками штангенциркуля составляет 17,4 мм.

Точность нониуса равна частному от деления одного деления масштаба на число делений нониуса. Так, в данном случае получим:

$$1 \text{ мм} : 10 = 0,1 \text{ мм.}$$



Фиг. 20. Измерение штангенциркулем диаметра отверстия.

Штангенциркуль, являясь точным измерительным прибором, требует бережного и внимательного обращения. Ножки его следует всегда устанавливать так, чтобы они нажимались на измеряемый предмет без усилия, но обе одновременно заметно касались его. Вдавливание с силой недопустимо, так как от этого инструмент портится; кроме того, с силой нажатый штангенциркуль покажет неправильный размер, а именно меньший, так как ножки спружинят. При от-

счете глаз должен находиться точно против отсчитываемых делений, во всяком случае не сбоку.

У большинства штангенциркулей другая пара ножек с противоположной стороны приспособлена для измерения отверстий. При использовании этими ножками, служащими для определения наружных размеров (фиг. 20), к отсчитанному на нониусе результату необходимо прибавлять толщину ножек штангенциркуля.

Штангенциркуль надо постоянно держать в футляре и вынимать его только в момент измерения, а по окончании надобности сейчас же укладывать его обратно, а не класть на верстак. Необходимо следить за исправным состоянием штангенциркуля, предохранять его от ржавчины, резких перемен температуры, ударов и т. д.

Штангенциркули изготавливают длиной 100, 125, 150, 200, 300, 400, 500, 600, 800 и 1000 мм из инструментальной стали; измерительные поверхности их термически обработаны и обладают твердостью не ниже $R_c = 56-60$.

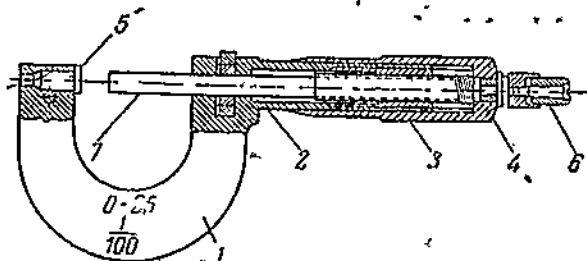
Линейка штангенциркуля должна иметь прямоугольное сечение

и быть жесткой. Толщина штрихов, нанесенных на линейке и нониусе, должна быть 0,04—0,08 мм.

Рамка штангенциркуля должна устанавливаться при помощи прикрепленного к ней микрометрического винта, приводимого в движение тайкой. Величина мертвого хода микрометрического винта не должна превышать четверти оборота. Рамка и хомутик должны передвигаться по линейке плавно, без перекосов. Зазор между рамкой и линейкой не должен превышать 0,03 мм. При соприкосновении ножек должны прилегать друг к другу плотно, без просвета; при этом нуль шкалы линейки должен совпадать с нулем нониуса.

Погрешности в показаниях штангенциркуля при проверке его плоскопараллельными концевыми мерами не должны превышать 0,02 мм для пределов измерения до 600 мм и 0,04 мм для пределов измерения 600—1000 мм.

Штангенциркуль должен быть всегда смазан тонким слоем масла.



Фиг. 21. Микрометр.

Микрометр дает возможность измерять размеры изделий с точностью до 0,01 мм. Микрометр (фиг. 21) представляет собой плоскую полукруглую стальную скобу 1, расширенную посередине, что придает прибору большую жесткость. Один конец скобы имеет отверстие со вставленной в него стальной закаленной наковаленкой 5, а другой переходит в трубку 2, в которой закреплена стальная втулка с точной внутренней нарезкой. Во втулку ввинчивают стержень 7, который проходит внутрь скобы. При одном полном обороте стержень подвигается на 0,5 мм. На противоположном конце стержня 7 насажена гильза 4, закрывающая при ввинчивании трубку 2, на которой через каждые 0,5 мм нанесены деления, а край гильзы 4 разделен по окружности на 50 равных частей. Таким образом при повороте гильзы на одно деление стержень передвинется на $\frac{1}{50}$ миллиметра, т. е. на 0,01 мм.

Цена деления микрометра равняется шагу его винта, деленному на число делений на его гильзе. Так, в данном случае точность измерения составляет:

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{50} = 0,01 \text{ мм.}$$

По степени точности микрометры делятся на три класса: А, I и II (табл. 98).

Т а б л и ц а 98

Погрешности, допускаемые при измерении микрометрами
(микроны)

Номинальный размер мм	А	I	II
До 50	±0,5	±1,0	±1,5
„ 75	±0,5	±1,0	±2,0
„ 125	—	±1,5	±2,0
„ 175	—	±2,0	±3,0
„ 275	—	±2,5	±4,0
„ 400	—	±3,5	±5,0
„ 475	—	±4,0	±6,0

Микрометры изготовлены из высококачественной инструментальной стали; концы измерительного винта и пятки закалены до $R_c = 58-64$ или снабжены пластинками твердого сплава или же хромированы.

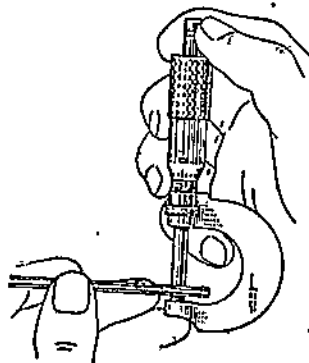
Зазор между барабаном и гильзой должен обеспечивать свободное перемещение их, без заедания; величина перемещения не должна превышать 0,1 мм на сторону.

Измерительные плоскости микрометра должны быть параллельны друг другу и перпендикулярны к оси винта.

Ошибки при пользовании микрометром чаще всего получаются от чрезмерного нажима винтом на измеряемый предмет.

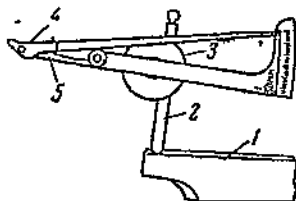
Чтобы не допускать этого, у большинства микрометров на конце гильзы делается дополнительная ручка 6, снабженная трещеткой. При измерении надо вращать не гильзу, а эту ручку, так как благодаря трещетке при приближении стержня микрометра к поверхности измеряемого предмета винт автоматически выключается.

Весьма важно правильно раскладывать инструмент и измеряемый предмет. Микрометр надо держать в правой руке так, чтобы скоба, прижатая мизинцем, опиралась на ладонь. Трещетку надо вращать большим и указательным пальцами, а измеряемое изделие поддерживать левой рукой (фиг. 22).



Фиг. 22. Измерение микрометром.

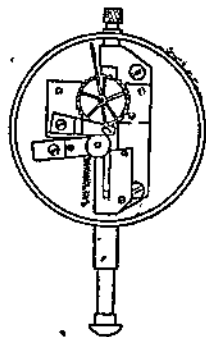
Индикаторы служат для измерения небольших отклонений от установленного заранее размера с точностью до десятых или сотых долей миллиметра.



Фиг. 23. Рычажный индикатор.

Рычажный индикатор (фиг. 23) состоит из подставки 1 с закрепленной в ней стойкой 2, по которой передвигается шайба 3, устанавливаемая на требуемой высоте. К этой шайбе прикреплен рычаг, короткое плечо 4 которого, отжимаемое пружиной 5, соприкасается с измеряемым изделием. О величине отклонения изделия от заданного размера судят по отклонению длинного плеча индикатора по шкале. При отношении длин плеч рычага 1:20 перемещение короткого плеча на 0,05 мм вызывает перемещение длинного плеча на 1 мм.

Круглый индикатор (фиг. 24) снабжен шкалой и перемещающейся по ней стрелкой. Выступающий из корпуса индикатора стержень устанавливают так, чтобы конец его был расположен на требуемой высоте. Если размер измеряемого предмета больше установленного размера, то стержень индикатора поднимается. Стержень в той своей части, которая расположена внутри корпуса индикатора, снабжен зубьями, сцепляющимися с зубьями шестеренки. Вращение этой



Фиг. 24. Круглый индикатор.

шестеренки через ряд других шестеренок, увеличивающих величину перемещения, передается стрелке. Точность измерения индикаторами составляет 0,01—0,005 мм.

Индикаторы требуют осторожного и внимательного обращения. Их необходимо предохранять от пыли, ржавчины, ударов, толчков и т. п., так как все это влияет на точность показаний.

Индикаторы часто применяют в различных приборах, предназначенных для специальных измерений, например в скобах, пассиметрах, листомерах и т. п.

Миниметры служат для измерения отверстий. Устройство их основано на том же принципе, что и устройство индикаторов.

Инструмент для проверки и измерения углов. Для этой цели служат различные инструменты, которые можно разделить на две основные группы: 1) инструмент, у которого величина угла постоянна, и 2) инструмент, которым можно устанавливать или измерять любые углы.

Угольники относятся к группе инструментов, имеющих неизменный угол. Их изготавливают с углом в 90, 45, 60 и 120°.

Угольник нормальный с углом 90° имеет обе стороны одинаковой толщины; одна полка длиннее другой. Согласно ОСТ 258, длина большей полки составляет 80, 100, 130, 160, 200, 250, 300, 380, 480, 600, 750 мм, а более короткой соответственно 50, 60, 80, 100, 130, 160, 200, 250, 300, 380, 480 мм. Нормальный угольник изготавливают из одного куска материала.

Угольник аншлажный отличается тем, что одна из его сторон толще другой и снабжена полкой, что обеспечивает устойчивое положение угольника на разметочной плите. Обе стороны угольника скрепляют шпитами или заклепками.

Угольник декальный отличается от нормального тем, что края длинной полки с обеих сторон скошены. Такие угольники изготавливают следующих размеров: 35×25, 50×30, 75×50, 100×70, 130×80 мм.

Угольник синусный служит для измерения углов, отличающихся от 90°. Этот угольник отличается от аншлажного тем, что в нижнюю полку врезаны и прикреплены винтами ролики диаметром 20—25 мм. Расстояние между центрами роликов равно 100 мм. Если под один из роликов подложить точную плитку толщиной a миллиметров, то нижняя полка отклонится от горизонтального положения, а верхняя от вертикального на угол α , синус которого будет равен $\frac{a}{100} = 0,01 \alpha$. Наоборот, если нужно получить угол

больше или меньше 90° на угол α , то под один из роликов подкладывают пластинку такой толщины, чтобы синус α равнялся 0,01 α .

Угольники изготавливают из цементированной стали. Рабочие поверхности угольника после термической обработки должны обладать твердостью $R_C = 58—60$. Рабочие поверхности (по наружному и вну-

тремнему углом) должны быть точно принабрены, отшлифованы и отполированы, а плоские стороны чисто простроганы и отшлифованы. Угольники по точности делятся на два класса (табл. 99).

Таблица 99

Отклонения наружного и внутреннего углов от вертикали ($\pm$)
(в микронах)

Длина мм	35	50	75	110	150	250	275	350	450	550
1-й класс	6	6	7	8	8	10	11	12	14	16
2-й класс	10	10	12	15	15	20	22	24	28	30

Допускаемые отклонения на плоскостях измерительных поверхностей, измеряемые на расстоянии от краев на 1 мм, указаны в табл. 100.

Таблица 100

Отклонения на плоскостях измерительных поверхностей
угольников (в микронах)

Длина мм	До 50	51—100	101—200	201—300	301—400	401—500	501—600
1-й класс	1	1	1,5	1,5	2	2,5	2,5
2-й класс	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5

При приемке угольников их осматривают и проверяют размеры, твердость и правильность плоскостей измерительных поверхностей. Плоскости проверяют на поверочной плите 1-го класса, причем между угольником и плитой не должно быть просвета, видимого невооруженным глазом.

Малка, применяемая при перенесении углов, состоит из двух линеек с продольными вырезами, в которых может передвигаться шпигт, снабженный барабашком. Линейки располагают под нужным углом

и при помощи винта закрепляют в неподвижном положении. После этого малку прикладывают к изделию и вдоль ребра линейки наносят чертилкой линии на поверхности.

Малки изготовляют размером 100×70 , 150×100 , 200×130 , 250×165 и 300×200 мм.

Универсальный угломер, служащий для измерения и нанесения углов, состоит из двух линеек с дисками, скрепленных шарниром. На одном из дисков нанесены градусные деления. Предмет, подлежащий обмеру, помещают между линейками так, чтобы их края касались плоскостей, угол пересечения которых определяется. Величину этого угла отсчитывают по делениям на диске.

Диски изготовлены из нержавеющей стали, а остальные части угломера из инструментальной, углеродистой или цементуемой стали. Рабочие и трущиеся поверхности угломера после термической обработки должны обладать следующей твердостью:

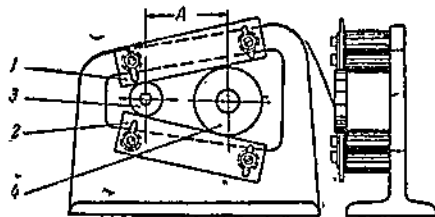
Рабочая площадка $R_C = 58-64$

Втулка, ось, рычаг, угольник $R_C = 48-56$

Пружина $R_C = 44-50$

Шкала должна быть разделена на градусы от 0 до 120° , причем толщина штрихов $0,06-0,08$ мм. Зазор между нониусом и диском не должен превышать $0,03$ мм.

При соприкосновении рабочих плоскостей между ними не должно быть просвета и нулевая черта на диске должна совпадать с такой же чертой нониуса.



Фиг. 25. Синусная линейка.

Для проверки универсального угломера его показания сравнивают в пяти точках, равномерно распределенных по шкале в пределах от 0 до 90° , с постоянными угловыми мерами; отклонения не должны превышать $\pm 2'$.

Синусная линейка, или угломерный калибр, применяется при измерении углов. Она состоит из двух

точно изготовленных стальных линеек 1 и 2 (фиг. 25), которые плотно прижимают винтами к станине. В линейках оделаны пазы, дающие возможность устанавливать линейки под различными углами. Линейки устанавливают посредством двух дисков 3 и 4, которые вкладывают между линейками. Эти диски стальные, закаленные и точно отшлифованы до определенного размера. Зная диаметры дисков и расстояние

между их центрами, можно определить величину угла между линейками 1 и 2 или, задаваясь определенной величиной угла, можно поставить диски на вполне определенном расстоянии друг от друга так, что получится требуемый угол между линейками.

Если взять диск 3 диаметром 10 мм, а диск 4 диаметром 30 мм, то расстояния между центрами дисков для различных углов должны быть следующими:

10°	114,94 мм	45°	26,11 »
20°	57,47 »	50°	23,64 »
30°	38,61 »	55°	21,65 »
40°	28,94 »	60°	20,00 »

Диаметры дисков и расстояние между их центрами рассчитывают по формуле:

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{D-d}{2A},$$

где α — угол между линейками;

D и d — диаметры дисков в мм;

A — расстояние между центрами дисков в мм.

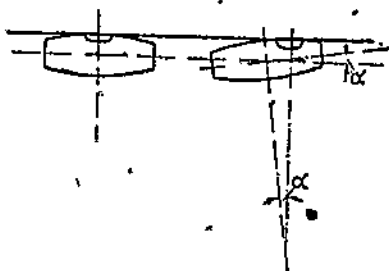
При необходимости определить расстояние между центрами дисков эта формула приобретает следующий вид:

$$A = \frac{D-d}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}.$$

Уровень или ватерпас служит для проверки горизонтального положения плоскости. Основной частью уровня является слегка согнутая стеклянная запаянная трубка, наполненная прозрачной или слегка окрашенной жидкостью так, что внутри ее остается небольшой пузырек воздуха.

При наклоне одного конца трубки пузырек перемещается в ту сторону, которая расположена выше. Стеклянная трубка помещена в металлической оправе с вырезом, на краях которого нанесены штрихи; по штрихам можно определить положение пузырька.

Чувствительностью уровня называют угол α (фиг. 26), на который следует наклонить ось уровня, чтобы пузырек переместился на 2 мм. Уровни, применяемые при металлообработке, обычно обладают чув-



Фиг. 26. Перемещение пузырька уровня.

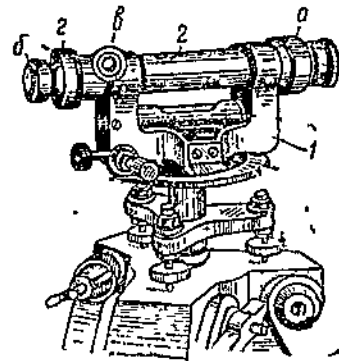
ствительностью в 15'; для точных измерений применяют уровни, чувствительностью в 1". При пользовании чувствительным и верным уровнем можно достигнуть значительной точности в установке горизонтальной плоскости. Так, с помощью уровня длиной 200 мм можно установить плоскость настолько точно, что отклонение не будет превышать 5—10".

Применяют металлические ватерпасы различной формы и размеров (плоские, рамные, с плоским основанием, с призматическим основанием и т. п.). Рамные ватерпасы изготовляют размером 100×100, 200×200 и 300×300 мм, а плоские длиной 150, 200, 250, 300 и 400 мм.

Нивелир служит для определения положения, какой-либо точки или плоскости относительно некоторой основной горизонтальной плоскости. Этого достигают путем измерения высоты этой точки или ряда точек над данным уровнем с помощью нивелира.

Оптический нивелир дает строго горизонтальный луч зрения (ось визирования), лежащий в плоскости условного уровня, от которого ведут отсчеты высот точек. Основными частями оптического нивелира являются зрительная труба и цилиндрический уровень, соединенные между собой таким образом, что ось визирования параллельна оси горизонтально установленного уровня.

В самолетостроении обычно пользуются глухим оптическим нивелиром (фиг. 27), состоящим из кронштейна (подставки) 1 с двумя колесами (лагерами), к которым лагрово крепится зрительная труба 2. Кронштейн привинчен к выступу



Фиг. 27. Глухой нивелир.

конусного стального болта, вставленного в осевое отверстие треножника (креста) 3.

Зрительная труба состоит из объективного колена *a* и окулярного колена *б*, в которых установлены сложные стекла (линзы), являющиеся объективом и окуляром. Кроме того, зрительная труба имеет подвижное колено с реечным винтом *в* (кремальерой), служащим для передвижения колена *б* в колене *a*, и оправку *г*, в которой закреплено стекло с нанесенными на нем двумя перпендикулярными линиями; точка пересечения этих линий совпадает с так называемой визирной осью зрительной трубы.

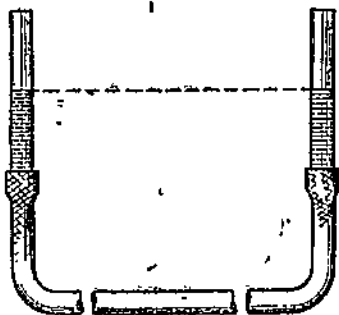
Правильная установка оправы с сеткой нитей имеет существенное значение и поэтому она может регулироваться управляемыми винтиками, видимыми при снятой крышке оправы.

Зрительная труба состоит из двух систем линз, размещенных в объективе и окуляре. Объектив состоит из двух линз: передней — собирающей и задней — рассеивающей. Окуляр также состоит из двух линз, образующих сложную лупу. Эти две системы линз дают видимое через окуляр увеличенное изображение предмета в перевернутом виде.

На передний конец объективного колена надевается металлическая крышка, предохраняющая линзу от повреждения, и на него же в случае работы с шпелером на солнце, во избежание отсвечивания от линзы, надевается специальная металлическая трубка (бленда).

Линза окулярного колена при вращении окуляра вокруг своей оси может приближаться и удаляться от сеточного колена.

Водяной нивелир состоит из двух стеклянных трубок диаметром 18—20 мм, соединенных между собой цинковым шлангом. Действие водяного нивелира основано на том, что поверхность жидкости в спокойном состоянии занимает строго горизонтальное положение. Если жидкость залита в два сообщающихся сосуда, то поверхность ее в обоих сосудах будет находиться на одной и той же высоте (фиг. 28). Превышение одной точки над другой определяется по разности L уровней двух точек. Зная расстояние L между проекциями этих точек (его можно определить с помощью отвесов, опущенных из этих точек), можно определить превышение одной точки над другой в линейных или угловых мерах, так как



Фиг. 28. Водяной нивелир.

$$\frac{h}{L} = \operatorname{tg} \alpha.$$

Инструмент для проверки и измерения конусности. Для измерения конусности применяют калиберные кольца, дисковые и концевые калибры, микрометры с шаровыми наконечниками, приборы с микрометром или индикатором, синусные линейки и т. п.

Правильность конусов проверяют конусными калибрами или различными приборами. Набор нормальных конусных калибров состоит из комплектов конусов и гильз.

III. ОСНОВНЫЕ СЛЕСАРНЫЕ ОПЕРАЦИИ

РАЗМЕТКА

Разметкой называют нанесение на подлежащий обработке предмет или материал точек и линий, которыми обозначают контуры детали согласно чертежу. Эти линии указывают границы обработки изделия.

Размечаемая заготовка должна лежать на устойчивом столе (плите) с ровной, строго горизонтальной поверхностью. Если нет разметочного стола, то для разметки можно воспользоваться любой чисто простроганной поверхностью, размеры которой достаточны для помещения размечаемой заготовки.

Все наносимые при разметке точки и линии должны быть ясно видны. Чтобы разметочные линии и точки были лучше заметны, те места, на которые их наносят, покрывают какой-либо цветной или белой краской. Обычно для этого употребляют: 1) мел, разведенный в воде до густоты молока, причем иногда в мел добавляют немного жидкого столярного клея; 2) обыкновенный кусковый мел, которым натирают размечаемое изделие; 3) смесь свинцовых белил и скипидара; 4) раствор медного купороса в воде (при точной разметке уже обработанных поверхностей); 5) различные лаки для металлов более или менее темного цвета (при очень точной и тонкой разметке).

Разметочный инструмент. *Рейсмус* представляет собой прибор, служащий для прорисовывания параллельных рисок, перенесения размеров с измерительной линейки на изделие, для измерения высот и т. п.

Универсальный *рейсмус* (фиг. 29) состоит из стальной чертилки, закрепляемой в муфте, передвигающейся по стержню (стойке). Стойка, укрепленная в чугунном основании шарнирно и ее можно наклонять. Нижняя плоскость основания точно обработана. На верхней поверхности основания имеются точно обработанные приливы, образующие с плоскостью основания угол в 90° .

Универсальные *рейсмусы* изготовляют высотой 250, 400, 550, 800 и 1000 мм.

Основание *рейсмуса* изготовлено из серого чугуна, а стержень и чертилка — из инструментальной стали, содержащей 0,55—0,75% С. В основании сделана призматическая (под углом 90°) выемка для установки *рейсмуса* на цилиндрических поверхностях. Концы чертилки

должны быть хорошо закалены и остро заточены. Один конец чертилки должен быть загнут под углом 120° .

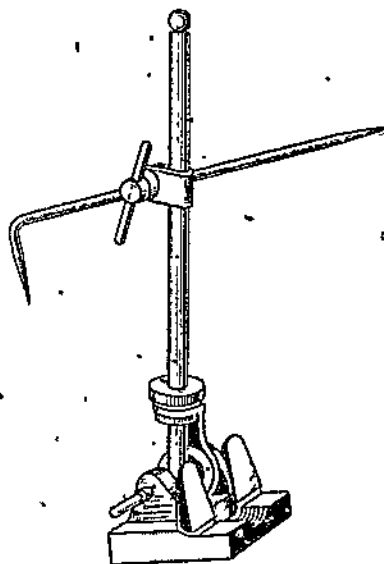
Примеры правильного и неправильного пользования рейсмусом показаны на фиг. 30. Если указатель стоит под прямым или тупым углом по отношению к размечаемому изделию, то нельзя получить чистой и отчетливой линии — острее будет рвать и заедать. Указатель надо располагать под острым углом к изделию и передвигать его в таком положении; тогда линия получится тонкой и отчетливой.

Штангенрейсмус представляет собой штангенциркуль, подвижное плечо которого снабжено чертилкой. Благодаря наличию делений и микроусу чертилку можно устанавливать на требуемый размер с точностью до 0,05 мм.

Ножка и линейка штангенрейсмуса изготовлены из инструментальной стали, закалены, хромированы или напаяны твердыми сплавами.

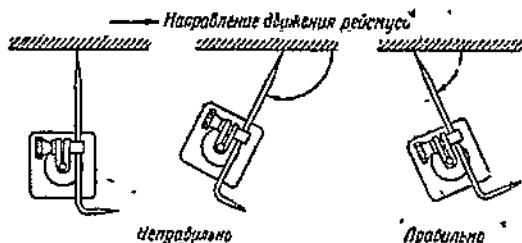
Шкала линейки разделена на полумиллиметры; штрихи делений должны быть отчетливыми, прямыми, перпендикулярными к направляющей грани линейки и иметь толщину 0,04—0,08 мм. Мертвый ход микрометрического винта не должен быть больше четверти оборота. Рамка и хомутик должны плавно двигаться по линейке; зазор между рамкой и плоскостями линейки не должен превышать 0,03 мм. Ножики при соприкосновении их между собой должны прилегать плотно, без просвета; при этом нулевой штрих шкалы линейки должен совпадать с нулевым штрихом микроуса.

Обычным недостатком рейсмусов является ненадежное и недостаточно жесткое крепление чертилки. Особенно неудобно то, что при передвигании с одного размера на другой чертилку приходится сбивать и вновь устанавливать по вертикально поставленной стальной линейке; эта операция довольно кропотлива и не обеспечивает необходимой точности.



Фиг. 29. Универсальный рейсмус

Штангенрейсмус, показанный на фиг. 31, этих недостатков не имеет, так как чертилку можно быстро устанавливать с точностью до 0,05 мм и плавно передвигать вверх и вниз, причем обеспечивается жесткое и надежное крепление ее. Каретка 3 передвигается по стойке 10 при помощи фрикционного болта 5 и фрикционного ролика 7; пружина 8 одной стороной торцов прижимает болт 5 и ролик 7 к стойке 10. При повороте ролика 7 через винт 9 поворачивается и фрикционный болт 5; при этом каретка легко и эластично передвигается вверх и вниз. Винт 1, который прижимает вкладыш 6 к стойке 10, жестко фиксирует каретку в нужном положении. Чертилка крепится винтом 2 к планке 4 в самой каретке. Минимальное расстояние острия черилки от основания штангенрейсмуса равно



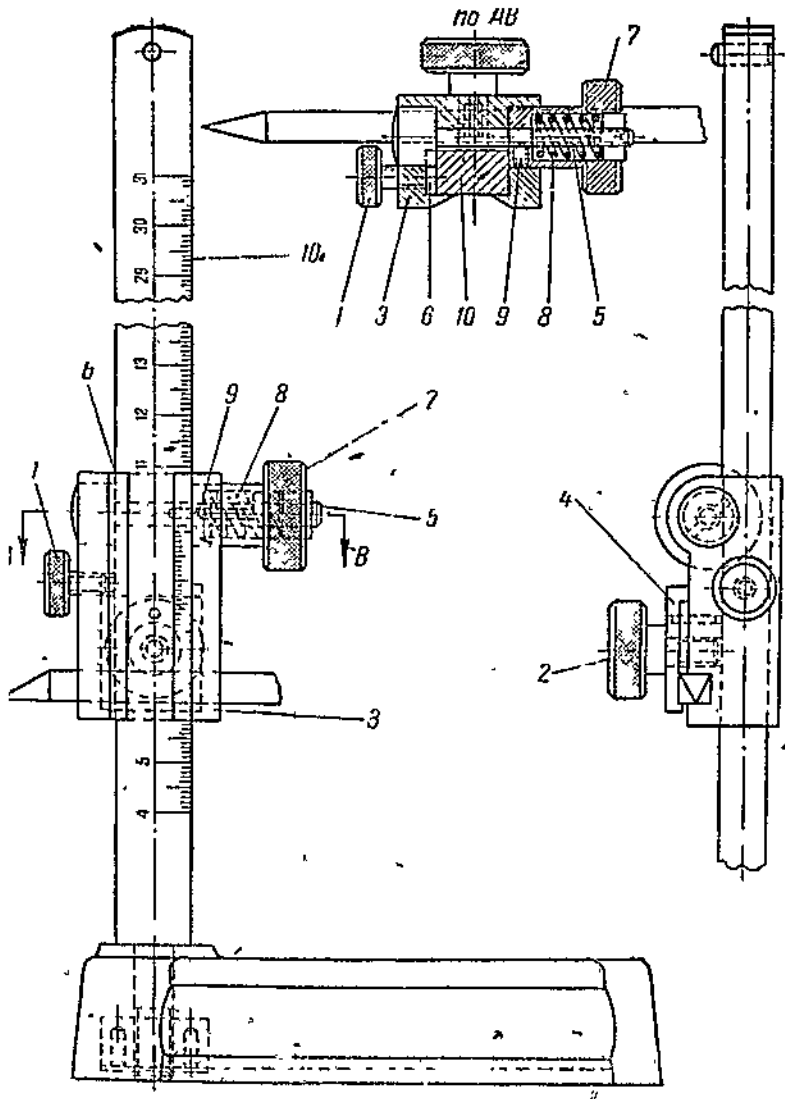
Фиг. 30. Расположение рейсмуса при прочерчивании линий.

40 мм. Поэтому деление на стойке 10 начинается с 40. На самой каретке имеется нонус. Этот рейсмус удобен при точной разметке, когда требуется строго выдерживать расстояние между линиями.

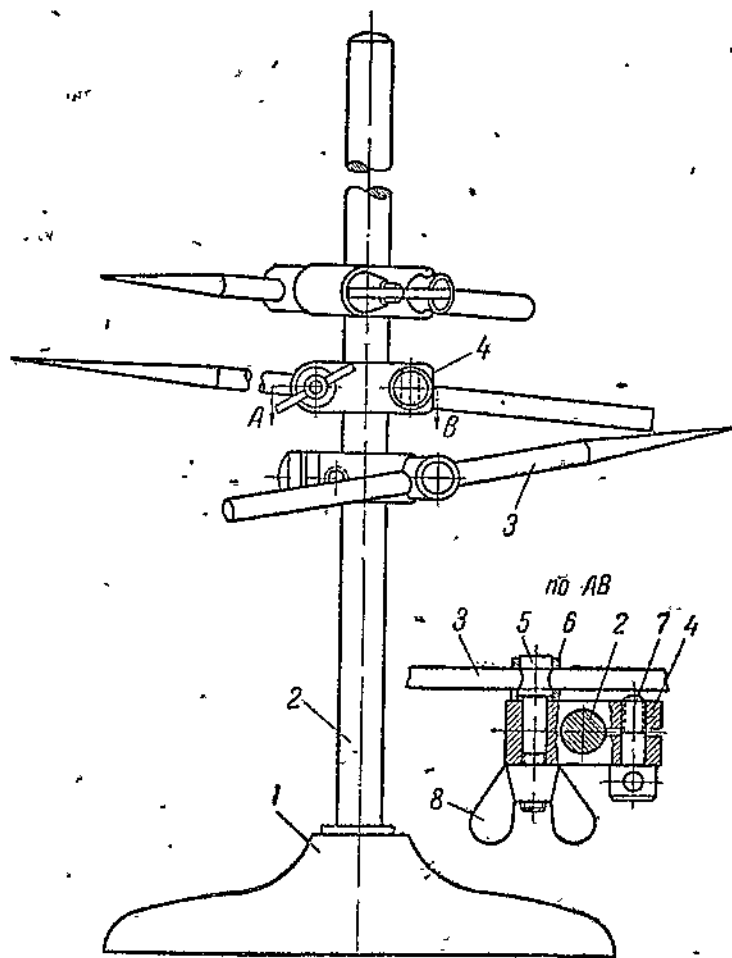
Рейсмус с несколькими чертилками (фиг. 32) предложен стахановцами-разметчиками. К массивному основанию 1 прикреплен круглый стержень 2, по которому можно передвигать вверх и вниз каретку 4.

Передвижением каретки 4 и поворотом винта 5 вместе с чертилкой 3 и гтулкой 6 острие черилки устанавливается в нужном положении и жестко закрепляется барашком 8 по отношению к каретке 4, а винтом 7 — по отношению к стержню 2. Количество кареток на рейсмусе может быть больше или меньше трех в зависимости от характера разметки.

Преимущество этого рейсмуса заключается в том, что им можно сразу размечать по нескольким размерам, не сбивая чертилки на протяжении разметки всей партии деталей. Это значительно повышает производительность и качество разметки, так как все детали в партии получаются одинаковыми.



Фиг. 31. Штангенрейсмус.



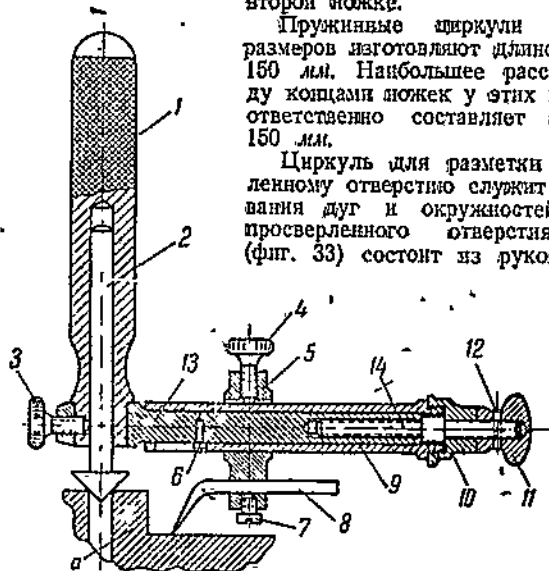
Фиг. 32. Рейсмус с несколькими чертилками.

Циркуль применяется для очерчивания окружностей и дуг, перенесения размеров с масштаба на материал и тому подобных работ.

Пружинный циркуль состоит из двух ножек, соединенных сверху дугообразно изогнутой плоской пружиной. Благодаря этому ножки все время стремятся раздвинуться, насколько позволяет гайка винта, укрепленного в одной из ножек и проходящего через отверстие во второй ножке.

Пружинные циркули стандартных размеров изготовляют длиной 75, 100 и 150 мм. Наибольшее расстояние между концами ножек у этих циркулей соответственно составляет 50, 80, 120, 150 мм.

Циркуль для разметки по просверленному отверстию служит для очерчивания дуг и окружностей из центра просверленного отверстия. Циркуль (фиг. 33) состоит из рукоятки 1, пле-



Фиг. 33. Циркуль для разметки по просверленному отверстию.

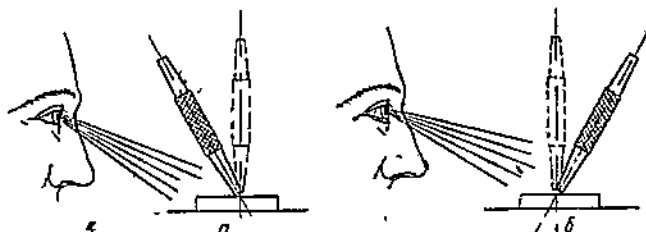
ча 13 с надетой на него трубкой 9, подвижной муфты 6 и центрирующего стержня 2, который заканчивается конусом. Внутри рукоятки 1 имеется продольное отверстие, в которое вставлен центрирующий стержень 2. Рукоятка 1 скреплена с плечом 13 при помощи винта 3. Этот винт одновременно служит упором для закрепления стержней при перемещении его в рукоятке 1. Плечо 13 расширяется в том месте, где в него входит рукоятка 1.

На плечо 13 надета трубка 9, на которой имеется прорезь, направляющая маленький штифтик 6, препятствующий трубке 9 вра-

щаться вокруг плеча 13. Чтобы дать нажимному винту 4 надежную опору при неподвижном закреплении муфты 6, трубка 9 сверху по всей длине плоско опилена.

При помощи винта 14 трубку 9 можно перемещать по штанге 13. Для этого поворачивают кнопку 11, которая через штифт 12 вращает винт 14; последний увлекает за собой втулку 10, навинченную на трубку 9. При ввертывании винта 14 трубка 9 перемещается в противоположную сторону. В трубку 9 вставлена чертилка 8, закрепленная нажимным винтом 7.

При пользовании этим инструментом выдвигают стержень 2 до одного уровня с острием чертилки 8 и при помощи линейки устанавливают муфту 5 так, чтобы расстояние между этими двумя остриями приблизительно равнялось данному радиусу. Закрепив муфту 5 и



Фиг. 34. Установка кернера.

а — неправильно, б — правильно.

чертилку 8, нажимными винтами 4 и 7 при помощи винта 14 окончательно устанавливают расстояние и ставят циркуль на размечаемую деталь а.

Штангенциркуль разметочный состоит из длинной деревянной или металлической линейки со скользящими по ней двумя ножками с нажимными винтами. Ножки закаливаются острыми стальными стержнями, которые прочерчивают на изделии окружности требуемых размеров.

Чертилка служит для прочерчивания наносимых при разметке линий. Она представляет собой тонкий стальной стержень, один конец которого загнут под прямым углом. Оба конца чертилки заточены и закалены. Чем тоньше и тверже острие, тем тоньше линии можно проводить чертилкой и тем дольше она служит. Чертилки делают из углеродистой или инструментальной круглой стали диаметром 3—5 мм и длиной 150—250 мм.

Кернер служит для нанесения углублений при разметке. Разметочный кернер не следует смешивать с кернером, употребляемым при нанесении углублений для сверла при сверлении отверстий. Разметоч-

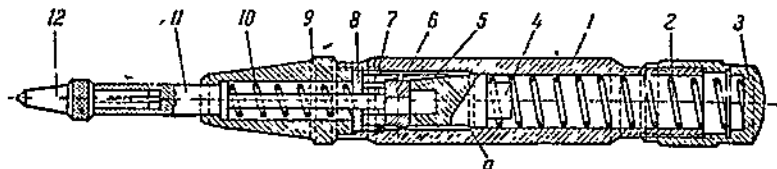
ный кернер легче, чем кернер, применяемый при сверлении, и конец его должен быть заточен под более острым углом ($45-60^\circ$), чтобы получать глубокое углубление малого диаметра.

Разметочные кернеры изготовляют из стали У7А (ОСТ 4956) длиной 90—150 мм и диаметром 8—13 мм. Острые закаляют и затем отпускают, чтобы твердость его составляла $R_c = 62-55$.

При работе кернером надо соблюдать следующее правило: верхний конец кернера не следует наклонять на себя (фиг. 34, а), так как при этом затрудняется установка его острия на риску, вследствие того что ее плохо видно. При установке кернер надо наклонять от себя. Острые кернера плотно прижимают к намеченной точке, кернер ставят вертикально и, ударяя по нему молотком, производят накернивание (фиг. 34, б).

Нужно следить, чтобы кернер при ударах по нему молотком находился в строго вертикальном положении, иначе углубление получится неправильной формы.

Автоматический кернер (фиг. 35) не требует применения молотка для нанесения кернов.



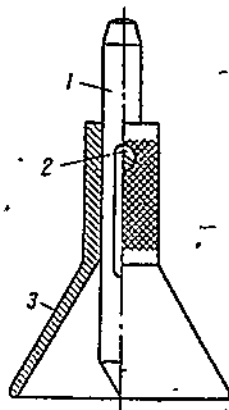
Фиг. 35. Автоматический кернер.

Корпус 1 автоматического кернера с правой стороны заканчивается наружной нарезкой, а с левой — внутренней. Внутренняя его поверхность представляет собой два цилиндра с переходом в точке а.

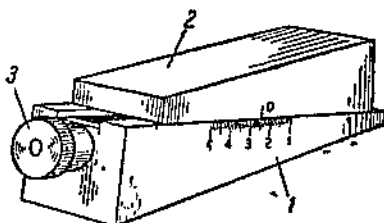
На правый конец корпуса навинчивается упорная гайка 3, в левый ввинчивается втулка 9. Внутри корпуса легко перемещается ползун 4, опирающийся на пружину 2. В ползуне имеется окно, в котором помещается сухарь 6; с одной стороны сухарь прижимается плоской пружиной 5, а с другой всегда упирается в стенку корпуса 1.

В торце ползуна имеется отверстие, в которое впрессована втулка 7. Эта втулка служит для лучшего направления тонкого конца стержня 11; толстый конец стержня, в который вставляется кернер 12, направляется во втулку 9. Пружина 10 одной своей стороной упирается в стержень 11, другой — в шайбу 8. Вся работа кернера основана на сжатии и мгновенном освобождении пружины 2.

При накернивании кернер ставят перпендикулярно к размечаемой плоскости и нажимают на корпус 1 и упорную гайку 3. Тогда корпус 1 с гайкой 3 и втулкой 9 опускаются вниз, тогда как стержень 11 остается неподвижным. Стержень тонким концом упирается в сухарь 6, который задерживает ползун 4, тем самым сжимая пружину 2. Шайба 8 сначала несколько удерживается пружиной 10, а затем упирается в выступ корпуса 1 и сжимает ее. Сжатие пружины продолжается до тех пор, пока сухарь перемещается по большому внутреннему диаметру корпуса 1. Как только сухарь переходит за точку а и входит в меньший диаметр цилиндра, он быстро передвигается внутрь ползуна 4 и ось его отверстия выравнивается с осью стержня 11. В этот момент стержень 11 соскакивает с сухаря 6 и получает удар от ползуна 4, который передает всю потенциальную энергию, накопленную пружиной 2; этого вполне достаточно для нанесения керна на изделие.



Фиг. 36. Кернер-центроискатель.



Фиг. 37. Сдвоенный клин.

Кернер-центроискатель служит для нанесения кернов на круглых стержнях диаметром до 40 мм. Этот кернер (фиг. 36) состоит из воронки 3 и обыкновенного кернера 1. В шейке воронки 3 сделано сквозное продольное отверстие, в котором он может легко, но без покачивания скользить; винт 2 удерживает кернер от выпадания.

Инструмент для переноса длин (циркуль, кронциркуль и нутромер) служит для измерений с помощью концевых мер — линейки, метра и т. п.

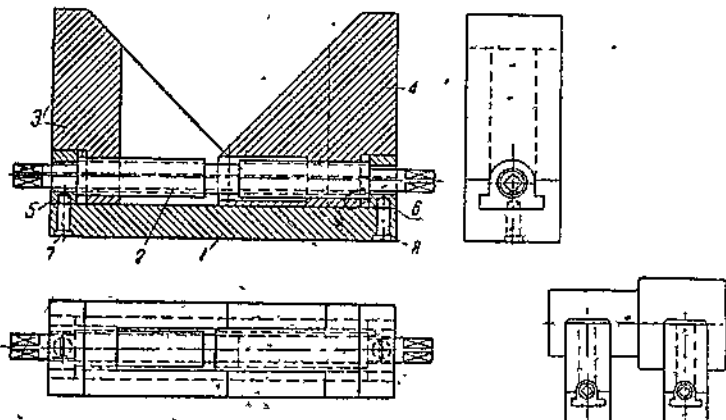
Вспомогательные приспособления облегчают установку деталей и их разметку.

Подкладки служат для установки на них размечаемых цилиндрических деталей. Подкладки отливают из серого чугуна и делают

различных размеров и форм. Наиболее употребительны подкладки длиной 50—250 мм, шириной и высотой 50—100 мм.

Домкраты обладают тем преимуществом, что с их помощью можно изменять высоту установки размечаемой детали. Они представляют толстостенные стаканчики высотой 40—130 мм с гладко обработанными уширенными подошвами. В стаканчик заворачивают стальной винт с прямоугольной нарезкой. Сверху на винты надевают стальные головки, которые могут поворачиваться и наклоняться.

Ящики и кубики служат для установки изделий. Изделия прикрепляют скобами или болтами, входящими в пазы или отверстия



Фиг. 38. Призма регулируемая.

в ящиках и кубиках. Ящики и кубики отлиты из чугуна; поверхности их тщательно выстроганы и припаяны.

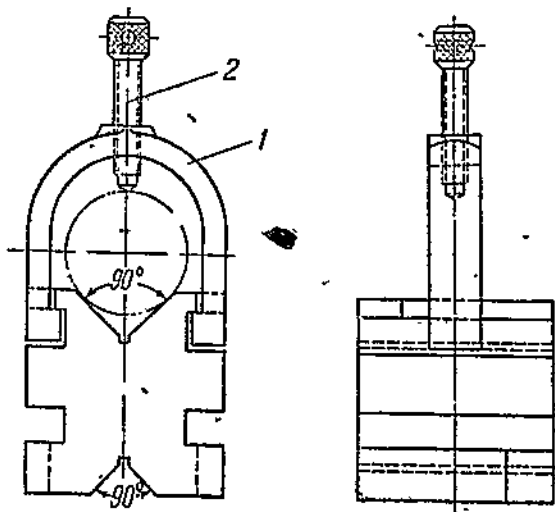
Сдвоенный клин применяют при необходимости точно установить изделие, так как он допускает ничтожные изменения по высоте. Сдвоенный клин (фиг. 37) состоит из двух стальных клиньев, соединенных между собой наклонными плоскостями, так что при вращении винта 3 верхний клин может перемещаться по нижнему, причем верхняя поверхность 2 остается параллельной нижнему основанию 1. На боковой поверхности нижнего клина нанесена шкала, пользуясь которой можно точно регулировать высоту подъема.

Призма регулируемая (фиг. 38), предназначенная для разметки ступенчатых и колесчатых валов, состоит из основания 1 с Т-образ-

ними пазами, в которых при помощи винта 2 с правой и левой резьбой можно перемещать щеки 3 и 4. На концах винта 2 сделаны квадраты для торцевого ключа. Осевое перемещение винта предупреждают стойки 5 и 6, прикрепленные к основанию винтами 7 и 8.

В зависимости от длины размечаемого вала на разметочной плите устанавливают две и более таких призм. На фиг. 38 справа показана установка ступенчатого валика на этих призмах.

Призма с хомутиком (фиг. 39) служит для точной разметки круглых изделий. Хомуты 1 и винт 2 препятствуют перемещению разме-



Фиг. 39. Призма с хомутиком.

чаемой детали. Прижимным хомутиком удобно также пользоваться при разметке неустойчивых изделий.

Основные приемы разметки. *Подготовка к разметке.* Перед разметкой материала или заготовки необходимо тщательно изучить чертеж детали, внимательно осмотреть размечаемый материал и выяснить последовательность технологических процессов обработки деталей.

Наметив план разметки, в отверстия детали надо забить центровые планки, чтобы можно было очертить окружности (фиг. 40). Чтобы избежать порчи центрального углубления в планке, под ножку

циркуля надо поставить металлический кружок с углублением или набить на фланку маленькую шайбу.

При разметке деталей, уже обработанных на станках в центрах, углубления от центров станка заделывают замазкой, состоящей из равных количеств серы и графита.

Деталь или те места, где будут проведены линии, окрашивают, пользуясь для этого кистью или пульверизатором. Пульверизатор особенно удобно применять при окрашивании больших поверхностей, так как краска ложится очень равномерно и почти тотчас же высыхает, причем окрашивание занимает очень мало времени.

Основные приемы разметки состоят в установке заготовки на разметочной плите, выверке ее положения, окончательной проверке заготовки (выкраивание мерного изделия), отбивании рисок и их накернивании.

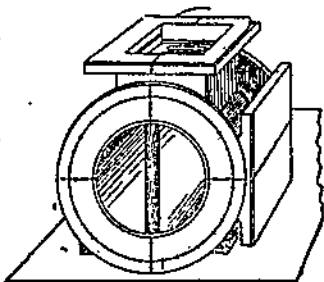
Керны наносят вдоль разметочных линий на расстоянии 25—100 мм на прямых участках и 5—10 мм в углах и местах перегибов. На гладких шлифованных изделиях керны наносят только по концам рисок. Равным образом на чистых поверхностях изделий центровые риски не накернивают, а переносят их на остающиеся черными поверхности детали. Чтобы можно было контролировать правильность обработки по разметочным рискам, параллельно им на расстоянии 5—30 мм проводят контрольные риски, которые, в отличие от разметочных, не накернивают.

Выбор базы. Базой называют исходную поверхность, от которой ведут разметку. При выкраивании изделия из заготовки особенно важно правильно нанести центровые риски («расцентровать» изделие). Выкраивание изделия состоит в перемещении центровых рисок по заготовке, чтобы найти такое их положение, при котором из заготовки можно получить требуемое изделие с достаточными для обработки допусками.

Вследствие разнообразия заготовок вопрос о выборе той или иной базы надо решать в каждом отдельном случае, руководствуясь следующими общими указаниями.

1. Если хотя бы одна поверхность обработана чисто, за базу надо принимать эту поверхность.

2. Если у детали имеются стенки, толщину которых надо выдерживать, то при разметке надо это учитывать и соответственным образом выбирать базу.



Фиг. 40. Разметка пустотелой детали.

3. Если обрабатывают не все поверхности детали, то за базу надо принимать одну из необрабатываемых поверхностей.

4. Если имеются приливы, бобышки или отверстия, то при разметке центровых рисок надо учитывать это.

5. Если на заготовке имеются перекосы, смещения поверхностей и тому подобные недостатки, то центровые риски надо располагать таким образом, чтобы после обработки получилось полноценное изделие.

6. Все размеры надо откладывать от одной и той же базовой поверхности.

Выбор положения детали на плите. Положение детали на разметочной плите обуславливается конфигурацией и назначением детали. При этом надо придерживаться следующих общих положений.

1. Детали устанавливают так, чтобы одна из главных осей изделия была параллельна плоскости плиты.

2. Только первое положение детали на плите является независимым; остальные положения зависят от первого.

3. Первое положение надо выбрать так, чтобы можно было начать разметку от базы.

4. Если размер детали в одном направлении значительно больше, чем в других, то первое положение следует выбирать так, чтобы в первом положении можно было провести ось, проходящую через это направление.

5. Надо предусмотреть возможность тщательной проверки заготовки в первом положении.

6. Второе и последующие положения надо стараться выбирать так, чтобы можно было размечать от базы.

Повторная разметка. После обдирающей заготовки, при которой с верхним слоем металла снимают нанесенные разметочные риски и керны, изделие приходится размечать вторично.

При повторной разметке частично обработанного изделия надо стараться воспользоваться следами предыдущей разметки, выявить все отступления, допущенные при обработке, и устранить их путем новой разметки, используя при этом вспомогательные риски.

Проверка разметки. Разметка изделий требует особого внимания, так как незначительная ошибка может вызвать брак изделия. Даже в случаях обнаружения ошибки в разметке, когда обработка еще не закончена, часто приходится браковать деталь из-за того, что ее уже нельзя исправить. Поэтому нельзя ограничиваться только разметкой изделия и пускать его в обработку. После разметки надо тщательно, до мельчайших подробностей проверить все размеры и линии выполняемой работы. Это необходимо принять за правило и не отступать от него даже в том случае, когда имеется уверенность, что изделие было размечено верно и никакой проверки не требуется. Часто обнаруживаемые при проверке ошибки подтверждают это.

Разметка по шаблону. При изготовлении самолетов все отдельные детали должны быть выполнены таким образом, чтобы после установки на место они образовывали точные обводы самолета и вместе с тем были взаимозаменяемыми. Этого трудно достигнуть, если для изготовления деталей пользоваться только рабочими чертежами, так как при вычерчивании чертежей в уменьшенном масштабе и разметке по ним деталей накапливаются различные ошибки и отклонения от требуемых размеров, вследствие чего такого рода детали приходится подгонять при сборке. Чтобы достигнуть полной взаимозаменяемости, детали, изготавливаемые из листового материала, размечают по шаблонам, снятым с вычерченного на пласе чертежа.

Основные приемы. Разметка по шаблону состоит в том, что на окрашенную заготовку накладывают шаблон и, проводя чертилкой вдоль контура шаблона, очерчивают контур изделия. С помощью шаблонов очень удобно также размечать на изделии отверстия.

В зависимости от предъявляемых к разметке требований точности шаблоны накладывают:

1) по черновому необработанному контуру, когда от разметки не требуется точности;

2) по обработанному контуру, когда обработку необходимо выполнять, исходя от какого-либо фасонного профиля;

3) по предварительно размеченным центровым рискам, когда надо достигнуть наибольшей точности при разметке.

Применение шаблонов значительно упрощает разметку различных отверстий, например отверстий для болтов и заклепок, отверстий облегчения и т. п. Размечать отверстия по шаблонам можно следующими способами:

1) наметить окружности и затем найти их центры;

2) непосредственно накернить центры;

3) наметить маленькие окружности и накернить их центры на глаз.

Плазово-шаблонный метод производства. Плазово-шаблонный метод состоит в том, что для обеспечения взаимозаменяемости деталей самолета и ускорения их изготовления вместо рабочих чертежей, вычерчиваемых обычно в уменьшенном масштабе, делают разбивку самолета на пласе, т. е. вычерчивают его в натуральную величину на специально подготовленном для этого полу плазовой мастерской или на плитах. После полной увязки всех частей самолета между собой окончательно установленные линии на пласе прорезают специальным ножом.

Руководствуясь плазом, изготавливают для агрегатов и узлов сборочные чертежи со всеми необходимыми пояснениями, но без полных размеров.

Для изготовления деталей пользуются не рабочими чертежами, а шаблонами, изготовленными согласно разбивке самолета на пласе. Благодаря этому отпадает необходимость изготавливать большое коли-

чество чертежей, что дает возможность значительно сократить время, необходимое для подготовки производства. Полные рабочие чертежи делают только для тех деталей, которые получают из отливок или поковок путем механической обработки.

Все шаблоны изготовляют из листовой стали Ст. 10 и Ст. 20. Точность изготовления шаблона зависит от его размера (табл. 101).

Т а б л и ц а 101
Допуски на изготовление шаблонов
(в мм)

Размеры шаблона	Допуск
100×100	±0,5
250×250	±0,1
500×500	±0,16
750×750	±0,25
Свыше 750×750	Не более ±0,4

Применение плазово-шаблонного метода работ дает возможность:

- 1) увязать в шаблоне все размеры детали;
- 2) избежать изготовления большого количества рабочих чертежей для деталей из профильного и листового материала;
- 3) изготовлять инструмент и приспособления по шаблонам, причем во многих случаях шаблоны заменяют приспособления, например при сверлении отверстий, обрезывании контуров и т. п.;
- 4) достигать полной взаимозаменяемости деталей, узлов и агрегатов самолета и применяемых при их изготовлении приспособлений;
- 5) сократить разметочные работы;
- 6) использовать для изготовления деталей и их сборки рабочих более низкой квалификации, чем при работе по чертежам;
- 7) широко механизировать ручные работы;
- 8) обеспечить массовое изготовление вполне взаимозаменяемых деталей.

Типы шаблонов. Все шаблоны делятся на контрольно-контурные и на рабочие.

Контрольно-контурные шаблоны (ШКК) представляют собой контуры узла или детали; они являются неприкосновенными и служат для изготовления по ним, увязки и проверки рабочих шаблонов.

Рабочие шаблоны служат для изготовления по ним деталей и узлов. К рабочим относятся следующие шаблоны.

Шаблон развертки детали (ШРД) служит для разметки и изготовления заготовок деталей, сверления в них отверстий, пугуть их, изготовления шпрблоков, штампов и т. п. На ШРД наносят полную информацию, содержащую: тип машины, шифр шаблона, номер чертежа и детали, дистанции, линии контура детали и радиусы сгиба, кромки или линии обреза и контуры отверстий облегчения, диаметры и углы отбортовок этих отверстий, малки, направления отбортовок и высоты их подсежки, отметки шпилечных, инструментальных и установочных отверстий, расположение стрингеров и лонжеронов, номер штампа и т. д. ШРД обычно изготавливают в трех экземплярах, один из них является эталоном, а остальные рабочими.

Шаблон накладной для обрезки (ШОН) применяют при обрезывании пресованных профилей и деталей, получаемых путем вытяжки. Для фасонного обрезывания профилей и труб применяют неполные (частичные) ШОН.

Шаблон накладной для сверления (ШС) применяется для сверления отверстий в деталях с вытяжкой и в профилях.

Шаблон накладной комбинированный (ШОК) служит для обрезывания деталей и сверления в них отверстий. Этот шаблон заменяет ШОН и ШС.

Шаблон для гибки профилей (ШГП) употребляют при изгибании профилей и труб, обрезывании их и проверке.

Шаблон для изготовления формблока (ШФБ) служит для получения заготовки и обработки формблока.

Шаблон сечения болванки (ШСБ) применяют при изготовлении болванок и моделей, а также глиняных и гипсовых форм при отливке штампов.

Шаблон контура (ШК) представляет собой контур детали и служит для изготовления сборочных станелей, разных приспособлений, штампов, кондукторов и т. д.

Шаблон для раскроя листовых деталей (ШРЛ) применяют для тех деталей, для которых не делают ШРД, или когда раскраивать листы по имеющимся шаблонам неудобно.

Шаблон раскроя бумажный (ШРБ) является временным шаблоном, так как до нему после уточнения размеров детали изготавливают постоянный стальной шаблон.

Шаблон малки (ШМ) служит для проперки угла малки на детали и приспособлении.

Шаблон для обсежки (ШОБ) применяют при обсежке деталей на обсежном станке.

Шаблон для вырезывания или зачистки деталей (ШФ) употребляют при обработке деталей на быстроходных радиальнофрезерных и радиальносверлильных станках (типа «Норд Америка») и на копировальнофрезерных станках.

Окраска шаблонов. Каждую группу шаблонов окрашивают в опре-

деленный цвет. Так, контрольно-контурные шаблоны окрашивают в красный цвет, эталоны — в желтый, рабочие шаблоны — в черный, а шаблоны для припопосблений — в черный с широкой желтой полосой.

Основные правила изготовления шаблонов. При изготовлении шаблонов все работы надо выполнять очень тщательно и точно, так как несоблюдение размеров или формы шаблона вызовет соответствующие отклонения при обработке детали. Наряду с этим надо соблюдать следующие основные правила.

1. Отверстия в шаблоне должны быть увязаны с шаблонами сопрягаемой детали. Поэтому отверстия в шаблонах соединяемых деталей нельзя сверлить отдельно, а только вместе или один шаблон через другой.

2. В шаблонах для длинных деталей с отверстиями постоянного шага, вырубаемыми на просечном штампе, надо делать отверстия начала и конца прохождения детали через этот штамп. Отверстия, не укладывающиеся в ход штампа, надо просверливать отдельно и отчетливо отмечать красной краской.

3. Нельзя уменьшать намеченное в чертеже количество заклепок, так как для заклепочных швов на чертежах указывают максимальный шаг.

4. Для перекрытия ошибок при разметке расстояния заклепочного шва от кромки детали надо давать допуски только в сторону увеличения (плюсовый допуск).

5. Расстояние от заклепочного шва до кромки детали не должно быть меньше удвоенного диаметра заклепки, за исключением специально отмечаемых в чертежах случаев.

6. Отверстия в шаблонах надо делать меньше диаметра заклепки и окончательно рассверливать их в детали при сборке.

7. Отверстия для заклепок, особенно наружных, надо располагать по прямой линии или в указанном на чертеже порядке.

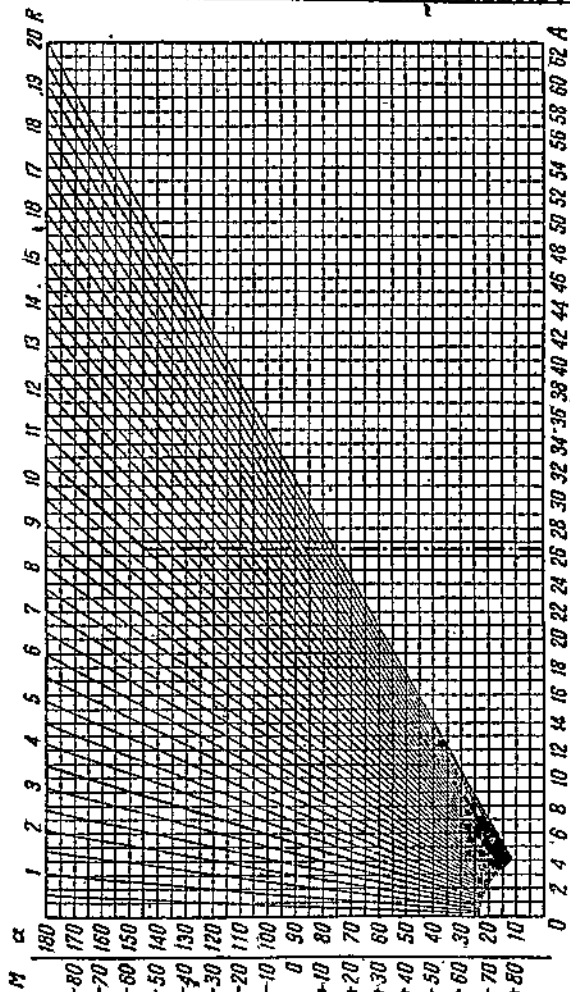
8. Для деталей коробчатого сечения с отверстиями, расположенными в обеих полках на одной прямой линии, в шаблонах отверстия дают только на одной полке.

9. Отверстия, расположенные косо к поверхности детали, на шаблонах не показывают.

10. При изготовлении шаблона развертки детали с бортами учитывают припуск на длину дуги указанного радиуса при заданной малке или центральном угле, пользуясь для этого графиками (фиг. 41—43), номограммами (фиг. 44) или специальными таблицами (табл. 102 и 103).

11. Отверстия и срезы в углах, где встречаются две отбортовки, надо делать стандартных размеров.

12. Отверстия облегчения и небольшие просечки надо делать унифицированных размеров (табл. 104 и 105).



Фиг. 41. График для определения длин разверток.

Определение длины заготовки, если

Пример. $S = 5$ мм; $R = 8$ мм; $\alpha = 145^\circ$, т. е. малка $M = -55^\circ$.

R	S									
	0,3	0,5	0,8	1	1,2	1,5	1,6	1,8	8	
	K									
1	0,020	0,022	0,024	0,025	0,028	—	—	—	—	
2	0,038	0,039	0,042	0,044	0,045	0,048	0,049	0,051	0,052	
3	0,055	0,057	0,059	0,061	0,063	0,065	0,068	0,068	0,070	
4	0,072	0,074	0,077	0,079	0,080	0,083	0,084	0,086	0,087	
5	0,090	0,092	0,094	0,096	0,098	0,100	0,101	0,103	0,105	
6	0,107	0,109	0,112	0,113	0,115	0,118	0,119	0,120	0,122	
7	0,125	0,127	0,129	0,131	0,133	0,135	0,136	0,138	0,140	
8	0,142	0,144	0,147	0,148	0,150	0,153	0,154	0,155	0,157	
9	0,160	0,161	0,164	0,166	0,168	0,170	0,171	0,173	0,175	
10	0,177	0,179	0,182	0,183	0,185	0,188	0,188	0,190	0,192	
11	0,195	0,196	0,199	0,201	0,202	0,206	0,206	0,208	0,209	
12	0,212	0,214	0,216	0,218	0,220	0,223	0,223	0,225	0,227	
13	0,230	0,231	0,234	0,236	0,237	0,240	0,241	0,243	0,244	
14	0,247	0,249	0,251	0,253	0,255	0,257	0,258	0,260	0,262	
15	0,264	0,266	0,269	0,271	0,272	0,275	0,276	0,278	0,279	
16	0,282	0,284	0,286	0,288	0,290	0,292	0,293	0,295	0,297	
17	0,299	0,301	0,304	0,305	0,307	0,310	0,311	0,312	0,314	
18	0,317	0,319	0,321	0,323	0,325	0,327	0,328	0,330	0,332	
19	0,330	0,336	0,339	0,340	0,342	0,345	0,346	0,347	0,349	
20	0,352	0,353	0,356	0,358	0,360	0,362	0,363	0,365	0,367	
21	0,369	0,371	0,373	0,375	0,377	0,380	0,380	0,382	0,384	
22	0,387	0,388	0,391	0,393	0,394	0,397	0,398	0,400	0,401	
23	0,404	0,406	0,408	0,410	0,412	0,415	0,415	0,417	0,419	
24	0,421	0,423	0,426	0,428	0,429	0,432	0,433	0,435	0,436	
25	0,439	0,441	0,443	0,445	0,447	0,449	0,450	0,452	0,454	
26	0,456	0,458	0,461	0,463	0,464	0,467	0,468	0,469	0,471	
27	0,474	0,476	0,478	0,480	0,482	0,484	0,485	0,487	0,488	
28	0,491	0,493	0,496	0,497	0,499	0,502	0,503	0,504	0,506	
29	0,509	0,511	0,513	0,515	0,517	0,519	0,520	0,522	0,524	
30	0,526	0,528	0,531	0,532	0,534	0,537	0,538	0,539	0,541	

известно расстояние до линии сгиба

Находим $K=0,183$. Тогда $A=K\alpha=0,183 \cdot 145=26,4$ мм.

s

K

2,6	2,8	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8	9	10
0,057	0,059	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,073	0,077	0,079	0,082	—	—	—	—	—	—	—	—
0,092	0,094	0,096	0,100	0,105	0,109	—	—	—	—	—	—
0,109	0,112	0,113	0,118	0,122	0,127	0,131	—	—	—	—	—
0,127	0,128	0,131	0,135	0,140	0,144	0,148	0,157	—	—	—	—
0,144	0,147	0,148	0,153	0,157	0,161	0,168	0,175	0,183	—	—	—
0,161	0,164	0,166	0,170	0,175	0,179	0,183	0,192	0,201	0,209	—	—
0,179	0,182	0,183	0,188	0,192	0,196	0,201	0,209	0,218	0,227	0,236	—
0,196	0,199	0,201	0,209	0,209	0,214	0,218	0,227	0,236	0,244	0,253	0,262
0,214	0,216	0,218	0,223	0,227	0,231	0,236	0,244	0,253	0,262	0,271	0,279
0,231	0,234	0,236	0,240	0,244	0,249	0,253	0,262	0,271	0,279	0,288	0,297
0,249	0,251	0,253	0,257	0,267	0,266	0,271	0,279	0,288	0,297	0,305	0,314
0,266	0,269	0,271	0,275	0,279	0,284	0,288	0,291	0,305	0,314	0,323	0,332
0,284	0,286	0,288	0,292	0,297	0,301	0,305	0,314	0,323	0,332	0,340	0,349
0,301	0,309	0,305	0,310	0,314	0,319	0,323	0,352	0,340	0,349	0,358	0,367
0,319	0,321	0,323	0,327	0,332	0,336	0,340	0,349	0,358	0,367	0,375	0,384
0,336	0,339	0,340	0,345	0,349	0,353	0,358	0,367	0,375	0,384	0,393	0,401
0,353	0,356	0,358	0,362	0,367	0,371	0,375	0,384	0,393	0,401	0,410	0,419
0,371	0,375	0,375	0,381	0,384	0,388	0,393	0,401	0,410	0,419	0,428	0,436
0,388	0,391	0,393	0,397	0,401	0,406	0,410	0,419	0,428	0,436	0,445	0,454
0,406	0,408	0,410	0,415	0,418	0,423	0,428	0,436	0,445	0,454	0,463	0,471
0,423	0,426	0,428	0,432	0,436	0,441	0,445	0,454	0,463	0,471	0,480	0,489
0,441	0,443	0,445	0,449	0,454	0,458	0,463	0,471	0,480	0,489	0,497	0,506
0,458	0,461	0,463	0,467	0,471	0,475	0,480	0,489	0,497	0,506	0,515	0,524
0,476	0,478	0,480	0,484	0,489	0,493	0,497	0,505	0,515	0,524	0,532	0,541
0,498	0,496	0,497	0,502	0,506	0,511	0,515	0,524	0,532	0,541	0,550	0,559
0,511	0,513	0,515	0,519	0,524	0,528	0,532	0,541	0,550	0,559	0,567	0,576
0,528	0,531	0,532	0,537	0,540	0,545	0,550	0,559	0,567	0,576	0,585	0,593
0,543	0,548	0,550	0,554	0,559	0,563	0,567	0,576	0,585	0,593	0,602	0,617

Определение длины развертки и положения средней линии сгиба

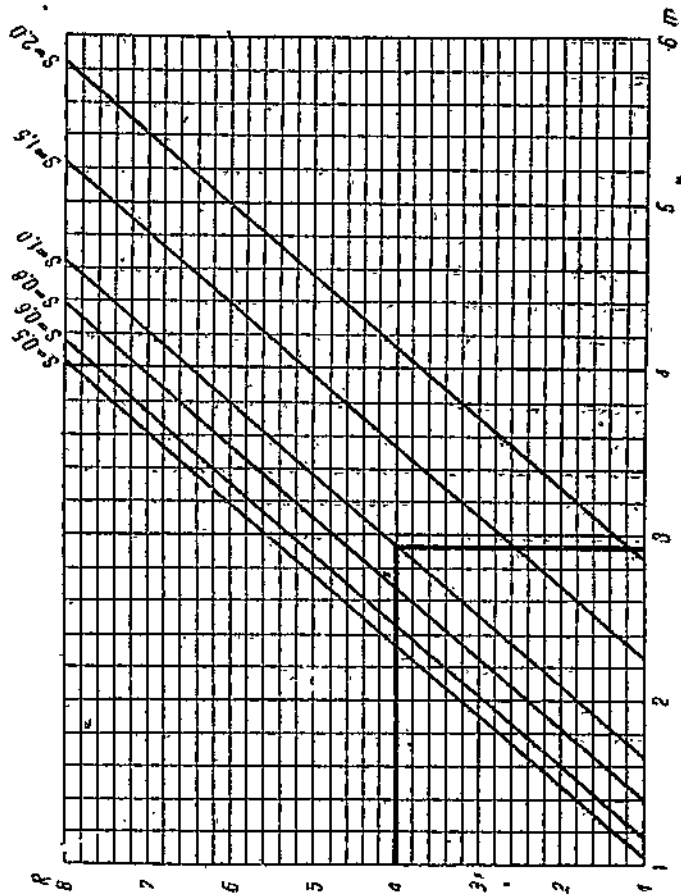
Пример. Дано: $a = 20$ мм, $b = 45$ мм, $R = 4$ мм, $S = 1,5$ мм и $M = +10^\circ$ или $\alpha = 80^\circ$. Находим $m = 2,6$ мм. Тогда $L = a + b - m = 62,4$ мм, а расстояние до линии сгиба $L_1 = a - \frac{m}{2} = 18,8$ мм и $L_2 = b - \frac{m}{2} = 43,8$ мм.

M°	P°	m											
		s=0,5		s=0,6		s=0,8		s=1,0		s=1,3		s=1,5	
		R=2,4	R=3,2	R=2,4	R=3,2	R=4,0	R=4,8	R=3,2	R=4,0	R=4,8	R=8,2	R=4,0	R=4,8
+80	10	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
+75	15	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
+70	20	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
+65	25	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
+60	30	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
+55	35	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
+50	40	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
+45	45	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
+40	50	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
+38	52	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
+35	54	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
+34	56	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
+32	58	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
+30	60	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
+28	62	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
+26	64	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7

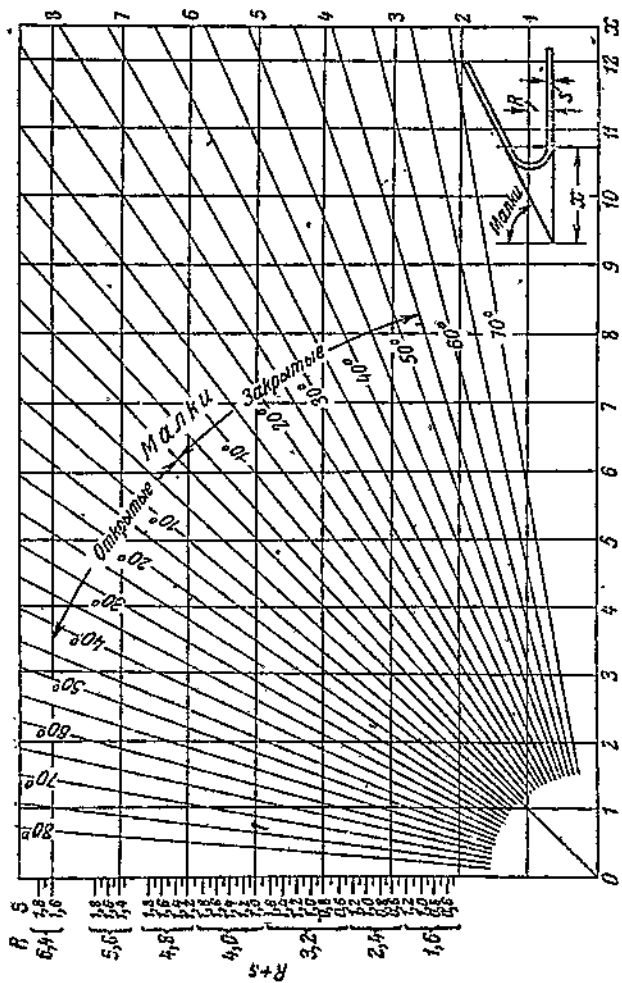
M°	p°	m											
		s=0,5		s=0,6		s=0,8		s=1,0		s=1,3		s=1,5	
		R=2,4	R=3,2	R=2,4	R=3,2	R=4,0	R=4,8	R=3,2	R=4,0	R=4,8	R=3,2	R=4,0	R=4,8
100		2,3	2,8	2,5	3,0	3,2	4,3	3,5	4,1	4,6	4,0	4,3	5,3
101	-10	2,4	2,9	2,6	3,1	3,4	4,4	3,7	4,2	4,7	4,1	4,4	5,4
102	-11	2,4	2,9	2,6	3,1	3,4	4,4	3,7	4,2	4,7	4,1	4,4	5,4
103	-12	2,4	2,9	2,6	3,1	3,4	4,4	3,7	4,2	4,7	4,1	4,4	5,4
104	-13	2,4	2,9	2,6	3,1	3,4	4,4	3,7	4,2	4,7	4,1	4,4	5,4
105	-14	2,4	2,9	2,6	3,1	3,4	4,4	3,7	4,2	4,7	4,1	4,4	5,4
106	-15	2,4	2,9	2,6	3,1	3,4	4,4	3,7	4,2	4,7	4,1	4,4	5,4
107	-16	2,4	2,9	2,6	3,1	3,4	4,4	3,7	4,2	4,7	4,1	4,4	5,4
108	-17	2,4	2,9	2,6	3,1	3,4	4,4	3,7	4,2	4,7	4,1	4,4	5,4
109	-18	2,4	2,9	2,6	3,1	3,4	4,4	3,7	4,2	4,7	4,1	4,4	5,4
110	-19	2,4	2,9	2,6	3,1	3,4	4,4	3,7	4,2	4,7	4,1	4,4	5,4
111	-20	2,4	2,9	2,6	3,1	3,4	4,4	3,7	4,2	4,7	4,1	4,4	5,4
112	-21	2,4	2,9	2,6	3,1	3,4	4,4	3,7	4,2	4,7	4,1	4,4	5,4
113	-22	2,4	2,9	2,6	3,1	3,4	4,4	3,7	4,2	4,7	4,1	4,4	5,4
114	-23	2,4	2,9	2,6	3,1	3,4	4,4	3,7	4,2	4,7	4,1	4,4	5,4
115	-24	2,4	2,9	2,6	3,1	3,4	4,4	3,7	4,2	4,7	4,1	4,4	5,4
116	-25	2,4	2,9	2,6	3,1	3,4	4,4	3,7	4,2	4,7	4,1	4,4	5,4
117	-26	2,4	2,9	2,6	3,1	3,4	4,4	3,7	4,2	4,7	4,1	4,4	5,4
118	-27	2,4	2,9	2,6	3,1	3,4	4,4	3,7	4,2	4,7	4,1	4,4	5,4
119	-28	2,4	2,9	2,6	3,1	3,4	4,4	3,7	4,2	4,7	4,1	4,4	5,4
120	-29	2,4	2,9	2,6	3,1	3,4	4,4	3,7	4,2	4,7	4,1	4,4	5,4
121	-30	2,4	2,9	2,6	3,1	3,4	4,4	3,7	4,2	4,7	4,1	4,4	5,4
122	-31	2,4	2,9	2,6	3,1	3,4	4,4	3,7	4,2	4,7	4,1	4,4	5,4

—32	122	4.8	6.0	5.1	6.3	6.7	7.9	9.1	7.3	8.5	9.6	8.0	9.2	10.4	8.5	9.7	10.9
—33	123	5.0	6.2	5.3	6.5	7.0	8.2	9.5	7.5	8.8	10.0	8.3	9.5	10.8	8.8	10.0	11.3
—34	124	5.2	6.5	5.5	6.8	7.2	8.5	9.8	7.8	9.1	10.4	8.6	9.9	11.2	9.1	10.4	11.7
—35	125	5.3	6.7	5.6	7.0	7.5	8.9	10.1	8.1	9.4	10.7	8.9	10.3	11.6	9.4	10.7	12.1
—36	126	5.6	6.9	5.8	7.3	7.8	9.1	10.5	8.4	9.7	11.1	9.2	10.6	12.0	9.8	11.1	12.5
—37	127	5.7	7.2	6.1	7.5	8.1	9.5	10.9	8.6	9.9	11.5	9.5	11.0	12.4	10.1	11.5	13.0
—38	128	5.9	7.5	6.3	7.8	8.4	9.8	11.4	9.0	10.6	12.0	9.9	11.4	12.8	10.5	11.9	13.5
—39	129	6.1	7.7	6.5	8.1	8.6	10.2	11.7	9.3	10.8	12.4	10.2	11.8	13.4	10.8	12.4	13.9
—40	130	6.4	8.1	6.8	8.4	9.0	10.6	12.2	9.6	11.2	12.8	10.6	12.2	13.9	11.2	12.8	14.4
—41	131	6.6	8.3	7.0	8.7	9.3	11.0	12.7	10.0	11.7	13.3	11.0	12.7	14.4	11.6	13.3	15.0
—42	132	6.8	8.7	7.3	9.0	9.7	11.4	13.1	10.3	12.1	13.8	11.3	13.1	14.9	12.0	13.8	15.5
—43	133	7.1	9.0	7.5	9.4	10.0	11.8	13.7	10.7	12.6	14.4	11.8	13.8	15.5	12.5	14.4	16.4
—44	134	7.4	9.3	7.8	9.7	10.4	12.2	14.1	11.3	13.1	15.0	12.2	14.1	16.1	12.9	14.8	16.7
—45	135	7.7	9.7	8.1	10.1	11.0	12.7	14.8	11.5	13.3	15.5	12.6	14.7	16.6	13.4	15.4	17.4
—46	136	8.0	10.1	8.4	10.5	11.2	13.3	15.3	12.0	14.1	16.1	13.1	15.2	17.3	13.9	15.9	18.0
—47	137	8.3	10.5	8.8	10.9	11.6	13.8	15.9	12.5	14.7	16.8	13.6	15.8	18.0	14.4	16.6	18.7
—48	138	8.7	11.0	9.1	11.4	12.1	14.4	16.6	13.8	16.2	17.4	14.2	16.4	18.7	15.0	17.2	19.4
—49	139	9.1	11.4	9.5	11.8	12.6	15.0	17.3	15.0	17.3	19.6	14.7	17.1	19.5	15.6	17.9	20.2
—50	140	9.5	11.9	9.9	12.3	13.2	15.6	18.0	15.4	17.8	20.1	15.3	17.8	20.3	16.2	18.6	21.0
—51	141	10.0	12.4	10.3	12.8	13.7	16.2	18.4	17.2	19.6	21.9	16.0	18.5	21.0	16.8	19.2	21.9
—52	142	10.2	12.9	10.7	13.4	14.3	16.9	19.6	15.2	17.9	20.6	16.6	19.3	22.0	17.5	20.2	22.8
—53	143	10.7	13.6	11.2	14.1	15.1	17.7	20.5	15.9	18.7	21.5	17.3	20.1	22.9	18.2	21.0	23.8
—54	144	11.2	14.1	11.6	14.6	15.6	18.4	21.4	16.5	19.5	22.4	18.0	21.0	23.9	19.0	21.9	24.8
—55	145	11.6	14.7	12.0	15.2	16.3	19.2	22.3	17.3	20.4	23.4	18.8	21.9	24.9	19.8	22.8	26.0
—56	146	12.2	15.4	12.7	15.9	17.0	20.2	23.3	18.0	21.2	24.4	19.5	22.9	26.0	20.7	23.8	27.1
—57	147	12.7	16.1	13.3	16.6	17.7	21.1	24.4	18.9	22.2	25.6	20.5	23.9	27.3	21.6	24.9	28.4
—58	148	13.3	16.9	13.9	17.6	18.8	22.0	25.6	19.8	23.3	26.8	20.8	24.2	28.6	22.5	26.0	29.7
—59	149	14.0	17.7	14.6	18.3	19.5	23.3	27.6	20.9	24.4	28.0	22.4	26.2	29.9	23.6	27.3	31.0
—60	150	14.7	18.5	15.3	19.2	20.4	24.2	28.8	22.1	25.6	29.4	23.5	27.5	31.4	24.8	28.7	32.6

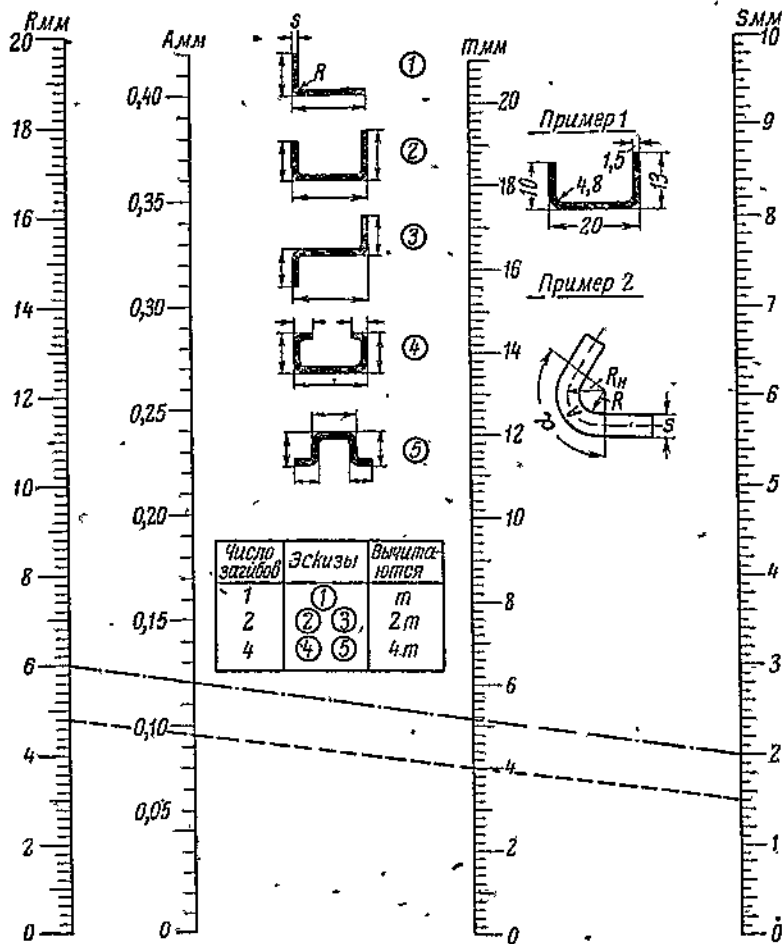
1 Величины меньше 0,05 мм отброшены, а больше 0,05 мм округлены до 0,1 мм.



Фиг. 42. График для определения длин разверток деталей прямо-
'угольных профилей.



Фиг. 48. График для определения дуги касательных к дуге.

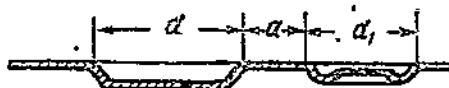


Фиг. 44. Номограмма для определения длин разверток.

Таблица 104

Размеры унифицированных отверстий облегчения (в мм)

(материал: Д2, Д8, Д12, АМц)



Размер	Толщина материала, мм			
	0,6	0,8	1,0	1,2
d	—	38	45	64
d_1	38	50	—	—
a	до $d = 60$ мм; $a \leq 13$ мм; при $d = 64$ мм; $a \leq 19$ мм			

Таблица 105

Размеры унифицированных отверстий, просекаемых резиной на гидравлическом прессе (в мм)

Форма, отверстия	Основной размер	Толщина материала, мм			
		0,5	0,8	1,0	1,2
		Максимальная величина основного размера			
Круг	Диаметр	20	25	38	50
Квадрат	Сторона квадрата	32	38	50	75
Квадрат	Радиус закругления углов	3,2	3,2	5	6,5
Треугольник	Сторона треугольника	—	38	50	75
Треугольник	Радиус закругления углов	—	3,2	5,0	6,5

13. Если отверстия и просечки приходится вырубать отдельно при помощи инструментального штампа, то в шаблоне должно быть сле-

лаю не менее двух отверстий диаметром 2,5 мм (расположенных несимметрично) для шпилек-штампа, фиксирующих положение заготовки при вырубании отверстий.

14. В шаблонах деталей, изгибаемых прямолинейно на профилегибочных прессах без упорной линейки, отверстия для шпилек располагают на средней линиигиба, делая расстояния между центрами кратными 25 мм (для деталей длиной до 100 мм) или 100 мм (для более длинных деталей).

15. В тех случаях, когда шаблоны изготовляют только по конструктивному чертежу без разбивки на пласе, например шаблоны для простого бака, первоначально изготовляют контурный шаблон дна и по нему шаблоны заготовок.

ОПИЛИВАНИЕ

Инструмент. Инструментом для опиливания служит напильник, а приспособлением для закрепления обрабатываемой детали — тиски. В качестве поверочного и измерительного инструмента применяются лекальная линейка, масштабная линейка, штангенциркуль и микрометр.

Напильник представляет стальной брусок, на поверхности которого нанесено большое количество насечек или парезок, образующих мелкие зубья. Каждый такой зуб представляет собой пилец, снимающий небольшую стружку.

Материалом для напильников служит высокоуглеродистая сталь, содержащая 1,2—1,4% С, которую отжигают при 680—710° и закалывают при 750—780°.

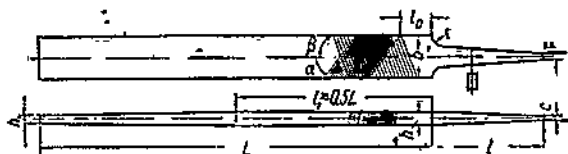
Напильники изготовляют различных профилей. Чаще всего применяют плоские (тупоносые и остроносые), полукруглые, круглые, квадратные и трехгранные. Ножевые (мечевые), овальные и плоские напильники с овальными ребрами применяют при специальных работах.

Обыкновенные напильники, применяемые при обычных слесарных работах, бывают плоские (тупоносые и остроносые), полукруглые, круглые, квадратные и трехгранные.

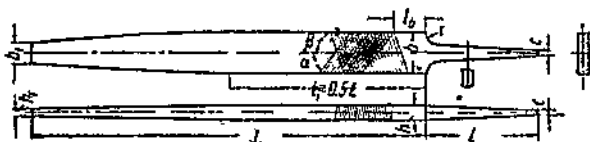
Стандартные напильники изображены на фиг. 45—50, а размеры их приведены в табл. 106—111. На фиг. 51—59 изображены напильники специальных форм, размеры которых указаны в табл. 112—120.

По роду насечки напильники делятся на шесть классов в зависимости от числа зубьев, приходящихся на 1 см длины напильника,

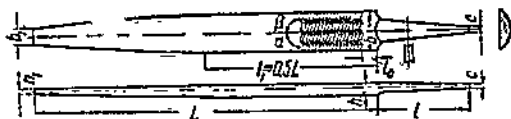
I класс — драчевые	4—14 зубьев
II класс — личные	13—26 »
III класс — бархатные	30—40 »
IV класс — бархатные	40—50 »
V класс — бархатные	50—63 »
VI класс — бархатные	63—80 »



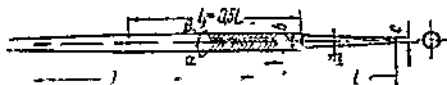
Фиг. 45. Плоский тупоносый напильник.



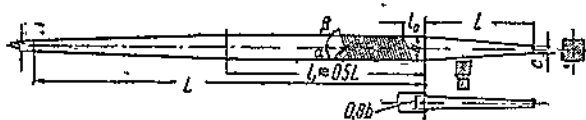
Фиг. 46. Плоский остроносый напильник.



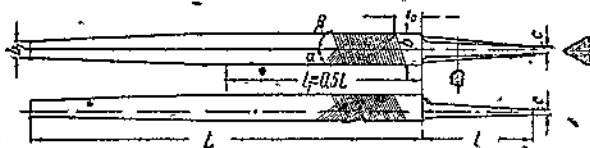
Фиг. 47. Полукруглый напильник.



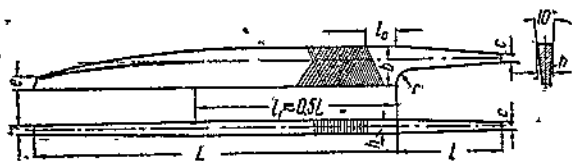
Фиг. 48. Круглый напильник.



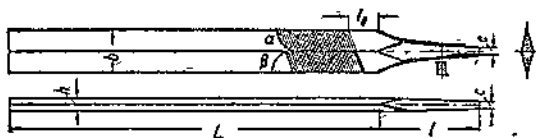
Фиг. 49. Квадратный напильник.



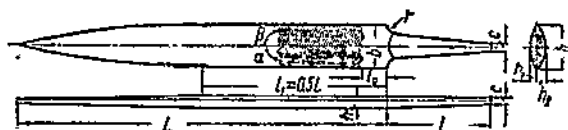
Фиг. 50. Трехгранный напильник.



Фиг. 51. Ножевой напильник.



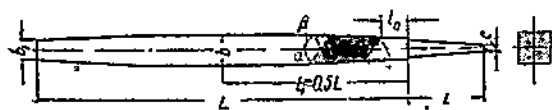
Фиг. 52. Мечевой напильник.



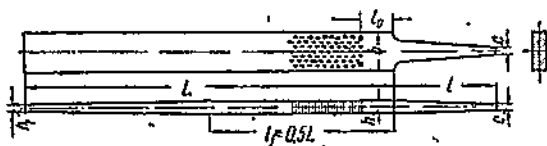
Фиг. 53. Овальный напильник.



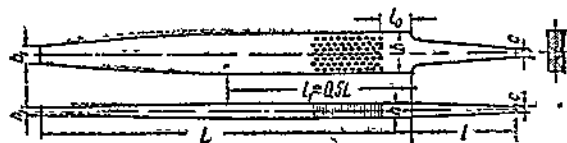
Фиг. 54. Напильник с овальными ребрами.



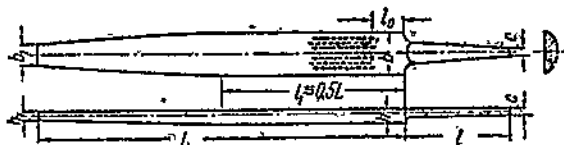
Фиг. 55. Брусонка.



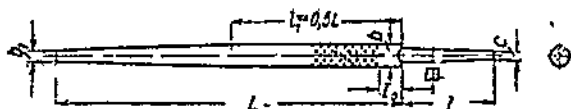
Фиг. 56. Плоский тупоносый рашпиль.



Фиг. 57. Плоский остроносый рапиль.



Фиг. 58. Полукруглый рапиль.



Фиг. 59. Круглый рапиль.

Таблица 106

Размеры плоских тупоносых напильников (в мм)
(Фиг. 45)

L	l	l_0	b	h	h_1	c
100	40	15	12	3,5	2,1	1
150	50	16	18	5	3	1,5
200	60	20	22	6	3,6	2
250	70	20	26	8	4,8	2,5
300	80	20	30	9	5,4	2,5
350	90	25	35	10	6	3
400	100	25	40	11	6,6	3
450	100	30	45	12	7,2	3

Таблица 107

Размеры плоских остроносых напильников (в мм)
(Фиг. 46)

L	l	l_0	b	b_1	h	h_1	c
100	40	15	12	6	3,5	2,1	1
150	50	15	18	9	5	3	1,5
200	60	20	22	11	6	3,6	2
250	70	20	26	13	8	4,8	2,5
300	80	25	30	15	9	5,4	2,5
350	90	25	35	17,5	10	6	3
400	100	25	40	20	11	6,6	3
450	100	30	45	22,5	12	7,2	3

Таблица 108

Размеры полукруглых напильников (в мм)
(Фиг. 47)

L	l	l_0	b	b_1	h	h_1	c
100	40	10	12	6	4	2,1	1
150	50	10	18	9	6	3	1,5
200	60	10	22	11	7	3,6	2
250	70	15	26	13	9	4,8	2,5
300	80	15	30	15	10	5,4	2,5
350	90	15	35	17,5	11	6	3
400	100	15	40	20	12	6,6	3
450	100	15	45	22,5	13	7,2	3

Таблица 109

Размеры круглых напильников (в мм)
(Фиг. 48)

L	l	l_0	b	b_1	c
100	40	10	4	2	1
125	50	10	5	2,5	1,5
150	50	10	6	3	1,5
200	60	10	8	4	2
250	70	15	11	5,5	2,5
300	80	15	13	6,5	2,5
350	90	15	16	8	3
400	100	15	19	9,5	3
450	100	15	22	11	3

Таблица 110

Размеры трехгранных напильников (в мм)
(Фиг. 50)

L	l	l_0	b	b_1	c
100	40	15	9	4,5	1
125	50	15	11	5,5	1,5
150	50	15	13	6,5	1,5
200	60	20	15	7,5	2
250	70	20	18	9	2,5
300	80	20	21	10,5	2,5
350	90	25	24	12	3
400	100	25	27	13,5	3
450	100	30	30	15	3

Таблица 111

Размеры квадратных напильников (в мм)
(Фиг. 49)

L	l	l_0	b	b_1	c
100	40	15	4	2	1
125	50	15	5	2,5	1,5
150	50	15	6	3	1,5
200	60	20	8	4	2
250	70	20	10	5	2,5
300	80	20	13	6,5	2,5
350	90	25	16	8	3
400	100	25	19	9,5	3
450	100	30	22	11	3

Таблица 112

Размеры ножевых напильников (в мм)
(Фиг. 51)

<i>L</i>	<i>l</i>	<i>l</i> ₀	<i>b</i>	<i>h</i>	<i>h</i> ₁	<i>c</i>
100	40	15	12	3,5	2,1	1
150	50	15	18	5	3	1,5
200	60	20	22	6	3,6	2
250	70	20	26	7	4,2	2,5
300	80	20	30	8	4,8	2,5

Таблица 113

Размеры мечевых напильников (в мм)
(Фиг. 52)

<i>L</i>	<i>l</i>	<i>l</i> ₀	<i>b</i>	<i>h</i>	<i>c</i>
100	40	15	12	3,5	1
150	50	15	18	5	1,5
200	60	20	22	6	2
250	70	20	26	7	2

Таблица 114

Размеры овальных напильников (в мм)
(Фиг. 53)

<i>L</i>	<i>l</i>	<i>l</i> ₀	<i>b</i>	<i>h</i>	<i>c</i>
100	40	10	12	3,5	1
150	50	10	18	5	1,5
200	60	10	22	6	2
250	70	15	26	7	2,5

Таблица 116

Размеры напильников с овальными ребрами (в мм)
(Фиг. 54)

L	l	l_0	b	h	c
150	50	15	18	3	1,5
200	60	20	22	4	2
250	70	20	26	5	2,5

Таблица 116

Размеры брусков (в мм)
(Фиг. 55)

L	l	l_0	b	b_1	c
350	90	25	32	22	3
400	100	25	35	24	3
450	100	30	38	26	3
500	100	30	40	28	3

Таблица 117

Размеры плоских тупоносых рапилий (в мм)
(Фиг. 56)

L	l	l_0	b	h	h_1	c
250	70	20	26	8	4,8	2,5
300	80	20	30	9	5,4	2,5
350	90	25	35	10	6	3
400	100	25	40	11	6,6	3

Таблица 118

Размеры плоских остроносых рашпилей (в мм)
(Фиг. 57)

L	l	l_0	b	b_1	h	h_1	c
250	70	20	26	13	8	4,8	2,5
300	80	20	30	15	9	5,4	2,5
350	90	25	35	17,5	10	6	3
400	100	25	40	20	11	6,6	3

Таблица 119

Размеры полукруглых рашпилей (в мм)
(Фиг. 58)

L	l	l_1	b	b_1	h	h_1	c
200	60	10	22	11	7	3,6	2
250	70	15	26	13	9	4,8	2,5
300	80	15	30	15	10	5,4	2,5
350	90	15	35	17,5	11	6	3
400	100	15	40	20	12	6,6	3
450	100	15	45	22,5	13	7,2	3

Таблица 120

Размеры круглых рашпилей (в мм)
(Фиг. 59)

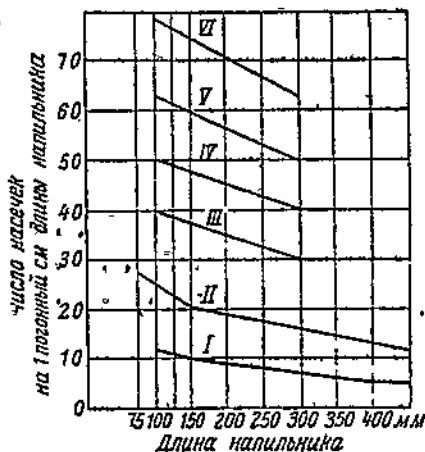
L	l	l_0	b	b_1	c
200	60	10	8	4	2
250	70	15	11	5,5	2,5
300	80	15	13	6,5	2,5
350	90	15	16	8	3
400	100	15	19	9,5	3
450	100	15	22	11	3

В зависимости от общей длины напильника данного класса число насечек на 1 пог. см длины меняется (фиг. 60).-

Самые грубые напильники, так называемые брусочки, изготовляют с 4—6 зубьями на 1 см длины.

Насечку в напильниках обычно делают перекрестную: нижнюю под углом около 65° к оси напильника и верхнюю под углом 70° , причем в верхней насечке делают на один-два зуба больше, чем в нижней.

Рапили отличаются от напильников насечкой, которая представляет собой большие короткие зубцы в виде пирамидок. Благодаря большим размерам зубцов и вместительным канавкам позади каждого зубца рапили пригодны для шлифования мягких металлов. Зубцы рапили расположены рядами, перпендикулярными его оси, чтобы при шлифовании не получалось канавок, ряды смещены друг относительно друга на половину шага между зубьями. По количеству насечек рапили делятся на два класса (табл. 121).



Фиг. 60. Число насечек напильников различных классов.

Число насечек рапили

Таблица 121

Длина рапили, мм		200	250	300	350	400
Число насечек на 1 см длины	1-й класс	—	3,6	3,2	2,8	2,4
	2-й класс	6,4	6	5,6	5,2	4,8
Число насечек на 1 см ширины	1-й класс	—	2,8	2,4	2	1,6
	2-й класс	4,4	4	3,6	3,2	2,8

Надфили (мелкие напильники, применяемые в инструментальном и часовом деле) в зависимости от величины и назначения имеют до 120 насечек на 1 см. Более мелкая насечка бесполезна, так как надфили со 130—140 насечками не столько опиливают, сколько полируют обрабатываемый материал.

Ручка напильника. Величина ручки должна соответствовать величине напильника. Обычно длина ручки в 1,5 раза больше хвоста напильника (табл. 122).

Таблица 122

Размеры ручек напильников (в мм)

Длина напильника	100	150	200	300	500
Диаметр ручки	75	100	125	135	150
Диаметр ее на конце	22	30	38	42	45

Ручки делают из дерева или прессованной бумаги и снабжают металлическим кольцом. Насаживая ручку, надо следить за тем, чтобы хвост дошел примерно до половины длины ручки и ось ее лежала бы на оси напильника.

Уход за напильником. Мельчайшие стружки металла, срезаемые зубцами насечки, застревают в углублениях, вследствие чего напильник начинает скользить по поверхности изделия и перестает снимать стружку, как говорят, «не берет». Чтобы восстановить его работоспособность, надо удалить все застрявшие частицы металла, т. е. прочистить бороздки. Напильник чистят острым кусочком меди или латуни, которым проводят вдоль каждого углубления и удаляют набившиеся в них опилки. Можно также чистить напильник специальной стальной щеткой вдоль насечки (если чистить поперек, то можно испортить щетку). Напильник в значительной степени можно предохранить от забивания опилками, натерев его мелом. Тогда достаточно стукнуть напильником по краю верстака, и опилки выпадут.

Во время работы нельзя класть напильник на замасленный верстак или браться за насеченную часть грязными, замасленными руками. От этого напильник быстро засаливается и перестает правильно работать. Засаленные напильники чистят куском твердого древесного угля, которым трут поперек напильника до полного уничтожения следов масла, а затем чистят проволоочной щеткой.

Восстанавливают напильники следующими способами.

1. Напильники обдувают мелким песком, выбрасываемым сжатым воздухом под давлением 5—8 ат. При этом снимается поверхностный слой металла и зубья становятся более острыми. Направление песчаной струи сначала должно быть перпендикулярным к верхней насечке

с затылка зуба, а затем перпендикулярным книжной насечке. Песчаная струя должна быть направлена к плоскости напильника под очень малым углом.

2. Промытые в щелочи и воде и тщательно очищенные напильники опускают в ванну, содержащую:

воды	35	вес. частей
азотной кислоты	4	»
серной кислоты	5	»

Напильники присоединяют к аноду, а катодом служат две алюминиевые пластины, отстоящие на 200 мм от напильников, и в течение 8 мин. пропускают ток в 6 в 47 а. Затем напильники переключают на катод и в течение 1 мин. пропускают ток в 7 в 37 а. После этого напильники тщательно промывают, смазывают графитом, смешанным с кальцинированной содой, и сушат.

3. Напильники кладут на 1—1,5 часа в ванну с соляной кислотой, где зубья очищаются от ржавчины, жира и т. д., а затем промывают в теплой проточной воде и для окончательного обезжиривания опускают на полчаса-час в раствор каустической соды концентрацией 30—40° по Боме и температурой 50—60°. Очищенные и отмытые от соды напильники укладывают в ванну, которую сперва заполняют водой, а затем в нее вливают серную и азотную кислоты в таком количестве, чтобы получился раствор, содержащий:

воды	80	объемных частей
серной кислоты	10	»
азотной кислоты	10	»

Вынутые из ванны напильники промывают в воде и соде, просушивают и натирают графитом или коксом.

4. Напильники отжигают, снимают полностью зубья, насекают их вновь и закаляют.

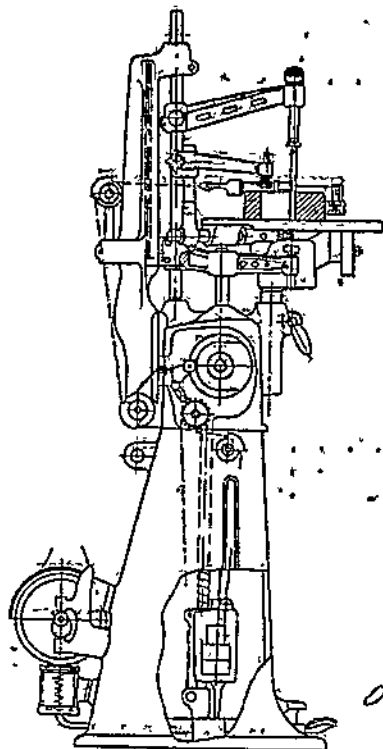
Станки для опиливания. В ряде случаев ручную работу напильников механизмируют, применяя для опиливания специальные станки, которые можно разделить на две основные группы: 1) с поступательно-возвратным движением инструмента и 2) с вращательным движением инструмента.

Станок «механический слесарь» (фиг. 61) относится к первой группе. Он приводится в движение от шкива, вращение которого при помощи кулисного механизма превращается в возвратно-поступательное. Кулиса заставляет перемещаться вверх и вниз державку с укрепленным в ней напильником, снабженным с обоих концов хвостами. На столе станка устанавливают обрабатываемую деталь. Подвигая ее к напильнику, стороной, требующей обработки, ее постепенно опиливают. Напильники можно применять любых сечений, что расширяет области применения этого станка и характер выполняемых на нем ра-

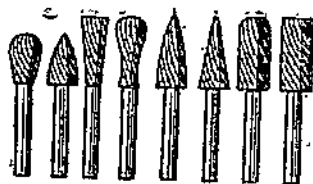
бот. Напильник должен быть укреплен строго перпендикулярно к поверхности стола, чтобы он мог снимать металл всем своим зубьями. При помощи этого станка возможно обрабатывать только сравнительно небольшие детали, которые можно установить на столе станка.

Варнофлекс относится к группе станков с вращающимся инструментом и представляет собой, электромотор, который посредством гибкого вала приводит во вращение небольшой круглый стальной стержень, на одном конце которого сделана насечка, как в обыкновенной напильнике (Фиг. 62). Вращающиеся напильники имеют различные формы в зависимости от вида обрабатываемого металла, профиля поверхности и т. д. Для шлифовки ровных поверхностей применяются вращающиеся напильники в виде диска или цилиндра, для углублений — шарообразные, конусные, яйцевидные и т. п.

Насечку можно делать либо вручную (насеканием или выпиливанием), либо на фрезерном станке. Вращающиеся напильники, как и обыкновенные, разли-



Фиг. 61. Станок механический слесарь.



Фиг. 62. Напильники для варнофлекса.

чаются по шагу насечки, т. е. количеству рядов насечек в одном линейном сантиметре рабочей поверхности напильника. В очень грубых напильниках на 1 см должно быть 5 насечек, в драчевых 7, в полудрачевых 12, а в алмазных 20.

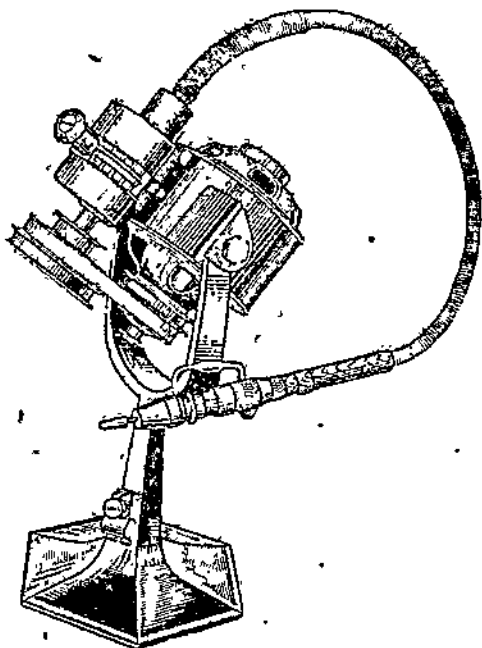
Вращающиеся напильники с фрезерованной насечкой напоминают фрезу и применяются для сравнительно грубых работ — очистки поверхностей отливок, снятия крупных заусенцев, удаления значительного слоя металла и т. д.

Диаметр рабочей части напильника делают в зависимости от характера работы, для которой напильник предназначается, хвост же во всех напильниках одинаков и подходит к одному и тому же стандартному патрону.

В зависимости от типа патрона хвост может быть цилиндрическим или с конусом Морзе. Обычно диаметр рабочей части составляет 6—12 мм, диаметр хвоста 6 мм, а общая длина всего напильника 60—70 мм. Вращающиеся напильники мелких размеров изготавливают вместе с хвостом из одного куска стали, а более крупные, в особенности фрезерованные, делают составными. В последнем случае рабочая часть напильника (головка) навинчивается на хвост. Съемные рабочие головки делают длиной от 10 до 35 мм.

Хвост напильника вставляют в патрон, приводимый во вращение посредством гибкого вала. Гибкий вал приводится во вращение от электромотора (фиг. 63) мощностью от $\frac{1}{8}$ до $\frac{1}{4}$ л. с.

При обработке стали напильником диаметром до 22 мм необходимо сообщать ему скорость 750 об/мин., а при опиливании железа — 1500 об/мин. При обработке мягких металлов напильник должен вращаться со скоростью 2300 об/мин., при опиливании же фибры, абоната и дерева скорость необходимо повысить до 3200 об/мин.



Фиг. 63. Варнофлекс.

Вращающиеся напильники особенно незаменимы в тех случаях, когда приходится обрабатывать детали сложного профиля, различные внутренние полости сложной конфигурации, вырезы, углубления, узкие отверстия и т. д.

Приспособления. Тиски являются основным приспособлением, применяемым при слесарной обработке для закрепления обрабатываемых предметов.

Слесарные тиски бывают двух типов: ступовые и параллельные.

Ступовые тиски чаще всего применяют с губками шириной 100, 130 и 150 мм.

Основания губок, хвосты, щеки, шайбу, подвижное кольцо, вилчатую пластинку и рычаг изготавливают из стали Ст. 1 (ОСТ 4125), а винт с гайкой из стали Ст. 6. Губки наваривают пластинками углеродистой инструментальной стали У8А (ОСТ 4956). Пружину делают из стали А (ОСТ 971). Места соприкосновения хвостов со щеками должны быть так обработаны, чтобы вполне обеспечивали параллельность губок. При ударе по приваренным пластинкам они должны издавать глухой, а не дребезжащий звук, не должны иметь трещин, раковин, плен, заусенцев и других пороков. Рабочая часть губок должна быть закалена и отпущена и обладать твердостью $R_c = 38-45$. При сжатии губок просвет между ними не должен превышать 0,1 мм.

Ступовые тиски можно испытывать двумя способами:

1) двумя руками (допустимы прыжки и давление на рычаг веса тела испытующего) зажать квадратный кусок закаленной стали размером 50 мм в любом месте рабочей части губок и повторить это пять раз;

2) зажать кусок раскаленной добела на длину 50 мм квадратной стали размером 25 мм и осадить его пятью ударами кувалды весом 2,5 кг. Сталь зажимают в тисках тем местом, где она имеет черный цвет, т. е. в середине губок. При этом не должно быть перекоса губок, а также выкрашивания их, образования вмятин, растягивания винта или сминания отдельных витков гайки или винта и деформации рычага.

Параллельные тиски изготавливают следующих размеров (табл. 123).

Основание тисков и направляющий брусок отливают из чугуна марки ЧЛ2 (ОСТ 970), а губки изготавливают из инструментальной стали У8А (ОСТ 4956), винт и гайку — из стали Ст. 6 (ОСТ 4125), вилку и крепящий ее винт и рычаг из стали Ст. 1 (ОСТ 4125), конусные шпindleли из инструментальной стали У7А (ОСТ 4956). Губки должны быть закалены и отпущены и обладать твердостью $R_c = 38-45$.

При сжатии губок просвет между ними не должен превышать 0,1 мм.

Для испытания параллельности тисков в них зажимают двумя руками (допустимы прыжки и давление на рычаг веса тела испытующего) квадратный кусок закаленной стали размером 50 мм в любом

месте губок, причем губки не должны перекашиваться, не должно происходить их зыкращивания или образования вмятин, а также растягивания винта или сгибания отдельных витков гайки или винта, расшатывания губок и деформаций рычага.

Таблица 128

Размеры параллельных тисков

Ширина губок, мм	60	80	100	120	150
Расхождение губок, мм	45	65	95	150	175
Вес, кг	3	5,5	11	32	50
Длина рукоятки, мм	120	150	180	285	175
Диаметр и шаг винта, мм	12×3	16×4	20×4	24×5	30×6

Параллельные тиски изготовляют также поворотными, что дает возможность поворачивать их под разными углами и закреплять в требуемом положении. Это представляет значительные удобства при опиливании изделий сложной формы.

Ручные тисочки, служащие для закрепления опиливаемых мелких деталей, бывают разнообразного устройства и различных размеров. Половинки тисочек и болт изготовляют из стали Ст. 6 (ОСТ 4125), сажимной барашек из стали Ст. 4, а пружину из стали Ст. 0. Губки должны быть закалены и отпущены; твердость их $R_C = 42-50$.

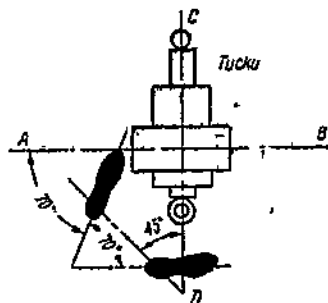
Вставные губки предохраняют обработанные поверхности деталей от повреждения насечкой, нанесенной на губках тисков. Вставные губки изготовляют из мягких материалов — железа, меди, свинца, кожи, картона и т. п. Косые губки служат для зажимания в тисках изделий, на которых приходится опиливать наклонные поверхности, фаски и т. п.

Основные приемы опиливании. Установка тисков. Тиски должны быть установлены на такой высоте, чтобы рука, поставленная локтем, на губки тисков, касалась согнутыми пальцами подбородка.

Стойка при опиливании. Работающий, в зависимости от своего роста и величины хода напильника, становится примерно на расстоянии 200—250 мм справа или слева от тисков.

Корпус работающего должен быть повернут под углом в 45° к оси тисков CD (фиг. 64). Линия, проходящая через середину пяток, должна составлять с осью CD угол в 45° . Левая ступня должна почти упираться в верстак и составлять с линией верстака AB угол в 70° . Правая ступня должна составлять с левой ступней угол также около 70° , причем расстояние между пятками должно быть 250—300 мм. При таком положении достигается наибольшая устойчивость.

Работа с напильником. При опиливании железа или мягкой стали личным напильником стружки, забивающиеся между зубьями напильника, царапают изделие. Чтобы избежать этого, напильник надо почаще прочищать щеткой или натирать мелом.



Фиг. 64. Расположение ног при опиливании.

Очень плохо опиливается алюминий. Работу можно облегчить, натирая напильник стеарином.

Опиливание кривых поверхностей надо начинать с прямых запилы, снимая образующие углы и постепенно подходить к намеченным при разметке рискам.

Широкие поверхности листового металла, которые трудно закрепить в тисках, накладывают на деревянную планку, немного большего размера и укрепляют на ней гвоздями. Головки гвоздей не должны выступать выше поверхности изделия. Планку с изделием зажимают в тисках и опиливают обычным способом.

Обрабатываемую поверхность проверяют при помощи стальной линейки, которую ставят ребром на отпиленное место, в разных направлениях, и смотрят против света. Если плоскость горизонтальна, то линейка будет во всех местах к ней прилегать, и просвет будет равномерным. При неправильном опиливании просветы в низких местах будут получаться более широкие, а в высоких они будут уже.

Чтобы проверить, правильно ли напильник снимает металл именно в нужном месте, обрабатываемую поверхность надо слегка натереть мелом. Наблюдая, где напильник снимает слой мела, можно добиться удаления металла в нужных местах.

ОБРУБАНИЕ

Обрубаение состоит в том, что для придания обрабатываемому изделию требуемой формы с него снимают излишний слой металла, пользуясь для этого зубилом и молотком. Обрубаение является грубой (точность 0,5—1 мм) и вместе с тем трудоемкой операцией, поэтому его стараются заменить другими способами обработки.

Инструмент. Зубило (фиг. 85 и табл. 124) изготавливают из инструментальной стали (У7А, У7, 4ХС) и придают ему прямоугольное, шестигранное, восьмигранное или овальное сечение, что облегчает удерживание его в руке. Передний рабочий конец зубила — острое — оттягивают в кушище в виде клина, а задний конец — лобок — несколько

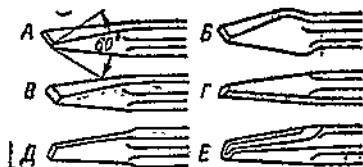
закругляют, чтобы наносимые по нему удары молотка передавались centrally.

Острие зубила (фиг. 66) имеет различные формы в зависимости от рода работы и обрабатываемого материала. Чаще всего применяют обыкновенное или плоское зубило А.

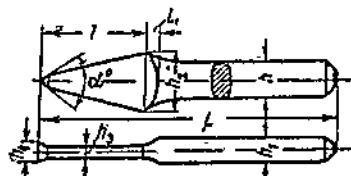
Узкое зубило Б называется крейцмейселем (фиг. 67 и табл. 125). Острие его должно быть особенно прочным. В тех случаях, когда пользоваться обыкновенным зубилом бывает затруднительно, применяют одностороннее зуби-



Фиг. 66. Плоское зубило.



Фиг. 66. Формы острия зубила.



Фиг. 67. Крейцмейсель.

ло В (фиг. 66), лезвие которого заточено лишь с одной стороны. Для вырубания фасонных канавок служит граблтихельное зубило Г, конец которого сделан в виде ромба, или канавочное зубило Д с квадратным концом. Для срубания толстого слоя мягкого металла можно применять полукруглое зубило Е.

Таблица 124

Размеры слесарных зубил по ОСТ 6587
(Фиг. 65, 66)

L	h	h ₁	h ₂	l
100	12	8	5	25
125	12	8	10	35
150	16	10	15	40
175	25	16	20	50
200	32	20	25	60

Размеры креймейселей по ОСТ 6588
(Фиг. 67)

<i>L</i>	<i>h</i>	<i>h</i> ₁	<i>h</i> ₂	<i>h</i> ₃	<i>h</i> ₄	<i>l</i>
160	12	8	15	1,5	2	30
150	16	10	20	4	5	35
275	16	10	20	7	8	35
275	25	16	30	8	10	45
200	25	16	35	10	12	50
200	25	16	40	13	15	55

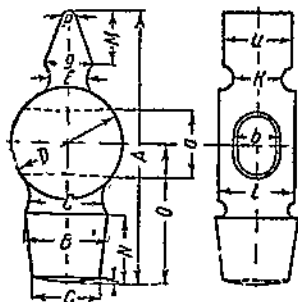
Таблица 126

Размеры молотков с круглым бойком по ОСТ 7809
(Фиг. 68)

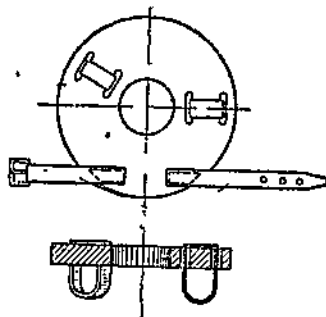
Размер	Вес молотка, г						
	200	300	400	500	600	800	1000
<i>A</i>	80	90	100	105	110	120	130
<i>B</i>	24	29	31	33	36	40	44
<i>C</i>	20	24	26	28	30	32	34
<i>D</i>	30	36	39	42	45	48	51
<i>E</i>	12	14	16	17	18	20	22
<i>G</i>	20	24	25	27	29	32	36
<i>M</i>	16	19	21	22	24	26	28
<i>N</i>	16	19	21	22	24	26	28
<i>O</i>	40	45	50	52,5	55	60	65
<i>a</i>	20	45	25	30	30	32	32
<i>b</i>	10	12,5	12,5	12,5	15	18,5	18,5
<i>g</i>	12	24	16	17	18	20	22
<i>k</i>	19	21	23	25	27	29	31
<i>l</i>	21	24	26	28	30	32	34
<i>p</i>	5	6	6	6	7	7	7
<i>u</i>	21	24	26	28	30	32	34

Чем мягче металл, тем острее должно быть зубило, и угол между гранями его острия может составлять 45—50°. При обрубании серого чугуна этот угол должен быть равен 55—65°, а при обрубании мягкой стали 65—72°. При обрубании твердой углеродистой стали требуется угол заострения в 70—80°; для очень твердого закаленного чугуна этот угол приходится доводить до 80—90°.

Зубила для обрубания железа отпускают до светлоголубого цвета, для чугуна — до синего, а для стали — до фиолетового. Если зубило применяется для обрубания различных металлов, то его отпускают до синего цвета.



Фиг. 68. Молоток.



Фиг. 69. Предохранитель при работе зубилом.

Молоток изготовляют из углеродистой стали, содержащей 0,4—0,6% С (например, Ст. 6, У7), причем оба его конца закалывают, а середину оставляют сырой. Боек молотка может быть различной формы: круглой, квадратной или многогранной. Наиболее часто употребляются молотки с круглым бойком и расширенной средней частью, обеспечивающей более крепкую насадку на ручку (фиг. 68 и табл. 126).

Оба бойка молотка должны быть закалены на длину не менее 15 мм и отпущены; твердость их должна составлять $H_C = 49-52$. Закалывать их надо так, чтобы твердость постепенно понижалась от поверхности в тело. Рабочие поверхности должны быть полированными, а боковые зачищены. Колебания в весе молотков не должны превышать —3 и +5%, а отклонения размеров $\pm 5\%$.

Ручка должна быть посажена под прямым углом к молотку. Особо внимательно надо следить за тем, чтобы молоток был посажен плотно.

Материалом для ручки служат белый бук, клен, дуб, кизил, рябина и другие породы дерева, отличающиеся крепостью. Дерево для

ручек должно быть без сучков и трещин. Длина ручки зависит от веса молотка: чем он тяжелее, тем длиннее должна быть ручка. Для молотка весом в 0,5 кг ручка должна быть длиной около 300—400 мм.

Основные правила рубки. Пока не выработалось достаточного навыка в попадании молотком по зубилу, рекомендуется применять предохранитель (фиг. 69) для предохранения руки от ударов молотка. Такой предохранитель состоит из кружка кожи толщиной 4—5 мм, в середине которого вырезано отверстие для зубила. Пропустив указательный и большой пальцы в петли и застегнув ремень вокруг кисти, захватывают пальцами зубило так, чтобы конец его несколько выступал через отверстие в кружке.

Зубило надо держать всегда с одинаковым наклоном, так как с изменением угла наклона меняется и направление движения лезвия.

Чугун можно рубить сухим зубилом, но при обрубании железа и сплавов меди острое зубило лучше слегка смачивать водой или протирать просаленной тряпкой, чтобы предотвратить покрытие острия тонким слоем срубаемого металла, который притупляет зубило.

Обрубание представляет как для самого работающего, так и для находящихся поблизости определенную опасность, которую всегда надо стараться предотвратить следующими мерами предосторожности:

1. Перед каждым рубщиком надо ставить щит из проволоки или деревянную стенку, на которые попадают отлетающие кусочки металла. Если же рядом работают несколько человек, то помимо этого надо надевать защитные очки.

2. Чтобы головка зубила не разбивалась молотком и чтобы от нее не отлетали куски стали, ее надо закаливать в масле и затем отпускать при 400—500°.

3. Надо пользоваться только острыми зубилами, так как при затуплении зубила приходится наносить очень сильные удары, отчего теряется правильность удара и можно попасть молотком вместо зубила по левой руке.

4. Острое зубило должно быть правильно затрено и фаски должны быть одинаковой ширины и расположены совершенно симметрично по отношению к оси зубила, иначе зубило будет уходить в сторону и молоток, соскочивнув с зубила, попадет на левую руку.

ОТРЕЗЫВАНИЕ

Отрезать металл можно двумя способами: 1) со снятием стружки ножовкой и 2) без снятия стружки — ножницами, кусачками и т. п.

Отрезывание со снятием стружки. Для закрепления ножовки при отрезывании металла вручную служит ножовочный станок, состоящий из стальной скобы с ручкой и одним подвижным захватом для натягивания ножовки. Ножовку надо натягивать настолько туго, чтобы

она не изгибалась во время работы, но вместе с тем нельзя ее Натягивать слишком туго, иначе при малейшем перегибе она может лопнуть. При работе ножовкой со слабо натянутым полотном его легко поломать. Ножовка представляет собой тонкую стальную пластинку с нарезанными на одной стороне зубьями, которые разводятся в обе стороны так, что толщина прореза получается на 0,25—0,5 мм больше толщины полотна. Материалом для ножовок служит углеродистая или вольфрамовая сталь.

Зубья термически обрабатывают так, чтобы их нельзя было сломать личным напильником, а спинка была опущена примерно на одну треть по высоте полотна.

Длину ножовок считают по расстоянию между отверстиями (табл. 127).

Таблица 127

Размеры наиболее употребительных ножовок (в мм)

Длина	300	300	350	350	400	400	450	450
Высота	14	14	16	16	25	25	35	35
Ширина разведенных зубьев	1	1	1,2	1,2	1,8	1,8	2,1	2,1
Шаг зубьев	1	1,5	1	1,5	2	2,5	2,5	3

Выбирать ножовку следует в зависимости от обрабатываемого металла: чем тверже металл, тем зубья ножовки должны быть мельче и чаще (табл. 128).

Таблица 128

Выбор ножовки

Распиливаемый материал	Число зубьев на 25 мм длины ножовки
Отожженная инструментальная и быстрорежущая сталь	14—12
Поделочная и светлотянутая сталь	14—10
Латунь и бронза	14—12
Алюминий	10
Листы и трубы со стенками тоньше 3 мм	22
Латунные листы и трубы	22—18
Калиброванная мелкосортная инструментальная сталь	32—18

Ножовку надо укреплять так, чтобы зубья ее были направлены вперед, а не назад.

Работа ножовкой. При работе ножовку надо нажимать при движении вперед (от себя), а при обратном ходе (к себе) она должна идти свободно, так как в это время зубья не пилят металл, а лишь скользят по его поверхности. Нажим при этом движении поведет к усиленному изнашиванию и поломке зубьев.

С течением времени развод зубьев становится меньше, поэтому старая ножовка всегда тоньше новой. Если старое полотно лопнет на половине работы, то новое в начатом разрезе не пойдет. В таком случае необходимо начать распиливание в другом месте. Если разрез пошел вкось, то необходимо выпутать ножовку, повернуть изделие на четверть оборота и начать новый распил.

Пилить ножовкой надо медленно, особенно вначале, когда еще не образовалось достаточного углубления, затем делать не более 60 движений в минуту. При быстрой работе ножовка чрезмерно нагревается и становится мягкой, а зубья быстро изнашиваются. При разрезывании железа и стали ножовку для облегчения работы и сбережения следует смазывать маслом.

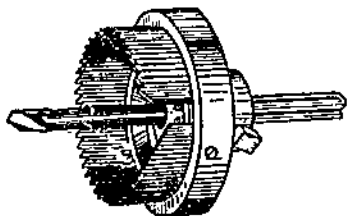
При распиливании металла необходимо обращать внимание на положение ножовки. Так как зубья ножовки направлены вперед, то никогда не следует начинать пилить с острого ребра, иначе зубья будут испытывать удар о край изделия

и таким образом их легко поломать. Надо пилить, начиная с плоскости, немного наклоня ножовку вперед, чтобы обеспечить постепенное вступление каждого зуба в работу.

Если необходимо отпилить кусок от зажатого в тисках изделия, то надо следить, чтобы отрезаемый кусок находился слева от тисков, иначе легко поломать ножовку.

При работе вручную наивысшей производительности достигают при 40—50 ходах в минуту.

Для вырезывания круглых отверстий в трубах, листовом металле, дереве, фибре и т. п. можно употреблять специальную круглую пилу (фиг. 70), состоящую из диска, по окружности которого в канавку вставлен кусок ножовки. Этот диск надевают на обычное спиральное сверло, которое сначала просверливает отверстие в материале и, являясь направляющим, препятствует, таким образом, отклонению круглой пилы от требуемого направления. Подобный инструмент легко изготовить самому.



Фиг. 70. Круглая пила.

Отрезывание без снятия стружки. Для отрезывания металла вручную без снятия стружки употребляют кусачки, ручные или настольные ножницы и вибрационные ножницы.

Кусачки (острогубцы) служат для отрезывания (откусывания) проволоки и небольших тонких металлических пластинок, полосок и т. п. Материалом для изготовления кусачек служит сталь Ст. 6 (ОСТ 4125); губки закалывают и отпускают, доводя их твердость до $R_C = 52-60$.

Кусачки испытывают в работе откусыванием ими: а) мягкой стальной проволоки с временным сопротивлением разрыву до 50 кг/мм^2 и диаметром 2 мм (для кусачек длиной 125 мм) и диаметром 3 мм (для кусачек длиной 175—200 мм), которую откусывают как серединой, так и краями режущих кромок; б) стальной проволоки с временным сопротивлением разрыву $100-110 \text{ кг/мм}^2$ и диаметром 2 мм для всех размеров кусачек, причем проволоку откусывают серединой



Фиг. 71. Ручные вибрационные ножницы.

режущей кромки. При этом режущие кромки не должны выкрашиваться или сгибаться, а шарниры и ручки деформироваться.

Ручные ножницы изготавливают из стали Ст. 6 (ОСТ 4125); лезвия их закалывают и отпускают до твердости $R_C = 52-60$. Лезвия в закрытом состоянии должны взаимно перекрывать друг друга, причем это перекрытие для ножниц длиной 250—300 мм не должно превышать 2 мм, а для более длинных 3 мм. Лезвия закрытых ножниц должны сходиться вплотную без резкого просвета между их плоскостями.

Испытание ножниц в работе заключается в пробном резании листового железа толщиной 1 мм и белой жести толщиной 0,75 мм при длине надреза 500 мм. Металл должен разрезаться по всей длине лезвия без особого усилия одной рукой, а кромки разреза должны получаться чистыми. Режущие грани ножниц при этом не должны выкрашиваться, сгибаться или заметно затупиться, а ручки и шарниры деформироваться.

Для разрезывания гофров применяют ножницы с режущими лезвиями волнистой формы.

Вибрационные ножницы являются механизированным ручным инструментом, приводимым в движение электромотором, помещающимся в ручку (фиг. 71) или расположенным отдельно и соединенным с ножницами гибким валом.

Организпром выпускает вибрационные насадные ножницы НП-3, которые режут дуралюминовые листы толщиной до 3 мм и стальные до 1 мм и полностью заменяют ручные ножницы. Этими ножницами можно резать как по прямой линии, так и по кривому контуру с минимальным радиусом кривизны 20 мм.

Ножницы НП-3 характеризуются следующими данными:

Габарит	285 × 130 × 78 мм
Вес без двигателя	1,5 кг
Число двойных ходов ножа на холостом ходу	1800 в минуту
Скорость резания:	
дуралюмина толщиной 3 мм или	
стали толщиной 1 мм	0,5 м/мин
дуралюмина толщиной 1 мм	2
Максимальная толщина разрезаемого материала:	
дуралюмина	3 мм
стали	1
Марка пневматического двигателя	СД-8
Высота двигателя	190 мм
Вес двигателя	1,8 кг
Число оборотов двигателя на холостом ходу	1800 об/мин.
Рабочее давление воздуха	5 атм
Расход свободного воздуха	0,6 м³/мин
Мощность двигателя	0,15 л. с.

Стуловые ножницы служат для разрезывания более толстых листов. Их делают длиной 500 или 1000 мм. Короткую ручку стуловых ножниц закрепляют неподвижно, а на длинную нажимают рукой, передвигая и поддерживая другой рукой разрезаемый лист. На одном заводе слесарь-стахановец сделал простое устройство, позволяющее нажимать на ручку ногой. Такое приспособление облегчает и ускоряет работу, так как, применяя его, можно поддерживать и направлять лист обеими руками.

Уход за ножницами. Для облегчения работы надо следить, чтобы плоскости обоих лезвий постоянно соприкасались между собой (фиг. 72). Если эти плоскости отойдут друг от друга, то материал

при разрезывании возникает, и образуются острые загнутые края — заусенцы. Чтобы уменьшить трение между боковыми поверхностями лезвий, их следует слегка смазывать маслом.

Необходимо также следить за тем, чтобы режущие плоскости лезвий были всегда остро отточены. Лезвия затачивают под углом 70—80°. Меньший угол приводит к быстрому затуплению или выкрапыванию лезвий, а больший угол хотя и делает лезвия более прочными, но затрудняет резание.

ПРАВКА

Листовой материал правят или вручную при помощи деревянных или стальных молотков на рихтовальных плитах или наковальнях или же на специальных станках: ручных и приводных трехвалках, приводных молотах и прессах.

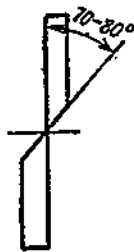
Ручная правка. Приступая к правке листового материала (листов, лент, полос или вырезанных заготовок), необходимо предварительно выявить на материале покоробленные места, так называемые «хлопушки», т. е. установить, где материал больше вытянут по сравнению с соседними участками. Листовой материал, а также вырезанные из него заготовки могут покоробиться как по краям (обычно такой материал с края имеет волнистую поверхность), так и в середине в виде утяжки, т. е. со стянутой серединой. Эта утяжина в большинстве случаев имеет овальную форму.

Выявив покоробленные места на материале, их обводят мелом или простым графитовым карандашом. При нанесении ударов молотком по материалу необходимо помнить, что один неправильный удар может привести в негодность лист или заготовку. При правке тонкого листового материала надо делать несильные удары, нанося их аккуратно и внимательно, так как при неправильном ударе молотком его боковыми гранями легко можно пробить материал насквозь.

В тех случаях, когда необходимо сильно править дюралюмин, его надо предварительно отжечь или закалить и править в течение первых двух часов после термической обработки.

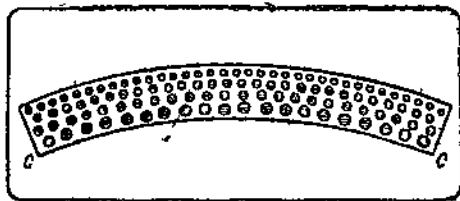
Отрезанные или вырезанные листовые заготовки в виде длинных и узких лент или полос при разрезывании изгибаются, поэтому перед дальнейшей обработкой их приходится править под линейку на полированных плитах деревянными или стальными (гладильник) молотком.

Для правки изогнутых длинных и узких полос или лент их кладут на рихтовальную плиту, прижимают к плите левой рукой и наносят удары деревянным или стальным молотком. Деревянный молоток применяют при правке заготовок из мягкого металла: алюми-



Фиг. 72. Расположение лезвий ножиц.

нии, дуралюмина, алюминия и т. п., а стальным молотком (гладильником) правят сильно покоробленные заготовки, когда они не поддаются правке деревянными молотками. Удары нужно наносить, начиная от нижней кромки *СС* (фиг. 73), изогнутой ленты или полосы, располагая их один около другого. Вначале наносят более сильные удары по нижней кромке, а приближаясь к верхней кромке, постепенно ослабляют их, но наносят более часто. Под действием ударов нижняя кромка будет постепенно вытягиваться, и лента или полоса примет первоначальный вид.

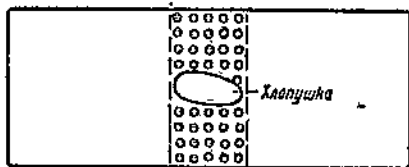


Фиг. 73. Ручная правка изогнутой полосы.

Покоробленный в середине листовой материал правят на полированных рихтовальных плитах деревянными или стальными молотками.

На фиг. 74 изображен лист, в середине которого имеется утолщение («хлопушка»). Чтобы уничтожить хлопушку путем последовательных ударов молотком, необходимо вытянуть оба края листа, как это показано на фиг. 74 кружками.

В таких случаях лист кладут на рихтовальную плиту с чистой поверхностью так, чтобы снаружи была хлопушка, которую затем обводят мелом или графитовым карандашом. Начинают правку с какого-либо края, по которому наносят один ряд ударов молотком. После этого лист переворачивают или переходят ко второму краю и также наносят один ряд ударов молотком. Затем переворачивают лист или переходят снова к первому краю и наносят второй ряд ударов молотком, после чего переходят опять к другому краю и наносят второй ряд ударов и т. д. — до тех пор, пока постепенно не подойдут к хлопушке.



Фиг. 74. Лист с хлопушкой.

Удары надо наносить частые, но не сильные, располагая их один около другого от края к середине листа, т. е. к хлопушке. Ни в коем случае нельзя ударять по хлопушке, так как от этого ее размеры бу-

дуть только увеличиваться. После каждого удара молотком по листу необходимо определять, какое действие он оказал на лист в месте удара и вокруг него. Молоток в процессе правки необходимо держать в руке крепко, чтобы не засечь лист.

Под действием ударов материал будет растягиваться и освобождать стянутую середину, вследствие чего покоробленное место будет выравниваться. По мере выпрямления надо наносить все более легкие удары, но в то же время более частые. Лист во время правки удерживают и прижимают к плите левой рукой.

Машинная правка. На ручных и приводных трехвалках (валячках) правят листовой материал и заготовки, имеющие неровную, волнистую поверхность в виде хлопущек. Для этого листы свертывают, придавая им форму цилиндра, а затем распрямляют их. Например, листовой дуралюмин и листовые заготовки из него для уменьшения коробления при закалке и отжиге свертывают в цилиндр, а после термической обработки для придания им первоначального вида раскатывают на ручной или приводной трехвалке.

Валки должны быть чистыми, отполированными и смазанными маслом.

СВЕРЛЕНИЕ

Инструмент. При сборке для сверления отверстий применяют спиральные и перовые сверла.

Спиральные сверла бывают следующих видов: 1) с цилиндрическим хвостом длинные, 2) с цилиндрическим хвостом короткие и 3) с коническим хвостом. Материалом для сверл служат стали: 1) легированные, 2) углеродистые У10А, У12А, 3) быстрорежущие Р, РФ1. Сверла с коническим хвостом, начиная с диаметра 6 мм, и сверла с цилиндрическим хвостом, начиная с диаметра 12 мм, делают сварными, причем хвост изготавливают из стали Ст. 5 или Ст. 6.

Градации диаметров сверл приведена в табл. 129, а в табл. 130 указаны допуски по диаметрам (ОСТАНКС 7868).

Точность отверстий, получаемых сверлением, не высока — обычно в пределах от 0,05 до 0,15 мм. Сверло разрабатывает отверстие в диаметр последнего получается больше диаметра сверла на величину $0,04 \sqrt{D}$ (мм). Кроме того, отверстия, глубина которых более удвоенного диаметра сверла, часто получаются косыми, так как сверло во время работы отходит от оси в сторону.

Преимущества спиральных сверл следующие:

1. Форма винтовой канавки и особенная заточка режущих кромок позволяют получить на сверле благоприятные углы резания (меньше 90°). Вследствие этого процесс резания протекает в значительно лучших условиях, чем при работе перовым сверлом.

2. Режущие кромки после износа можно быстро восстановить пу-

Градация диаметров спиральных сверл (в мм)

0,25	2,25	5	8,2	11,9	17,1	23,5	33	44,5
0,30	2,3	5,1	8,3	12	17,2	23,7	33,4	44,6
0,35	2,4	5,2	8,4	12,3	17,3	23,8	33,6	44,8
0,4	2,5	5,3	8,5	12,5	17,5	24	33,7	45
0,45	2,6	5,4	8,6	12,8	17,7	24,3	34	45,1
0,5	2,65	5,5	8,7	12,9	18	24,5	34,3	45,6
0,55	2,7	5,6	8,8	13	18,3	24,7	34,6	45,7
0,6	2,8	5,7	8,9	13,2	18,5	24,8	35	46
0,65	2,85	5,8	9	13,3	18,7	25	35,5	46,3
0,7	2,9	5,9	9,1	13,5	18,9	25,3	35,6	46,5
0,75	3	6	9,2	13,7	19	25,7	36	47
0,8	3,1	6,1	9,3	13,8	19,1	25,9	36,7	47,6
0,85	3,15	6,2	9,4	13,9	19,2	26	37	48
0,9	3,2	6,3	9,5	14	19,3	26,2	37,6	48,5
0,95	3,25	6,4	9,6	14,3	19,5	26,7	38	49,6
1	3,3	6,5	9,7	14,5	19,7	27	38,5	50
1,1	3,4	6,6	9,8	14,8	20	27,7	38,8	52
1,2	3,5	6,7	9,9	14,9	20,3	27,9	39	53
1,3	3,6	6,8	10	15	20,5	28	39,2	54
1,35	3,7	6,9	10,1	15,1	20,7	28,3	39,6	55
1,4	3,8	7	10,2	15,2	20,9	28,9	39,7	56
1,5	3,9	7,1	10,4	15,3	21	29	40	57
1,6	4	7,2	10,5	15,5	21,2	29,6	40,3	58
1,7	4,1	7,3	10,6	15,8	21,5	30	41	60
1,75	4,2	7,4	10,8	16	21,7	30,5	41,5	62
1,8	4,3	7,5	10,9	16,2	21,9	31	41,6	65
1,9	4,4	7,6	11	16,3	22	31,3	42	68
2	4,5	7,7	11,2	16,4	22,1	31,6	42,1	70
2,05	4,6	7,8	11,3	16,5	22,3	31,9	42,5	72
2,10	4,7	7,9	11,5	16,8	22,7	32	43	75
2,15	4,8	8	11,7	16,9	22,9	32,5	43,6	78
2,2	4,9	8,1	11,8	17	23	32,6	44	80

Допуски на диаметры спиральных сверл (в мм)

Диаметры сверл	Сверла шлифованные			Сверла нешлифованные		
	Отклонения		Допуск	Отклонения		Допуск
	верхнее	нижнее		верхнее	нижнее	
От 0,25 до 0,5	—	—	—	0	-0,02	0,02
0,5 " 0,75	0	-0,015	0,015	0	-0,025	0,025
" 0,75 " 1	0	-0,02	0,02	0	-0,03	0,03
" 1 " 3	0	-0,025	0,025	0	-0,04	0,04
" 3 " 6	0	-0,03	0,03	—	—	—
" 6 " 10	0	-0,036	0,036	—	—	—
" 10 " 18	0	-0,043	0,043	—	—	—
" 18 " 30	0	-0,052	0,052	—	—	—
" 30 " 50	0	-0,062	0,062	—	—	—
" 50 " 80	0	-0,074	0,074	—	—	—

тем затачивания. Сверло пригодно для сверления отверстий пока имеется хотя бы небольшой участок со спиральными канавками.

3. Спиральное сверло сохраняет свой первоначальный диаметр до полного износа.

4. Винтовые канавки облегчают вывод стружки из отверстия.

5. Производительность спиральных сверл выше, чем перовых.

Геометрия спирального сверла. Большое влияние на работу сверла оказывает величина угла при вершине (фиг. 75), так как от него зависит правильная работа сверла. Ввиду того, что угол при вершине является одним из факторов, положенных в основу расчета профиля фрезы, которой обрабатывают сверла при их изготовлении, то менять его в широких пределах без изменения других факторов недопустимо, так как заточка будет неправильной, отчего сверло будет быстро изнашиваться, а производительность его уменьшится.

В спиральных сверлах рычажного типа угол $\varphi = 116-118^\circ$. Этот угол до известной степени является универсальным — пригодным для всех материалов. Однако при сверлении отверстий в определенном материале надо затачивать сверла под следующими углами, обеспечивающими оптимальные условия работы:



Фиг. 75. Углы спирального сверла.

Материал

φ°

Железо, сталь, чугун	116—118
Латунь, бронза	130—140
Красная медь	125
Алюминий	140
Электрон, силумин	90—100
Эбонит	85—90
Мрамор и другие хрупкие материалы	80
Целлулоид	85
Бакелит	30

Угол наклона канавки ω зависит от величины переднего угла: чем больше угол наклона канавки, тем больше получается передний угол. Поэтому при большом угле процесс резания протекает лучше и уменьшаются крутящий момент и осевое давление (усилие подачи). Кроме того, при работе рыхлыми сверлами, имеющими небольшой угол ω , при повышенных режимах сверления канавки не могут хорошо отводить стружку. Поэтому спиральные сверла, предназначенные для определенной работы или для обработки легких металлов и иных материалов, рационально снабжать наиболее выгодными углами канавки:

Материал

ω°

Латунь, бронза	8—12
Красная медь, алюминий	35—45
Электрон, силумин	40
Эбонит, бакелит, целлулоид	8—12
Мрамор	15

При сверлении сверло совершает два движения: вращательное и поступательное. Вследствие этого направление резания в любой точке режущей кромки будет определяться касательной к описываемой в этой точке винтовой линии. Тогда угол резания δ (фиг. 76) образуется плоскостью, касательной к поверхности режущей грани (по винтовой канавке), и плоскостью, касательной к поверхности резания; передний угол γ есть угол между плоскостью, касательной к передней поверхности канавки, и плоскостью, нормальной к поверхности резания; задний угол α образуется плоскостью, касательной к задней поверхности (поверхности задней заточки), и плоскостью, касательной к поверхности резания.

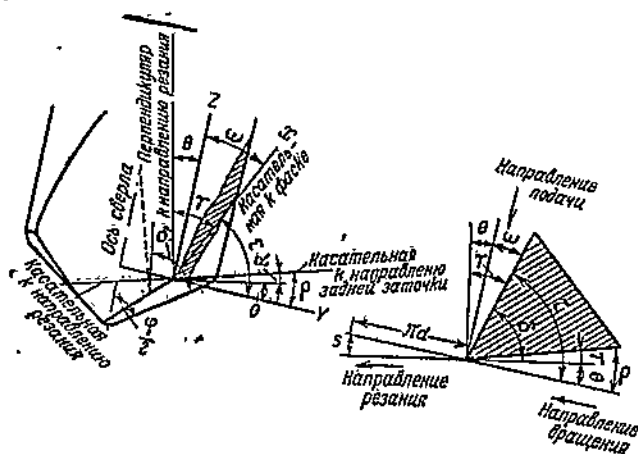
Из фиг. 76 следует:

$$\begin{aligned}\delta &= \tau = \theta, \\ \gamma &= \omega \mp \theta, \\ \alpha &= \rho - \theta,\end{aligned}$$

где θ — угол наклона траектории резания к горизонтальной плоскости, который определяют по формуле

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{s}{\pi d},$$

Для сверл различных диаметров при разных величинах подачи значения угла θ получаются следующие (табл. 131).



Фиг. 76. Углы резания спирального сверла.

Величина переднего угла γ оказывает огромное влияние на условия резания сверла. Передний угол не остается постоянным на всем протяжении режущей кромки; на периферии он достигает наибольшей

Таблица 131

Величины угла наклона траектории резания θ

Диаметр сверла мм	Подача сверла s , мм/об		
	0,15	0,5	1,0
5	0°35'	1°50'	3°40'
20	0°3'	0°28'	0°55'
50	0°2'	0°11'	0°22'

величины и у перемычки — наименьшей. Это является основным недостатком конструкции спирального сверла, вызывающим неравномерный износ режущей кромки. Чтобы избежать этого, необходимо добиваться постоянства переднего угла хотя бы на большей части режущей кромки.

У рыночных сверл чаще всего $\gamma = 30^\circ$ и выше. Это значение оказывается большим для наружных режущих кромок, вследствие чего в процессе резания они чаще и быстрее всего изнашиваются и разрушаются. Поэтому, оставляя угол наклона ω одинаковым, путем некоторого искривления кромки у наружного края можно уменьшить в этом месте передние углы. На остальной же части режущей кромки углы γ такому уменьшению не подвергаются. Можно также увеличить углы наклона ω у рыночных сверл с одновременным искривлением кромки у периферии. Тогда повышение угла винтовой канавки и добавочное искривление дадут возможность получить более выгодные передние углы на значительном участке режущей кромки. Необходимо только не допускать слишком большого искривления, так как сверло потеряет прочность.



Фиг. 77. Сверло со специальной подточкой.

Величину переднего угла можно также выровнять путем подтачивания. Для этого угол наклона делают больше и винтовой канавке придают специальную форму BPB' (фиг. 77) вместо нормальной формы APA' . Для выравнивания переднего угла надо уменьшить его у наружной части кромки путем подтачивания участка BP до совпадения с прямолинейным участком AP (заштрихованная поверхность). Подточенные сверла допускают увеличение скоростей резания и обладают более продолжительным сроком службы.

Угол задней заточки обеспечивает правильную работу сверла. Согласно фиг. 76.

$$\alpha = \rho - \theta,$$

где α — задний угол,

ρ — угол задней заточки,

θ — угол наклона траектории резания.

Угол задней заточки ρ образуется касательной к конической поверхности сверла и касательной к поверхности задней заточки. Задний угол α образован наклоном поверхности задней заточки к поверхности резания, которая вследствие подачи сверла не является конической,

Если бы поверхность резания совпадала с поверхностью задней заточки, то $\rho = 0$, т. е. угол $\alpha = 0$, вследствие чего сильно увеличилось бы трение, затрудняющее резание. Следовательно, поверхность резания не должна совпадать с поверхностью задней заточки и надо, чтобы $\alpha > \rho$.

Так как при подаче сверла меняется угол траектории, то вместе с ним изменяется угол задней заточки. Однако влияние угла θ незначительно и компенсируется разностью в углах задней заточки на наружной и внутренней окружности сверла.

Угол задней заточки должен быть переменным, у режущей кромки он должен составлять $5-8^\circ$, а затем все время повышаться до $20-24^\circ$ у сердцевины сверла. Если угол ρ у сердцевины сделать меньше 20° , тогда угол резания у поперечной кромки будет чрезмерно большим и усилие подачи сильно возрастет. С другой стороны, не следует делать угол снятия затылка на периферии больше 8° , так как режущая кромка будет чрезмерно ослаблена. Благоприятные углы заострения лезвия сверла получаются только при указанной разности величин углов.

Так как у сверл малых диаметров, чтобы усилить режущую кромку, угол наклона канавки делают меньше, чем у крупных сверл, то угол задней заточки надо делать разной величины: для мелких сверл он должен быть на периферии больше, чем для крупных (табл. 132).

Таблица 132

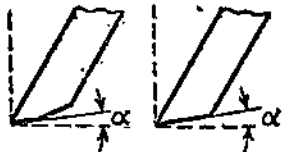
Величины угла задней заточки на периферии сверла

Диаметр сверла мм	Угол задней заточки в градусах	Угол наклона задней кромки в градусах
2,0—3,5	14	47
3,6—5,0	11	48
5,1—7,0	9	49
7,1—11,0	9	50
11,1—18,0	8	52
18,5—30,0	7	55
30,5—55,0	6	55
50,5—100,0	5	55

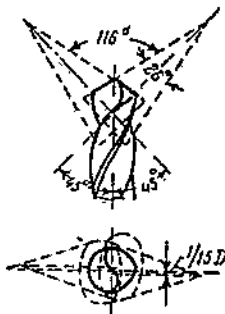
Существующие заточные станки образуют поверхность задней заточки различными способами: некоторые дают конические поверхности, иные — несколько от них отступающие (фиг. 78).

На фиг. 79 показано построение задних граней, при котором получается угол при вершине 116° . В данном случае задние грани представляют собой части поверхностей двух конусов, оси которых сдвинуты в сторону относительно оси сверла на $0,06-0,08$ его диаметра, т. е. на величину радиуса перемычки (диаметр перемычки равен $0,13-0,15$ диаметра сверла). Такой сдвиг нужен для получения необходимого угла заточки.

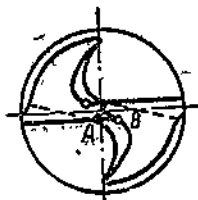
Сверло должно быть заточено симметрично, иначе режущие кромки будут нагружены неравномерно, вследствие чего сверло будет бить и отверстие получится большего диаметра.



Фиг. 78. Поверхности задней заточки сверла.



Фиг. 79. Построение задних граней сверла.



Фиг. 80. Подтачивание задней кромки сверла.

Задняя заточка оказывает большое влияние на режущую способность сверла, так как при задней заточке у лезвия сверла образуются все необходимые режущие элементы, которые изменяются в зависимости от формы задней заточки. Поэтому даже правильно сконструированное и хорошо изготовленное сверло неправильной заточкой можно сделать негодным.

Для повышения производительности сверла поперечную кромку подтачивают, чем уменьшают угол резания поперечной кромки и уменьшают поперечную кромку, вследствие чего уменьшается осевое усилие. Подтачивание заключается в снятии материала налево и направо от поперечной кромки, вследствие чего образуется углубление (фиг. 80). При пересечении с поверхностью задней заточки это углубление представляет в плане прямую, служащую продолжением режущей кромки от А до В. Для затачивания поперечной кромки используются коническим шлифовальным кругом, диаметр которого должен соответствовать шагу винтовой канавки сверла. При этом попе-

режная кромка может быть или несколько укорочена или оставлена без изменений. Вследствие такого подтачивания передний угол у сердцевины получает более выгодное значение и вместе с ним уменьшается угол резания; кроме того, ширина поперечной кромки при последующих заточках остается неизменной и перемычка не ослабляется.

Поперечную кромку можно подтачивать каждый раз после затачивания сверла, хотя в этом нет особой надобности, так как одной подточки бывает достаточно для нескольких заточек. Сердцевина изношенных сверл оказывается значительно толще, чем новых, поэтому поперечную кромку надо подтачивать таким образом, чтобы сердцевина изношенных сверл была не больше, чем у новых.

Особенно сильно сказывается подточка в сверлах крупных размеров. Так при работе сверлом диаметром 50 мм уменьшение передней кромки с 9 до 5,5 мм понизило осевое усилие при сверлении стали на 15,5%, а при сверлении чугуна на 4,5%.

Стойкость сверла можно увеличить путем двойной заточки, заключающейся в том, что сверло затачивают так, чтобы получался двойной угол (фиг. 81), состоящий из угла заточки сверла 118° — 120° и угла заточки фаски 70° — 75° . Для этого надо:

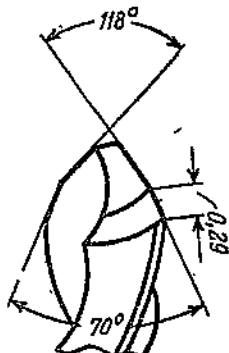
1) заточить сверло под углом 118° — 120° на обычном заточном станке завода имени Ильича;

2) заточить фаску под углом 70° — 75° на универсальном заточном станке, снабженном приспособлением; ширина фаски не должна превышать 0,18—0,2 диаметра сверла;

3) подточить перемычку.

Величина заднего угла на участке фаски должна составлять 5° — 6° , причем переход должен быть равномерным.

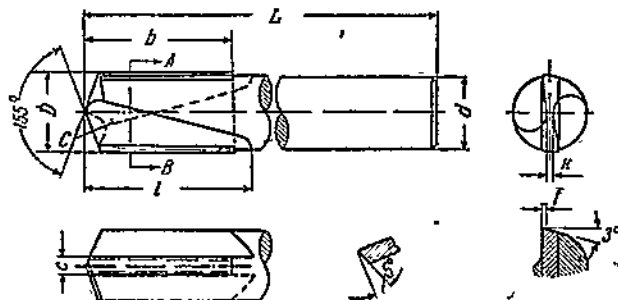
Перовые сверла. Рабочая часть перового сверла представляет собой пластину, у которой режущие ребра расположены симметрично друг к другу и по отношению к оси сверла. Если угол наклона режущих кромок к оси сверла менее 90° , то сверло называют *нормальным*, если же этот угол будет равен 90° и сверло имеет специальное острие, то его называют *центровым*. Благодаря простоте изготовления и большой устойчивости при обработке твердых металлов в ряде случаев перовые сверла оказываются незаменимыми. Так, их применяют для рассверливания длинных отверстий (так называемые пушечные и ружейные сверла), а сверла с прямыми канавками для сверления отверстий в тонких листах вязкого материала, напри-



Фиг. 81. Двойная заточка сверла.

мер латуни, так как при этом сверло не ввинчивается и не заедает.

К недостаткам перовых сверл относятся худшие условия работы, так как угол резания больше 90° ; диаметр сверла при повторном



Фиг. 82. Перовое сверло с пластинкой твердого сплава.

затачивании уменьшается, сверло плохо направляется в работе и отсутствует автоматический отвод стружки.

Перовые сверла не стандартизованы. Для большей устойчивости перовые сверла снабжают пластинками твердого сплава. На фиг. 82 изображено сверло с пластинкой, а в табл. 133 приведены основные размеры сверл. Пластика твердого сплава изображена на фиг. 83; размеры пластинок указаны в табл. 134.

Испытание сверл. Спиральные сверла из быстрорежущей стали должны быть закалены и отпущены так, чтобы твердость режущих лезвий и фасок составляла $H_C=62-65$, а у сверл из инструментальной легированной стали $H_C=61-64$.

Конус Морзе проверяют нормальной конической втулкой, при этом отклонения не должны превышать следующих величин:

№ конуса	Отклонение, мм
1 и 2	$\pm 0,8$
3 и 4	$\pm 1,0$
5 и 6	$\pm 1,5$

Таблица 133

Размеры перовых сверл с пластижкой из твердого сплава (в мм)
(Фиг. 82)

Диаметр сверла D	d	L	b	l	f	c	k
2,7 ^{-0,02}	2,4	40	7	9	0,1	0,8 ^{+0,05}	0,8
3,1 ^{-0,025}	2,8	40	7	9	0,1	0,8 ^{+0,05}	0,4
3,6 ^{-0,025}	3,3	40	9	11	0,1	0,8 ^{+0,05}	0,4
4,1 ^{-0,025}	3,8	60	9	11	0,1	0,8 ^{+0,05}	0,4
5,2 ^{-0,025}	4,8	60	9	11	0,2	1,0 ^{+0,05}	0,5
6,2 ^{-0,025}	5,8	60	14	18	0,2	1,2 ^{+0,05}	0,6
7,2 ^{-0,03}	6,8	80	14	18	0,3	1,5 ^{+0,05}	0,75
8,2 ^{-0,03}	7,8	80	14	18	0,3	1,5 ^{+0,05}	0,75
10,3 ^{-0,035}	9,8	80	18	22	0,3	1,8 ^{+0,05}	0,9

Таблица 134

Размеры пластинок твердых сплавов для перовых сверл (в мм)
(Фиг. 83)

Диаметр сверла мм	a	b	c
2,7—2,8	3,4	7,0	0,8
3,0—3,2	3,8	7,0	0,8
3,7	4,3	9,0	0,8
4,0—4,2	4,8	10,0	0,8
4,5—4,8	5,5	10,0	1,0
5,0—5,2	6,0	10,0	1,0
5,8—6,2	7,0	12,0	1,2
6,5—6,8	7,5	12,0	1,2
7,0—7,2	8,0	14,0	1,5
7,6—7,8	8,5	14,0	1,5
8,0—8,2	9,0	14,0	1,5
9,6—9,8	10,6	18,0	1,8
10,0—10,3	11,2	18,0	2,0

Сверла испытывают в работе по сверлению глухих отверстий в бруске машиноподелочной стали. Режим сверления и длина отверстия, которое должно просверлить сверло, зависят от диаметра сверла и сорта стали.

Ручные сверлилки. Для просверливания отверстий применяют ручные и механические сверлилки. К ручным сверлилкам относятся дрели и трещетки, а к механическим — пневматические и электрические сверлилки.

В тех случаях, когда нет возможности воспользоваться механизированными сверилками, надо стараться просверливать отверстия на сверлильных станках или пользоваться приспособлениями, ускоряющими и облегчающими работу вручную.

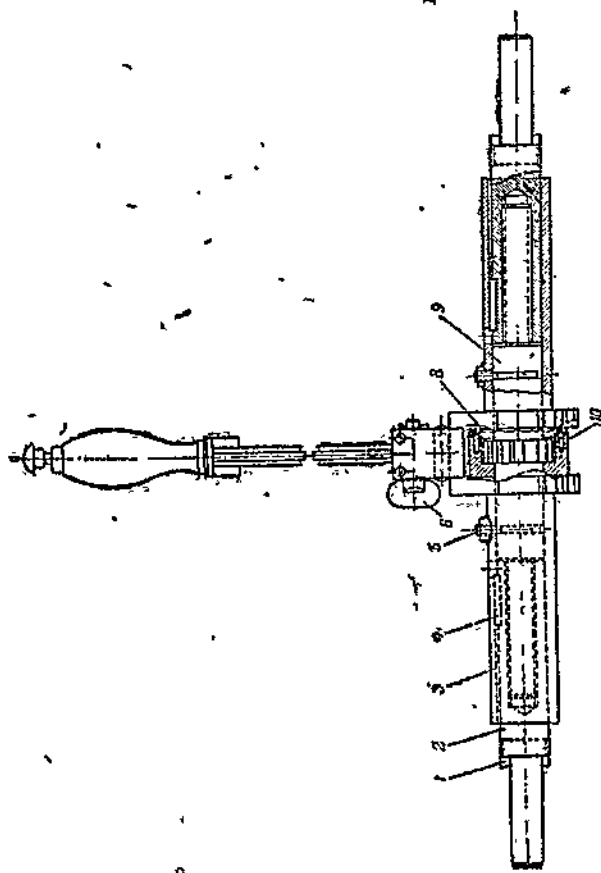
Примером такого приспособления может служить трещетка, изображенная на фиг. 84, которая облегчает сверление и развертывание в труднодоступных местах отверстий, расположенных на одной оси.

Валик 9 трещетки в средней своей части имеет храповик а, а на концах ленточную резьбу: правую и левую. Храповик монтируют в барабане рычага 11 и с правой стороны закрывают крышкой 8, прикрепленной винтами 10. На концы валика 9 навинчивают две оправки 2. На цилиндрических частях валика 9 и оправок 2 на шпонках 4 свободно насажены две втулки 3 с храповиками на конце. Эти втулки связаны с валиком 9 винтами, концы которых скользят в канавке. К рычагу 11 приварены две щеки, поддерживающие ось 15 собачки 17, на которую нажимает пружина 16, привинченная винтом 7. Для зацепления с храповиком а служит прямоугольный палец 12, напавленный на тягу 14, проходящую через рычаг 11.

На конце оправок 2 надевают насадные развертки, в пазы которых входят шпонки; вращая втулки 3 от руки, развертки подводят к отверстиям. При поворачивании рычага 11 на себя собачка 17 посредством храповиков втулок 3 и шпонок 4 заставляет вращаться обе развертки. По окончании работ поворачивают лапку 6, отчего собачка 17 выходит из зацепления с храповиками.

Если требуется обработать одно отверстие, то с одной стороны навинчивают оправку с наружным центром. Применяя оправку с конусным отверстием этой трещетки, можно сверлить одно или одновременно два отверстия.

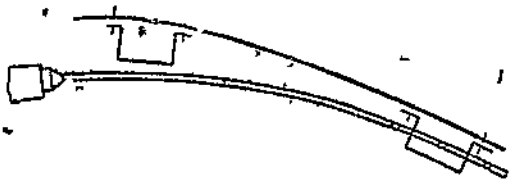
В некоторых случаях, когда нельзя подвести сверло к месту, где должно быть просверлено отверстие, можно пользоваться гибким сверлом (фиг. 85). Для этого к хвостовику спирального сверла приваривают или приваривают прутки стали-серебрянки длиной 400 мм, диаметр которого должен быть равен диаметру сверла. Конец прутка вжимают в патроне пневматической или электрической дрели и, поддерживая и направляя сверло рукой, сверлят отверстие. Так как прутки стали достаточно гибки, то его можно изгибать и подводить к требуемому месту. Хотя это сверло дает отверстие недостаточно



Фиг. 84. Трещетка для сверления и развертывания.

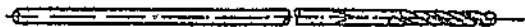
точной размера, его с успехом можно принимать для сверления отверстий при болтовых соединениях с большими допусками. Если при сверлении пользоваться кондуктором со втулкой, то можно получить отверстия с вполне точными размерами.

На продолжительность работы гибкого сверла значительное влияние оказывает способ соединения прутка со сверлом. Наилучшие ре-



Фиг. 85. Сверление отверстий гибким сверлом.

зультаты получаются в том случае, когда в стержне вырезают клинообразное углубление, соответствующему обрабатывают конец прутка и сплавляют сверла с прутком медью (фиг. 86), достигая этим путем без всяких приспособлений совпадения осей прутка и сверла.



Фиг. 86. Соединение прутка со сверлом.

Механические сверлилки. Пневматические и электрические сверлилки выпускают различных размеров и мощности в зависимости от диаметра отверстий, которые требуется просверливать. В самолетостроении обычно приходится сверлить отверстия небольшого диаметра, поэтому применяют маленькие сверлилки, наиболее удобные в работе.

Пневматические сверлилки завода «Пневматика» (Ленинград), применяемые в самолетостроении, перечислены в табл. 135.

Уход за пневматическими сверлилками. Перед началом работы сверлилкой надо: 1) проверить наличие и чистоту сетки в фutorке; 2) смазать сверлилку, для чего в фutorку надо залить до краев чистого турбинного масла марки Л и затем, поставив поворотную муфту вентили в рабочее положение, вручную повернуть несколько раз шпиндель. Воздушный шланг перед присоединением его к сверлилке надо продуть.

При пользовании сверлилкой ее надо включать постепенно, не допуская работы вхолостую, и смазывать через каждые 2—3 часа работы.

Насадки к пневматическим сверлилкам. Для сверления в труднодоступных местах, а также для сверления по кондуктору пневмати-

ческие сверлилки снабжены специальными насадками. В табл. 136 перечислены насадки, рассчитанные для применения с пневматической сверилкой типа ОДА-8.

Таблица 135

Характеристика ручных пневматических сверлилок

Тип	СД-8	СДА-8	СДУ-8	СДТ-10
Максимальный диаметр сверления, мм	8	8	5	10
Число оборотов на холостом ходу, об/мин.	1800	2100	1900	700
Вес с патроном, кг	1,8	1,4	1,5	2
Общая длина с патроном, мм	100	280	210	220
Расход свободного воздуха, м ³ /мин	0,6	0,6—0,7	0,6—0,7	0,55
Диаметр шланга в свету, мм	13	13	13	13
Мощность около, л. с.	0,15	0,15	0,15	0,2

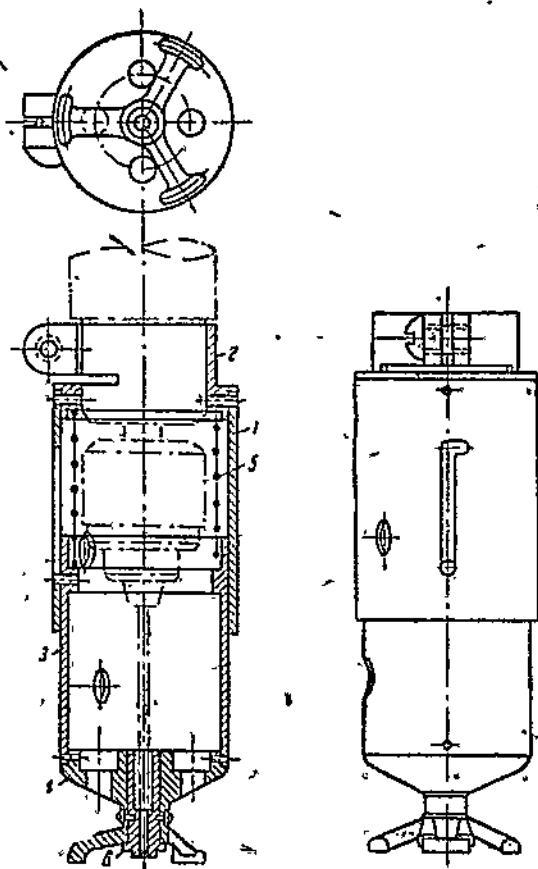
Таблица 136

Характеристика насадок к пневматическим сверилкам СДА-8

Тип	Прямая СНП-4	Угловые		Кондукторная КН-1
		СНУ-2	СНУ-6	
Максимальный диаметр сверла, мм	4,1	4,1	4,1	4,1
Длина насадки, мм	385	280	312	140
Вес, кг	0,82	0,38	0,32	0,215

Прямая насадка СНП-4 облегчает сверление отверстий в таких местах, куда невозможно подвести сверилку. Угловые насадки СНУ-2 и СНУ-6 дают возможность сверлить отверстия, располагая сверилку под прямым углом по отношению к оси отверстия.

Кондукторная насадка типа КН-1 служит для сверления отверстий по упрощенным кондукторным шаблонам, не имеющим стальных втулок. Диаметр отверстий в шаблонах должен соответствовать на-



Фиг. 87. Кондукторная насадка для глубоких отверстий.

ружному диаметру кондукторной втулки, который зависит от диаметра отверстия для сверла.

Диаметр отверстия, мм	1,6	2,4	3,6	4,1
Диаметр наружный, мм	4	5	6	7,5

Для сверления глубоких отверстий по кондуктору применяют насадку другой конструкции (фиг. 87). Корпус 1 насадки прикрепляют к сверлилке хомутом 2. Цилиндр 3, скользящий внутри корпуса насадки, снабжен на конце опорной частью 4 с тремя лапками. Внутри корпуса 1 помещена спиральная пружина 5, которая выдвигает цилиндр 3. В опорную часть 4 ставят кондукторную втулку требуемого размера и, нажимая на сверлилку, заставляют сверло просверливать отверстие, причем цилиндр 3 по мере подачи сверла входит в корпус насадки.

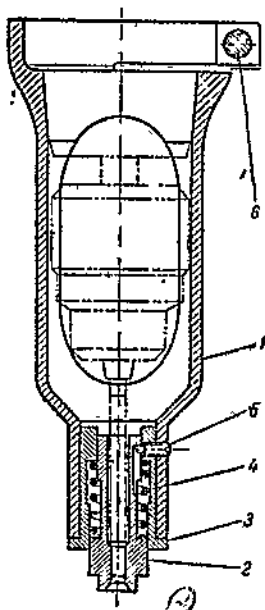
Удаление заклепок и пистонов, обычно срубаемых зубилом (часто портящим детали), можно значительно упростить и облегчить, если применять насадку и специальные втулки. Такую насадку (фиг. 88) закрепляют винтом 6 на сверлилке СДУ-8. В нижнюю часть насадки ставят втулку 3, которую закрепляют винтом 5, служащим вместе с тем направляющей шпонкой для втулки 2.

Для высверливания заклепок служит втулка с углублением (лункой), соответствующим головке заклепки (фиг. 89). Втулка для высверливания пистонов (фиг. 90) снабжена зубцами, препятствующими пистону поворачиваться при сверлении.

Электрические сверлилки трудовой коммуны им. Дзержинского, применяемые в самолетостроении, перечислены в табл. 137.

Сверлилки рассчитаны на повторнократковременную работу и допускают кратковременные перегрузки; длительная перегрузка может вызвать повреждение мотора.

Сверлилка ФД-5 относится к типу быстроходных. Она снабжена коллекторным (однофазным) мотором, могущим работать при питании как постоянным, так и переменным (до 50 пер/сек.) током. Сверлилка

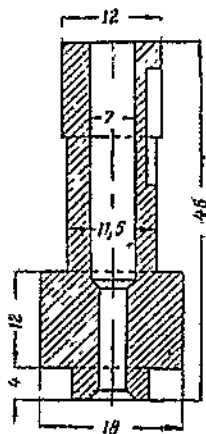


Фиг. 88. Насадка для высверливания заклепок и пистонов.

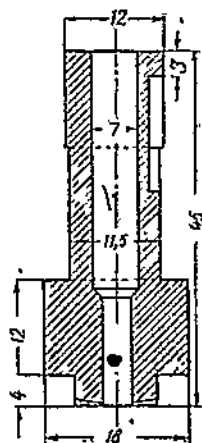
снабжают моторами для напряжения в 120 или 220 в. Если напряжение в сети 380 в, то можно пользоваться сверлилкой на 220 в, сделав предварительно переключение между нулем и фазой.

Конструкция сверлилки ФД-7 отличается от сверлилки ФД-5 тем, что она снабжена редуктором, который уменьшает число оборотов сверла, а также упором с винтом для постепенной подачи сверла.

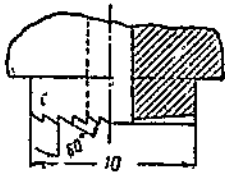
Обмотка статоров моторов на 120 и 220 в одинакова, но в зависимости от напряжения меняется схема соединения катушек. Для



Фиг. 89. Втулка для высверливания заклепок.



Фиг. 90. Втулка для высверливания пистонов.



напряжения 120 в основные и компенсированные катушки соединяют параллельно, а для 220 в — последовательно. В каждом пазе якоря помещены две прямые стороны катушки и две обратные; для напряжения в 120 в сделано 9 витков, а для 220 в — 16 витков.

Сверлилка ФД-8 относится к типу быстрходных с редуктором.

Во всех перечисленных сверилках не предусмотрено левое вращение мотора.

Уход за электрическими сверилками. 1. Если напряжение в сети выше допустимого для переменного тока, то между сетью и сверилкой надо включать трансформатор. Включать добавочные сопротивления для регулирования напряжения нельзя, так как при холо-

сгом ходе мотор окажется под полным, более высоким напряжением, отчего его обмотки могут повредиться.

Таблица 137

Характеристика ручных электрических сверлилок

Тип	ФД-5	ФД-7	ФД-8
Максимальный диаметр сверления, мм . . .	15	23	8
Число оборотов на холостом ходу, об/мин.	1200	450	2200
Вес, кг	5,5	10,5	3
Редуктор	нет	есть	есть
Конус Морзе №	1	2	1
Обмотка якоря:			
число пазов	—	21	12
коллекторных ламелей	—	42	48
шаг обмотки по якорю	1—6	1—11	1—6
коллектору	1—2	1—2	1—2
Обмотка катушек:			
число витков для 120 в	150	32 и 29	285
220 в	270	32 и 29	300
диаметр провода ПБ90 обмотки для 120 в, мм	0,63	0,61	0,61
То же для 220 в, мм	0,44	0,44	0,44

2. Во время работы надо периодически проверять работу щеток, следя за тем, чтобы они были хорошо приточены, не слишком сильно нажимали на якорь и не искрили.

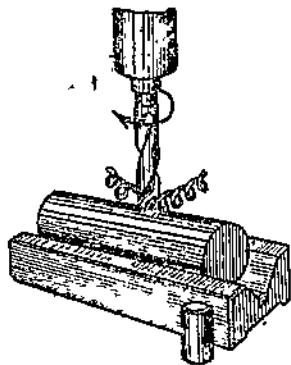
3. Сверлилки надо хранить в сухом, отапливаемом помещении, так как сырость и потеки могут вызвать разрушение изоляции.

4. Сверлилка во время работы должна быть обязательно заземлена. Для этого провод, по которому подводят ток, должен состоять из трех жил: две жилы служат проводниками тока, а третья — для заземления корпуса сверлилки. Один конец заземляющего провода должен быть присоединен к корпусу сверлилки (зажат винтом), а другой конец соединен с землей.

Сверление отверстий. Условия работы. Скорость вращения сверла во время работы зависит от его диаметра и от материала, в котором сверлится отверстие. При работе вручную скорость сверления обычно устанавливают опытным путем; однако надо иметь в виду, что при

сверлении латуни и меди скорость сверла должна быть вдвое больше, чем при сверлении железа, а при сверлении чугуна лишь на 15% больше скорости сверления железа. Чем крепче сталь, тем меньше должна быть скорость вращения. Вместе с тем надо остерегаться чрезмерно большой скорости сверления, так как это очень плохо отражается на самом сверле, которое быстро притупляется, а при чрезмерном нажиме ломается.

Прежде чем приступить к сверлению отверстия, в центре его необходимо сделать кернером небольшое углубление; кернер для этого должен быть заточен не так остро, как при разметке. Никогда не следует ограничиваться накерниванием центров отверстий, сделанным во время разметки, а делать возможно большее углубление, чтобы в него могло войти острие сверла. Это обеспечивает точность работы, так как предупреждает соскакивание сверла и облегчает сверление. Набивать центр кернером надо очень тщательно, так как неправильно посаженный (косой) керн может служить причиной отклонения сверла от центра.



Фиг. 91. Призма для сверления круглых деталей.

Во время работы надо следить за тем, чтобы ось сверла совпадала с осью отверстия, иначе при перекосе сверло защемляется и неизбежна его поломка.

При сверлении применяют различные охлаждающие жидкости, подбирая их таким образом, чтобы они одновременно могли служить и в качестве смазки. При сверлении твердой стали

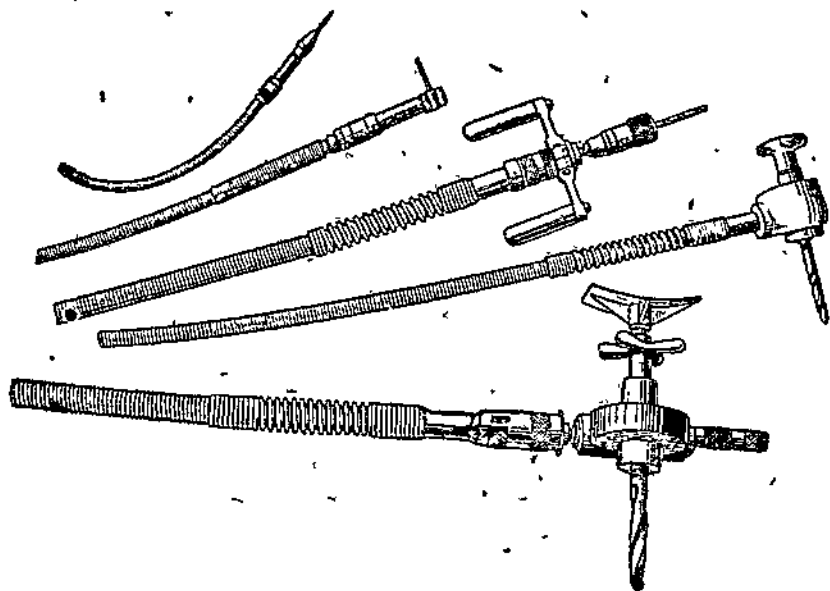
применяют скипидар или смесь из мыльной воды и льняного вареного масла, для мягкой стали и красной меди — вареное масло, для железа — вареное масло или мыльную воду или же слабый раствор соды, для мягких металлов, как, например, алюминий, применяют керосин.

Чугун и латунь сверлят без охлаждения, так как мелкие стружки при употреблении охлаждающей жидкости слипаются и ухудшают условия резания. Чтобы сверло не перегревалось от длительной работы, чугун и латунь сверлят с перерывами, давая возможность сверлу охлаждаться.

Круглое изделие, в котором надо просверлить отверстие, кладут в выемку призмы, которую зажимают в машинных тисках, устанавливаемых на столе сверлильного станка, или просто кладут на стол станка (фиг. 91). В последнем случае для предупреждения вращения

призмы с изделием во время работы сверла в столе делают упор (обыкновенный болт, пропущенный в паз стола станка).

Визжание сверла при работе свидетельствует о том, что сверло затупилось или перекошено в отверстии. В таких случаях работу надо тотчас же приостановить и проверить остроту режущих кромок и правильность направления сверла.



Фиг. 92. Сверильные патроны для варнофлекса.

В момент выхода из просверленного отверстия насквозь сверло захватывает слишком толстый слой металла; если в этот момент не ослабить подачу, то легко сломать сверло. Поэтому особенно внимательно надо следить за окончанием сверления и не нажимать сильно на сверло в этот момент.

Для сверления отверстий в труднодоступных местах можно с успехом применять варнофлекс, снабдив его специальным патроном, зажимающим сверло (фиг. 92).

Сверление точных отверстий. Точность сборки в значительной степени зависит от точности отверстий. Еще недавно не было вполне

установившегося мнения, какими методами надлежит готовить точные отверстия. Этот вопрос разрешали по-разному, предоставляя это в большинстве случаев на усмотрение мастера. В настоящее время этот вопрос решен, и установлен авиационный стандарт на методы изготовления точных отверстий (табл. 138).

Таблица 138

Изготовление точных отверстий

Диаметр отверстия мм	Операции			
	1	2	3	4
3—18	Сверление спиральным сверлом	Черновое развертывание	Чистовое развертывание	—
18—50	Сверление спиральным сверлом	Раззенковы- вание	Черновое развертывание	Чистовое развертывание
50—100	Растачивание	Раззенковы- вание	Черновое развертывание	Чистовое развертывание

Необходимо учитывать, что отверстия 4-го класса точности можно получать после обработки их зенкером, изготовленным с допусками по ОСТ 1024.

При обработке конических отверстий вместо раззенковывания (операция 2) применяют черновое развертывание конической разверткой, а затем чистовое.

При дооперационном способе изготовления точных отверстий пользуются сверлом, резцом, зенкером и развертками, составляя из них наборы для получения отверстий определенного диаметра. Точность и стойкость входящего в набор инструмента зависят от количества, типов инструмента и величины снимаемого слоя металла. Поэтому помимо установления порядка операций каждым инструментом необходимо снимать припуск определенной величины (табл. 139).

Размеры инструмента, применяемого для получения точных отверстий диаметром 3—50 мм, приведены в табл. 140.

Таблица 139

Величина припусков, снимаемых при изготовлении точных отверстий

Диаметр отверстия мм	Максимальный припуск микроны	Припуск, микроны		
		Раззенко- вывание	Черновое развертыва- ние	Чистовое развертыва- ние
3—6	100	—	70	30
6—10	100	—	70	30
10—18	200	—	140	60
18—30	400	200	140	60
30—50	400	200	140	60
50—100	500	250	170	80

Таблица 140

Размеры инструментов для изготовления точных отверстий (в мм)

Диаметр отверстия	Сверло	Зенкер	Развертка	
			черновая	чистовая
3	2,9	—	2,970	3
3,5	3,4	—	3,470	3,5
4	3,9	—	3,970	4
4,5	4,4	—	4,470	4,5
5	4,9	—	4,970	5
6	5,9	—	5,970	6
7	6,9	—	6,970	7
8	7,9	—	7,970	8
9	8,9	—	8,970	9

Диаметр отверстия	Сверло	Зенкер	Развертка	
			черновая	чистовая
10	9,9	—	9,970	10
11	10,8	—	10,940	11
12	11,8	—	11,940	12
13	12,8	—	12,940	13
14	13,8	—	13,940	14
15	14,8	—	14,940	15
16	15,8	—	15,940	16
17	16,8	—	16,940	17
18	17,7	17,840	17,940	18
19	18,7	18,840	18,940	19
20	19,7	19,840	19,940	20
21	20,7	20,840	20,940	21
22	21,7	21,840	21,940	22
23	22,7	22,840	22,940	23
24	23,7	23,840	23,940	24
25	24,7	24,840	24,940	25
26	25,7	25,840	25,940	26
28	27,7	27,840	27,940	28
30	29,6	29,800	29,940	30
32	31,6	31,800	31,940	32
34	33,6	33,800	33,940	34
35	34,6	34,800	34,940	35
36	35,6	35,800	35,940	36
38	37,6	37,800	37,940	38
40	39,6	39,800	39,940	40
42	41,6	41,800	41,940	42
44	43,6	43,800	43,940	44
45	44,6	44,800	44,940	45
46	45,6	45,800	45,940	46
48	47,6	47,800	47,940	48
50	49,6	49,800	49,940	50

НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ

Инструмент. Метчик служит для нарезания резьбы в отверстиях, а планки или винтовальные дощечки — на стержнях.

Метчик представляет собой стальной стержень конической или цилиндрической формы, с нарезанной на нем резьбой, разделенной идущими вдоль стержня канавками на отдельные поля, называемые гребенками. Передняя, несколько коническая часть метчика, которой он вставляется в отверстие, называется *приемным* или *заборным конусом*, а остальная цилиндрическая нарезанная часть — *направляющая* или *калибрующая цилиндром*. Задняя часть метчика, остающаяся без нарезки — *хвост или стержень*, заканчивается квадратом, на который надевается *вороток*.

Для нарезания резьбы в отверстиях пользуются набором, состоящим из трех метчиков, причем первый (*черновой* или *начальный*) служит для предварительного нарезания канавок в отверстиях, второй (*получистовой* или *средний*) — для углубления канавок, сделанных предыдущим метчиком. Третий метчик, называемый *чистовым* или *отделочным*, употребляется главным образом при нарезании глухих, несквозных отверстий для окончательной отделки резьбы.

Наборы метчиков бывают двух основных типов: конические и цилиндрические. Разница между ними состоит в том, что у метчиков конической конструкции режущие зубцы срезаны у всех трех метчиков каждого комплекта по линии, наклонной к оси инструмента, а у цилиндрических метчиков зубцы срезают по линии, параллельной оси, вследствие чего все три метчика цилиндрического набора имеют разные диаметры.

В конических метчиках еще при работе черновым метчиком намечают всю резьбу, так как верхние зубцы его имеют полный профиль. Вследствие этого работать черновым коническим метчиком трудно. В цилиндрических метчиках снятие стружки равномерно распределено между всеми тремя метчиками комплекта.

Метчики одного комплекта отличаются по тому, насколько срезаны вершины резьбы. Больше всего срезаны вершины у черновых метчиков, меньше — у получистовых (средних), а у чистовых совсем не срезаны. Для облегчения установки в отверстия при начале работы концы всех трех метчиков сделаны несколько на конус.

Габаритные размеры ручных метчиков приведены в табл. 141.

Метчики изготавливают из углеродистой, легированной или быстрорежущей стали.

Твердость метчиков должна быть следующей:

при диаметре	1—6 мм	$R_C = 57—60$
»	6—15 мм или $\frac{3}{4}—\frac{5}{16}$ "	$R_C = 58—62$
»	свыше 15 мм или $\frac{5}{16}$ " . .	$R_C = 59—63$

Габаритные размеры ручных метчиков (в мм)

Диаметр метчика	Основная метрическая резьба			1-я мелкая метрическая резьба			2-я мелкая метрическая резьба			Диаметр хвоста	Сторона квадрата	Длина квадрата
	шаг резьбы	общая длина	длина резьбы	шаг резьбы	общая длина	длина резьбы	шаг резьбы	общая длина	длина резьбы			
2-2,3	0,4	36	14	—	—	—	—	—	—	3	2,4	16
2,6	0,45	40	16	—	—	—	—	—	—	3	2,4	16
3	0,5	42	18	0,35	40	16	—	—	—	4	3	16
3,5	0,5	45	20	0,35	40	16	—	—	—	4	3	16
4	0,7	48	22	0,5	45	18	—	—	—	5	3,8	16
5	0,8	52	24	0,5	45	18	—	—	—	6	4,9	16
6-7	1	55	26	0,75	50	22	0,5	45	18	6	4,9	16
8-9	1,25	62	28	1	60	26	0,75	55	22	6-5,5	4,9-4,3	8-7
10-11	1,5	65	30	1	60	26	0,75	55	22	8-9	4,9-5,5	8
12	1,75	75	35	1,25	65	28	1	60	26	9-10	6,2-7	9-10
14-16	2	85	40	1,5	75	30	1	70	25	9-5	8	11
18-22	2,5	95	45	1,5	85	35	1,5	75	25	11-13	9-10	12-13
24-27	3	110	50	2	100	40	1,5	90	30	13-16	11-14,5	14-17
30-38	3,5	125	55	2	115	45	1,5	105	35	20-22	16-18	19-21
36-39	4	140	60	3	130	50	2	120	40	24-26	18-20	21-23
42-45	4,5	155	65	3	145	55	2	135	45	28-32	22-24	25-27
48-52	5	170	70	3	160	60	2	150	50	34-36	26-29	29-32
										38-42	29-32	32-35

Метчики всех размеров из быстрорежущей стали должны обладать твердостью $R_C = 61-64$. Твердость квадратов метчиков должна быть $R_C = 30-40$.

На ручных метчиках, входящих по несколько штук в комплект, нанесены риски, число которых указывает порядковый номер метчиков в комплекте.

При приемке метчиков их осматривают, проверяют размеры и твердость, а также испытывают в работе путем нарезания резьбы в стали Ст. 6 или Ст. 40, обладающей твердостью $H_B = 160-190$. Ручные метчики должны нарезать не менее 15 сквозных или глухих отверстий глубиной 1,5 диаметра метчика. При испытании метчик должен идти легко и равномерно, без дрожания и защемления.

Метчик должен нарезать отверстие без срезанных или сорванных ниток резьбы; резьба не должна получаться двойной; поверхность нарезанной резьбы должна быть чистой, без крупных рисок и задираний металла.

Во время испытаний метчик не должен давать изломов и выкрашиваться; на режущих лезвиях метчика не должно быть местных замятий и других видов повреждений. После испытания метчик должен сохранять свои режущие свойства и быть пригодным для дальнейшей работы. Во время работы квадрат метчика не должен обмякаться и закручиваться.

Плашки служат для нарезания наружной резьбы на болтах, винтах и других деталях. При слесарных работах применяют круглые или призматические плашки.

Круглая плашка (лерка) применяется в основном для нарезания резьбы, к которым не предъявляют особых требований в отношении точности, так как плашки не подвергают корректировке после термической обработки, которая несколько искажает резьбу плашки. Кроме того, нарезание резьбы плашкой вызывает растягивание резьбы по шагу.

Круглая плашка нарезает резьбу за один проход. Неправильные условия эксплуатации часто приводят к поломке плашки. Поэтому необходимо обращать внимание на следующие моменты: 1) выбор диаметра заготовки, 2) закрепление плашки, 3) режим обработки и род охлаждения, 4) заточку плашки.

Круглые плашки бывают неразрезные и разрезные. Разрезные дают менее точную резьбу, так как наличие прореза влечет за собой перекос режущих перьев. Инструментальные заводы, как правило, выпускают неразрезные плашки, которые после соответствующего использования можно превратить в разрезные, удалив перемычку у одного из стружечных отверстий.

Круглые плашки иногда делают с наружным конусом. Такие плашки применяют для нарезания резьбы до упора, поэтому их называют упорными. Угол конуса составляет около 100° .

Конструктивные размеры круглых плашек приведены в табл. 142, а габариты их в табл. 143.

Призматические плашки состоят из двух половинок, снабженных с одной стороны V-образным пазом, предупреждающим выпадение плашек из клуппа, а с другой — резьбой. Для образования режущих кромок плашки снабжены стружечными вырезами или отверстиями.

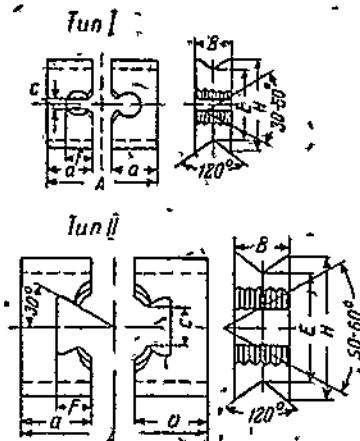
Таблица 142
Конструктивные размеры круглых плашек (в мм)

Диаметр резьбы	Диаметр плашки	Толщина плашки	Число перьев	Диаметр стружеч- ных от- верстий	Ширина пера	Ширина просвета
3	20	6	3	5,5	1,2	1,15
3,5	20	6	3	5,5	1,3	1,3
4	20	6	3	5,5	1,45	1,5
5	20	6	3	5,8	2,1	1,9
6	25	7	4	6	1,8	1,7
7	25	7	4	6	2,15	2,2
8	25	9	4	6	2,25	2,5
9	25	9	4	6,2	2,7	2,8
10	30	11	4	7,5	3	3,1
11	30	11	4	7,5	3,3	3,5
12	38	14	4	10	3,3	4
14	38	14	4	10	4	4,6
16	45	18	4	12	4,6	5,5
18	45	18	4	12	5,2	5,9
20	45	18	5	10	4,9	5,3
22	55	22	5	13	5,5	5,9
24	55	22	5	13	5,6	6,6
27	65	25	5	15	6,2	7,8
30	65	25	5	15	7	8,5
33	65	25	6	18	6,8	7,8
36	65	25	6	13	7,4	8,3
39	75	30	6	15	8	9,2
42	75	30	6	15	9	9,5
45	90	36	6	18,5	9	11
48	90	36	6	18,5	9,7	11,5
52	90	36	6	17,5	11,5	11,8

Габариты круглых плашек (в мм)

Диаметр резьбы			Диаметр плашки	Толщина плашки	
основной метрической ОСТ 94, 32	1-й - мелкой ОСТ 271	2-й мелкой ОСТ 272		по ОСТ 94, 32, 1260	по ОСТ 266, 271, 272
1	1	—	16	6	5
1,2	1,2	—	16	6	5
1,4	1,4	—	16	6	5
1,7	1,7	—	16	6	5
2	2	—	16	5	5
2,3	2,3	—	16	5	5
2,6	2,6	—	16	5	5
3	3	—	20	6	6
3,5	3,5	—	20	6	6
4	4	—	20	6	6
—	4,5	—	20	6	6
5	5	—	20	6	6
—	5,5	—	20	6	6
6	6	6	25	7	7
7	7	7	25	7	7
8	8	8	25	9	9
9	9	9	25	9	9
10	10	10	30	11	9
11	11	11	30	11	9
12	12	12	38	14	10
14	14	14	38	14	10
16	16	16	45	18	14
18	18	18	45	18	14
20	20	20	45	18	14
22	22	22	55	22	16
24	24	24	55	22	16
27	27	27	65	25	18
30	30	30	65	25	18
33	33	33	65	25	18
36	36	36	65	25	18
39	39	39	65	25	18
42	42	42	75	30	20
45	45	45	90	36	22
48	48	48	90	36	22
52	52	52	90	36	22

Особенность призматических плашек состоит в том, что их нарезают метчиком, диаметр которого больше номинального размера на две глубины резьбы. На фиг. 93 изображены призматические плашки, а в табл. 144 приведены их размеры.

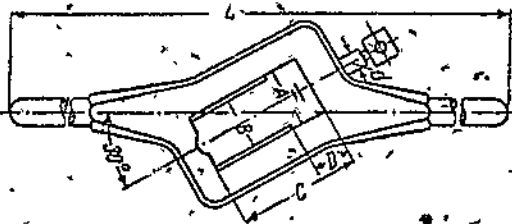


Клуппы и воротки. Клуппы служат для закрепления и шлифования плашек. Клупп представляет собой рамку, в которой при помощи винта закрепляют плашки; две ручки клуппа составляют одно целое с рамкой. Диаметр отверстия в клуппе для круглых плашек соответствует диаметру плашки.

Клупп для призматических плашек изображен на фиг. 94; размеры его приведены в табл. 145.

Практика нарезания резьбы.

При нарезании резьбы в отверстие весьма важную роль имеет его диаметр, так как металл, испытывая давление метчика, течет вдоль оси, и диаметр отверстия уменьшается, отчего метчик часто ломается. В особенности это сказывается при нарезании отверстий в мягких и вязких металлах. В табл. 146—149 приведены размеры сверл и отверстий под резьбу.



Фиг. 94. Клупп.

При нарезании резьбы цельными круглыми плашками поверхность нарезаемого стержня должна быть проточена, так как цельными плашками получают резьбу за один проход. Для получения более

Размеры призматических плашек
(Фиг. 93)

№ круп- на	Номи- нальный диаметр резьбы дюймов	Наруж- ний диаметр метрика мм	A	B	H	E	F	α	с	Тип
1	1/8	3,99	24	7	19	16	5,0	11,5	1,3	I
1	5/16	6,11	24	7	19	16	6,0	11,0	1,6	I
1	1/4	7,98	24	7	19	16	7,0	10,5	2	I
1	5/16	9,74	24	7	19	16	5,5	10,5	3,5	II
2	1/8	7,98	34	10	25	20	7,0	15,5	2	I
2	5/16	9,74	34	10	25	20	5,5	15,5	3,5	II
2	3/8	11,56	34	10	25	20	6,5	16,0	4,5	II
2	7/16	13,43	34	10	25	20	7,0	14,25	5	II
2	1/2	15,42	34	10	25	20	7,5	14,25	5,5	II
2	5/8	11,56	40	12	30	24	6,5	18,0	4,5	II
3	7/16	13,43	40	12	30	24	7,0	17,25	5,0	II
3	1/2	15,42	40	12	30	24	7,5	17,25	5,5	II
3	9/16	17,00	40	12	30	24	9,0	17,25	7,0	II
3	5/8	18,82	40	12	30	24	9,0	16,50	7,0	II
4	5/8	18,82	56	15	42	35	9,0	24,5	7,0	II
4	3/4	22,30	56	15	42	35	10,0	23,5	8,0	II
4	7/8	25,83	56	15	42	35	11,0	23,0	9,0	II
4	1	29,47	56	15	42	35	12,0	22,0	10,0	II
Допуск		-0,2	-0,2	-0,2	X ₃	от +0,2 до +0,5	-0,2	от +0,2 до +0,5	—	—

Таблица 145

Размеры клуппов для призматических плашек (в мм)
(Фиг. 94)

№ клуппа	A	B	C	D	L	d
1	20	17	40	12	280	1/4"
2	26	21	55	16	380	3/8"
3	31	25	66	19	480	5/8"
4	43	36	86	25	750	1 1/2"
5	62	52	125	36	900	5/8"
6	80	68	165	46	1000	3/4"

Таблица 146

Диаметры сверл и отверстий для основной метрической резьбы (в мм)

Номиналь- ный диа- метр резьбы	Диаметр сверла		Номиналь- ный диа- метр резьбы	Диаметр сверла	
	минимум	максимум		минимум	максимум
1	—	0,75	8,0	6,5	6,7
1,2	—	0,95	10,0	8,2	8,4
1,4	—	1,1	12,0	9,9	10,2
1,7	—	1,3	14,0	11,6	11,9
2	—	1,6	16,0	13,6	13,9
2,3	—	1,9	18,0	15,0	15,4
2,6	—	2,1	20,0	17,0	17,4
3,0	—	2,6	22,0	19,0	19,4
4,0	—	3,3	24,0	20,4	20,8
5,0	—	4,1	27,0	23,4	23,8
6,0	4,8	4,9	30,0	26,8	26,8

Таблица 147

Диаметр сверл и отверстий для 1-й метрической резьбы (в мм)

Номиналь- ный диаметр резьбы	Шаг резьбы	Ди а м е т р		
		сверла	отверстия	
			минимум	максимум
8	1,0	6,8	6,81	7,01
10	1,0	8,8	8,81	9,01
12	1,5	10,8	10,23	10,48
14	1,5	12,8	12,23	12,48
16	1,5	14,8	14,23	14,48
18	1,5	16,8	16,23	16,48
20	1,5	18,8	18,23	18,48
22	1,5	20,8	20,23	20,48
24	2	21,7	21,68	21,92
27	2	24,7	24,62	24,92
30	2	27,7	27,62	27,92

Таблица 148

Диаметр сверл и отверстий для 2-й мелкой резьбы (в мм)

Номинальный диаметр резьбы	Шаг резьбы	Ди а м е т р		
		сверла	отверстия	
			минимум	максимум
12	1,0	10,8	10,8	11,01
14	1,0	12,8	12,81	13,01
16	1,0	14,8	14,81	15,01
18	1,0	16,8	16,81	17,01
20	1,0	18,8	18,81	19,01
22	1,0	20,8	20,81	21,01
24	1,5	22,8	22,23	22,48
27	1,5	25,8	25,23	25,48
30	1,5	28,8	28,23	28,48

Диаметры отверстий для 3-й мелкой резьбы (в мм)

Номинальный диаметр резьбы	Шаг резьбы	Диаметр отверстия	
		минимум	максимум
36	1,5	34,36	34,48
39	1,5	37,36	37,48
42	1,5	40,36	40,48
45	1,5	43,36	43,48
48	1,5	46,36	46,48
52	1,5	50,34	50,48

точной резьбы можно применять две плашки, разница диаметров которых составляет 0,25—0,5 глубины резьбы. Сперва нарезают стержень плашкой большего диаметра, а затем проходят его плашкой меньшего диаметра.

КЛЕПКА

Виды клепки. Заклепочные соединения относятся к разряду неразъемных соединений. Процесс клепки состоит из ряда последовательных операций: подгонки, разметки, сверления заклепочных отверстий, вставки заклепок, подтягивания материала и расклепывания головок заклепок. Первые три операции — подгонка, разметка и сверление заклепочных отверстий — являются подготовительными, а последние три операции — вставка заклепок, подтягивание материала и расклепывание заклепок — представляют собой основные операции клепки.

В зависимости от величины заклепок и способа их расклепывания, а также места их установки клепка может быть горячей или холодной. Обычно при заклепках диаметром до 10 мм применяют холодную, а свыше 10 мм — горячую клепку.

В строительстве металлических самолетов в основном применяют холодную клепку.

Клепальные работы в большинстве случаев являются заключительными операциями при сборке отдельных конструкций, узлов и профилей. В зависимости от характера и разновидности заклепочных

соединений, начиная от сочетания отдельных профилей и кончая отдельными узлами и агрегатами, приходится применять клепку, инструмент и оборудование того или иного вида.

Различают следующие виды клепки:

- 1) открытая (немецкая или русская или же русско-немецкая);
- 2) внутренняя (английская);
- 3) потайная;
- 4) трубчатыми заклепками;
- 5) клепка взрывом.

В основном все эти виды клепки применяют в строительстве металлических самолетов.

Открытая клепка в производстве часто называется немецкой или русской, или же русско-немецкой клепкой. Ее обычно применяют в открытых местах при клепке особо ответственных по прочности соединений деталей.

Сущность процесса открытой клепки состоит в том, что заклепки вставляют изнутри с помощью особых инструментов и приспособлений в предварительно просверленные отверстия в подлежащих склепыванию деталях. Заклепки своими закладочными доловками во время клепки упираются в поддержки, вводимые изнутри, а на выступающей с изружной стороны цилиндрический стержень заклепки вставляют соответствующих размеров натяжки, при помощи которых плотно прижимают друг к другу склепываемые детали.

После того как склепываемые детали будут плотно прижаты друг к другу и с цилиндрического стержня заклепки будет снята натяжка, расплющивают выступающий цилиндрический стержень заклепки. В результате склепываемые детали сжимаются обеими головками заклепки, а заклепочное отверстие заполняется цилиндрическим стержнем заклепки.

В самолетостроении применяют более простой способ открытой клепки, отличающийся от предыдущего тем, что цилиндрический стержень заклепки предварительно не осаживают и замыкающую головку не обкатывают. Этот способ клепки значительно ускоряет работу и в то же время не снижает прочности заклепочного шва.

Открытую клепку можно выполнять вручную, пневматическими молотками и на клепальных машинах. Применение открытой клепки в настоящее время сокращается ввиду замены ее более производительной внутренней (английской) клепкой.

Внутренняя клепка (в производстве этот вид клепки часто называют *английским*) применяется в открытых, полужакрытых и закрытых местах соединения деталей. Этот вид клепки характеризуется тем, что замыкающая головка имеет бочкообразную форму, тогда как закладная головка может быть любой формы, например полукруглая, плоская и т. д.

Сущность процесса внутренней клепки состоит в том, что заклепки вставляют в предварительно просверленные отверстия в подлежащих склепыванию деталях снаружи, причем заклепки своими цилиндрическими стержнями упираются в соответствующие инструменты или приспособления. Затем по закладной головке заклепки наносят удары до тех пор, пока цилиндрический стержень внутри не расплющится и не примет форму боченка, благодаря чему склепываемые детали будут сжаты обеими головками заклепки.

Качество заклепочных соединений, получаемых внутренней клепкой, не уступает качеству заклепочных соединений, получаемых открытой клепкой, и вполне удовлетворяет требованиям, предъявляемым к заклепочным соединениям в самолетостроении. Внутреннюю клепку выполняют вручную пневматическими молотками и на клепальных машинах.

Внутренняя клепка по сравнению с открытой имеет следующие преимущества:

1. Сокращение операций по формированию замыкающей головки заклепки: отпадают процессы натягивания материала и обжатия замыкающей головки заклепки.

2. Ускорение вставки заклепки, которую вставляют со стороны клепальника и в очень редких случаях — со стороны подручного.

3. Уменьшение брака из-за подбёжек и вмятин.

Потайная клепка состоит в соединении деталей заклепками с утопленной головкой.

В зависимости от способа образования гнезд (углублений) для закладной головки заклепки различают: 1) потайную клепку с раззенковыванием отверстий для головки заклепки и 2) потайную клепку с отштампованными гнездами.

Во втором случае гнезда можно образовывать при помощи специального инструмента — пуансона и матрицы, либо непосредственно заклепкой.

Потайная клепка с раззенковыванием в самолетостроении применяется при клепке различных трубчатых и профильных конструкций.

Потайную клепку со штамповкой гнезд применяют исключительно в самолетостроении, так как она значительно улучшает аэродинамические качества самолета, а также имеет следующие преимущества:

1. Прочность заклепочных швов при потайной клепке выше, чем при закрытой и внутренней клепке, так как при работе заклепки на срез при потайной клепке срезающие усилия частично передаются на гнезда, выштампованные в склепанных деталях.

2. Применение потайной клепки облегчает борьбу с коррозией поверхности обшивки и швов.

3. Выштампованные гнезда обеспечивают весьма плотное прилегание склепываемых деталей друг к другу.

4. Обычные заклепки с полукруглой головкой, работающие в условиях вибраций, быстро ослабевают, тогда как при потайной клепке этого не наблюдается.

5. Заклепки при потайной клепке предохранены от внешних механических разрушений.

Клепка трубчатыми пистонами применяется в тех случаях, когда соединяемые детали не подвергаются нагрузке и к соединению не предъявляется требований особой прочности. В основном этот вид клепки применяют при производстве самолетов смешанной конструкции для обшивки дюралюминового каркаса перкалем (рули, элероны и т. д.) и в тех случаях, когда в заклепочное отверстие невозможно ввести поддержку и эксцентрик для поддерживания заклепок. Трубчатыми пистонами соединяют трубчатые расчалочные и раскосные конструкции с накладками, стальные узлы с деревянными деталями и т. п.

Клепка взрывом применяется в тех случаях, когда доступ к заклепке возможен только с одной стороны. Для клепки взрывом необходимы специальные заклепки с углублением на конце стержня, в котором запрессовано взрывчатое вещество. Такую заклепку вставляют в отверстие так, чтобы закладная головка оставалась снаружи, и, прикасаясь к ней специальным электрическим нагревателем, нагревают заклепку примерно до 130° .

Взрывчатое вещество под действием тепла взрывается и деформирует стержень заклепки, причем соединяемые детали оказываются плотно притянутыми друг к другу. Нагревание заклепки занимает в среднем 2 секунды.

Заклепки. Основные типы заклепок, применяемых в самолетостроении, перечислены в табл. 150. Размеры алюминиевых и медных заклепок указаны выше (см. табл. 51—56 и 65), а размеры стальных заклепок приведены в табл. 151—155.

Для определения толщины склепываемого шва надо из данных второй колонки табл. 151—155 (длина стержня) вычесть припуск на замыкающую головку. При определении прочности получающегося соединения надо подсчитывать сопротивление смятию.

На головках заклепок из алюминия и его сплавов ставят клейма, чтобы можно было определить, из какого сплава изготовлена заклепка (табл. 156).

Вес заклепок. Для определения веса 1000 заклепок из алюминия и его сплавов можно пользоваться данными табл. 157 и 158. Сперва в табл. 157 находят вес 1000 стержней соответствующей длины из сплава АЛ и в полученным данным прибавляют вес 1000 головок, найденный по табл. 158. Наконец, чтобы получить вес заклепок из требуемого сплава, полученную сумму для заклепок из сплавов Д4П, Д16П и Д18П умножают на коэффициент 1,037, а для заклепок из сплава АМцП — на 1,011.

Таблица 150

Основные типы заклепок

Заклепка	Марка материала	Условные обозначения при $d = 3 \text{ мм}$ и $\phi = 10 \text{ мм}$	№ стандарта	
			сорта-мента	технических условий
С потайной головкой (ЗУ)	ДЗП	ДЗП ЗУЗ-10	120СС-Б	На проволоку ОСТ 7104
	10	10 ЗУЗ-10	11АС	
С потайной головкой для гладкой обшивки (ЗГ)	ДЗП	ДЗП ЗГЗ-10	50СС	На проволоку ОСТ 7104
	10	10 ЗГЗ-10		
С полукруглой головкой (ЗК)	М2	М2 ЗКЗ-10	8АС	ОСТ НКТП 8218/1170
	А2	А2 ЗКЗ-10		
	ДЗП	ДЗП ЗКЗ-10	121СС-Б 10АС	ОСТ 7108
	10	10 ЗКЗ-10		
	30ХМА	30ХМА ЗКЗ-10	12АС	На проволоку 153АМТУ на заклепки 154АМТУ
	30ХГСА	30ХГСА ЗКЗ-10		
С бочкообразной головкой (ЗБ)	ДЗП	ДЗП ЗБЗ-10	35СС	На проволоку ОСТ 7104
	АМцМ	АМцМ ЗБЗ-10		176СМТУ-6
С плосковыпуклой головкой (ЗВ)	ДЗП	ДЗП ЗВЗ-10	122СС-Б	На проволоку ОСТ 7104
	10	10 ЗВЗ-10	931С	
Трубчатые (ЗТ)	20	20 ЗТЗ-10	3СС	На трубы 147АМТУ

Таблица 161

Заклепки стальные с потайной головкой (утопленные)
(АСТ 264С)

Диаметр заклепки мм	Длина стержня мм	Припуск на закрывающую головку мм	Разрушающее уси- лие на срез по од- ной плоскости, кг
2,0	6—10	3	107
2,3	6—10	3,5	141
2,6	6—14	3,8	180
3,0	6—14	4,5	240
3,5	8—16	5,3	327
4,0	10—20	6	427
5,0	12—24	7,5	667
6,0	14—28	9	961
7,0	15—32	10,5	1308
8,0	16—40	12	1709

Примечания. 1. Материал: Ст. 15А (селект).

2. Разрушающее напряжение на срез принято равным 34 кг/мм^2 .

Таблица 152

Заклепки стальные с полупотайной головкой (полуютопленные)
(АСТ 265С)

Диаметр стержня мм	Длина стержня мм	Припуск на закрыва- ющую головку мм	Разрушающее уси- лие заклепки на срез по одной плоскости кг
3,0	6—14	4—5	240
3,5	8—16	5—8	327
4,0	10—20	6	427
5,0	12—24	7,5	667
6,0	14—28	9	961
7,0	16—32	10,5	1308
8,0	18—40	12	1709

Примечания. 1. Материал: Ст. 15А (селект).

2. Разрушающее напряжение на срез принято равным 34 кг/мм^2 .

Таблица 153

**Заклепки стальные с полуциркульной головкой
(АСТ 260С—262С)**

Диаметр стержня мм	Длина стержня мм	Припуск на замы- кающую головку мм	Разрушающее усилие на срез по одной плоскости, кг		
			Ст.152А	30ХГСА	30ХМА
1,6	3,5—19	2,4	68	110	104
2,0	3,5—19	3,0	107	173	163
2,3	4—20	3,5	141	228	216
2,6	5—20	3,9	180	292	276
3,0	6—32	4,5	240	389	367
3,5	7—32	5,3	327	529	500
4,0	8—35	6,0	427	691	653
5,0	9—35	7,5	667	1080	1021
6,0	10—40	9,0	961	1555	1470
7,0	12—40	10,5	1308	2117	—
8,0	14—40	12	1709	2769	—

Примечание. Разрушающее напряжение на срез принято равным: для Ст. 15А 34 кг/мм^2 , для 30ХГСА— 55 кг/мм^2 и для 30ХМА при диаметре стержня 6 мм— 52 кг/мм^2 .

Таблица 154

**Заклепки стальные с плоско-выпуклой головкой
(АСТ 263С)**

Диаметр стержня мм	Длина стержня мм	Припуск на замыка- ющую головку мм	Разрушающее уси- лие на срез по одной плоскости кг
2,0	4—12	3	107
2,6	5—16	3,9	180
3,0	6—18	4,5	240
3,5	7—20	5,3	327
4,0	8—24	6	427
5,0	10—24	7,5	667
6,0	12—24	9	961

Примечания. 1. Материал: Ст. 15А (селект).
2. Разрушающее напряжение на срез принято равным 34 кг/мм^2 .

Таблица 155

**Заклепки стальные трубчатые
(АСТ ЗСС)**

Диаметр стержня <i>мм</i>	Длина стержня <i>мм</i>	Диаметр головки <i>мм</i>	Высота головки <i>мм</i>	Толщина заклепки <i>мм</i>	Припуск на замы- кающую головку <i>мм</i>
4	3—5	6	0,5	0,25	1,5
5	3—35	8	1,0	0,5	2,5
6	3—44	9	1,0	0,5	2,5
8	4—54	12	1,5	1,0	3,5
10	6—76	15	1,5	1,0	4,0
12	6—88	17	1,5	1,0	4,0
14	6—88	20	2,0	1,5	5,0
26	10—104	22	2,0	1,5	5,0
10	10—110	28	3,5	1,5	6,5

Таблица 156

Клеймение заклепок из алюминия и его сплавов

Головка заклепки	Марки материалов				
	А ₂ П	Д18П	Д4П	Д16П	АМцП
Потайная (утолщен- ная)	I	II	III	IV	V
Полукруглая	VI	VII	VIII	IX	X
Плоско-выпуклая	XI	XII	XIII	XIV	XV
Плоская	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX

Теоретический вес 1000 стержней заклепок из алюминия А₂П (в кг)
(124СС)

Длина стержня мм	Диаметр стержня, мм										
	1,6	2	2,3	2,6	3	3,5	4	5	6	7	8
3,5	0,019	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	0,022	0,034	0,045	0,057	0,076	0,104	—	—	—	—	—
5	0,027	0,042	0,056	0,072	0,095	0,130	—	—	—	—	—
6	0,033	0,051	0,067	0,086	0,115	0,156	0,204	—	—	—	—
7	0,038	0,059	0,079	0,100	0,134	0,182	0,238	0,371	—	—	—
8	0,043	0,068	0,090	0,115	0,153	0,208	0,271	0,424	—	—	—
9	0,049	0,076	0,101	0,129	0,172	0,234	0,305	0,477	0,687	—	—
10	0,054	0,085	0,112	0,143	0,191	0,260	0,339	0,530	0,763	—	—
11	0,060	0,093	0,123	0,158	0,210	0,286	0,373	0,583	0,840	1,143	—
12	0,065	0,102	0,135	0,172	0,229	0,312	0,407	0,636	0,916	1,247	—
13	0,071	0,110	0,146	0,186	0,248	0,338	0,441	0,689	0,992	1,351	1,764
14	0,076	0,119	0,157	0,201	0,267	0,364	0,475	0,742	1,069	1,455	1,900
15	0,082	0,127	0,168	0,215	0,286	0,390	0,509	0,795	1,145	1,559	2,036
16	0,087	0,136	0,180	0,229	0,305	0,416	0,543	0,848	1,221	1,663	2,172
17	0,092	0,144	0,191	0,244	0,324	0,442	0,577	0,901	1,298	1,765	2,307
18	0,098	0,153	0,202	0,258	0,344	0,468	0,611	0,954	1,374	1,870	2,443
19	0,103	0,161	0,213	0,272	0,363	0,494	0,645	1,007	1,450	1,974	2,579
20	0,109	0,170	0,224	0,287	0,382	0,520	0,679	1,050	1,527	2,078	2,714
22	—	0,187	0,247	0,316	0,420	0,572	0,746	1,165	1,679	2,286	2,986
24	—	0,204	0,269	0,344	0,458	0,624	0,814	1,272	1,832	2,494	3,257

26	—	0,221	0,292	0,373	0,496	0,675	0,882	1,378	1,985	2,702	3,529
28	—	—	0,314	0,402	0,535	0,727	0,950	1,484	2,138	2,909	3,800
30	—	—	0,337	0,430	0,578	0,779	1,018	1,590	2,290	3,117	4,072
32	—	—	0,359	0,459	0,611	0,881	1,086	1,696	2,443	3,325	4,343
35	—	—	0,393	0,502	0,668	0,909	1,188	1,855	2,672	3,637	4,750
38	—	—	—	—	0,725	0,987	1,289	2,014	2,901	3,949	5,157
40	—	—	—	—	0,764	1,039	1,357	2,120	3,054	4,156	5,429
42	—	—	—	—	—	—	1,425	2,226	3,206	4,364	5,700
45	—	—	—	—	—	—	1,527	2,385	3,435	4,676	6,107
48	—	—	—	—	—	—	—	2,544	3,664	4,989	6,515
50	—	—	—	—	—	—	—	2,651	3,817	5,196	6,786
52	—	—	—	—	—	—	—	2,757	3,970	5,408	7,057
55	—	—	—	—	—	—	—	2,916	4,199	5,715	7,465
58	—	—	—	—	—	—	—	3,075	4,428	6,027	7,872
60	—	—	—	—	—	—	—	3,181	4,580	6,285	8,143
62	—	—	—	—	—	—	—	—	4,733	6,442	8,415
65	—	—	—	—	—	—	—	—	4,962	6,754	8,822
68	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,066	9,229
70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,274	9,500
72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,482	9,772
75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,793	10,179
80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10,858

Теоретический вес 1000 головок заклепок из алюминия А₂П (в кг)
(124СС)

Диаметр стержня заклепки мм	Головка заклепки			
	потайная	полукруглая	плоско- выпуклая	плоская
1,6	0,004	0,011	0,014	0,018
2	0,007	0,020	0,028	0,022
2,3	0,012	0,030	0,047	0,037
2,6	0,016	0,045	0,061	0,052
3	0,023	0,066	0,094	0,073
3,5	0,037	0,104	0,156	0,121
4	0,055	0,155	0,223	0,179
5	0,107	0,307	0,436	0,351
6	0,186	0,528	0,753	0,606
7	0,295	0,834	1,197	0,962
8	0,439	1,256	1,788	1,436

ШАБРЕНИЕ

Шабрение заключается в снятии с обрабатываемой поверхности при помощи шабера тонкого слоя металла для получения возможно более ровной и гладкой поверхности.

Точность шабрения определяют по числу окрашенных пятен, приходящихся на единицу обрабатываемой площади после того как на нее наложат проверочную плиту, смазанную маслом с разведённой в нем краской.

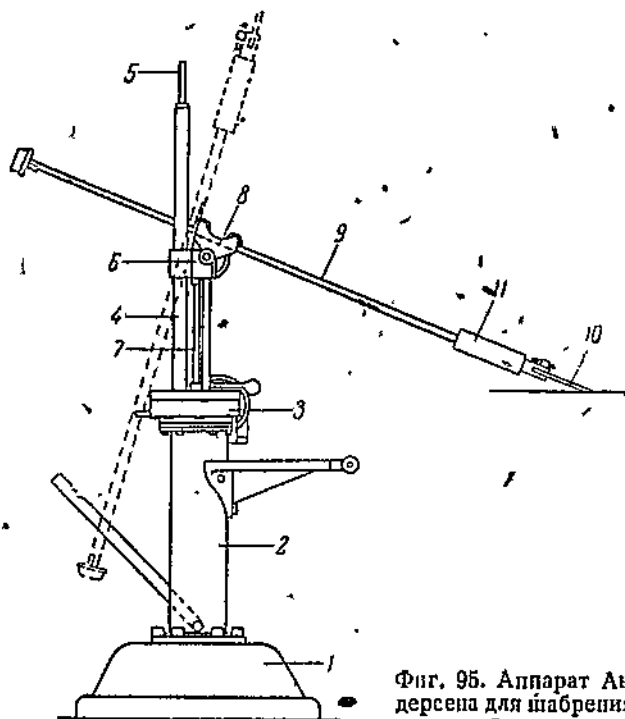
В зависимости от точности шабрения количество пятен, приходящихся на 1 см² поверхности, составляет от 0,75 до 6, причем пятна должны располагаться равномерно по всей прошабренной площади.

Инструмент. Шаберы изготовляют из твердой инструментальной стали, например У10А или У12А. Для грубого шабрения обычно применяют шаберы с лезвием шириной 25—30 мм, а для более точного употребляют шаберы с лезвием шириной 15—20 мм. Наиболее узкие шаберы (5—12 мм) служат для наиболее точного шабрения.

Шаберы делают различной формы. Наиболее часто применяют плоские и трехгранные шаберы. Как те, так и другие делают одно-

конечными и двухконечными. Углы лезвия всегда несколько закругляют, чтобы они не царапали обрабатываемой поверхности.

Торцевую поверхность режущих лезвий в плоских шаберах обычно делают перпендикулярной оси шабера. Таким образом угол заострения



Фиг. 95. Аппарат Андерсена для шабрения.

ния составляет 90° . При грубом шабрении стали рабочую плоскость шабера иногда делают наклонной, вследствие чего угол заострения на одной стороне составляет $75-80^\circ$, а на другой $105-110^\circ$.

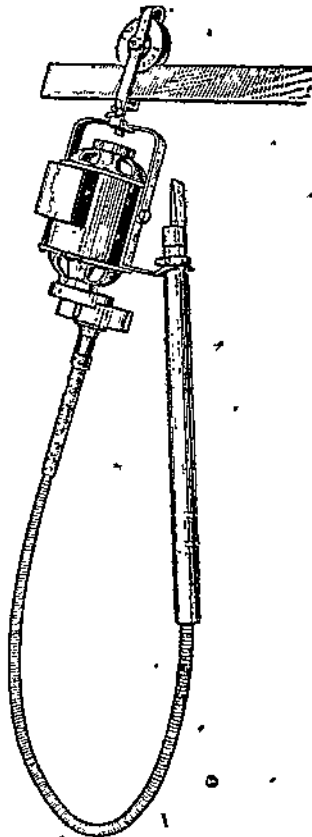
В гранях трехгранных шаберов часто выбирают углубления, так что у режущих лезвий остаются фаски шириной 1—2 мм. Углы заострения трехгранных шаберов делают равными 60° .

Шабер затачивают на точиле, а потом правят на оселке.

Механизация шабрения. Шабрение поверхностей вручную отнимает очень много времени, поэтому надо всячески стремиться к механизации этой трудоемкой операции. Одним из путей для этого является замена шабрения шлифованием, но такую замену возможно осуществить не во всех случаях. Для механизации шабрения существуют различные аппараты и ручные механизированные инструменты. Аппарат Андерсефа для шабрения (фиг. 95) состоит из тяжелого основания 1, на котором укреплен колонок 2 с поворотным столом 3 и цилиндрическими направляющими 4, связанными сверху скобой 5. По направляющим 4 передвигается поперечина 6, для перемещения которой служит винт 7. На поперечине 6 помещено ярмо 8, с которым связана штанга 9. На конце штанги 9 укреплен шабер 10. Для управления движением шабера служит гильза 11, расположенная на цилиндрической части штанги 9. Электромотор в 0,25 л. с. сообщает штанге, а вместе с ней и шаберу прямолинейное возвратно-поступательное движение, вследствие чего рабочему приходится лишь прижимать шабер к обрабатываемой поверхности.

Во время работы правой рукой охватывают гильзу 11, а левой рукой держат шабер, как при шабрении вручную, т. е. прижимают его к обрабатываемой поверхности. При перемещении гильзы 11 по направлению к обрабатываемому изделию шабер движется со скоростью 300 мм/сек, совершая рабочий ход. Обратный ход шабера со скоростью 450 мм/сек происходит при перемещении гильзы 11 в обратном направлении.

Другим примером может служить прибор Бнакс (фиг. 96), состоящий из гильзы с шабером, соединенной гибким валом с подвесным электромотором.



Фиг. 96. Аппарат Бнакс для шабрения.

Другим примером может служить прибор Бнакс (фиг. 96), состоящий из гильзы с шабером, соединенной гибким валом с подвесным электромотором.

РАЗВЕРТЫВАНИЕ ОТВЕРСТИЙ

Просверленные отверстия всегда получаются несколько иного размера. Поэтому в тех случаях, когда необходимо получить вполне точное отверстие с чисто обработанными стенками, применяют развертывание.

Развертки делятся на ручные и машинные. Ручные развертки в зависимости от их формы делятся на прямые и конические, а в зависимости от конструкции — на цельные и разжимные. Кроме того, в каждом типе различают черновые и чистовые развертки.

Зубья разверток обычно делают прямыми, направленными параллельно продольной оси развертки, но при обработке легких металлов (алюминия, магния и т. п.) с успехом применяют развертки с зубьями, расположенными по винтовой линии, причем угол наклона должен составлять около 45° .

Развертки изготовляют с неравномерным шагом по окружности, так как этим путем устраняют возможность появления шероховатостей на стенках развернутого отверстия. Числа зубьев развертки определяют по формуле;

$$N = 2\sqrt{D},$$

где D — диаметр развертки в мм.

Число зубьев делают четным: 6, 8, 10, 12 и т. д. В черновых развертках число зубьев делают на 1—2 зуба меньше, чем в чистовых. Это облегчает резание черновой разверткой.

Раздвижные развертки отличаются тем, что диаметр их по мере износа можно увеличивать. Эти развертки особенно удобны при сборке, когда возникает необходимость сделать отверстие несколько большим, чем остальные. Диаметр раздвижной развертки можно увеличивать на 0,25—0,5 мм.

Развертки изготовляют из инструментальной углеродистой (У10А, У12А), легированной (В1, ХВГ) или быстрорежущей стали (Р0, Р); развертки диаметром больше 10 мм делают сварными.

Рабочая часть разверток, изготовленных из углеродистой или малолегированной стали, должна обладать следующей твердостью:

Диаметр развертки	Твердость R_C
3—8 мм	59—63
Свыше 8 »	60—64

Развертки всех размеров из быстрорежущей стали должны обладать твердостью $R_C = 61—64$.

Квадраты и лапки сварных разверток должны обладать твердостью $R_C = 30—40$.

Отклонения размеров и допуски на диаметр для рыночных разверток приведены в табл. 159.

Таблица 159

Отклонения размеров и допуски для разверток (в мм)

Номинальный диаметр	Развертка № 1			Развертка № 2		
	Отклонения		Допуск	Отклонения		Допуск
	верхн.	нижн.		верхн.	нижн.	
3—6	+23	+11	12	+63	+51	12
6—10	+25	+10	15	+80	+55	15
10—18	+30	+12	18	+100	+82	18
18—30	+40	+19	21	+125	+104	21
30—50	+45	+20	25	+155	+130	25
50—80	+55	+25	30	+190	+160	30
80—100	+65	+30	35	+250	+195	35

Развертка № 1 предназначена для посадки $A_3—C_3$ с припуском на доводку. Путем перешлифовывания ее можно получить следующую группу разверток: чистовые и черновые развертки 2-го класса точности Гр, Пр, Пл, Г, Т, Н, П, С, А, Д; 3-го класса точности $A_3—C_3$ и черновые развертки для посадок 2-го класса Х и Л.

Развертку № 2 делают для посадки $Ш_3$ с припуском на доводку. Путем перешлифовывания ее можно получить следующую группу разверток: чистовые развертки 2-го класса Х, Л, Ш и 3-го класса $X_3, Ш_3$.

Для испытания разверток в работе берут сталь Ст. 40 (ОСТ 7123) или Ст. 6 (ОСТ 4125) твердостью $H_B=160—190$ и сверлами соответствующего диаметра (ОСТ 438) просверливают отверстия. Эти отверстия развертывают испытуемой разверткой, причем в качестве охлаждающей и смазывающей жидкости для ручных разверток применяют осерненное или сурепное масло, а для машинных разверток — водный 5%-ный раствор эмульсола.

При развертывании отверстий выбирают следующие сквозные глубины:

Диаметр отверстия Толщина пластины

мм	мм
3—5	8
5—10	15
10—22	25
22—30	35
50—100	60

Скорости резания и величины подач, применяемые при испытании, указаны в табл. 160.

Т а б л и ц а 160

Скорости резания и величины подач при испытании
разверток

Развертка	Скорость резания м/мин	Подача мм/зуб
Машинная из углеродистой или легированной стали	5—6	0,04
Машинная из быстрорежущей стали . . .	7—8	0,05

Каждая испытываемая машинная развертка из углеродистой стали должна развернуть не менее 15 отверстий, а из легированной стали — 20 отверстий. Ручная развертка должна развернуть не менее 10 отверстий.

Во время работы развертка должна идти легко и равномерно, без дрожания и защемлений, не должна ломаться, а режущее лезвие выкраиваться. В развернутых отверстиях не должно быть рифлений, винтовых штрихов, задиров и т. п., а на режущих лезвиях развертки не должно быть замятин и других дефектов. Развертка должна сохранить свои режущие свойства и быть пригодной к дальнейшей работе.

Затачивание разверток. Для придания зубьям развертки надлежащей остроты развертку шлифуют на круглошлифовальном станке по окружности, а затем снимают затылки по всей длине зубьев, оставляя нетронутой ленточку шириной 0,1—1,0 мм (в зависимости от диаметра развертки). После этого оставшиеся цилиндрические ленточки заправляют вручную бруском, что обеспечивает получение гладких стенок отверстий. При заправке, если проводить бруском поперек зуба, очень легко можно повредить кромку; поэтому кромки зубьев надо править очень осторожно, уделяя этому максимум внимания.

Заправки разверток вручную можно избежать, если применить притир. В этом случае при шлифовании развертки по ее цилиндрической поверхности оставляют припуск около 0,2 мм, затем шлифуют затылки зубьев, оставляя цилиндрическую полосу, а потом развертку зажимают между центрами токарного станка, вставляют ее вращаться в направлении, противоположном рабочему, и доводят ее

притиром. Притир представляет собой разжимное кольцо из серого чугуна длиной 48—50 мм с чисто просверленным отверстием, диаметр которого на 0,07—0,1 мм больше окончательного диаметра развертки. Притир шаржируют абразивом, в качестве которого чаще всего применяют обычный карборундовый порошок для доводки калибров. После притирания в течение одной-двух минут кромки зубьев получаются очень ровными и чистыми.

Припуски для развертывания. При раззенковывании или растачивании отверстий, которые в дальнейшем развертывают, надо оставлять припуск, снимаемый разверткой. Диаметры инструментов, применяемых в этом случае для получения требуемого отверстия, указаны в табл. 161.

Т а б л и ц а 161

Диаметры инструментов для развертывания отверстий (в мм)

Диаметр		
развернутого отверстия	сверла под чистовую развертку	черновой развертки под чистовую
3	2,9	—
8	7,8	7,9
10	9,8	9,9
13	12,8	12,9
16	15,8	15,9
20	19,8	19,9
22	21,8	21,9
27	26,8	26,9
30	29,7	29,8
35	34,7	34,8
40	39,7	39,8
45	44,6	44,8
50	49,6	49,8

Припуск для развертывания можно также определять по формуле:

$$\delta = 0,005 d \pm 0,1,$$

где δ — величина припуска в мм;

d — номинальный диаметр обрабатываемого отверстия в мм.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ

Работы по изготовлению трубопроводов в слесарном деле занимают значительное место, например при изготовлении бензо-, масло-, водо- и воздухопроводов и отдельных частей агрегатов самолета, моторов, каркасов и т. д.

Трубопроводы в самолетостроении изготовляют из алюминиевых, дуралюминовых, стальных, медных и латунных труб.

Для изгибания труб применяют различные оправки, шаблоны, роликовые приспособления, а также механические трубозагибочные станки, пользуясь мерительно-разметочным, режущим и специальным инструментом.

При изгибании труб необходимо соблюдать следующие основные условия:

1) не допускать вмятин и уменьшения внутреннего диаметра труб; трубы должны иметь плавные изгибы по определенному радиусу и в местах изгибов иметь круглую форму;

2) следить, чтобы толщина стенки и диаметр трубы соответствовали радиусу изгиба;

3) перед изгибанием трубы отжигать.

Диаметры и окраска трубопроводов. Стандартом (табл. 162) установлено 18 номинальных диаметров трубопроводов, при этом три из них, а именно 12, 14 и 18 мм, являются временными для старых кон-

Таблица 162

Номинальные диаметры трубопроводов (АСТ 21АТ)

Номинальный диаметр мм	Площадь сечения см ²	Номинальный диаметр мм	Площадь сечения см ²
2	0,0314	(18)	2,545
4	0,1257	20	3,142
6	0,2827	25	4,909
8	0,5027	32	8,042
10	0,7854	40	12,57
(12)	1,131	50	19,64
13	1,327	60	28,27
(14)	1,539	70	38,48
16	2,011	80	50,27

струкций самолетов. Конструктор при конструировании бензо-, масло-, водо- и воздухопроводов на основе расчетных данных подбирает по стандарту трубы определенных номинальных диаметров. Поэтому для изготовления бензо-, масло-, водо- и воздухопроводов необходимо брать трубы соответственно указаниям чертежа. При ремонте или замене испорченных трубопроводов необходимо трубы подбирать таким образом, чтобы их внутренние диаметры точно соответствовали старым внутренним диаметрам трубопроводов, иначе будет нарушена правильная работа трубопроводов.

Для удобства трубопроводы, по которым циркулируют различные жидкости или воздух, окрашивают в различные цвета (табл. 163).

Т а б л и ц а 163

Окраска трубопроводов

Трубопровод	Цвет
Воздуха	Черный
Кислорода	Голубой
Топлива	Желтый
Масла	Коричневый
Глицериновый смесл	Серый
Охлаждающей смеси	Зеленый
Противопожарной установки	Красный
Сжатой горячей смеси	Розовый

Минимальные радиусы изгиба труб. Одним из существенных моментов, влияющих на успешность и качество работы при изгибе труб, является правильный выбор радиуса изгиба труб, зависящего от диаметра, толщины стенки и металла трубы.

Если металл обладает большим удлинением и благоприятным соотношением предела упругости и сопротивлению разрыву, труба лучше поддается изгибанию. В табл. 164 указаны минимальные радиусы изгиба стальных и дуралюминовых труб в зависимости от их наружного диаметра. Для труб диаметром до 20 мм радиус изгиба трубы принят равным двум наружным диаметрам труб, т. е. $R = 2D$, а для труб диаметром более 20 мм радиус изгиба принят равным трем наружным диаметрам труб, т. е. $R = 3D$. В исключительных случаях для труб диаметром до 20 мм радиусы изгиба берут равными $R = D$ или $R = 1,5D$.

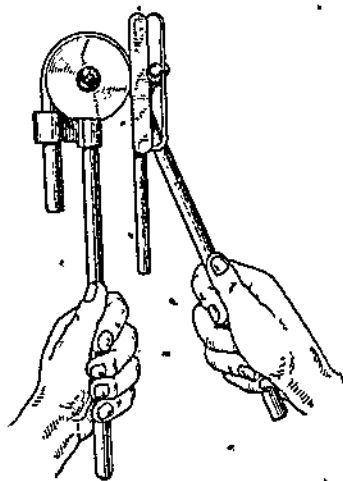
Таблица 164

Минимальные радиусы изгиба стальных и дуралюминовых труб
(АСТ 83СТ)

Минимальный радиус загиба R	285	300	330	345	360	375	390	420	450	480	510	—	—	—	—
Наружный диаметр трубы D	95	100	110	115	120	125	130	140	150	160	170	—	—	—	—
Минимальный радиус загиба R	144	150	155	159	165	180	186	189	195	210	219	225	240	255	270
Наружный диаметр трубы D	48	50	62	53	55	60	62	63	65	70	73	75	80	85	90
Минимальный радиус загиба R	81	84	90	96	99	102	105	108	111	114	120	126	129	135	141
Наружный диаметр трубы D	27	28	30	32	33	34	35	36	37	38	40	42	43	45	47
Минимальный радиус загиба R	8	10	12	16	20	22	24	28	30	32	36	40	66	72	75
Наружный диаметр трубы D	4	5	6	8	10	11	12	14	15	16	18	20	22	24	25

Приспособления для изгибания труб. Приспособления, применяемые для изгибания труб в горячем и холодном состоянии, сравнительно просты и недороги. В основном они делятся на: 1) приспособления для изгибания труб в свободном состоянии, 2) приспособления для изгибания по шаблону и 3) приспособления для изгибания при помощи роликов.

Приспособление, изображенное на фиг. 97, служит для изгибания труб диаметром до 20 мм, при радиусе загиба до 50 мм, в холодном состоянии без наполнителей. Эти приспособления также широко применяют в сборочно-монтажных цехах для подгибания труб при монтаже, безвоз-, масло-, водо- и воздухопроводов.



Фиг. 97. Приспособление для изгибания труб.

Для загибания труб диаметром до 12 мм при радиусе изгиба до 30—40 мм, в холодном состоянии без наполнителей служит приспособление, представленное на фиг. 98. Обычно к нему прилагается комплект гибочных и нажимных роликов с выемками различных размеров, соответствующими профилю труб.

При изгибании труб небольших размеров (10—15 мм) в холодном состоянии, с наполнителями, когда приходится изготовлять большую партию деталей с определенными углами загиба, пользуются весьма простым приспособлением (фиг. 99).

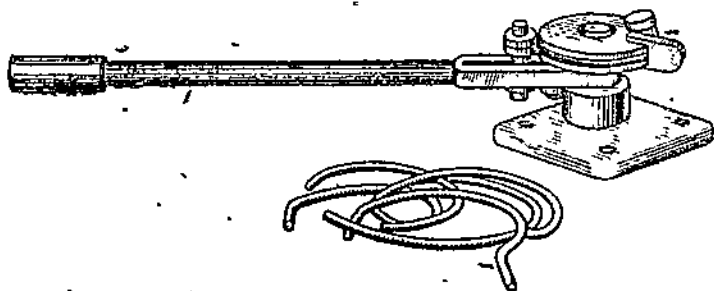
Приспособление, представленное на фиг. 100, применяется для изгибания труб в холодном состоянии с наполнителями. Обычно такие

приспособления изготовляют из дерева твердых пород для изгибания труб определенного диаметра по кривой большого радиуса.

Для изгибания труб в холодном и горячем состоянии с наполнителями служит приспособление, показанное на фиг. 101. При помощи такого приспособления трубы изгибают на глаз с различными радиусами и углами загиба. Приспособления для изгибания труб небольших размеров в холодном состоянии изготовляют из дерева твердых пород, а для труб больших размеров — из машиностроительной стали.

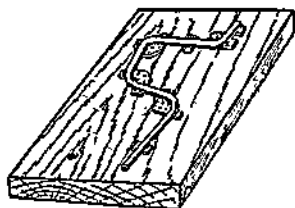
На фиг. 102 показано приспособление, применяемое для изгибания труб в холодном и горячем состоянии с наполнителями. В таких приспособлениях гнут трубы диаметром 15—30 мм.

Роликовое приспособление (фиг. 103) применяют для изгибания труб в горячем и холодном состоянии, причем в холодном состоянии трубы гнут без наполнителей. При помощи этого приспособления можно гнуть в холодном состоянии трубы диаметром до 25 мм.

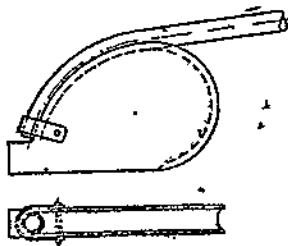


Фиг. 98. Приспособление для изгибания труб.

Роликовое приспособление (фиг. 104) применяют при изгибании труб как в холодном, так и в горячем состоянии. Приспособление состоит из неподвижной плиты 1, нажимного ролика 2, гибочного ролика 3, поворотной плиты 4, захватывающего поводка 5, поддерживающего



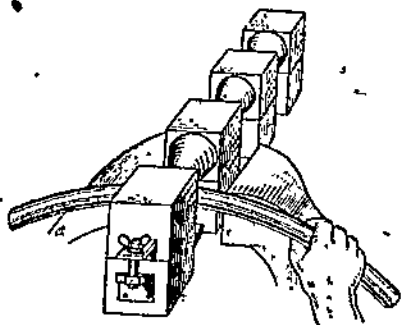
Фиг. 99. Приспособление для изгибания труб.



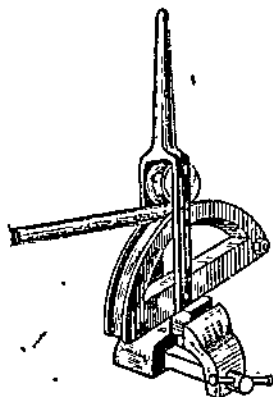
Фиг. 100. Приспособление для изгибания труб.

хомута 6, упора 7 и скобы 8. Трубы изгибают при помощи гибочного и вращающегося вокруг него нажимного ролика. Радиус загиба труб зависит от диаметра гибочного ролика. Ролики изготовляют с профилем, соответствующим изгибаемой трубе, чтобы поперечное сечение трубы деформировалось возможно меньше.

На фиг. 105 изображено роликовое приспособление для изгибания труб как в холодном, так и в горячем состоянии. Приспособление

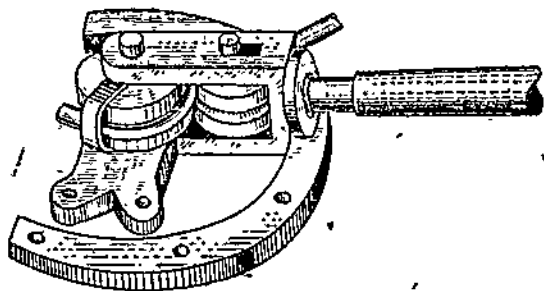


Фиг. 101. Приспособление для изгибания труб.



Фиг. 102. Приспособление для изгибания труб.

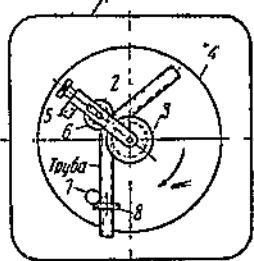
состоит из неподвижной плиты 1, гибочного ролика 2, нажимного ролика 3, поворотной плиты 4, поддерживающего хомута 5, упора 6,



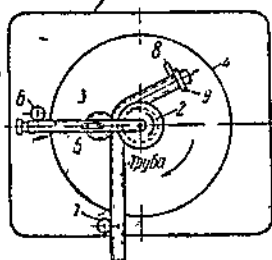
Фиг. 103. Приспособление для изгибания труб.

упорного ролика 7, захватывающего поводка 8 и скобы 9. Трубы изгибаются посредством гибочного ролика и закрепленного на месте за-

жимного ролика. Радиус и угол изгиба зависят от диаметра гибочного ролика.

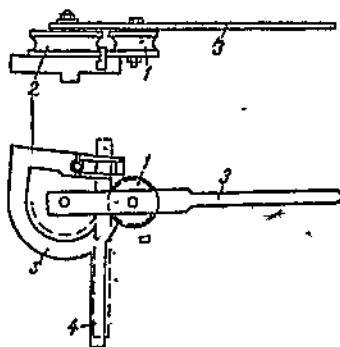


Фиг. 104. Приспособление для изгиба труб.

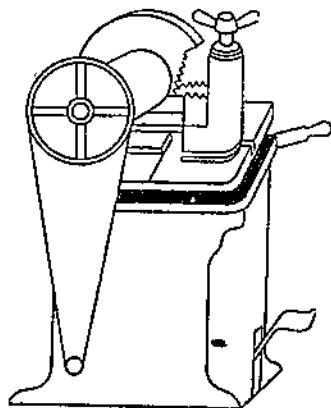


Фиг. 105. Приспособление для изгиба труб.

Стахановец Горчаков предложил приспособление (фиг. 106), состоящее из подвижного ролика 1, неподвижного ролика 2, рукоятки 3, перемещающейся вокруг оси на 180°, упора для трубы 4 и корпуса 5.

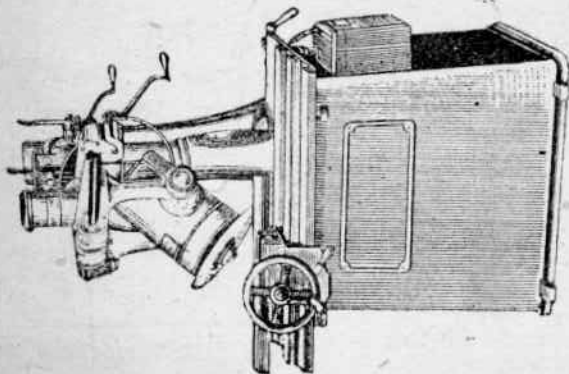


Фиг. 106. Приспособление Горчакова для изгиба труб.

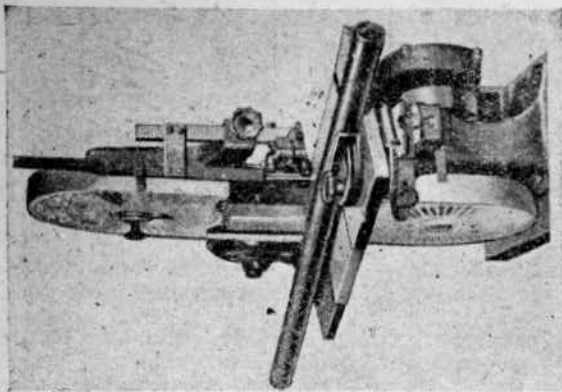


Фиг. 107. Циркулярная пила.

Применяя это приспособление для изгиба труб, наполненных каки-фолью, т. Горчаков повысил выработку на 200%.



Фиг. 108. Станок „Мультиплекс“.



Фиг. 109. Ленточная пила
для разрезания труб.

Станки для разрезания труб. Трубы на заготовки разрезают либо на материальном складе завода, либо в заготовительном отделении цеха на циркульных (дисковых) пилах, ленточных пилах и др.

На циркульной пиле (фиг. 107) можно разрезать трубы диаметром до 100 мм, получая прямой или косой разрез. Эти станки изготовляют с ручной и механической подачами и снабжают моторами мощностью 0,15—1,75 л. с., делающими 920—1420 об/мин. На пилах с ручной подачей устанавливают диски диаметром 250—300 мм, толщиной 2—4 мм, которые делают 930—1800 об/мин., а на пилах с механической подачей — диски диаметром 400—500 мм, толщиной 2—5 мм, делающие 450—650 об/мин.

Наряду с этими пилами для разрезания труб под любым углом применяют также станки «Мультиплекс» (фиг. 108), отличающиеся высокой производительностью, с мотором 7,5 л. с., с диском диаметром 300 мм, делающим до 5000 об/мин.

На ленточных пилах разрезают трубы, профили и гофры. На фиг. 109 изображена ленточная пила, на которой можно разрезать трубы диаметром до 75 мм со стенками толщиной до 3 мм и профили толщиной до 3 мм.

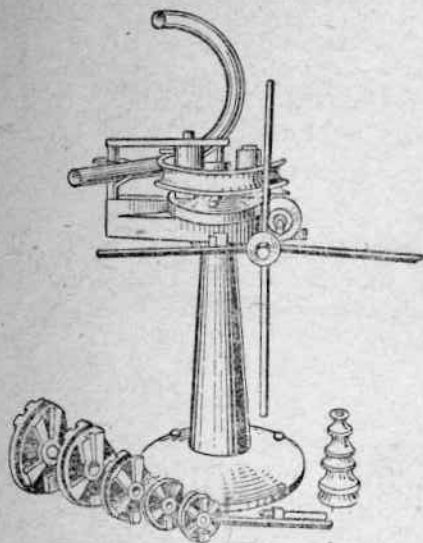
Станки для изгибания труб. Изгибание труб как в горячем, так и в холодном состоянии отнимает много времени, которое приходится затрачивать на подготовку (заполнение труб песком, канфолью, свинцом и т. д.), а после изгибания — на освобождение труб от этих материалов и на очистку. На некоторых заводах для загибания труб применяют специальные трубозагибочные станки, дающие возможность загибать трубы в холодном состоянии без заполнения их тем или иным материалом. Такие станки строят различных размеров и конструкций. На фиг. 110 изображен трубозагибочный станок «Максимум». К этому станку прилагается набор сменных направляющих роликов, что дает возможность загибать трубы под различными радиусами. В роликах сделаны выемки, чтобы трубы возможно меньше деформировались в поперечном сечении.



Фиг. 110. Трубозагибочный станок «Максимум».

При загибании трубу упирают в стопор и блоком прижимают ее к ролику. При дальнейшем нажиме блока труба изгибается по ролику. На этом станке изгибают трубы диаметром до 50 мм в холодном состоянии без заполнения каким-либо материалом.

На фиг. 111 изображен другой ручной трубогибочный станок, на котором гнут трубы диаметром до 50 мм в холодном состоянии без заполнения. Трубы загибаются только при помощи ролика. Верхнюю часть станка можно снять и привинтить к верстаку. Станок приспособлен для левого и правого загиба труб различного диаметра. Производительность станка 10—15 труб в час.



Фиг. 111. Трубозагибочный станок.

На станке модели «О» изгибают трубы с толщиной стенок до 1,5 мм, диаметром до 32 мм. Минимальный радиус изгиба детали равен 150 мм.

Диаметр ведущих роликов станка равен 145 мм. Диаметр валов 75 мм. Мощность мотора 2 л. с. Габариты станка 1,3 × 0,8 м.

На фиг. 114 изображен станок Савельева для изгибания труб диаметром до 50 мм. Станки этого типа строят как с ручным, так и с механическим приводом и снабжают сменными болванками и роликами для каждого размера труб.

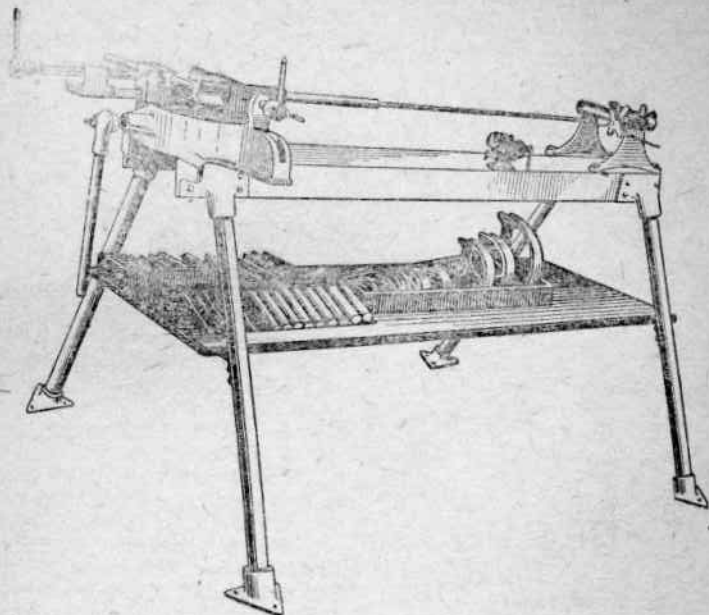
Способы изгибания труб. При изгибании труб возникает деформация, характеризующаяся тем, что внутренняя стенка трубы в месте

На фиг. 112 изображен станок для гнутья труб Паркера (модель 824), на котором можно гнуть трубы в различных плоскостях по радиусу постоянной кривизны, имеющемуся на соответствующем копире. На этом станке обрабатывают трубы диаметром 10—32 мм. Наименьший получаемый радиус изгиба трубы равен 35 мм. Станок рассчитан на обработку труб с толщиной стенок до 1,5 мм. Станок оборудован делительными приспособлениями, фиксирующими углы поворота трубы в двух плоскостях. Габариты станка в плане 3,2 × 1,3 м.

Для этой же цели служит станок Буффало (фиг. 113). На

изгиба сжимается, а наружная, наоборот, растягивается. Величина деформации зависит от свойств металла, толщины стенок, радиуса и угла изгиба трубы. При изгибании труб приходится учитывать все эти факторы и изгибать трубы с наполнителем или без него.

В качестве наполнителей применяют канифоль, свинец, просушенный и просеянный речной песок и лед.



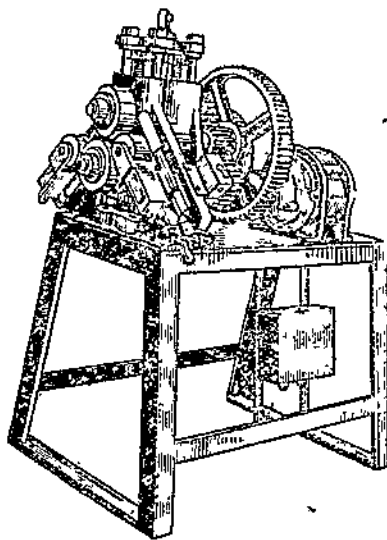
Фиг. 112. Трубоизгибающий станок Паркера.

Трубы с наполнителями обычно изгибают на деревянных и стальных оправках, шаблонах и роликовых приспособлениях, как в холодном, так и в нагретом состоянии.

Изгибание труб, наполненных песком, при помощи различных приспособлений обычно начинают с того, что трубу отжигают, затем один ее конец туго забивают деревянной пробкой и набивают предварительно просушенным и просеянным речным песком. При наполнении песком трубу поворачивают и простукивают молотком, чтобы

убедиться, что песок плотно ее заполнил, а когда труба будет целиком наполнена, второй ее конец также заделывают деревянной пробкой. При изгибании труб с песком в нагретом состоянии в пробках необходимо делать отверстия для выхода газов, образующихся при нагреве.

Трубу, наполненную песком, закладывают в приспособление и, зажимая на более длинный ее конец, изгибают под требуемым углом. Изгибать трубу нужно осторожно, следя за тем, чтобы на стенке ее в месте изгиба не образовалось складок и чтобы наружная ее часть не лопнула. Когда труба изогнута, вынимают пробки и освобождают трубу от песка. При изгибании труб с песком в нагретом состоянии необходимо следить, чтобы изгибаемое место трубы было нагрето равномерно.



Фиг. 113. Трубозагибочный станок
«Биффало».

Изгибание труб, наполненных канифолью, начинается так же, как изгибание труб с песком, только вместо песка в трубу наливают расплавленную канифоль. Трубу гнут после того как она остынет. Если труба гнется плохо, то место изгиба подогревают паяльной лампой. После того как труба изогнута, выплавляют из нее канифоль, начиная с концов, но ни в коем случае не с середины, иначе канифоль, не имея выхода, может разорвать трубу и обжечь рабочих. При выплавлении канифоли нужно следить

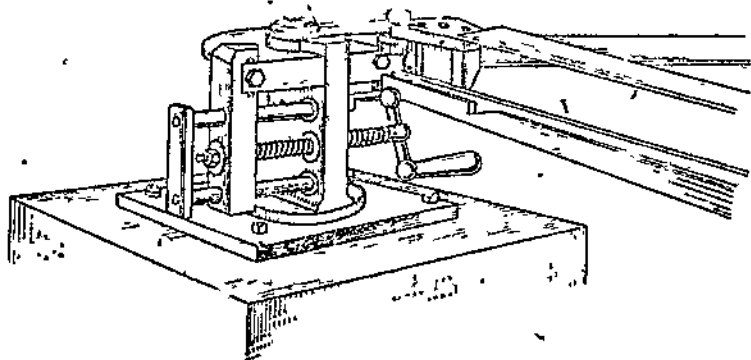
также за тем, чтобы на внутренних стенках трубы не было остатков канифоли. Изогнутые трубы отжигают.

При изгибании труб, наполненных льдом, в один конец трубы вставляют резьбовую пробку, ставят трубу заделанным концом на пол и наполняют ее водой. После этого трубу помещают на 15—20 мин. в холодильник, где вода замерзает. Подготовленные таким образом трубы следует быстро изгибать, не давая льду растаять.

Изгибание труб на гибочных станках. Изгибание труб, наполненных песком или канифолью, отнимает много времени, так как подготовительные работы, т. е. заполнение труб песком, канифолью, а за-

тем после изгиба освобождение их от этих материалов и очистка, представляют длительные операции. Поэтому стремятся механизировать операцию изгибания труб, применяя специальные трубогибочные станки.

Методы изгибания различных труб. *Алюминиевые круглые трубы* в самолетостроении применяют для изготовления трубопроводов и прокладки проводов. Алюминиевые трубы гнут в холодном состоянии, причем перед изгибанием их отжигают при $350-400^{\circ}$ и охлаждают на воздухе. В качестве заполнителя при изгибании применяют канфоль или просушенный и просеянный речной песок.



Фиг. 114. Трубогибочный станок системы Савельева.

Дуралюминовые трубы в зависимости от формы поперечного сечения делятся на круглые, каплевидные, овальные и прямоугольные. Трубы каплевидные, овальные и прямоугольные применяют для изготовления отдельных деталей самолета, а из круглых цельнотянутых труб изготовляют трубопроводы, туги управления, стойки и т. п. Дуралюминовые трубы перед изгибанием отжигают при $350-400^{\circ}$ и охлаждают на воздухе, затем наполняют их канфолью и дают остыть настолько, чтобы трубу можно было держать в руках, а потом изгибают при помощи соответствующего приспособления. Если трубы изгибаются плохо, то место изгиба подогревают паяльной лампой.

Трубы круглые из электрона изгибают в горячем состоянии, для чего их нагревают газовой горелкой или паяльной лампой до $250-280^{\circ}$. В качестве заполнителя употребляют просушенный и просеянный песок. При изгибании труб в стальных приспособлениях последние надо предварительно нагреть до $250-280^{\circ}$.

Медные круглые трубы в самолетостроении употребляют для изготовления трубопроводов и других изделий специального назначения. Изгибают медные круглые трубы как в горячем, так и в холодном состоянии. В последнем случае трубы перед изгибанием должны быть предварительно отожжены при $600-710^{\circ}$ и охлаждены в воде или на воздухе. В качестве заполнителя при изгибании в холодном состоянии применяют канифоль, свинец, а при изгибании в нагретом состоянии — просушенный и просеянный песок.

Латунные круглые трубы применяют для трубопроводов и других частей конструкций самолета. Изгибают их в горячем и холодном состоянии; в последнем случае трубы предварительно отжигают при $600-700^{\circ}$ и охлаждают на воздухе. В качестве заполнителя употребляют те же материалы, что и при изгибании медных круглых труб.

ОБРАБОТКА АБРАЗИВАМИ

Абразивы. Абразивами называются материалы, применяемые для шлифования, полирования и притирания. Абразивы делятся на природные и искусственные. К природным относятся алмаз, корунд, наждак, гранат, лемза и кварц, а к искусственным измельченное стекло, крокус, карборунд (карбид кремния), искусственный корунд, алунд и т. д. Абразивы применяют либо нанося их на обрабатываемые поверхности, например при притирании, либо нанося их на обрабатывающее приспособление (шаржирование притира абразивом), либо изготовляют абразивные инструменты: шлифовальные круги и бруски и шлифовальные шкурки.

Шлифовальные круги представляют собой режущий инструмент, обрабатывающий материал путем срезания его острыми гранями абразива, из которого изготовлен круг. Зерна абразива соединены между собой при помощи связки.

Шлифовальные круги характеризуются родом абразива, зернистостью, материалом, свойствами связки и формой.

По роду абразива различают круги наждачные, корундовые, карборундовые, алундовые и т. п.

Карборунд, а также другие абразивы, представляющие собой карбиды кремния, отличаются острыми гранями и высокой твердостью, но малой вязкостью, вследствие чего зерна легко расщепляются. Карборунд особенно хорошо применять при обработке хрупких материалов. Карборундовые круги «Экстра», употребляемые для заточки пластинок из твердых сплавов, изготовляют из особенно твердых и чистых зерен.

Алунд, искусственный корунд и другие аналогичные им абразивы представляют в основном окись алюминия.

Корунд целесообразно применять для шлифования, но для заточки инструмента, в особенности пластинок твердых сплавов, он не пригоден, так как края его зерен недостаточно остры.

Зернистость круга характеризуется величиной зерен абразива, из которых состоит круг. Величину режущих зерен обычно обозначают цифрами, показывающими, сколько отверстий на линейном дюйме должно иметь то сито, через которое могут пройти эти зерна.

Данные о размерах (в поперечнике) абразивов различных зерен приведены в табл. 165.

Более мелкие зерна абразива называют минутниками, так как классификация их основана на скорости, с которой зерна оседают после измучивания их в воде. Скорость оседания определяется временем в минутах, в течение которого оседают зерна. Быстрее оседают наиболее крупные зерна; мелкие зерна оседают тем медленнее, чем меньше их размеры. Соответственно этому различают $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1-, 3-, 5-, 10-, 15-, 30- и 60-минутники.

По материалу связи круги делятся на керамические, силикатные, шеллаковые, вулканитовые и эбонитовые.

Керамические круги получают путем отливки или прессования. Литые круги употребляют для затачивания всухую, а прессованные — для мокрого затачивания и шлифования. Керамическая связка сравнительно хрупка, почему эти круги нельзя применять в тех случаях, когда они подвергаются боковым нажимам.

Шеллаковая связка очень эластична, хорошо удерживает зерна абразива и допускает высокие скорости вращения. Шеллаковые круги употребляют для чистой отделки, разрезывания металла и затачивания очень тонких лезвий.

Свойства вулканитовой связки аналогичны свойствам шеллаковой. Эбонитовая связка сравнительно слабо удерживает зерна абразива и при работе выделяет много тепла, нагревающего обрабатываемое изделие.

Твердость шлифовального круга определяют по усилию, которое необходимо для вырывания зерна, т. е. чем крепче держатся зерна, тем выше считается твердость круга. Изменяя количество, состав и способ обработки связки, получают круги различной твердости.

Таблица 165
Размеры зерен абразивов

Зерни- стость	Величина зерна мм
10	1,68—2,00
12	1,19—1,68
16	0,84—1,19
20	0,71—0,84
24	0,60—0,71
26	0,35—0,50
46	0,15—0,35
60	0,177—0,250
80	0,149—0,177
100	0,125—0,149
120	0,088—0,125

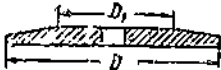
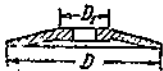
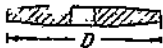
Для указания твердости кругов согласно ГОСТ 2620 установлены следующие обозначения:

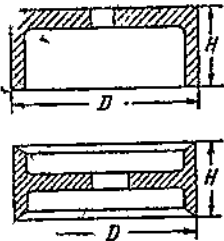
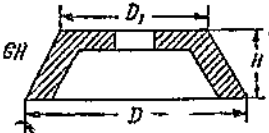
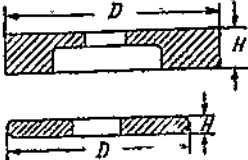
Чрезвычайно мягкие	ЧМ
Весьма мягкие	ВМ ₁ и ВМ ₂
Мягкие	М ₁ , М ₂ и М ₃
Средней мягкости	СМ ₁ и СМ ₂
Средние	С ₁ и С ₂
Средней твердости	СТ ₁ , СТ ₂ и СТ ₃
Твердые	Т ₁ и Т ₂
Весьма твердые	ВТ ₁ и ВТ ₂
Чрезвычайно твердые	ЧТ ₁ и ЧТ ₂

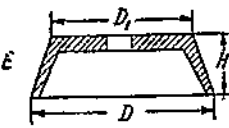
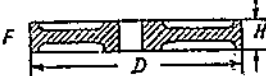
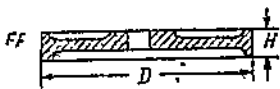
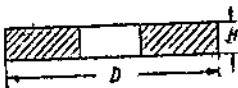
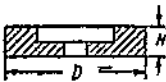
Шлифовальные круги изготовляют различных форм и размеров. В табл. 166 показаны формы наиболее часто применяемых кругов и их основные размеры.

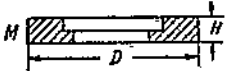
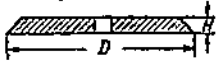
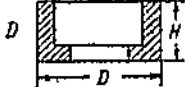
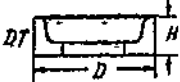
Шлифовальные круги

Таблица 166

ОСТ	Наименование круга	Форма	Основные размеры (от—до) мм
2622	Для заточки фрез с зубьями с задней заточкой		$D=75-125;$ $D_1=30-125$
			$D=75-250;$ $D_1=28-100$
			$D=75-250$

ОСТ	Наименование круга	Форма	Основные размеры (от—до) мм
2623	Для затачивания фрез с обычными зубьями и разверток		$D=40-150;$ $H=25-80$ $D=100;$ $H=40$
2624	Для затачивания резцов		$D=180-300;$ $D_1=120-250$
2625	Для затачивания сверл		$D=150-300$ $H=30-50$ $D=100-200$ $H=6-10$

ОСТ	Наименование круга	Форма	Основные размеры (от—до) мм
2626	Для обработки калибров	  	$D=50-150$; $D_1=40-114$ $D=100-175$; $H=6-25$
2627	Плоский		$D=5-900$; $H=6-200$
2628	Фасонный мел- кий для внут- реннего шли- фования		$D=10-125$; $H=6,5-25$

ОСТ	Наименование круга	Форма	Основные размеры (от—до) мм
2629	Фасонный для наружного шлифования	 	$D=75-900;$ $H=25-100$ $D=400-900$ $H=50-100$
2630	Фасонные специальные	—	—
2632	Для за- тачи- вания пил		$D=250-300;$ $H=10-12$
2633	Цилиндриче- ские и коль- цевые	 	$D=200-750;$ $H=100-120$ $D=300;$ $H=100$

Выбор шлифовального круга. Твердость круга выбирают такой, чтобы круг самозатачивался, т. е. затупившиеся во время работы зерна сами выкрашивались вследствие увеличивающегося сопротивления резанию. Поэтому весьма мягкие и мягкие круги употребляют для шлифования стальных плоскостей в тех случаях, когда поверхность соприкосновений круга с обрабатываемым предметом очень велика.

Круги средней мягкости и средние применяют для шлифования небольших стальных поверхностей, крупных чугунных предметов, затачивания широких инструментов и т. п.

Кругами средней твердости шлифуют предметы из стали мягкой и средней твердости, затачивают сверла и резцы, а также деревообрабатывающий инструмент.

Твердые круги служат для затачивания вручную резцов и дисковых пил для металла, а также для шлифования крупных предметов.

Весьма твердые круги большого диаметра употребляют для обработки очень крупных чугунных и стальных изделий.

Т а б л и ц а 167

Выбор шлифовального круга

Род работы	Шлифовальный круг	
	Зерни- стость	Твердость
Шлифование:		
крупных чугунных и стальных отливок	16—20	СТ ₃ —Т ₁
небольших чугунных и стальных отливок	20—30	СТ ₂ —СТ ₃
отливок из закаленного чугуна	16—20	СТ ₃ —Т ₁
отливок из меди и латуни	16—30	СТ ₁ —СТ ₂
отливок из бронзы	16—30	СТ ₁ —СТ ₂
Грубая обработка	16—30	СТ ₁ —СТ ₂
Затачивание:		
резцов	30—46	СТ ₁ —СТ ₂
инструментов	36—100	СТ ₂ —Т ₂
сверл	36—57	СТ ₁ —СТ ₂
разверток, метчиков, фрез и т. п.	46—60	М ₁ —СМ ₁
пил	86—60	С ₁ —С ₂

Для обработки латуни или бронзы рекомендуется брать круги средней твердости, так как твердые круги легко засаливаются и нагревают изделие.

Шлифовальный круг должен быть тем мягче, чем тверже обрабатываемый металл и чем больше диаметр обрабатываемого изделия. В табл. 167 указано, какие круги рекомендуется применять для обработки различных изделий.

Шлифовальные шкурки изготовляют, покрывая зернами абразива поверхность полотна или бумаги, смазанной клеем. Номер шкурки определяется величиной зерен абразива (табл. 168).

Таблица 168

Шлифовальные шкурки

№ шкурки	Зернистость абразива	№ шкурки	Зернистость абразива
0000	250	5	50
000	220	6	40
00	180	7	36
0	150	8	30
1	120	9	24
2	100	10	20
3	80	11	16
4	60	12	12

В качестве абразива употребляют стекло, кремний, наждак и карборунд. Стекланную и кремневую шкурки употребляют главным образом для обработки дерева, эбонита, фибры и других мягких материалов, а наждачную и карборундовую — для металлов. Шкурки № 8—12 применяют при грубой обработке изделий, № 5—8 — при средней, № 1—5 — при чистой, а № 0—0000 — при очень чистой обработке.

Шлифование. Изделия шлифуют абразивными порошками, шкурками или кругами.

Шлифование порошками заключается в том, что на обрабатываемую поверхность наносят слой абразивного порошка, размешенного в минеральном масле, и растирают его по поверхности деревянным или металлическим бруском, который располагают перпендикулярно длине изделия и перемещают вдоль длинной стороны.

Шлифование шкурками. Обрабатываемую поверхность слегка смазывают минеральным маслом, а затем обрабатывают шкуркой, которую прижимают пальцами или деревянным бруском. Шкурку надо перемещать по всей длине обрабатываемой поверхности.

Шлифование кругами выполняют на различных шлифовальных станках. При слесарных работах для шлифования кругами пользуются ручными электрическими или пневматическими машинками, приводящими круг во вращение.

Для шлифования кругами можно пользоваться вариофлексом с укрепленным на конце гибкого вала патроном для шлифовального круга. Переставляя передаточный ремень с одной ступени шкива на другую, можно сообщать шлифовальному кругу 1500, 2250 или 3000 об/мин.

Завод «Пневматика» выпускает пневматические шлифовальные ручные машинки типа ШР-5 и ШР-6.

Машинка ШР-5 имеет форму пистолета и предназначена для мелких шлифовальных работ, например для обработки небольших поверхностей сложной формы, снятия заусенцев, зачистки мелких сварных швов и т. п. При давлении воздуха в сети 5,5 ат на холостом ходу шлифовальный круг делает 12 000 об/мин., а при нормальной нагрузке—7000—9000 об/мин. Техническая характеристика машинки ШР-5 следующая:

Максимальный диаметр шлифовального круга	30 мм
Вес машинки	1,5 кг
Полная длина машинки	210 мм
Расход свободного воздуха	0,7 м ³ /мин
Мощность	0,2 л. с.
Диаметр шланга в свету	13 мм
Диаметр хвостовика	5 »

Машинка ШР-6 предназначена для обработки поверхностей, сварочных швов, удаления заусенцев и т. п. При давлении воздуха 5,5 ат шлифовальный круг делает на холостом ходу 13 000—14 000 об/мин. Машинка ШР-6 характеризуется следующими данными:

Максимальный диаметр шлифовального круга	50 мм
Вес машинки	1,8 кг
Полная длина машинки	400 мм
Расход свободного воздуха	0,85 м ³ /мин
Мощность	0,3 л. с.
Диаметр шланга в свету	13 мм
Диаметр хвостовика	10 »

Притирание заключается в обработке соприкасающихся поверхностей абразивами для получения соединения, не пропускаемого для жидкостей и газов, а также для получения изделий высшей точности, например мерительных плиток.

В качестве абразива для притирания применяют стекло, наждак, крокус и т. п. Обрабатываемые поверхности смазывают абразивом в масле, приводят их в соприкосновение друг с другом и затем, слегка нажимая на них, начинают слегка перемещать. Абразив снимает очень тонкий слой металла, но быстро затупляется, поэтому нанесенный абразив надо время от времени удалять и наносить новый.

При притирании надо применять смазку, так как при работе всухую поверхность получается недостаточно ровной, а изделие быстро нагревается, отчего размеры его изменяются. Применение смазки устраняет эти недостатки и значительно ускоряет обработку. Род смазки зависит от обрабатываемого материала. При притирании чугуна наилучшие результаты дает керосин, для стали — минеральное масло или жиротное сало, а для бронзы — животное сало. В качестве абразива для притирания стали употребляют наждак и корунд, а для чугуна и бронзы — мелкоистолченное стекло.

Для получения хорошо притертой поверхности надо соблюдать следующие правила:

1) смазку и абразив надо равномерно распределять по всей поверхности притираемых изделий;

2) изделия надо перемещать в различных направлениях;

3) нажим на изделие должен быть равномерным и несильным.

Правильно и хорошо притертые поверхности приобретают равномерно матовый вид. Если на притертой поверхности остаются блестящие пятна, то это показывает, что в этих местах изделие не притерлось и притирание надо продолжить. По окончании обработки плоскости насухо вытирают или, что еще лучше, промывают бензином или керосином.

— **Обработка пастами ГОИ.** Чтобы сделать при шлифовании поверхность возможно более гладкой, постепенно переходят от крупных зерен абразива к более мелким. Однако достигнуть полного исчезновения штрихов при работе твердыми абразивами невозможно, так как механическое воздействие неизбежно вызывает разрушение кристаллической структуры металла. Поэтому, когда требуется получить особенно гладкую зеркальную поверхность, в качестве абразива применяют окиси металлов (окись хрома, окись железа, венскую известь и т. п.).

Академик И. В. Гребенщиков, изучая поверхностные свойства стекла и металла, установил влияние химических реакций на процесс механического воздействия. На основе этого Государственный оптический институт изготовил пасты (пасты ГОИ), которые действуют на обрабатываемую поверхность не только механически, но и химически.

Полирующие пасты ГОИ состоят из смеси различных количеств окиси хрома, кремнезема, стеарина и керосина. Хотя вещества эти обладают сравнительно невысокими режущими свойствами, но произ-

водительность обработки этими пастами значительно выше, чем при употреблении шлифовальных порошков. Например, грубая 40-минутная паста дает такую же гладкую поверхность, как и 30-минутный наждак, но паста в четыре раза производительнее. Применяя тонкие сорта паст, удастся получать гладкие поверхности, почти без штрихов, с отдельными тонкими царапинами. Подобной гладкости нельзя достигнуть даже при помощи самых тонких абразивов.

Следующей основной особенностью паст ГОИ является то, что они недолго сохраняют свою полирующую способность. Поэтому, чтобы достигнуть производительной работы, необходимо отработанный слой пасты часто заменять новым.

Полировальники. Правильный выбор полировальника значительно влияет на успех обработки пастами ГОИ. Материал полировальника должен мало срабатываться под действием паст и отличаться однородностью состава и структуры, а также твердостью. Полировальники изготовляют из стекла, чугуна, фибры, фетра, пробки и др.

Чугунные полировальники делают из серого перлитного хорошо отожженного чугуна.

Стекланные полировальники лучше всего изготовлять из стекла «спирекс», так как этот сорт отличается высокой твердостью и мало изнашивается. Можно также пользоваться зеркальным стеклом.

Фибровые полировальники почти не изнашиваются, что весьма важно, когда требуется сохранить точную форму и профиль обрабатываемого изделия.

Войлочные, пробковые и иные мягкие полировальники применяют в тех случаях, когда не требуется особой точности.

Значительную роль играют также точность и гладкость поверхности полировальника, так как от этого зависит качество обрабатываемой детали.

Плоские чугунные полировальники больших размеров (более 300 мм) после грубого строгания и шлифования полируют грубой и средней пастой по принципу «трех плит». Плоские полировальники малого размера надо гладко и точно полировать пастами на больших стеклянных плитах. Стеклянные полировальники обрабатывают наждаком с водой по принципу «трех плит».

Доводка инструмента. Скобы, шаблоны, мерительные пластинки и другие инструменты доводят на притирах, размер которых выбирают в зависимости от величины притираемых площадок. Круглые гладкие хромированные калибры доводят пастами на токарном станке с помощью стеклянных брусков. Резьбовые калибры доводят чугунными резьбовыми притирами с пастами, разведенными на керосине и олеиновой кислоте.

Резцы из быстрорежущей стали после затачивания их кругом зернистостью 60 доводят на чугунных дисках 40- и 15-микроновой пастой. Доводка резцов увеличивает их стойкость на 18—20%.

Обработка плоских деталей. Точную обработку плоских деталей выполняют преимущественно на стеклянных плитах толщиной от 30 мм и более с площадью до 1 м² двумя сортами пасты: 40- и 15-микронной. Изделия из цветных сплавов (бронзы, дуралюмина, баббита) обрабатывают пастами сразу после обработки фрезой, резцом, грубым наждачным кругом при условии, что отклонения от требуемого размера или плоскости не превышают 0,1 мм.

Поверхность полировальника смачивают небольшим количеством керосина и притирают чистой тряпкой почти досуха, а затем наносят тонкий слой пасты на всю плиту, не допуская просветов. Деталь кладут на край плиты и перемещают прямолинейным движением по всей поверхности. После того как по одному и тому же слою пасты прошли 5—7 раз, паста теряет свою полирующую способность и ее необходимо заменить новой. Для этого керосином и тряпкой удаляют отработанный слой и плиту намазывают вновь. Надо обращать внимание на количество наносимого керосина, так как при избытке его изделие скользит и медленно обрабатывается, а при недостатке паста прилипает, отчего получают царапины.

При переходе с 40-микронной пасты на 15-микронную деталь желательно повернуть на 90°. По окончании обработки деталь следует тщательно промыть и очистить от следов пасты.

Обработка цилиндрических деталей. Поверхности трения цилиндрической формы, например вкладыши подшипников, втулки, шейки, шпиндели и т. п., обрабатывают последовательно 40- и 15-микронной пастами. Для этого в центрах станка закрепляют вал, поверхность которого служит полировальником, и с его помощью притирают вкладыш. Спустя одну-две минуты, как только вал покроется видимым на-глаз темным налетом, необходимо отработанный слой пасты заменить новым. Притирают при 100—150 об/мин.

Притирание пастами ГОИ заменяет шабрение вкладышей.

Притирание арматуры и обкатка шестерен. Для совместного притирания соприкасающихся поверхностей, например кранов, арматуры высокого давления, а также обкатки шестерен, на обрабатываемые поверхности сначала наносят слой 40-микронной, а затем 15-микронной пасты, смешанной с олеиновой кислотой и керосином.

Декоративная полировка. Пасты ГОИ широко применяют для чистовой обработки изделий, чтобы получить гладкую и блестящую поверхность. В этих случаях в пасту ГОИ, предназначенную для внешней отделки, рекомендуется добавлять 2—3% канифоли и 8—10% сгустина, отчего паста становится более вязкой и расход ее уменьшается. При этом употребляют фетровые, войлочные, пробковые и матерчатые круги, на которые наносят пасту. При диаметре круга 300 мм скорость вращения его должна составлять 2000—2500 об/мин.

Изделия, подготовляемые к никелированию или хромированию, после грубого шлифования можно полировать грубой пастой вместо

обычно употребляемого крокуса. После никелирования или хромирования полируют средними сортами паст на более мягком матерчатом круге.

Полирование. При полировании абразив снимает настолько небольшой слой металла, что размеры изделия практически остаются без изменения, но поверхность приобретает гладкий, блестящий вид вследствие уничтожения всех штрихов, полученных на предыдущих обработках.

Полирование обычно делают на два перехода: предварительное и окончательное. Предварительно детали обрабатывают на деревянных, кожаных или войлочных кругах, начиная с № 3—4 и кончая на более мелкими номерами.

Окончательно полируют на войлочных, суконных, щеточных или плотняных кругах, употребляя сперва более твердые абразивы: чен-ву, трепел, затем крокус, венскую известь и, наконец, наиболее мягкую окись алюминия.

Иногда для придания изделию красивого внешнего вида, для сглаживания шероховатостей применяют лощение полировальниками (*гладилами, ворониллами*), изготовленными из крепкозакаленной стали или из твердого камня (агат, кровавик) с хорошо отполированной поверхностью и имеющими форму обрабатываемого изделия. Различают предварительные полировальники (*резаки*), имеющие почти острые углы и применяемые для первоначального полирования и чистовые (*гладила*), которые имеют закругленную форму и дают более гладкую поверхность.

IV. СЛЕСАРНО-СВАРОЧНЫЕ И СБОРОЧНЫЕ РАБОТЫ

ОСОБЕННОСТИ СЛЕСАРНЫХ РАБОТ В САМОЛЕТОСТРОЕНИИ

Организация работ. Характер и объем слесарных работ в значительной степени зависят от степени организации производства. Самый большой объем слесарных работ падает на индивидуальное производство и самый малый — на массовое производство.

Слесарные работы по своему удельному весу занимают значительное место в производстве цельнометаллических самолетов и при изготовлении самолетов смешанной конструкции.

На самолетостроительных заводах слесарные работы выполняют либо в слесарно-сварочных, либо в слесарно-сборочных цехах. Обычно слесарно-сборочные цехи организуют на заводах, если нет специальных механо-сборочных цехов. На практике можно встретить различного рода комбинации слесарно-сварочных и слесарно-сборочных цехов. Иногда эти цехи, в зависимости от объема и характера работы, объединяют вместе.

Работу в слесарных цехах можно организовать по одной из следующих форм производства: 1) бригадному методу работы, 2) операционному методу и 3) поточному методу.

Бригадный метод работы характеризуется тем, что для изготовления определенной группы узлов создают бригады или участки, на которых каждый слесарь изготавливает самые разнообразные закрепленные за ним узлы. Бригадный метод характерен для заводов опытного и мелкосерийного производства.

Операционный метод работы характеризуется тем, что технологические процессы по изготовлению тех или иных узлов разбивают на операции, закрепляемые за отдельными слесарями, причем каждую операцию выполняют последовательно согласно предварительно намеченному плану. За каждым слесарем может быть закреплено определенное число операций; эти операции могут чередоваться в определенной последовательности и через определенные промежутки времени. Операционный метод характерен для серийного производства.

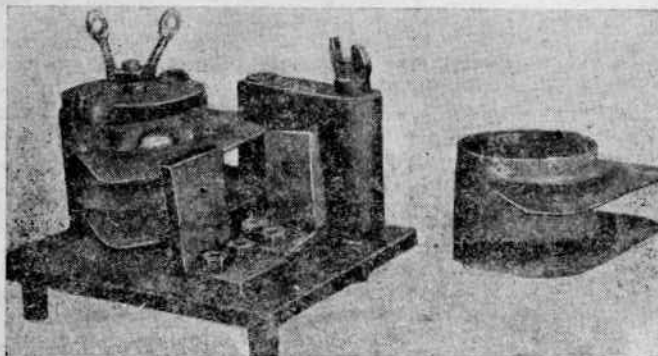
Поточный метод работы отличается от операционного еще большей дифференциацией процесса на отдельные операции, выполняемые всегда одними и теми же рабочими в определенные промежутки времени.

ОРУДИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Инструмент. Номенклатура и количество применяемого в слесарном деле различного вида инструмента зависят от характера и масштаба производства.

В индивидуальном производстве в качестве режущего и мерительного инструмента применяют обычный слесарный инструмент. В серийном производстве применяют специальный режущий инструмент, а в качестве мерительного инструмента употребляют калибры и шаблоны. В массовом производстве применяют узкоспециальный режущий инструмент, а в качестве мерительного инструмента калибры и шаблоны.

Применяемый в слесарном деле инструмент в основном подразделяется на следующие виды:



Фиг. 115. Приспособление для сборки и прихватки узлов, свариваемых затем в свободном состоянии.

- 1) мерительный (метр металлический, стальная масштабная линейка, рейсмус, штангенциркуль, микрометр, предельные калибры для измерения гладких и резьбовых изделий и т. д.);
- 2) режущий (напильники, сверла, метчики, развертки, ножовки, ножницы, шаблоны и т. д.);
- 3) ударно-опорный (слесарные молотки, поддержки, плиты для правки и рихтовки, оправки и т. д.);

4) ручной моторизованный инструмент (электроотвертки, пневматические и электрические дрели, мотошаберы, аппараты для нарезания резьбы, фрезерования, шлифования и полирования, мотоножницы и т. д.);

5) вспомогательный (ручные тисочки, пассатижи, круглогубцы, фиксаторы и т. д.).

Приспособления. Применение специальных приспособлений и инструмента вызывается следующими тремя обстоятельствами: 1) трудностью обработки детали или сборки изделия, 2) необходимостью достигнуть заданной точности обработки или монтажа и 3) удешевлением стоимости производства за счет сокращения времени обработки.

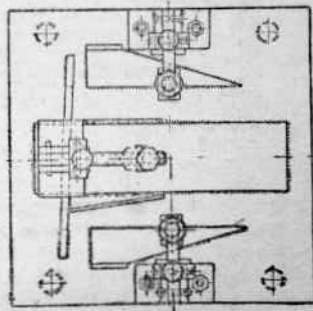
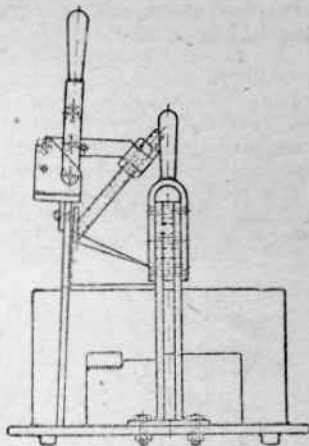
Приспособления, применяемые в первых двух случаях, являются необходимыми или, как их называют, «безусловными» приспособлениями.

Иначе обстоит дело с так называемыми «условными» приспособлениями, назначение которых — сокращение времени обработки.

Приспособления, применяемые для слесарно-сварочных работ, в основном делятся на следующие группы:

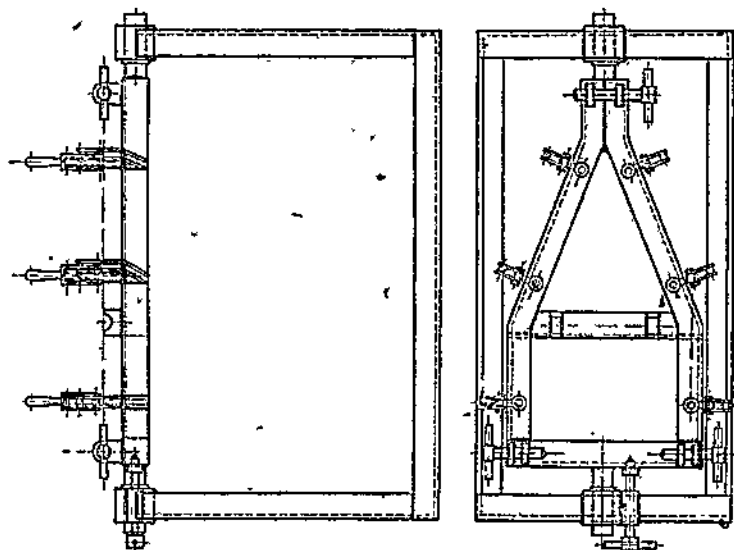
- 1) для сборки и прихватки;
- 2) для сборки и сварки;
- 3) для сверления отверстий в сварных деталях и изделиях;
- 4) для развертывания отверстий в сварных деталях и изделиях;
- 5) для монтажа сварных узлов в агрегат.

Приспособления для сборки и прихватки широко применяют на самолетостроительных заводах. В этих приспособлениях (фиг. 115) собирают отдельные детали узлов и прихватывают их в нескольких точках, чтобы обеспечить несомнимое временное соединение составных деталей узла для последующей сварки.



Фиг. 116. Приспособление для сборки и прихватки сварного узла.

На фиг. 116 изображено приспособление для сборки и прихватки сварного узла. При помощи этого приспособления задний лонжерон центроплана соединяют с фюзеляжем. Данное приспособление является довольно простым по конструкции. Основной частью его является основание, к которому приварены средняя и две боковые фиксирующие планки, соединительные узлы, ручки и болты. Приспо-



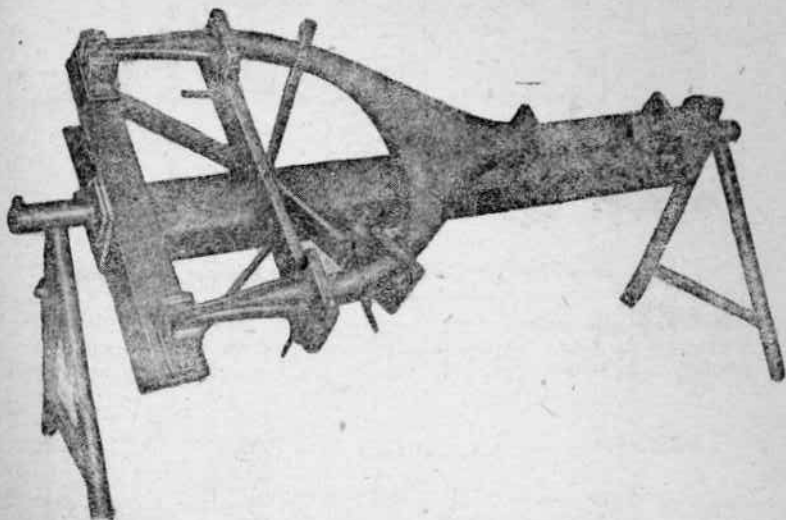
Фиг. 117. Приспособление для прихватки нижнего подкоса шасси.

собление можно установить на отдельной подставке, при этом фиксацию и крепление его осуществляют при помощи четырех специальных вставок, приваренных к основанию, и стяжных болтов боковых направляющих планок.

На фиг. 117 изображено приспособление для прихватки деталей нижнего подкоса шасси. Это приспособление более сложное, чем приспособление, изображенное на фиг. 116.

Приспособления для сборки и сварки применяют при изготовлении сложных конструкций и пространственных ферм. Эти приспособ-

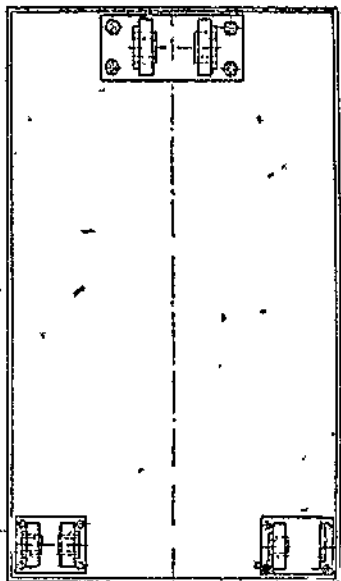
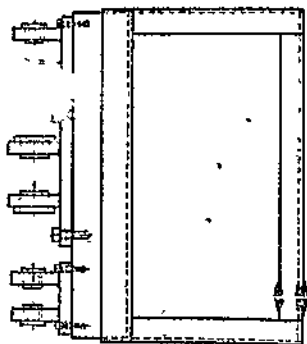
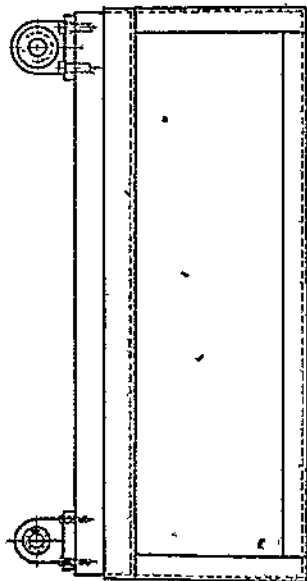
собления должны быть жесткими и массивными и не должны корчиться под действием прямого или отраженного тепла сварочного пламени. Такие приспособления изготовляют в большинстве случаев путем сварки из труб, так как они наиболее жестки и легки.



Фиг. 118. Приспособление для сборки и сварки заднего подкоса шасси.

На фиг. 118 изображено поворотное приспособление трубчатой конструкции для сборки и сварки заднего подкоса шасси. Зажимы для укрепления отдельных деталей, устанавливаемые на таких приспособлениях, рекомендуется располагать по возможности ближе к месту сварки. Кроме того, они должны быть довольно жесткими и с большим коэффициентом тепловой отдачи.

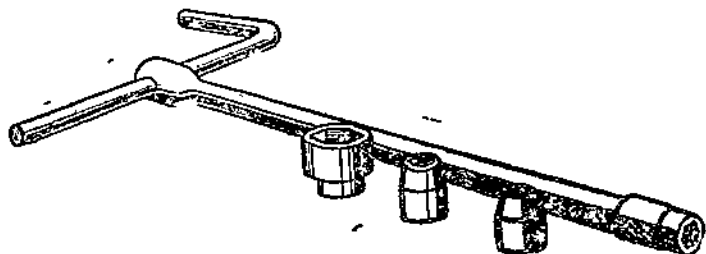
Приспособления для сверления и развертывания отверстий в сварных деталях и изделиях изготовляют различной конструкции и сложности. На фиг. 119 изображено приспособление для развертывания отверстий нижнего подкоса шасси, состоящее из основания, сваренного из швеллеров, и верхней стальной плиты, на которой устанавливают и закрепляют на болтах стойки с направляющими втулками.



Фиг. 119. Приспособление для раз-
 тирывания отверстий нижнего под-
 коса шасси.

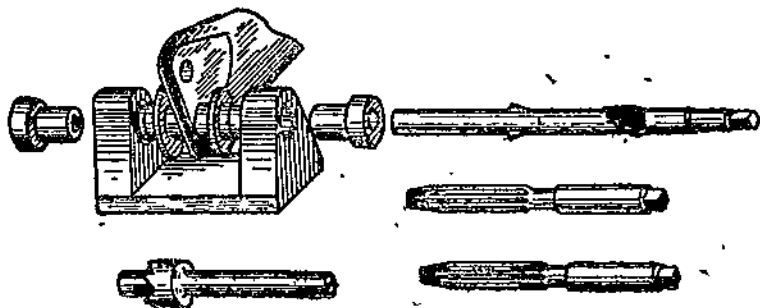
При развертывании отверстий в нижнем подкесе применяют удлиненные торцовые ключи (фиг. 120).

На фиг. 121 изображен стандартный кондуктор с набором развертывающего инструмента, применяемого для развертывания стыко-



Фиг. 120. Удлиненный торцовый ключ.

вых отверстий. Втулки кондуктора делают съемными, что позволяет заменять инструмент. Применяя кондуктор такой конструкции со съемными втулками и комплект развертывающего инструмента

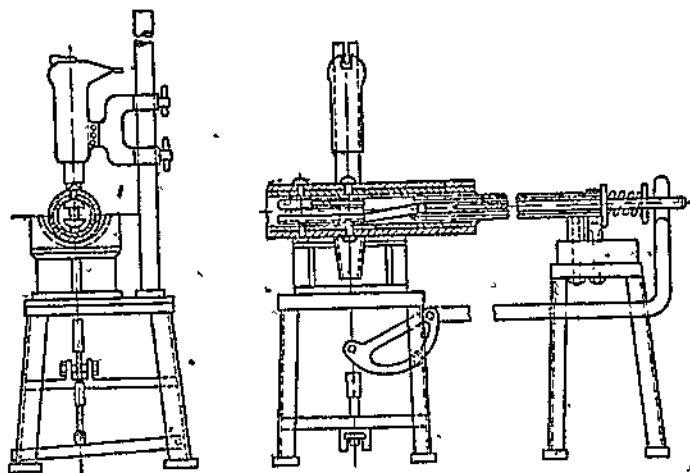


Фиг. 121. Кондуктор со съемными втулками для растачивания или развертывания отверстий и торцевания втулок уха.

(борштангу с резцом из твердых сплавов, торцовый зенкер, черновые и чистовые развертки), сначала растачивают отверстие в детали, имеющей эксцентриситет, затем его развертывают и проточивают. Наличие таких стандартных кондукторов позволяет подбирать це-

лые стапелл различного назначения, благодаря чему в значительной степени ускоряется процесс подготовки производства.

При выполнении слесарно-сборочных работ также применяют различные приспособления как простой, так и довольно сложной конструкции. Основными элементами конструкции таких приспособлений являются: 1) рамы и каркасы (основания), 2) фиксаторы и зажимы для профилей труб и узлов, 3) шаблоны и кондукторы.



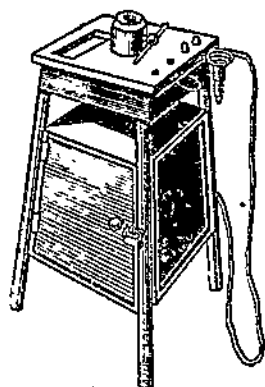
Фиг. 122. Приспособление для клепки.

Рамы и каркасы таких приспособлений изготовляют в большинстве случаев из профилированного материала (уголки, швеллеры) и круглых труб, соединяемых болтами, заклепками и сваркой. Рамы плоских приспособлений, в зависимости от величины и конструкции изделий, можно устанавливать на верстаке. Кроме того, на практике применяют приспособления специального назначения. На фиг. 122 изображена специальная установка с укрепленным бугельным пневматическим молотком, применяемая для клепки по английскому способу трубчатых конструкций. Эта установка состоит из колонки, привариваемой к столу, на которой хомутами укрепляется скоба; в ней устанавливают пневматический бугельный молоток. На столе станка помещается специальная подставка, на которую кладут обычный разжимной эксцентрик, а на него в свою очередь надевают трубу.

и устанавливают в нужном для клепки положении. Заклепку вставляют в отверстие с наружной стороны трубчатой конструкции. Нажимая ногой на педаль установки, разжимную поддержку приводят в движение посредством тиг. При этом при помощи имеющегося на молотке рычага включают пневматический молоток, который расклепывает заклепку.

На фиг. 123 изображена стационарная установка, состоящая из основания — тумбы, привинченной к полу винтами или зацементированной в нем, верхней рамы для инструмента и втулки для крепления поддержек. К раме приделаны два кольца для пневмоинструмента; в ней же имеется место для обжимок и заклепок. Втулка позволяет путем подбора различных внутренних колец установить и быстро закрепить поддержку любого диаметра.

Применение стационарных установок подобных конструкций значительно ускоряет процесс клепки.



Фиг. 123. Установка для клепки.

ОБОРУДОВАНИЕ

Для выполнения слесарных работ в силу их многообразия на самолетостроительных заводах применяют самое разнообразное по номенклатуре оборудование специального и общего назначения. Все оборудование, необходимое для выполнения слесарных работ, делится на оборудование рабочих мест, машинное и аппаратное.

Оборудование рабочих мест. Рабочее место слесаря при непоточном производственном процессе слесарных работ обычно оборудовано верстаком с укрепленными на нем поворотными тисками. Около тисков на верстаке иногда устанавливают небольшие плиты, на которых выполняют все подсобные и подгоночные работы.

Верстаки в цехах обычно располагают вдоль стены с окнами или по середине цеха. Верстаки, расположенные вдоль стен с окнами, делают шириной 0,8 м; тиски на них укрепляют в один ряд на расстоянии 1,75 м. Верстаки, устанавливаемые посередине, делают шириной 1,3 м, а тиски на них укрепляют с обеих сторон на расстоянии 1,75 м. Между верстаками в таких случаях устанавливают предохранительную сетку.

Машинное оборудование. К машинному оборудованию относятся: механические станки, ножницы, прессы, машины для гибки, подкатки,

рифтовки. Все это оборудование обычно применяют в индивидуальном и мелкосерийном производстве. Номенклатура машинного оборудования в крупносерийном производстве значительно уменьшается, так как заготовительные работы выполняются в заготовительном цехе или в заготовительной мастерской самого слесарного цеха.

Аппаратное оборудование. Номенклатура аппаратного оборудования состоит из газосварочных, электросварочных и пескоструйных аппаратов и печей для термической обработки. В зависимости от степени организации производства аппаратное оборудование концентрируется либо в специальных цехах (термический, сварочный), либо в мастерской слесарного цеха.

СЛЕСАРНО-СВАРОЧНЫЕ РАБОТЫ

Особенности слесарно-сварочных работ в самолетостроении. В основном технологический процесс слесарно-сварочных работ состоит из ряда операций, выполняемых в определенной последовательности. Применительно к узлам, собираемым при помощи сварки и слесарной обработки, типовая технология состоит из: 1) взаимной подгонки деталей; 2) подготовки к соединению; 3) установки деталей в сборочное положение и одновременной их фиксации; 4) выполнения соединений; 5) окончательной обработки.

К слесарным видам работы при изготовлении сварных деталей, узлов и ферм относятся: зачистка и снятие заусенцев, разметка, правка, гибка для придания деталям необходимого профиля, пригонка деталей друг к другу для предварительной сборки под прихватку и сварку, проверка и правка после прихватки и правки, зачистка швов после сварки, правка после различных видов термообработки, исправление дефектов на сварочных узлах и конструкциях после сварки, сверление отверстий под болты, развертывание отверстий, запрессовывание втулок, шарикоподшипников и т. п.

Виды сварки и области применения. В настоящее время в производстве применяют различные виды сварки, которые отличаются друг от друга как степенью нагрева сваряемых деталей, так и техникой ведения процесса сварки.

Сварка подразделяется на два основных вида: сварка давлением и сварка плавлением или автогенная. Сварка давлением делится на следующие три вида: жужечную сварку, термитную и контактную. Контактная сварка разделяется на три вида: точечную, роликовую и стыковую. Сварка плавлением, или автогенная, делится на электродуговую, термитную сварку плавлением и газовую сварку.

В самолетостроении наиболее применение имеют следующие виды сварки: газовая, электродуговая, точечная, роликовая и атомно-водородная.

Газовая сварка — вид автогенной сварки, при которой металл доводится до расплавления теплом газового пламени (ацетилено-кислородного, водородно-кислородного, блаугаза-кислородного и др., а также от сгорания в кислороде паров жидких горючих). В зависимости от рода применяемого горючего газа газовая сварка называется ацетилено-кислородной, водородно-кислородной и т. д. Газовая сварка применяется для сварки конструкций самолета, изготовляемых из стали и из цветных металлов.

Электродуговая сварка — вид автогенной сварки, при которой металл расплавляется теплотой вольтовой дуги, образованной между основным металлом и электродом или между двумя электродами. Электродуговая сварка выполняется либо угольным электродом (способ Бенардоса), либо металлическим электродом (способ Славянова); в последнем случае металлический электрод одновременно является присадочным материалом.

Электродуговую сварку широко применяют в промышленности при сварке деталей и узлов, не требующих гладкого шва, изготовляемых из металла толщиной более 1,5 мм.

Точечная сварка — вид контактной сварки, при которой металл расплавляется за счет тепла, выделяющегося при прохождении тока между основным металлом и электродом. Точечную сварку применяют при сварке и прихватке шайб, профилей, баков, радиаторов и т. п. Общая толщина свариваемого материала: латуни — до 3 мм, дуралюмина до 4 мм и стали до 8 мм, независимо от количества листов. Расстояние между сварными точками берется по тому же принципу, что и для заклепок.

Роликовая сварка — вид контактной сварки, при которой металл расплавляется под действием тепла, образующегося между основным металлом и электродами; последние в данном случае изготовляются в виде подвижных роликов. Роликовую сварку применяют для сварки всех конструкций, требующих герметичности.

Атомноводородная сварка основана на интенсивном расщеплении двухатомной молекулы водорода на атомы в вольтовой дуге, горящей в атмосфере водорода между двумя вольфрамовыми электродами. Атомноводородную сварку применяют для сварки особо ответственных конструкций, где требуется соединение резко отличающихся по толщине деталей, а также для толстых материалов, где требуется вязкость шва и т. п.

Подготовка деталей под прихватку и сварку. Качество изготовления сварных узлов зависит в значительной степени от правильности и тщательности подготовки деталей под прихватку и под сварку. В основном работы по подготовке деталей под прихватку заключаются в обработке краев в местах соединения; края должны быть скошены или загнуты, очищены, выравнены, детали прочно установлены на месте и закреплены в надлежащем положении и т. п.

При подготовке деталей под прихватку и сварку углов, изготовляемых из малоуглеродистой стали марки 20 и легированных сталей марок 30ХМА и 30ХГСА, свариваемых кислородно-ацетиленовой (КАС), электродуговой (ДЭС) и атомноводородной (АВС) сваркой, необходимо соблюдать следующие правила:

1. При разрезании листового материала на листовые заготовки необходимо учитывать направление волокон материала от прокатки; при сварке эти волокна должны быть расположены перпендикулярно к основным силовым швам сварной детали.

2. Заусенцы и неровности, получающиеся на деталях в процессе их изготовления, необходимо удалять заправкой, с тем чтобы обеспечить равномерность подгонки деталей по всему соединяемому сваркой контуру.

3. Заготовки из листового материала всех толщин, идущие на электродуговую сварку, и заготовки толщиной от 2 мм и выше, идущие на кислородно-ацетиленовую и атомноводородную сварку, необходимо тщательно очистить на пескоструйке от окалины, жиров, красок и т. п. до прихватки, после изотермического и низкого отжига. После пескоструйки заготовки должны быть обдuty воздухом.

4. Кромки заготовок из листового материала толщиной до 2 мм, идущих на кислородно-ацетиленовую и атомноводородную сварку, необходимо очистить от окалины, жиров, красок и пр., зачищая их в местах сварки (на расстоянии не менее 10 мм) механическим способом — металлической щеткой, наждачным полотном и т. п.

5. Трубчатые заготовки очищают от окалины, жиров, красок и пр. перед сваркой, после изотермического или низкого отжига с наружной и внутренней поверхности в пескоструйке с последующей обдувкой воздухом или механическим способом — металлической щеткой, полировальными кругами и т. п. Концы труб, подвергающихся обдувке песком, подлежат легкой зачистке наждачной бумагой на расстоянии не менее 10 мм от шва.

6. Свариваемые детали никогда не следует с усилием вставлять в назначенные для них места на приспособлении, так как напряжения, возникающие в деталях при сварке, могут вызвать в них изгиб. Во избежание этого на обоих концах труб необходимо оставлять на расширение зазор примерно до 1 мм.

7. При сварке труб разной толщины внахлестку кромку толстой накладки следует срезать до толщины тонкой части детали.

8. Подготавливать кромки и заготовки для прихватки и сварки следует равномерно по всей длине шва в соответствии с данными табл. 169—171.

9. Если заготовки изготовлены из материала с резкой полосчатой структурой, т. е. плохо отожжены на заводе-поставщике, их необходимо подвергать изотермическому отжигу.

10. После изотермического отжига править заготовки желательно

в прессах. Сильная и грубая правка тяжелыми стальными молотками не допускается.

11. Детали, полученные из отожженных заготовок путем выколотки, вытяжки или путем крутых загибов ($r=1-2,5 S$, где S — толщина металла) на угол 90° и более для снятия внутренних напряжений, подвергать отжигу при 650° с охлаждением в горячей воде или на воздухе.

12. Нагревать детали, подвергающиеся загибу и другим деформациям в горячем состоянии, следует в электропечах при температуре

Таблица 163

Подготовка кромок и допуски на зазоры при сварке стыкового соединения газовой, электродуговой и атомноводородной сваркой

Метод сварки	Толщина листов S мм	Угол скоса α	a	b
Газовая или атомноводородная	До 0,8	0	0	0
	0,8—1,5	0	0	До $\frac{1}{3} S$
	1,6—2,0	0	0	$\frac{1}{6} - \frac{1}{8} S$
Все методы сварки	2,5—5,5	70^{+10}	$\frac{1}{4} S$	$\frac{1}{6} - \frac{1}{4} S$
	6—10	70^{+10}	$\frac{1}{5} S$	$\frac{1}{8} - \frac{1}{5} S$
	6—10	70^{+10}	$\frac{1}{5} S$	$\frac{1}{8} - \frac{1}{5} S$
	10—20	70^{+10}	$\frac{1}{6} S$	$\frac{1}{10} - \frac{1}{7} S$

При сварке листов разной толщины кромку более толстого листа снять до толщины тонкого, зазор давать в зависимости от тонкого листа.

Таблица 170

Подготовка кромок и допуски на зазоры при сварке таврового соединения газовой, электродуговой и атомноводородной сваркой

Метод сварки	толщина лист ов, мм		Угол скоса α или размер с мм	α	b
	S_1	S_2			
Все методы сварки	0,5—1,5	0,5—1,5	0	0	До 0,5 мм
Дуговая сварка . . .	2 3	0,8—3	0	0	$\frac{1}{6} - \frac{1}{8} S_1$
Дуговая и атомно- водородная сварка	2 3	0,8—3	2 S_1	$\frac{1}{3} S_1$	До 1 мм
Дуговая сварка . . .	3—6	2—6	45 ⁺⁵	$\frac{1}{4} S_1$	$\frac{1}{6} - \frac{1}{4} S_1$
Газовая и атомно- водородная сварка	3—6	2—6	2 S_1	$\frac{1}{4} S_1$	$\frac{1}{6} - \frac{1}{4} S_1$
Дуговая сварка . . .	6—10	2—10	55 ⁺⁵	$\frac{1}{5} S_1$	$\frac{1}{8} - \frac{1}{6} S_1$
Газовая и атомно- водородная сварка	6—10	2—10	1,5 S_1	$\frac{1}{4} S_1$	$\frac{1}{8} - \frac{1}{6} S_1$
Дуговая сварка . . .	6—10	2—10	45 ⁺⁵	$\frac{1}{5} S_1$	$\frac{1}{8} - \frac{1}{6} S_1$
	6—10	2—10	1 S_1	$\frac{1}{4} S_1$	$\frac{1}{8} - \frac{1}{6} S_1$
Газовая и дуговая сварка	10—20	3—20	60 ⁺⁵	$\frac{1}{6} S_1$	$\frac{1}{10} - \frac{1}{8} S_1$
	10—20	3—20	55 ⁺⁵	$\frac{1}{6} S_1$	$\frac{1}{10} - \frac{1}{7} S_1$

Подготовка кромок на заготовках при сварке внахлестку листового материала и телескопического соединения труб для газовой и атомноводородной сварки

Толщина листов <i>мм</i>		Угол скоса <i>α</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
<i>S₁</i>	<i>S₂</i>			
2—3	1—3	45	$\frac{1}{3} S_1$	0
3—6	2—6	45	$\frac{1}{3} S_1$	0
6—10	3—10	45	$\frac{1}{3} S_1$	0
—	—	—	$\frac{2}{3} S_2$	$3 S_1$

850—890°. Нагревать газовой горелкой не разрешается. Детали, изготовленные вышеуказанным способом, следует подвергать низкому отжигу при 650°. Применение низкого отжига не распространяется на детали, изготовленные из стали 20.

13. До начала прихватки необходимо убедиться, что зазоры между прихватываемыми деталями узла одинаковы по всей контуре прихватываемой детали. Зазоры рекомендуется обеспечивать постановкой до начала прихватки соответствующих по толщине прокладок.

14. Расположение прихватки должно соответствовать указаниям, приведенным в картах технологического процесса, и производиться с соблюдением следующих условий:

а) шаг прихватки должен быть равен 20—35 мм при толщине материала от 0,5 до 1,5 мм и 40—60 мм при толщине материала 2 мм и более;

б) крайние прихватки надо располагать на расстоянии 10 мм от края детали; прихватывать на краях и углах загиба материала не допускается, разрешается прихватка на краях по торцу;

в) при наличии на детали отверстия прихватку надо ставить не ближе 10 мм от его края;

г) всякую деталь следует прихватывать от середины накладываемого впоследствии сварного шва;

ц) при прихватке шайб и трубчатых соединений точки прихватки располагать в шахматном порядке.

15. Прихваченная деталь до передачи ее на сварку должна проходить контроль для установления кондиционности по следующим признакам:

- а) отсутствие трещин, прожогов и проплавов в местах прихватки;
- б) соблюдение правильности расположения прихваток и их габаритных размеров;
- в) соответствие величин зазоров;
- г) величина зон цветности побежалости вокруг места прихватки;
- д) соответствие чертежу марок сталей.

На принятых деталях контроль ставит каучуковое клеймо.

Термическая обработка сварных узлов и конструкций. Термической обработкой является одним из наиболее важных и ответственных видов обработки металлов. Трудности термической обработки стальных сварных деталей обуславливаются главным образом следующими основными причинами:

1. Материал в процессе сварки резко изменяет свое состояние в местах наложения шва и в близлежащих к швам зонам.

2. Наличие в ряде узлов различных по толщине деталей усложняет термическую обработку.

3. При быстром охлаждении сварных деталей в охлаждающей жидкости (в воде или масле) происходят деформации узла, иногда сопровождающиеся трещинами, в особенности на деталях сравнительно небольшой толщины.

В процессе изготовления сварных деталей приходится прибегать к трем видам термообработки: 1) подготовительной, 2) промежуточной и 3) окончательной.

Подготовительная термообработка подготавливает материал к сварке, штамповке, гнутью, профилировке или подготавливает законченную деталь к окончательной термообработке. Подготовительной термообработке подвергают материал, не соответствующий требованиям технологического процесса.

В качестве подготовительной термообработки для перекристаллизации легированных сталей рекомендуется применять изотермический отжиг, а для малоуглеродистых сталей и заготовок — нормализацию, что улучшает обработку резанием.

Для устранения внутренних напряжений и нагартовки рекомендуется применять низкий отжиг (нагрев до температуры 650—700° с охлаждением на воздухе).

Промежуточная термообработка устраняет внутренние сварочные или механические напряжения, что облегчает выполнение следующей технологической операции (правка, последующая сварка или на переходах при штамповке). Промежуточная термообработка предусматривается в карте технологического процесса.

В качестве промежуточной термообработки рекомендуется: низкий отжиг для устранения внутренних напряжений перед последующими операциями сварки, правки или на переходах в штамповке; «закалка нитридов» для уничтожения хрупкости в деталях, сваренных дуговой электросваркой (перевод нитридов в твердый раствор); изотермический отжиг для перекристаллизации в тех случаях, когда сварной шов будет подвергнут правке.

Изотермический отжиг при отсутствии оборудования может быть заменен нормализацией с последующим высоким отпуском.

Изотермический отжиг или заменяющая его нормализация с высоким отпуском в качестве промежуточной термообработки при обработке одной детали можно применять не более одного раза, так как всякий нагрев выше A_1 усиливает обезуглероживание.

Окончательная термообработка придает деталям механические свойства, обуславливаемые конструкцией, и выравнивает структуру металла.

В качестве окончательной термообработки рекомендуется закалка с обязательным отпуском при температуре, зависящей от заданной прочности. Применение нормализации в качестве окончательной термообработки для сталей 30ХМА и 30ХГСА запрещается. Детали и узлы из стали 20 для окончательной термообработки можно подвергать нормализации.

Сварные детали, если они не проходили промежуточной термообработки между технологическими операциями, можно подвергать окончательной термической обработке только после предварительной термической обработки.

Детали постепенно нагревают или в методической печи или в двух печах периодического действия; в одной из них подогревают до $500-550^\circ$, а в другой окончательно нагревают до $880 \pm 10^\circ$. Окончательно прогретые детали переносят в печь и нагревают до $650 \pm 10^\circ$ для распада аустенита. Время выдержки во всех печах дается в зависимости от толщины деталей по табл. 172.

В больших нефтяных печах колебание температуры окончательного нагрева не должно превышать $880 \pm 15^\circ$. Время учитывается с момента посадки деталей в печь после закрытия дверки. В том случае, когда узел собран из материала различной толщины, время выдержки устанавливают по наиболее толстой детали узла. В случае недостатка оборудования изотермический отжиг можно выполнять не в трех, а в двух печах. В последнем случае подогревать до 650° .

Нормализация — постепенный нагрев до $800 \pm 10^\circ$, выдержка и охлаждение на спокойном воздухе. Время выдержки на подогреве и нагреве при нормализации устанавливается, как и при изотермическом отжиге.

Изотермический отжиг — постепенный нагрев до температуры $880 \pm 10^\circ$, выдержка при температуре $650 \pm 10^\circ$ для распада аустенита, окончательное охлаждение на спокойном воздухе.

Длительность выдержки в печах

Толщина материала мм	Выдержка, мин.		
	при подогреве при 550—580°	при оконча- тельном нагреве до $880 \pm 10^\circ$ или $880 \pm 15^\circ$	при распаде аустенита $650 \pm 10^\circ$
До 1	5	5	25
От 1,2 до 2,5	7	7	30
„ 3 „ 5	10	10	30
„ 6 „ 8	12	12	40
„ 9 „ 12	15	15	40
„ 13 „ 20	20	20	50

При толщине материала более 20 мм общее время рассчитывается по 1,5 мин. на каждый миллиметр толщины.

Закалка нитридов — нагрев на $660 \pm 10^\circ$, выдержка и охлаждение в подогретой воде температурой $70 \pm 10^\circ$ или в масле температурой $40 \pm 10^\circ$. Время нагрева при закалке нитридов устанавливается по табл. 173.

Низкий отжиг — нагрев на $650\text{—}700^\circ$ с последующим охлаждением на воздухе.

Время выдержки при низком отжиге также устанавливается по табл. 173.

Закалка с отпуском состоит из двух операций: собственно закалки и обязательного последующего отпуска для устранения внутренних закалочных напряжений и доведения деталей до нужной крепости.

Под закалку детали нагревают в двух печах с предварительным подогревом до $500\text{—}650^\circ$ и окончательным нагревом до $880 \pm 10^\circ$ с последующей замочкой в горячем масле температурой $100 \pm 10^\circ$ и затем в холодном масле или же только в холодном масле температурой $20\text{—}50^\circ$.

Время выдержки при нагреве определяют в зависимости от толщины материала согласно табл. 174.

При толщине материала более 20 мм общее время выдержки рассчитывается по 2 мин. на каждый миллиметр толщины.

Таблица 173

Длительность выдержки при низком отжиге

Толщина материала мм	Выдержка	
	в печи с температурой $650 \pm 10^\circ$	в горячей воде при закалке
До 5	30 мин.	10—15 сек.
От 6 до 12	40 "	20—25 "
" 13 " 20	50 "	25—30 "
Свыше 20	60 "	40 "

Таблица 174

Длительность выдержки при нагреве

Толщина материала мм	Выдержка, мин.			
	при подогреве при $500-550^\circ$	при окончательном нагреве при $880 \pm 10^\circ$ или $880 \pm 15^\circ$	в горячем масле $100 \pm 10^\circ$	в холодном масле $20-50^\circ$
До 1	5	5	1	5
От 1,2 до 2,5	7	7	1	7
" 3 " 5	10	10	1,5	10
" 6 " 8	12	12	2	12
" 9 " 12	15	15	3	15
" 13 " 20	20	20	—	20

Увеличение времени выдержки при температуре $880 \pm 10^\circ$ недопустимо. В исключительных случаях допускается передержка на подогреве, но не больше чем в два раза. Время выдержки узла из металлов различных толщин определяется по максимальной толщине входящей в узел детали. В горячем масле закалывают детали, имеющие части толщиной не более 10—12 мм. Пустотелые детали перед отпуском тщательно освобождают от масла продувкой полостей сжатым воздухом через сточные отверстия.

Закаленные детали нагревают для отпуска в зависимости от необходимой прочности готовой детали. Для крепости 130 ± 10 кг/мм² детали отпускают при $400\text{—}450^\circ$, для крепости 110 ± 10 кг/мм² — при $475\text{—}525^\circ$ и для крепости 80 ± 10 кг/мм² также при $475\text{—}525^\circ$. Выдержки указаны в табл. 174.

Температуры отпуска деталей из стали 30ХГСА увеличивают на 30° против указанных выше, за исключением отпуска на крепость $160\text{—}180$ кг/мм², для получения которой температуру отпуска берут равной $200\text{—}225^\circ$.

Охлаждать после отпуска детали, свариваемые дуговой электросваркой, следует обязательно в горячей воде температурой $70 \pm 10^\circ$ или в холодном масле температурой $20\text{—}50^\circ$. Остальные детали можно охлаждать таким же образом или же на воздухе. Охлаждение в воде продолжается в течение нескольких секунд (от 10 до 20) и заканчивается на воздухе.

Дефекты, вызываемые термообработкой. *Закалочные трещины*, как правило, возникают в наружных углах или по кромкам концов детали, по внутренним углам или радиально по дырам облегчения, в местах сочетания различных толщин, на стыках деталей из разных марок стали. На круглых деталях возникают радиальные трещины.

В наружных углах деталей и по кромкам концов вследствие возникновения закалочных трещин скалываются острые, выступающие части и углы скрутываются.

По внутренним углам закалочные трещины начинаются с вершины угла, идут усом, постепенно сужаясь, и сходят на-нет. По дырам облегчения закалочные трещины имеют такой же характер, но направлены радиально.

На круглых деталях закалочные трещины идут параллельно оси, углубляясь в направлении к центру, и постепенно сходят на-нет. В некоторых случаях разрыв может быть сквозным. Закалочные трещины имеют транскристаллитный характер, и только трещины от сильного перегрева имеют интеркристаллитный излом.

Причиной закалочных трещин может быть перегрев из-за слишком высокой температуры или из-за излишнего времени выдержки при нагреве под закалку, резкая закалывающая среда, подрезы металла на переходах толщин или в углах.

Поводка деталей при термообработке. Наблюдающаяся при термообработке поводка деталей в основном происходит по следующим причинам:

а) искривление вследствие неправильного положения деталей в печи во время нагрева (провисание от собственного веса незакрепленных выступающих концов конструкции, сжатие концов конструкции от пригибания непрочного закалочного приспособления);

б) вмятины и поводка из-за небрежной посадки, нагрева или охлаждения и неправильной методики замочки;

в) искривление из-за несимметричного расположения отдельных элементов конструкции или узла;

г) искривление из-за несимметричного наклепа при выправке узла перед термообработкой.

Несоответствие твердости узлов или деталей после термообработки.

1. Детали получаются крепче, чем следует по требованиям приемки. Причиной этого явления могут быть отсутствие отпуска, отпуск при заниженной температуре или химическом составе металла по верхнему пределу по всем элементам или даже с небольшим превышением верхнего предела. Крепкие детали подлежат повторному отпуску при нужной температуре или при более высокой, если установлено, что первый отпуск был неправильный.

2. Детали получаются слабее, чем следует по требованиям приемки. Этот дефект может быть вызван следующими причинами:

а) температура отпуска выше необходимой или же температура окончательного нагрева ниже допустимой. Детали можно исправить повторной закалкой;

б) химический состав соответствует нижнему пределу по всем элементам или даже с занижением от нижнего предела. Некоторые детали можно исправить повторной закалкой в более резкой закалочной среде;

в) аномальная или мелкозернистая первичная структура металла;

г) обезуглероживание поверхности.

Правка сварных узлов и конструкций. Покоробившиеся в процессе сварки узлы правят вручную при помощи деревянных, медных или стальных слесарных молотков на рихтовальных плитах или наковальнях либо на ручных или приводных прессах при помощи различных оправок и приспособлений. Правка сварных узлов требует большой осторожности и зависит как от состояния материала, так и от степени его деформации после сварки. Непродуманный или небрежный процесс правки, как правило, приводит к образованию трещин, характеризующихся светлым тисломом. По степени трудности правка сварных узлов и конструкций делится на правку сварных деталей до их окончательной термообработки и правку после их закалки с отпуском.

Правка сварных деталей до их окончательной термообработки. Всякая холодная правка сварных деталей, как промежуточная при

пооперационной правке детали, так и окончательная — после заварки всего узла, должна сопровождаться предварительной термообработкой согласно инструкции на термическую обработку сварных конструкций¹.

Сварные детали, имеющие значительные коробления, как то: сплошные фланцевидные косынки, насаженные и приваренные к трубам, плоские косынки в случаях приварки к ним в центре труб и другие аналогичные детали, где сварка расположена посередине и на значительном расстоянии от кромок, перед правкой нагревают паяльной лампой или в печах. Температура нагрева изделий в печах не должна превышать 800°. В случае нагрева паяльной лампой температуру определять по цвету (красный цвет).

Одностороннюю поводку трубчатых стержней исправляют следующим образом. Деталь с трубчатыми стержнями устанавливают в приспособлении, где при помощи натяжных фиксаторов подтягивают стержни до необходимого положения. После соответствующей натяжки делают местный (не более чем на половину окружности) нагрев у основания стержня до красного цвета с той его стороны, в которую производили натяжку. Стержень от зажимов натяжных фиксаторов освобождают лишь после его остывания.

Холодную правку деталей из листового материала делают на прессах, обеспечивающих статическое нагружение (ручные винтовые прессы), с применением специальных оправок и приспособлений. Детали из листового материала, имеющие небольшие, легко устранимые коробления, можно править деревянными и медными молотками.

Холодную правку трубчатых конструкций выполняют на прессе или в других приспособлениях, соблюдая постепенное статическое нагружение и обязательно применяя деревянные подкладки, имеющие вырезы, соответствующие диаметру трубы.

Патрубки правят на труборасширителе при постепенном статическом нагружении.

Вилки шасси, кодыца под моторные рамы и другие аналогичные конструкции правят на специальных приспособлениях, оборудованных червячными поджимками, разводами и другими устройствами, обеспечивающими постепенное приложение нагрузки.

Правка сварных узлов после их заковки и отпуска. Холодную правку закаленных сварных деталей выполняют, соблюдая те же условия и теми же способами, что и детали, прошедшие после сварки только предварительную термообработку.

Детали, закаленные до крепости 120 кг/см² и выше, после холодной правки необходимо подвергать последующему низкому отпуску при температуре на 60° ниже температуры отпуска при закалке.

¹ Детали, изготовленные в одну операцию из малоуглеродистой стали 20, следует подвергать правке после окончательной термообработки.

Правку закаленных узлов с нагревом как общим, так и местным можно допустить лишь при условии, что температура нагрева не будет превышать температуры отпуска при закалке.

Закаленные детали после правки с нагревом необходимо подвергать последующему испытанию на твердость, которая не должна выходить за пределы, предусмотренные чертежом на данную деталь.

Закаленные детали с нагревом правят, закрепив их в приспособлении, обеспечивающем надлежащее положение и размерность.

Закаленные детали с нагревом в печи правят следующим образом. Покоробленную после закалки деталь устанавливают в жесткое приспособление, где при помощи зажимов выравнивают ее или подтягивают до необходимого положения. После этого детали нагревают в печи при условиях, указанных выше. Деталь вынимают из приспособления только после ее охлаждения.

Закаленные детали правят с местным контролируемым нагревом, главным образом в трубчатых конструкциях. Подлежащую правке трубу устанавливают в приспособлении или под прессом на двух опорах, имеющих подкладки с вырезами по диаметру трубы. Посередине между опорами на трубу кладут подкладку с вырезом по диаметру трубы и после нагрева постепенно нажимают на трубу винтом.

Местный нагрев трубы осуществляется при помощи пропускания электрического тока от трансформатора с низким напряжением вторичной обмотки.

Сильно искоробившиеся после закалки детали, править которые рискованно, следует подвергнуть предварительному резкому отжигу и последующей повторной закалке.

Исправление дефектов. Все дефекты, получающиеся при слесарно-сварочных работах, делятся на исправимые и неисправимые. В результате неправильного и неумелого проведения сварочных операций, в частности операции прихватки, на деталях образуются трещины. Кроме того, неумелое выполнение прихваток приводит к прожогам, глубоким проллавам, а также к наслонению большого количества прикладного материала, что затрудняет сварку и вызывает образование трещин при сварке.

Характер дефектов сварных узлов и конструкций в значительной степени зависит от правильности установления определенной величины усадки и расширения в процессе сварки, что довольно трудно вследствие сложности конструкций сварных узлов.

В большинстве случаев сварку сложных конструкций облегчают удачно выбранными сварочными приспособлениями, достаточной и тщательной дрессировкой отдельных частей узла и конструкции.

Исправление дефектов сварных узлов и конструкций является одним из наиболее ответственных моментов при их изготовлении и требует значительной затраты рабочего времени. При этом дефекты исправляют обычно высококвалифицированные рабочие.

Основные правила, которыми необходимо руководствоваться при исправлении дефектов на сварных узлах и конструкциях, изготовленных из малоуглеродистой стали марки 20 и легированных сталей 30ХМА и 30ХГСА, сваренных кислородно-ацетиленовой (КАС), электродуговой (ДЭС) и атомноводородной (АВС) сваркой, согласно инструкции, заключаются, в следующем,

Исправление дефектов на сварных узлах, изготовленных из сталей 20, 30ХМА и 30ХГСА, сваренных кислородно-ацетиленовой (КАС), электродуговой (ДЭС) и атомноводородной (АВС) сваркой. Дефекты на сварных узлах исправляют следующим образом.

А. Дефекты на узлах, не исправимые до закалки

Не подлежат исправлению следующие дефекты:

1. Подразы на основном металле около швов, если они равны 10% и более от длины шва и по глубине выходят за пределы $\frac{1}{10}$ толщины материала¹.

2. Сплошной непровар, т. е. непровар на длине более 40% от длины шва. Прилипание швов, т. е. непровар менее $\frac{1}{3}$ толщины материала, выявленное микроанализом при повторном выборочном анализе из партии узлов в количестве 4—5 шлифов от каждого узла.

3. Сплошные проплавы на толщинах материала более 1,5 мм в соединениях внахлестку и втавр, при условии, если суммарная длина проплавов больше 30% от длины шва.

4. Прожоги в основном материале, даже если они единичны, при величине их, превышающей 3 мм.

5. Механические повреждения узлов, повлекшие за собой отрыв шва на длине более 15% от длины шва, а также разрыв материала и заборны в 5 мм глубиной.

6. Трещины основного материала, возникшие вследствие недоброкачества материала или пережога при сварке или при термообработке².

7. Трещины, возникшие после подварки ранее имевшихся трещин.

8. Трещины основного материала, если суммарная длина их более 10% от общей длины шва.

9. Одиночная трещина основного материала, если длина ее более 10% от длины шва.

10. Трещины, если они идут по основному материалу перпендикулярно к сварному шву и если длина их более 5 мм, считая от края шва.

¹ Подразы, находящиеся на концах швов и на кромках даже при глубине их более $\frac{1}{10}$ толщины материала, можно исправлять.

² В сомнительных случаях недоброкачественный материал или пережог выявляют при выборочном исследовании детали или в лаборатории завода.

11. Трещины на поясных трубах, например лонжерона, подваривать нельзя, если они идут поперек трубы и длина их более 15% от диаметра трубы или больше 5 мм. В других трубчатых соединениях, например моторам, раскосов и пр., нельзя подваривать поперечные трещины, если суммарная длина их более 10% от длины шва¹.

12. Одновременное наличие на сварном элементе отрыва шва и трещины основного материала, если их суммарные размеры выходят за пределы, указанные в п. 8 раздела «А».

Б. Дефекты на узлах, исправимые до закалки

На сварных узлах исправляют следующие дефекты:

1. Ослабленные швы не более 40% от общей длины.
2. Кратеры на шве, даже если в них есть трещинки.
3. Подрезы на основном металле, если они меньше 10% от длины швов и по глубине не превышают $\frac{1}{4}$ толщины материала.
4. Наплавы на стороне шва.
5. Частичный непровар в соединениях элементов, если величина непровара не превышает 40% от общей длины швов².
6. Если на протяжении данного шва при толщине материала более 1,5 мм имеется несколько проплавов, но в разных местах, то суммарная длина их не должна составлять более 30% от общей длины шва и высота проплава не более 1,5 мм.
7. Свищи, если их размеры не более 1,5 мм.
8. Вмятины, если они глубиной не более 5% от диаметра.
9. Орыв швов и разрыв материала у шва, произошедшие во время правки, если длина отрыва (разрыва) не превышает 10% от длины шва.
10. Трещины основного материала, если длина одиночной трещины не более 10% от длины шва³.

¹ Трещины, продольные к оси трубы, приравняются к трещинам на узлах из листового материала (см. п. 10).

² На крупных агрегатах, имеющих большое количество отдельных элементов, разрешается подваривать сплошной непровар, т. е. непровар более 40% от длины шва, если он обнаружен на одном из элементов конструкции. Непровар на длине не более 20% от длины шва не исправляется и узел идет на сборку.

³ Если на протяжении данного шва имеется несколько трещин, то суммарная длина подвариваемых трещин (в разных местах шва) не должна быть больше 10% от общей длины шва в соответствии с пп. 8, 9, 10, 11 раздела «А».

При соединениях материалов разной толщины, в том числе и труб, в соотношении 1 к 2,5 мм, если на тонком материале длина трещины или сумма их превышает 10% от длины шва, то дефект исправляют удалением тонкого элемента,

11. Для поясных труб, например лонжеронов, разрешается предварительно подваривать трещины, идущие поперек трубы, если длина их не более 15% от диаметра трубы. Для других трубчатых соединений, например моторам, раскосов и пр., разрешается подваривать поперечные трещины, если длина их не более 10% от длины шва¹.

12. Трещины в наплавленном шве, если их суммарная длина не более 10% от длины шва. Поперечные трещины в швах исправляются подваркой, если их не более пяти на длине шва.

В. Исправимые дефекты закаленных узлов

На закаленных узлах разрешается исправлять только трещины и отрывы швов, как указано в разделе «Г».

Г. Исправимые дефекты сварных узлов из сталей 20, 30ХМА и 30ХГСА, сваренных КАС, ДЭС и АВС

Исправление дефектов сварных узлов до закалки. Дефекты на узлах до их закалки исправляют только после промежуточной термообработки, необходимой для устранения сварочных напряжений.

1. Ослабленные швы доводят до требуемых размеров последующей подваркой.

2. Кратеры на шве также исправляют подваркой.

3. Подрезы на основном металле исправляют подваркой.

4. Наплывы на стороне шва в подозрительных в отношении трещин или по провару местах удаляют механическим путем, после чего в случае надобности швы исправляют подваркой. В остальных случаях удалять наплывы необязательно.

5. Непровар исправляют переваркой швов или удалением дефектов места с последующей заваркой. Если при повторном выборочном микроанализе четырех-пяти шлифов на узел будет вновь обнаружен непровар, независимо от его длины, узлы подваривать не следует.

6. Отдельные проплавы с обратной стороны в доступных местах удаляют механическим путем — запиловкой.

7. Свищи на шве можно исправить подваркой.

8. Вмятины можно исправить правкой.

9. Трещины и отрывы швов исправляют подваркой.

Подварка трещин. Трещины на узлах и деталях могут возникнуть в процессе прихватки и сварки, во время термообработки и от механических воздействий на деталь при правке и клепке готовых узлов.

¹ Трещины, продольные к оси трубы, приравняются к трещинам на узлах из листового материала (см. п. 10 раздел «Б»).

Подваривать трещины должен высококвалифицированный сварщик хромомолибденовой и хромансильевой стали. Младопытным сварщикам подварку трещин поручать нельзя.

При подварке трещин применяют те же способы и те же присадочные материалы, что и при сварке данного узла¹.

Вопрос о подварке трещин в каждом отдельном случае решает мастер по сварке совместно с контрольным мастером на основании данной инструкции.

Перед подваркой дефектного места нужно, сначала определить точное расположение трещины, разветвление и длину ее и сделать засверловку по концам трещины².

На металле толщиной до 2 мм трещины подваривают без механической подготовки, т. е. без разделки дефектного места, но с обязательным засверливанием концов трещины. На металле толщиной больше 2 мм дефектное место с трещиной засверливают по концам и выбирают сверловкой, фрезеровкой, зубилом или напильником для получения V-образной канавки, после чего выполняют подварку.

Подваривать трещины разрешается не более двух раз. Если после вторичной подварки вновь появляются трещины, то узел следует забраковать. Подваренное место обязательно проверяют на отсутствие трещин при помощи рентгена.

В случае появления трещин у границ швов в деталях из тонкого материала (при соединении разных по толщине элементов), когда их общая длина превышает 10% от длины шва, эти детали удаляют механическим способом, а на их место приваривают новые детали. При исправлении дефекта старый сварочный шов в этом случае удаляют зашлифовкой³.

Трещины, расположенные в самом шве, подваривают после разделки дефектного места сверловкой, выпилкой или фрезеровкой для получения V-образной канавки.

Перед подваркой трещины необходимо точно выяснить причины ее появления, определить размеры трещины, термически обработать сваренный узел для устранения сварочных напряжений (для этого

¹ Подваривать трещины ДЭС на узлах, сваренных КАС и АВС (до их закалки), не допускается. Подваривать трещины, возникшие при АВС, допускается во всех случаях.

² Точное расположение трещины нужно определять при помощи лупы, бинокуляра, рентгена, протравки и другими способами.

³ Данная операция разрешается при сочетании малых толщин, разнящихся между собой в отношении 1:2,5, и не разрешается при сочетании: а) 0,5 и 0,8—1 мм, б) 0,8 и 1,0—1,5 мм, в) 1 и 1,5—2 мм, г) 1,5 и 2—2,5 мм.

узел нагревают до 650° и охлаждают в горячей воде температурой 80° или на воздухе), подварить свищи (кратеры и напавы).

При отрыве шва определяют размеры отрыва и его причины, удаляют часть шва у места отрыва и затем его подваривают. Если при отрыве шва затронут основной металл, т. е. если в нем имеется трещина, узел рассматривают как узел с трещиной и исправляют, как указано выше.

Исправление дефектов (трещин и отрывов швов) на закаленных сварных узлах, не установленных на машину. Сварные узлы, на которых после термообработки (закалки с отпуском) обнаружены трещины, обязательно подвергают высокому отпуску или низкому отжигу, после чего трещины подваривают, как указано выше. Если же при повторной закалке вновь появляются трещины, то узел бракуют.

Когда по конструктивным особенностям агрегатов и узлов с резко различающейся толщиной (более 1:3), закаленных на крепость 100 кг/мм^2 и более, или ферм, имеющих не менее трех сварных соединений, для них желательна последующая термообработка, то при наличии трещин подварка их допускается без предварительной и последующей термообработки при условии, если длина каждой трещины не превышает 10 мм и суммарная длина их не более 8% от длины данного шва.

На сварных узлах, закаленных до $80 \pm 10 \text{ кг/мм}^2$, трещины длиной 5—8 мм подваривают без предварительной и последующей термообработки. На закаленных узлах трещины подваривают электродуговой или атомноводородной сваркой — способами, дающими меньшую зону нагрева. Дуговой или атомноводородной сваркой трещины подваривают с применением мероприятий, уменьшающих зону нагрева узла (интенсивное охлаждение, обкладывание мокрым асбестом, засверливание концов трещины и выборка трещин механическим способом). Кадмированные или оцинкованные узлы подваривают, предварительно сняв покрытие и проведя термическую обработку.

После подварки узел просвечивают рентгеном и в случае обнаружения трещин в зоне подварки бракуют его.

На закаленных узлах не разрешается исправлять ослабление (кратеры на шве), подрезы основного металла, непровары, свищи (даже с предварительной термообработкой). Эти дефекты необходимо устранять тотчас после сварки.

Исправление дефектов (трещин и отрывов швов) на закаленных узлах, собранных или установленных на машину (производится только с разрешения ОТК и только один раз для каждого узла). Трещины на собранных и установленных на машину узлах, если длина оди-
ночной трещины не более 15 мм, исправляют дуговой сваркой, применяя меры, уменьшающие зону отжига узла, и обязательно засверливая концы трещины. Если на протяжении подвариваемого шва имеется несколько трещин, суммарная длина подвариваемых тре-

ции (в разных местах шва) не должны превышать 10% от общей длины шва.

На материале толщиной больше 2 мм трещину надо обязательно выбрать напильником или сверлом и после этого исправлять подваркой. Если место расположения трещины на узлах позволяет вырезать ее, например на косынках, на концах патрубков и т. д., то ее надо вырезать.

Узлы, соприкасающиеся с дуралюминовыми частями, можно подварить электросваркой при интенсивном охлаждении металла вокруг места подварки.

При подварке узлов, стоящих на закаленном хромомолибдене и хроманисле, нельзя допускать сильного нагрева хромомолибденовой (или хроманислевой) конструкции, охлаждая ее мокрым асбестом.

В сварных трубчатых конструкциях (лонжероны, подкосы, мото-рамы и пр.) можно подваривать трещину, если она идет вдоль оси трубы и ее длина не более 15 мм и если она идет поперек оси трубы и ее длина не более 8% от окружности трубы и во всяком случае не более 6 мм.

В особых случаях (когда агрегат собран) трещины длиной до 2 мм разрешается засверливать и не подваривать, если суммарная длина их (при наличии более одной трещины) не будет превышать 4% от длины соединяемого сваркой контура данного элемента в узле.

На стальном каленом патрубке, охватывающем дуралюмин, подваривать трещины нельзя.

СЛЕСАРНО-СБОРОЧНЫЕ РАБОТЫ

Особенности слесарно-сборочных работ в самолетостроении. Слесарно-сборочные работы заключаются в соединении отдельных деталей и узлов самолета при помощи различных средств в зависимости от характера и конструкции данного соединения. В технологии производства металлического и смешанной конструкции самолета слесарно-сборочные работы занимают значительное место.

По характеру конструкции и по трудоемкости изготовления самолетных узлов и конструкций слесарно-сборочные работы делятся на два вида сборки:

1) сборка мелких узлов, состоящих из элементарных плоских и объемных деталей, соединяемых в узел при помощи различных средств, например клепки, пайки, сварки, болта и гайки, и другими способами;

2) сборка крупных сборочных узлов, осуществляемая в результате монтажа узлов и элементарных деталей при помощи различных средств соединения.

Основными объектами в этом случае являются узлы первой группы, детали механической обработки, а также нормализованные детали и соединительные элементы — заклепки, болты, гайки, валики, штифты и т. п.

Технологический процесс слесарно-сборочных работ состоит из различных по трудоемкости слесарных операций, выполняемых в той или иной последовательности. Применительно к узлам, собираемым при помощи, например, клепки, типовая технология состоит из следующих основных операций:

- 1) взаимная подгонка деталей;
- 2) установка в сборочное положение с одновременной фиксацией;
- 3) разметка;
- 4) сверление;
- 5) дефиксация деталей;
- 6) удаление заусенцев;
- 7) установка в сборочное положение с одновременной фиксацией;
- 8) клепка.

Сборка разъемных соединений. В металлическом самолетостроении наряду с неразъемными соединениями широкое распространение имеют и разъемные соединения. Разъемные соединения делают на болтах, шурупах, шпильках и т. п. Болтовые соединения в металлическом самолетостроении в основном применяются при сборке различного рода узлов и в окончательной сборке при выполнении монтажно-сборочных работ.

Крепежные детали. Номенклатура крепежных деталей, применяемых в слесарно-сборочных цехах, главным образом состоит из нормализованных болтов, гаек, шайб, втулок, валиков, заклепок, роликов и т. п.

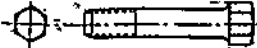
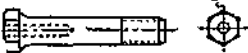
Болты (табл. 175), применяемые в самолетостроении, изготавливаются с шестигранными, полукруглыми, потайными, двухгранными и плоско-выпуклыми головками. Область применения болтов в болтовых соединениях различна. В конструкции самолета болты могут работать на срез и на растяжение. Большинство болтов, входящих в узлы, работает на срез.

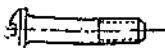
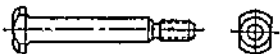
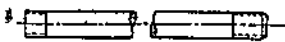
В самолетостроении в большинстве случаев применяются болты с шестигранными головками.

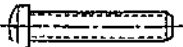
В тех случаях, когда не требуется, чтобы головки болтов выступали снаружи поверхности самолета во избежание ухудшения его обтекаемости, обычно применяют болты с полукруглой, потайной и чевицеобразной головками.

На полых болтах с круглой плоской головкой зашлифовывают обетра, что не позволяет им вращаться при наворачивании гайки. Полые болты с плоской головкой и зашлифованными гранями обычно применяются в болтовых соединениях, имеющих большие размеры и при ремонте отдельных частей самолета.

Болты и шпильки, применяемые в самолетостроении

№ по пор.	Название	Тип	Материал	№ норм. ли
1	Болты чистые с шестигранной головкой		Сталь 40	782С
2	Болты чистые с шестигранной головкой		Сталь 30ХМА	783С
3	Болты чистые с шестигранной головкой		Латунь ЛС-59	134А
4	Болты ступенчатые чистые с двухгранной головкой		Сталь 40	784С
5	Болты ступенчатые чистые с двухгранной головкой		Сталь 30ХГСА	785С
6	Болты чистые облегченные с шестигранной головкой		Сталь 40	786С
7	Болты чистые облегченные с шестигранной головкой		Сталь 30ХГСА	787С
8	Болты конусные облегченные		Сталь 40	788С
9	Болты конусные облегченные		Сталь 30ХГСА	789С
10	Болты конусные		Сталь 40	18С

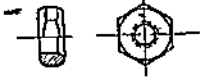
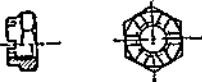
№ по пер.	Название	Тип	Материал	№ норматива
11	Болты чистые с полукруглой головкой		Сталь 40	14С
12	Болты чистые с потайной головкой		Латунь ЛС-59	
13	Болты чистые с полукруглой головкой		Сталь 40	791С
14	Болты с плоско-выпуклой головкой		Сталь 40	44НС
15	Болты с плоско-выпуклой головкой		Дуралюмин Д1	45НС
16	Болты трубчатые штампованные с шестигранной головкой		Сталь 40	844С
17	Болты полые чистые с двухгранной головкой		Сталь 40	790С

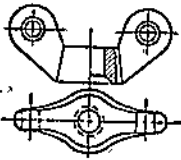
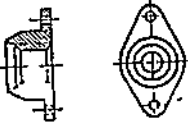
№ по пор.	Название	Тип	Материал	№ норматива
18	Болты стяжные	—	Сталь 40	17С
19	Болты контактные с цилиндрической головкой	—	Латунь Л-59	135А
20	Болты чистые с потайной головкой	—	Сталь 40	22А
21	Болты чистые с полукруглой головкой		Латунь Л-59	132А
22	Шплинты-разводные проволочные		Сталь 612	24А

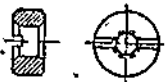
Гайки и контргайки (табл. 176) по конструкции разделяются на шестигранные, корончатые, барашковые, анкерные, самозаконтривающиеся и гайки под отвертку.

Наиболее распространены чистые гайки, имеющие шестигранную форму, с двумя и одной фаской. В зависимости от характера работы болта высота шестигранных гаек бывает двух размеров: для болтов, работающих на растяжение, применяются гайки высотой, равной $0,8$ диаметра болта, т. е. $H = 0,8 d$, а для болтов, работающих на срез, применяются гайки высотой, равной $0,6$ диаметра болта, т. е. $H = 0,6 d$. Шестигранные корончатые гайки представляют собой вторую стандартную форму чистых шестигранных гаек, применяющихся в тех случаях, когда требуется установка шплинтового замка.

Гайки и контргайки, применяемые в самолетостроении

№ по пор.	Название	Тип	Материал	№ норм. лн
1	Гайки чистые шестигранные $H = 0,8 d$		Сталь 35 и 40	16А
2	Гайки чистые шестигранные $H = 0,6 d$		Сталь 35 и 40	23А
3	Гайки чистые шестигранные		Латунь ЛС-69	136А
4	Гайки чистые шестигранные облегченные $H = 0,8 d$		Сталь 35 и 40	253А
5	Гайки чистые шестигранные $H = 0,8 d$		Сталь 30ХГСА	62НС
6	Гайки корончатые чистые шестигранные		Сталь 40	3С
7	Гайки корончатые чистые шестигранные для полых болтов		Сталь 40	4С
8	Гайки корончатые чистые шестигранные		Сталь 30ХГСА	63НС
9	Гайки корончатые чистые шестигранные с выточкой		Сталь 30ХГСА и 40	65НС

№ по пор.	Название	Тип	Материал	№ нормалей
10	Гайки барашковые штампованные		Сталь 40	5С
11	Гайки барашковые штампованные		Латунь ЛС-59	6С
12	Гайки барашковые штампованные		Бронза БрОФ	7С
13	Гайки барашковые штампованные с выточкой	—	Сталь 20	8С
14	Гайки барашковые штампованные с выточкой	—	Латунь ЛС-59	9С
15	Гайки барашковые штампованные с выточкой	—	Бронза	10С
16	Гайки анкерные		Дуралюмин Д3 и сталь 40	18НС 19НС
17	Гайки самоконтращиеся		Дуралюмин Д1 и сталь 40	23НС 24НС

№ по пор.	Название	Тип	Материал	№ нормал.
18	Гайки чистые круглые со шлицем под отвертку		Латунь ЛС-59	795С
19	Контргайки чистые шестигранные	—	Сталь 40	1С и 2С

Ширина и глубина прореза в корончатых гайках должны соответствовать диаметру шпильки и разгону гайки, выбранным в соответствии с шагом резьбы.

Контргайки применяются при контровке болтовых соединений, например при контровке стоек, подкосов и т. п.

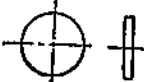
Шайбы (табл. 177), применяемые в самолетостроении, по конструкции разделяются на круглые, плоские, круглые и плоские с фаской, плоские радиусные и плоские с овальными очертаниями. Шайбы плоские глухие обычно применяют в сварных конструкциях самолета. Шайбы плоские с отверстиями применяют в болтовых и заклепочных соединениях в качестве промежуточных деталей, помещаемых под головку болта или заклепки или же под гайку.

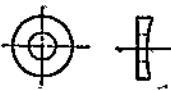
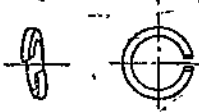
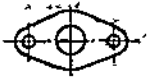
Шайбы плоские радиусные применяют в качестве промежуточной детали при постановке болтов по дереву.

Предохранительные шайбы обычно применяют в тех случаях, когда гайка или головка болта прижата к какой-либо детали, имеющей плоские грани. При контровке соединений с помощью предохранительных шайб одну из лапок загибают на грань гайки или головки болта, а вторую — на грань детали. Шайбы Гровера применяют для контровки болтовых соединений, имеющих широкое распространение в самолетостроении.

Таблица 177

Нормализованные шайбы, применяемые в самолетостроении

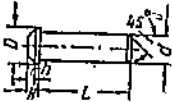
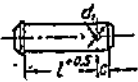
№ по пор.	Название	Тип	Материал	№ норм. лн
1	Шайбы глухие штампованные		Сталь 20	5А
2	Шайбы глухие штампованные		Сталь 30ХМА	105А
3	Шайбы чистые штампованные		Сталь 20	1А
4	Шайбы чистые штампованные тяжелого типа		Сталь 20	2А
5	Шайбы дуралюминовые под заклепки		Дуралюмин ДЗ	106А
6	Шайбы чистые штампованные	—	Дуралюмин ДЗ	233А
7	Шайбы чистые штампованные	—	Сталь 20	234А
8	Шайбы штампованные общего применения	—	Сталь 20	235А
9	Шайбы штампованные общего применения	—	Дуралюмин ДЗ	236А

№ по пор.	Название	Тип	Материал	№ нормал
10	Шайбы для болтов по дереву	—	Дуралюмин ДЗ	673С
11	Шайбы радиусные для труб		Сталь 20	34НС
12	Шайбы радиусные для труб		Дуралюмин Д1	35НС
13	Шайбы предохранительные штампованные		Сталь 20	232А
14	Шайбы пружинные Гровера		Сталь К	15А
15	Шайбы овальные штампованные глухие		Сталь 20	22С
16	Шайбы овальные штампованные глухие		Дуралюмин Д1	23С
17	Шайбы овальные штампованные		Сталь 20	20С
18	Шайбы овальные штампованные		Дуралюмин Д1	21С

Валики (табл. 178), применяемые в самолетостроении, изготовляют для общего и для специального применения. Валики общего применения изготовляют с отверстиями и без них. Обычно при сборке применяют валики с предварительно просверленными отверстиями. Валики без отверстий применяют в тех случаях, когда в конструкции самолета трудно определить, на каком расстоянии необходимо просверлить отверстие под шпильку.

Таблица 178

Нормализованные валики, применяемые в самолетостроении

№ по пор.	Название	Тип	Материал	№ нормал.
1	Валики общего применения без отверстия		Сталь 40	19С
2	Валики общего применения с отверстием		Сталь 40	19С
3	Валики к муфтам расчалок		Сталь 60	85С

Расстояние до центра отверстия для шпильки в соединении, собираемом без шайб, определяют по формуле:

$$l = l_1 + k + \frac{d_1}{2}$$

Расстояние до центра отверстия для шпильки в соединении, собираемом с шайбами, определяют по формуле:

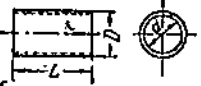
$$l = l_1 + k + S + \frac{d_1'}{2}.$$

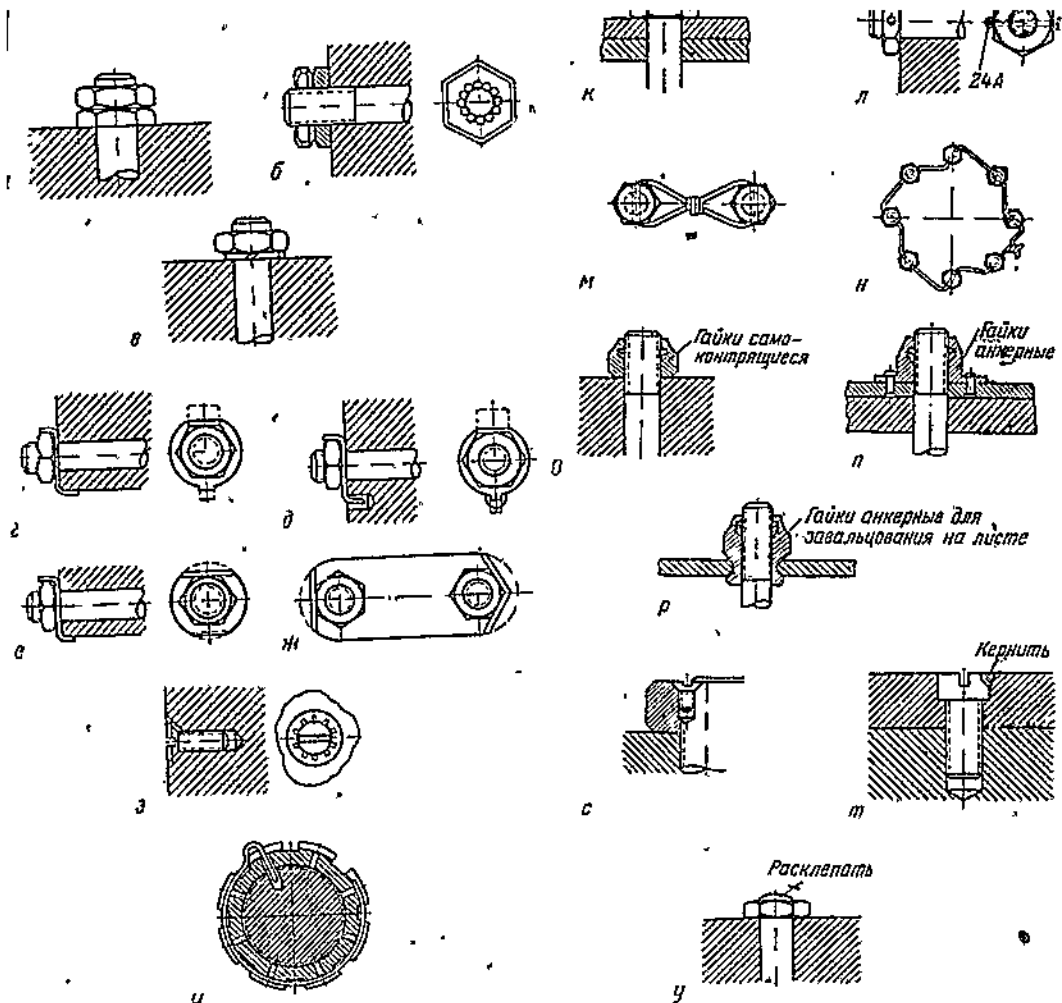
Длину валика в таких случаях определяют по следующей формуле:

$$L = l + c + p.$$

Получаемые размеры валика округляют до стандартных размеров. Втулки (табл. 179), применяемые в самолетостроении, делятся на чистые, гладкие и накатные. Первые обычно применяют в болтовых соединениях с зазорами, вторые — в болтовых соединениях с натягом.

Таблица 179
Втулки, применяемые в самолетостроении

№ по пор.	Название	Тип	Материал	№ норми
1	Втулки чистые накатные		Бронза БрОФ 10-1	25С
2	Втулки черные из стальных труб	—	Сталь 20	27С
3	Втулки чистые для сварных конструкций	—	Сталь 20	28С
4	Втулки чистые		Сталь 40	30С



Фиг. 124. Контровка болтовых соединений с помощью корончатых гаек и шплинтов.

Болтовые соединения. Болтовое соединение осуществляется при помощи одного болта (одноболтовое соединение) или нескольких болтов (многоболтовое соединение). В конструкциях самолета болты могут работать на срез и на растяжение. Большинство болтов, крепящих узлы, работает на срез.

Болтовые соединения в самолетостроении обычно снабжают за-
контривающими приспособлениями, чтобы предупредить самоотвинчи-
вание вследствие вибраций, имеющих место при эксплуатации само-
лета. На фиг. 124 показаны различные виды контрровок и область их
применения в самолетостроении.

Наиболее употребительными и широко применяемыми в самолёт-
строении видами контрровки являются: 1) контровка с помощью пру-
жинной шайбы Гровера, 2) контровка с помощью корончатой гайки
и сквозного шплинта, 3) контровка с помощью контргайки.

Контровка первого вида применяется обычно в тех случаях, когда
в болтовом соединении требуется законтрить гайки, которые часто
отвинчиваются в процессе эксплуатации самолета.

Контровку корончатой гайкой и сквозным шплинтом довольно
часто применяют в самолетостроении. Существуют три вида кон-
трровки с помощью корончатой гайки и сквозного шплинта: 1) шплинт
устанавливают в просверленное отверстие болта непосредственно над
гайкой (фиг. 124, к); 2) шплинт устанавливают в просверленное отвер-
стие сквозь ось болта и гайки примерно на половине высоты гайки
(фиг. 124, л); 3) шплинт устанавливают в просверленное отвер-
стие болта сквозь нижнюю часть прорези корончатой гайки. Контров-
ку шплинтового замка по первому способу в самолетостроении не при-
меняют; контровку по второму способу применяют сравнительно
редко; обычно в самолетостроении применяют третий вид контрровки.

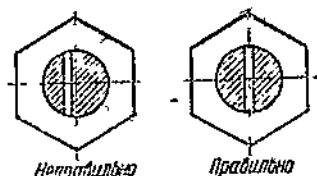
Отверстия под шплинты должны быть просверлены в болтовых
соединениях соответственно их диаметру (табл. 180), иначе шплинт
будет болтаться в отверстии и контровка получится ненадежной.
Отверстие под шплинт должно быть просверлено таким образом,

Таблица 180

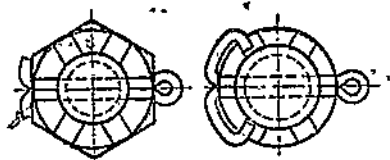
Сверление отверстий под шплинты (в мм)

Условный диаметр шплинта .	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12
Диаметр шплинта	0,8	1,3	1,8	2,2	2,7	3,6	4,6	5,6	7,5	9,5	11,5
Диаметр сверла	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12

чтобы оно проходило через ось болта (фиг. 125), так как при смещенном отверстии болт может сломаться. Оба конца шплинта разводятся в стороны (фиг. 126).



Фиг. 125. Сверление отверстий в болтовых соединениях под шплинты.



Фиг. 126. Разводка шплинтов в болтовых соединениях.

В тех случаях, когда болты стоят в открытых местах и шплинты могут мешать работе, их разводят, как показано на фиг. 126. Длину шплинта при контровке в данном случае подбирают, по табл. 181.

Таблица 181

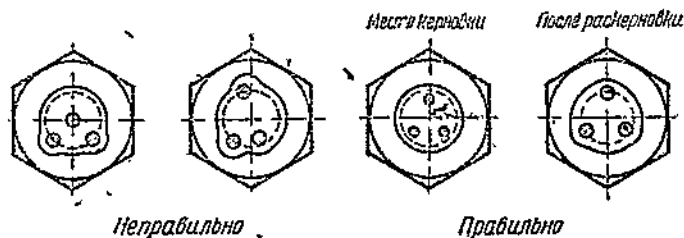
Размеры шплинтов для контровки (в мм)

	5	6	8	10	12	14	16	18	20
Диаметр болта и гайки . . .	5	6	8	10	12	14	16	18	20
Шаг резьбы болта и гайки .	0,8	1	1,25	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Диаметр шплинта	1	1	2	2	3	3	4	4	4
Длина шплинта	12	15	25	25	30	35	40	40	50

Контргайками в самолетостроении контрят муфты лент-расчалок, вилчатые болты стоек, подкосов и т. д.

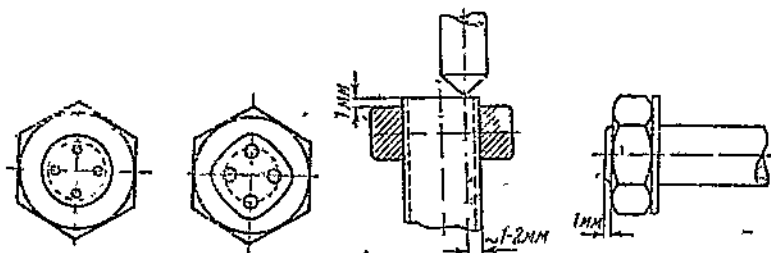
В самолетостроении очень часто применяют «мертвые» контровки, осуществляемые раскерниванием и расклепыванием болтовых соединений. Этот способ обычно применяют при контровке всех болтовых соединений, имеющихся на самолете, за исключением законтренных шплинтами, шайбами Гровера или особо оговоренных в чертежах. Болты диаметром до 3 мм обычно раскернивают, как показано на фиг. 127. Болты диаметром от 4 до 8 мм кернят в трех точках, а болты диа-

метром более 8 мм кернят в четырех точках, как показано на фиг. 128. Глубина керна равна шагу резьбы деталей. Кери ставят (фиг. 129), отступя от края болта примерно на 1—2 мм (табл. 182).



Фиг. 127. Раскернивание болтовых соединений.

Раскерненные ранее болты и гайки к постановке на самолет не допускаются. В чертежах указания о раскернивании болтов даются в виде общего примечания или у позиции болта делается надпись



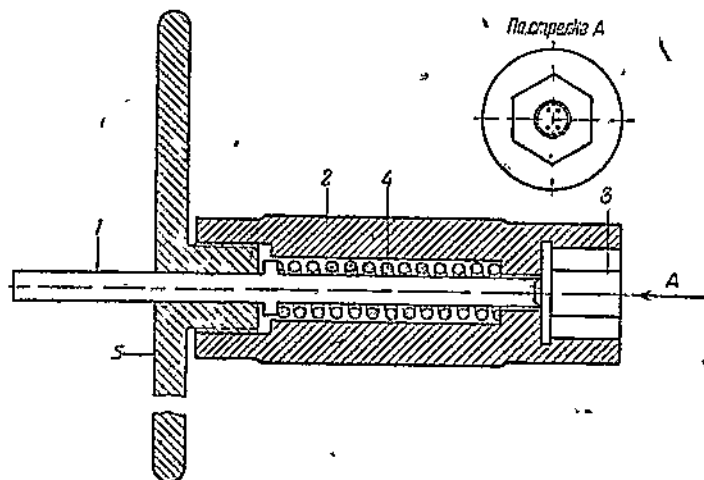
Фиг. 128. Раскернивание болтовых соединений.

Фиг. 129. Расположение керна при раскернивании болтовых соединений.

Фиг. 130. Длина выступающего конца болта при раскернивании болтовых соединений.

«болты раскернить». Длина выступающего конца болта (фиг. 130) под раскерновку должна равняться примерно 1 мм. Стержень болта раскернивают при помощи универсального торцевого ключа (фиг. 131). Универсальный торцевой ключ позволяет одновременно с установкой и затяжкой гайки накернить необходимое количество точек на по-

Верхности соединения болта и гайки. Универсальный торцевой ключ состоит из обжимы 2, с одного конца которой имеется выемка 3 под головку болта, а с другой стороны гайка с ручкой 5, и цилиндрического стержня 1 с заостренным концом, который в работе приво-



Фиг. 181. Универсальный торцевой ключ.

дится в действие пружиной 4. После нанесения удара стержень под действием пружины устанавливается в первоначальное положение. Затянув гайку, наносят удар по стержню, вследствие чего острый конец накернивает углубления.

Т а б л и ц а 182

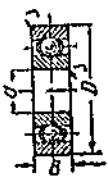
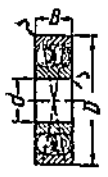
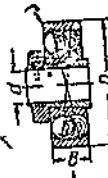
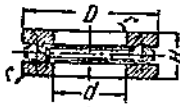
Расстояние от края детали до болта и гайки при их раскернивании (в мм)

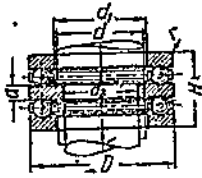
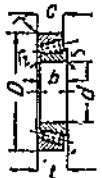
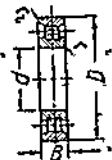
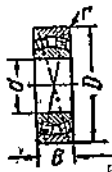
Диаметр болта	Расстояние от края детали (примерное)
4—6	1
6—8	1,2
8—10	1,5
10—16	2

Сборка изделий с шарико- и роликоподшипниками. В самолетостроении применяются главным образом шарикоподшипники и роликоподшипники, указанные в табл. 183.

Таблица 183

Шарикоподшипники и роликоподшипники, применяемые в самолетостроении

Название	Тип	ОСТ
Шарикоподшипники радиальные, однорядные		6121
Шарикоподшипники радиальные сферические		6266
Шарикоподшипники радиальные сферические на закрепительных втулках		7634
Шарикоподшипники упорные		7219—7222

Название	Тип	ОСТ
Шарикоподшипники упорные		7219—7222
Роликоподшипники конические		6451
Роликоподшипники радиальные с короткими цилиндрическими роликами		6446
Роликоподшипники радиально-сферические двухрядные		6771

Качество монтажа изделий с шарикоподшипниками и роликоподшипниками, а также срок службы их в значительной мере зависят от правильного обращения с ними во время монтажа, эксплуатации и от правильности их установки.

Случайно попавшие в подшипник твердые вещества действуют на поверхность катания (беровые дорожки, шарики и ролики) и вызывают ржавление и разделение рабочих поверхностей. Перекос колес, зацепление шариков или роликов при посадке подшипника быстро выводит его из строя.

Обращение с подшипниками до монтажа

1. Не следует вынимать подшипники из упаковки до момента их монтажа, так как специальная упаковка и смазка предохраняют подшипники от влаги и пыли.

2. Вынутые из упаковки подшипники надо всячески оберегать от пыли, осилок, влаги и пр.

3. Перед монтажом снять бензином с подшипника всевозможные загрязнения, а если подшипник разборный, то следует с него снять кольца и промыть их порознь. Применять для промывки керосин не разрешается, так как он содержит кислоты и воду.

4. Затвердевшая смазка легко отмывается щелочным раствором жидкого мыла или соды. Затем подшипник надо промыть теплой водой, после чего тщательно промыть бензином.

5. Промытые подшипники необходимо просушить и покрыть легким слоем густой смазки. Наиболее пригодными смазками для шарико- и роликоподшипников являются мази марки «консталин» «Л» и солидол «Г».

6. Если монтаж почему-либо приостановился, подготовленные подшипники необходимо завернуть в чистую бумагу.

7. Подшипники, подготовленные для монтажа, нельзя брать потными руками, так как пот содержит кислоту, разъедающую поверхность подшипника.

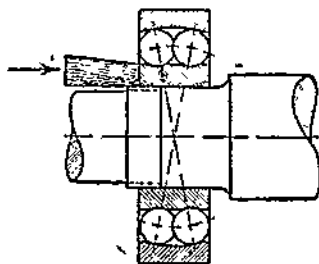
8. Места, в которые устанавливают подшипники (шейки, цапфы, корпусы), должны быть обработаны с допусками в зависимости от характера посадки (согласно ОСТ/ВКС 612С).

Перед монтажом подшипники надо тщательно очистить от пыли и грязи, заусенцев и мелких выбоин, пользуясь для этого наждачной бумагой и избегая применения напильника, так как последним легко можно изменить цилиндрическую форму посадочного места, а затем промыть подшипники, тщательно протереть чистой тряпкой, смоченной бензином, просушить и покрыть легким слоем смазки.

Общие правила монтажа

1. Вращающееся кольцо должно быть посажено на вал или в корпус с надлежащим натягом, так, чтобы оно не проворачивалось в процессе работы, так как это вызывает износ шейки.

2. Посадка невращающегося кольца должна обеспечивать возможность свободного перемещения его вокруг оси. При большом числе оборотов или тяжелой нагрузке применяется более тугая посадка.

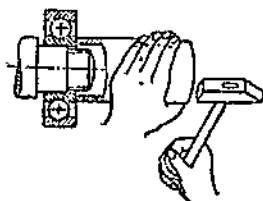


Фиг. 132. Постановка на вал шарикоподшипника при помощи деревянного клина.

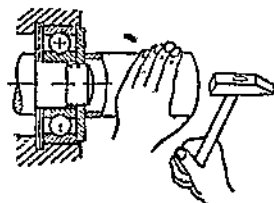
3. Не следует ударять по сепаратору, а также по внутреннему кольцу при монтаже наружного кольца или по наружному кольцу при монтаже внутреннего, так как удары по кольцам и сепаратору, передаваясь через шарики или ролики, оставляют отпечатки на беговых дорожках и быстро выводят подшипники из строя.

4. Нельзя бить молотком непосредственно по торцу кольца подшипника; удары следует передавать через деревянный клин (фиг. 132) или отрезок трубы из мягкого металла (фиг. 133). Удары следует распределять равномерно по всей окружности кольца.

Внутренний диаметр посадочной трубы должен быть немного больше внутреннего диаметра подшипника, а толщина приблизительно равна $\frac{2}{3}$ толщины внутреннего кольца.



Фиг. 133. Постановка шарикоподшипника при помощи отрезка трубы.



Фиг. 134. Подкладывание шайбы при постановке подшипника.

5. При монтаже надо строго следить за перпендикулярностью колец подшипника к оси вала или корпуса.

6. Плотную посадку малых подшипников можно делать при помощи деревянного клина или посадочной трубы. При одновременной

посадке на вал в корпус между трубой и подшипником прокладывают шайбу, чтобы избежать зацепления шариков и смещения колец относительно друг друга (фиг. 134).

7. Подшипники больших размеров и подшипники, требующие специальной горячей посадки перед установкой, нагревают до 80—90° в постепенно подогреваемом чистом минеральном масле. Перегревать подшипники выше указанной температуры нельзя, так как при температуре выше 100° начинается отпуск металла подшипника и он теряет свои первоначальные механические свойства. За постоянством температуры масла в указанных пределах следят по термометру. Определять температуру рукой не разрешается.

При нагреве в горячей масляной ванне подшипники не следует класть на дно сосуда, непосредственно нагреваемое пламенем, так как температура дна значительно выше общей температуры масла. Подшипники следует подвешивать на крюке или же подкладывать на дно ванны асбест, деревянные планки и т. д.

Нагретые подшипники по мере надобности вынимают из масляной ванны и быстро сажают их на рабочие места. В случае необходимости при посадке можно пользоваться деревянным клином или посадочной трубой.

8. Если горячая посадка требуется для наружного кольца, корпус нагревают до 90—100°.

9. Большие корпуса целесообразно нагревать в муфельной печи или просто в кипящей воде, но в последнем случае корпус тут же после нагрева насухо протирают чистой тряпкой, смоченной бензином. Перед монтажом установочное место в корпусе слегка смазывают.

V. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ТРУДА И СТАХАНОВСКОЕ ДВИЖЕНИЕ

ВИДЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

Производственная и организационная структура заводов и цехов зависит от ряда факторов, причем основными, влияющими на производственную структуру, являются: 1) тип и характер выпускаемой продукции, определяющие основную производственную программу завода; 2) объем выпускаемой продукции; 3) характер и степень специализации завода; 4) характер и объем кооперирования и т. д.

По характеру производства предприятия могут быть с индивидуальным (единичным), серийным или массовым производством.

Индивидуальное производство характеризуется: 1) непостоянством выпускаемой продукции, 2) отсутствием четко разработанного и установленного технологического процесса, 3) применением универсального, малопроизводительного оборудования, 4) применением рабочей силы высокой квалификации, 5) невозможностью применения специального инструмента и приспособлений и т. д. Вследствие этого стоимость продукции высокая. Индивидуальное производство имеет место лишь при выполнении одиночных опытных и разнотипных машин.

Серийное производство характеризуется: 1) установившейся однотипной продукцией, 2) установившимся вполне определенным технологическим процессом, 3) периодичностью повторения технологического процесса обработки, 4) специализацией оборудования, 5) применением специальных инструментов и приспособлений и т. д.

В зависимости от размера пускаемой в производство серии однотипных изделий серийное производство может быть мелкосерийным, среднесерийным и крупносерийным.

Массовое производство характеризуется: 1) однотипностью изготавливаемой продукции, 2) раздробленностью технологического процесса на операции, закрепляемые за определенными рабочими местами, 3) специализацией оборудования, 4) применением ускорительного инструмента и т. д.

Все эти факторы определяют низкую стоимость изготавливаемой продукции.

Массовое производство делится на: 1) поточное, характеризующееся тем, что рабочие места располагают по ходу обработки изго-

Характеристика типов производства

Основной фактор	Тип производства		
	Индивидуальное	Серийное	Массовое
Номенклатура производимых изделий	Разнообразная.	Несколько однородных типов	Один тип
Перемена типа изделия	Постоянно меняется	Возможна при небольшой разнице в приложении конструкций, при новом типе с некоторой переделкой	Необходима полная перестройка производства
Оборудование	Общего характера	Стремление к специальному, допускающему переход от одного типа изделия к другому	Специальное
Режущий инструмент и приспособления	Общего характера	Специализированные	Узко специальные
Измерительный инструмент	Общего характера	Калибры и шаблоны	Калибры и шаблоны

Основной фактор	Тип производства		
	Индивидуальное	Серийное	Массовое
Использование приспособления	Приспособления делаются редко и используются очень мало	Большое, но не полное, так как приспособления делают не для всех типов	Полное, так как все приспособле- но находится в работе
Квалификация рабочих	Высокая	Средняя	Низкая
Влияние выхода станков из работы на ход производства	Малое	Нарушаются правильность и комплектация деталей, но временно приняты меры	Дезорганизует весь ход производства и останавливает выпуск продукции
Срок изготовления изделия	Продолжительный	Менее продолжительный, так как детали изготавливают сериями	Короткий, так как процесс изготовления деталей идет непрерывно
Технологический процесс	Уплотненный — на одном станке выполняют несколько операций или полную обработку	Дифференцированный на операции. Деталь прикреплена к станку; на станке выполняют ограниченное число операций	Полное дифференцирование на элементарные операции. На каждом станке выполняют только одну постоянную операцию
Стоимость изделия	Высокая	Средняя	Низкая

товляемых изделий, благодаря чему сокращается время на прохождение деталей по цеху, а также циклы их обработки и т. д.; 2) производство непрерывным потоком, характеризующееся одинаковой производительностью на каждом рабочем месте, причем, как правило, ритм отдельных рабочих мест согласован с ритмом потока.

В табл. 184 даны характеристики типов производства.

Все цехи завода в основном можно разбить на следующие:

- 1) производственные (механический, сборочный, штамповочный, бако-медный, кузнечный, литейный, деревообделочный и т. д.), 2) вспомогательные (инструментальный, приспособлений, ремонтный и т. д.), 3) обслуживающие (котельная и т. д.).

Структура производственных цехов может быть построена по предметному или по функциональному признаку. При предметном построении на имеющемся в цехе оборудовании от начала до конца изготавливают определенный агрегат или узел машины, тогда как при функциональном оборудовании цехи группируют по признаку сходства технологии (механический, слесарный и т. д.). Кроме того, производственные цехи по своей структуре могут быть построены по смешанной системе, т. е. объединять в себе наиболее рациональные разновидности обеих систем.

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС И ЕГО СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ

Производственный процесс представляет собой всю совокупность действий, в результате которых материалы и полуфабрикаты превращаются в готовую продукцию. В производственном процессе основное место занимает его главная часть — технологический процесс. Он разделяется на следующие основные этапы: 1) заготовку деталей (отливку, ковку, штамповку и т. д.), 2) обработку заготовок на механических станках для получения деталей с окончательными размерами и формами, 3) слесарную обработку и подгонку деталей к месту постановки (в индивидуальном производстве и частично в серийном производстве), 4) сборку узлов и комплектов, т. е. соединение отдельных деталей в узлы и узлов в комплекты, 5) окончательную сборку всей машины.

Для правильной организации производственного процесса в целом, кроме правильного и четко разработанного технологического процесса, требуется осуществить еще ряд дополнительных мероприятий, чтобы обеспечить основной процесс самолетостроения, в частности: обеспечить производственный процесс орудиями производства (инструмент, приспособления, оборудование), наладить их учет, хранение и ремонт, снабдить предприятие материалами и обеспечить их хранение и транспортировку, правильно организовать труд, управление предприятием и т. д. Следовательно, производственный процесс можно подразделить на две части: 1) основную, объединяющую в себе

технологический процесс, в котором материал путем обработки пре-
вращается в готовую продукцию, в частности на самолетостроитель-
ных заводах — в детали, отдельные части самолета и самолет в це-
лом; 2) вспомогательную, в которой производятся средства произ-
водства, необходимые для выполнения основного процесса самолето-
строения.

Для правильного ведения производственного процесса его расчле-
няют на отдельные операции и их объединения. Технологической
операцией называют однородную часть технологического процесса,
выполняемую одним или несколькими исполнителями при неизменном
рабочем месте. Операция является основным элементом планирования
производственного процесса для построения технологического про-
цесса и технического нормирования. Объединением называют сово-
купность нескольких разнородных операций, выполняемых одним испол-
нителем или группой их, связанных между собой процессом работы.

Технологическую операцию в свою очередь можно раздробить на
следующие составные части:

1) установ — часть технологической операции, выполняемая на ра-
бочем месте с одного положения обрабатываемого предмета;

2) переход — часть установа, которую выполняют при одной неиз-
менной настройке орудия производства; переход расчленяют на от-
дельные приемы;

3) прием — часть перехода, состоящая из отдельных законченных
действий исполнителя, например: взять деталь, установить ее в при-
способление и т. д.

ТЕХПРОМФИНПЛАН И ХОЗРАСЧЕТ

Техпромфинпланом называется совокупность технологических и ор-
ганизационных мероприятий, обеспечивающих высокое качество работы
предприятия на определенном отрезке времени, изложенных вместе
в виде определенного плана.

Техпромфинплан на предприятии, как правило, разрабатывают на
предстоящий календарный год с подразделением на квартальные
и месячные планы на основе производственных возможностей и кон-
трольных цифр или заданий.

Даваемые заводу контрольные цифры для задания состоят из не-
скольких основных показателей: программы выпуска изделий в нату-
ральном и денежном выражении, объема капитального строитель-
ства, процента снижения себестоимости, процента роста заработной
платы рабочим и служащим, количества рабочих и служащих и т. д.

На основе контрольных цифр или заданий предприятие состав-
ляет техпромфинплан, который утверждает главное управление;
в случае необходимости в техпромфинплан вносят поправки, а затем
его передают в высшие правительственные органы.

После утверждения планов в правительственных органах наркомат разверстывает их по главным управлениям, а последние—по подведомственным им предприятиям.

Предприятие по получении от главного управления окончательного задания или контрольных цифр прорабатывает их и намечает организационно-технические мероприятия, обеспечивающие выполнение и первичное выполнение задания. Задание и намеченные организационно-технические мероприятия обсуждают на собраниях работников завода, причем участники собраний вносят свои пожелания, рационализаторские предложения, способствующие более успешному выполнению техпромфинплана, улучшению качества продукции, уменьшению расхода материалов, топлива, рабочей силы, сокращению оборотных средств и т. д.

В соответствии с контрольным заданием техпромфинплана предприятие разрабатывает мероприятия по подготовке производства, т. е. технологию, спецификацию на изделия, детали, инструмент, материалы, и составляет заявки на материалы, инструмент и т. д.

Цех получает техпромфинплан обычно на квартал с делением на месячные задания, причем в нем указаны: 1) программа выпуска изделий в натуральном и стоимостном выражении, 2) смета расходов, 3) калькуляция себестоимости продукции, 4) плановая производительность труда, 5) фонд заработной платы, 6) количество рабочей силы, 7) смета расходов сырья и материалов.

Выполнение всех указаний осуществляется при наличии хозяйственного расчета.

Перевод цехов на хозрасчет имеет целью предоставить цеху максимум самостоятельности на основе единоначалия и наибольшей оперативной деятельности. Хозрасчет—такой метод управления цехом, при котором, во-первых, цех является самостоятельной хозяйственной единицей, ответственной за выполнение техпромфинплана, во-вторых, работа его проверяется не путем мелочного вмешательства в его деятельность, а путем наблюдения за выполнением всех показателей и соблюдения финансовой дисциплины. Хозрасчетному цеху предоставлены большие права; он имеет возможность проявить свою инициативу, одновременно с этим повышается его ответственность за своевременное выполнение плана, качество продукции, снижение себестоимости и т. д.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕБЕСТОИМОСТИ (КАЛЬКУЛЯЦИЯ)

Себестоимость продукции складывается из следующих основных элементов:

- 1) заработная плата (Р),
- 2) стоимость материалов (М),
- 3) накладные расходы (Н).

Себестоимость продукции равна сумме указанных элементов, т. е.

$$S = P + M + H.$$

Производственную заработную плату определяют исходя из следующих основных данных: характера работы, разряда тарифной ставки, нормированного времени и количества изготавливаемой продукции (табл. 185).

Таблица 185

Метод подсчета производственной заработной платы

Характер работы	Разряд	Время на изготовление изделия		Тарифная ставка за 1 час руб.	Сумма на 1 изделие руб.	Программа задания	Итого на программу задания, грамму
		мин.	час.				
Слесарная	3	16,94	0,3	1,52	0,46	9600	4506
Слесарная	4	69,52	1,16	1,84	2,13	9600	20428
Слесарная	5	35,0	0,58	2,21	1,28	9600	12288
		и т. д.					

Стоимость материала определяют исходя из следующих основных данных: вида материала, его размера, марки, веса детали и стоимости материала (табл. 186).

Цеховые расходы устанавливаются путем перемножения производственной заработной платы на плановый процент цеховых расходов. Общезаводские накладные расходы определяют перемножением производственной заработной платы на установленный плановый процент общезаводских накладных расходов.

Пример. Определить себестоимость изготовления детали при следующих условиях: 1) стоимость материала 15 руб., 2) производственная заработная плата 7,5 руб., 3) цеховые расходы 250% и 4) общезаводские накладные расходы 85%.

1) Стоимость цеховых накладных расходов:

$$7,5 \times 250 = 18 \text{ р. } 75 \text{ к.}$$

2) Стоимость общезаводских накладных расходов:

$$7,5 \times 85 = 6 \text{ р. } 37 \text{ к.}$$

3) Себестоимость изготавливаемой детали в пределах стоимости материала, производственной заработной платы, цеховых и общезаводских накладных расходов составит:

$$15 + 7,50 + 18,75 + 6,37 = 47 \text{ р. } 62 \text{ к.}$$

Снижение себестоимости выпускаемой продукции и рост заработной платы в значительной степени достигаются наиболее совершенной организацией производства, широкой механизацией технологического процесса, правильной организацией рабочего места, расстановкой людей и т. д. При таких условиях работы наряду с ростом заработной платы сокращается время, затрачиваемое на выпуск изготавливаемой продукции.

Таблица 186

Метод подсчета стоимости материала

Марка	Сорт-мент	Вес, кг		Цена 1 кг руб.	Стоимость руб.	
		на 1 из- делие	на зада- ние 9600 шт.		на 1 из- делие	на зада- ние 9600 шт.
20	Л1	0,14	1345	1,5	0,21	2018
20	Т6-8	0,02	192	1,2	0,01	230
30ХГСА	Л2	0,04	384	2,4	0,01	922
и т. д.						

Стоимость материалов, применяемых в производстве, составляет наиболее важную статью в себестоимости выпускаемой продукции. Для снижения себестоимости выпускаемой продукции необходимо: 1) сокращать отходы при раскрое материала, 2) уменьшать процент брака выпускаемой продукции, так как это ведет к увеличению расхода материала, 3) заменять, где это возможно, дефицитные материалы недефицитными и т. д. Величина накладных расходов в значительной степени зависит от организованности производства.

К цеховым расходам относится стоимость: 1) электроэнергии, 2) пара, 3) сжатого воздуха, 4) содержания цеховой администрации, 5) отопления, освещения и других расходов по содержанию зданий, 6) вспомогательных материалов, 7) содержания цехового транспорта, 8) содержания оборудования и его принадлежностей (ремни, смазки) и т. п.

Снижение накладных расходов в значительной степени зависит от рабочего и мастера, например при бережном отношении и экономии электроэнергии, пара, освещения и т. д. можно значительно снизить накладные расходы.

Для того чтобы завод или цех работал рентабельно, необходимо: 1) совершенствовать и рационализировать производство, 2) повышать качество выпускаемой продукции, 3) снижать себестоимость продукции, 4) экономить средства и т. д.

РАСЧЕТ ФОНДА РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ И КОЛИЧЕСТВА ОБОРУДОВАНИЯ

Полезный фонд времени оборудования определяют по формуле:

$$F_{\Pi} = F_{\tau} \cdot \eta,$$

где F_{Π} — полезный фонд времени оборудования;

F_{τ} — теоретический фонд рабочего времени;

η — коэффициент, учитывающий потери.

Теоретический фонд рабочего времени определяют по формуле:

$$F_{\tau} = [F_a - (f_v + f_n) S \times d],$$

где F_a — астрономическое число дней в году;

f_v — число выходных дней в году;

f_n — число праздничных дней в году;

d — число рабочих часов в смене;

S — число смен.

Теоретический годовой фонд рабочего времени оборудования при работе в одну, две и три смены характеризуется следующими величинами:

при работе в одну смену

$$F_{\tau_1} = [F_a - (f_v + f_n) S \times d] = [365 - (52 + 6) 1 \times 8] = 2456 \text{ часов.}$$

при работе в две смены

$$F_{\tau_2} = [F_a - (f_v + f_n) S \times d] = [365 - (52 + 6) 2 \times 8] = 4992 \text{ часа}$$

при работе в три смены

$$P_{\text{н}} = [F_{\text{а}} - (f_{\text{н}} + f_{\text{п}}) S \times d] = [365 - (52 + 6) 3 \times 8] = 7868 \text{ часов}$$

Коэффициент, учитывающий потери (капитальный и текущий ремонт, простой из-за отсутствия электроэнергии, простой из-за мелких неполадок), определяют в процентах.

РАСЧЕТ РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ

Фонд рабочего времени определяется принятым режимом работы предприятия. Режим работы предприятия в основном характеризуется следующими основными величинами: сменностью работы (количество смен), длительностью рабочего дня (в часах в одну смену), длительностью и организацией отпускного периода (общий отпуск с остановкой предприятия или нет), продолжительностью рабочей недели или чередованием нормальных дней отдыха (выходные дни). При расчете фонда рабочего времени годовой астрономический период времени принято считать в 365 дней. Календарный период времени работы предприятия определяется как разность между годовым астрономическим временем и регламентированными режимами перерывов в работе предприятия.

Календарный период времени работы предприятия, имеющего общий выходной день и общий отпуск (одновременный) для всего предприятия, определяют по формуле:

$$F_{\text{к}} = [F_{\text{а}} - f_{\text{п}} - (f_{\text{в}}) - (f_{\text{о}})],$$

где $F_{\text{а}}$ — годовой астрономический период времени (365 дней);

$f_{\text{п}}$ — количество общегосударственных дней отдыха (праздников) 16 дней;

$f_{\text{в}}$ — количество выходных дней, которые в работе предприятия будут только тогда, когда организация рабочей недели предусматривает общий выходной день (при 8-часовом дне и 7-дневной работе принято считать 52 выходных дня);

$f_{\text{о}}$ — количество отпускных дней, которые в работе предприятия будут только тогда, когда предусматривают общий отпуск (одновременный) для всего предприятия. Количество отпускных дней может быть 12, 18 и 24 (нормальным считается 12 рабочих дней).

Календарный период времени работы предприятия, имеющего общий выходной день и не имеющего одновременного общего отпуска для всего предприятия, определяют по формуле:

$$F_{\text{к}} = F_{\text{а}} - (f_{\text{п}} + f_{\text{в}}).$$

Для расчета рабочего времени вычисление календарного периода в днях является недостаточным, так как нормы времени даются в часах. Для этого необходимо учесть установленную сменность работы S и количество часов работы в течение каждой смены:

Количество смен в день на предприятии может быть установлено, исходя из длительности одной смены в часах d ; тогда

$$S_{\text{макс}} = \frac{24}{d} \text{ в целых единицах.}$$

Таким образом фактическое время работы предприятия определяется по формулам:

$$F_{\phi} = [F_{\text{н}} - f_{\text{н}} - (f_{\text{в}}) - (f_{\text{о}})] S \times d$$

или

$$F_{\phi} = [F_{\text{н}} - (f_{\text{н}} + f_{\text{н}})] S \times d.$$

Полезный фонд времени оборудования при коэффициенте потерь $\eta = 5\%$ при работе в одну, две и три смены характеризуется следующими данными:

при работе в одну смену

$$F_{\text{н}_1} = F_{\tau_1} \cdot \eta = 2456 \times \frac{100 - 5}{100} = 2333 \text{ час.}$$

при работе в две смены,

$$F_{\text{н}_2} = F_{\tau_2} \cdot \eta = 4892 \times \frac{100 - 5}{100} = 4647 \text{ час.}$$

при работе в три смены

$$F_{\text{н}_3} = F_{\tau_3} \cdot \eta = 7368 \times \frac{100 - 5}{100} = 7000 \text{ час.}$$

Теоретическое количество оборудования определяют по следующим формулам:

$$N_t = \frac{t \cdot W}{F},$$

где N_t — теоретическое число станков;

t — суммарное время обработки в часах;

W — годовая программа в штуках;

F — годовой фонд времени работы станка.

$$N_t = \frac{t_1 W_1 + t_2 W_2}{F},$$

где N_t — теоретическое число станков;
 W_1 и W_2 — годовая программа в штуках,
 t_1 и t_2 — полное время операции,
 F — годовой фонд времени работы станка

$$N_t = \frac{t \cdot W}{60 \cdot F},$$

где N_t — теоретическое число станков;
 t — суммарное время обработки одной детали в минутах;
 W — годовая программа в штуках,
 F — годовой фонд рабочего времени оборудования в часах.
 Фактическое количество оборудования определяют по формуле:

$$N_{\phi} = \frac{N_t}{\eta},$$

где N_{ϕ} — фактическое или требуемое количество станков;
 N_t — теоретическое число станков;
 η — коэффициент, учитывающий потери.
 Коэффициент, учитывающий потерь, определяют по формуле:

$$\eta = \frac{z \cdot 100}{t_{д.с} - z} (\%),$$

где z — длительность потерь в минутах.
 $t_{д.с}$ — длительность смены в минутах.

Пример. Определить коэффициент потерь при $z = 23$ мин., $t_{д.с} = 480$ мин.:

$$\eta = \frac{23 \cdot 100}{480 - 23} = 5\%.$$

Коэффициент загрузки оборудования определяется по следующей формуле:

$$n_z = \frac{T}{F},$$

где T — возможная полезная загрузка станка в часах;
 F — годовой фонд рабочего времени станка в часах.

ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ

Основные положения. Основными частями нормы времени являются:
 а) основное (или технологическое) время; б) вспомогательное время;

а) время обслуживания рабочего места; г) время перерывов на отдых и естественные надобности.

Сумма основного и вспомогательного времени составляет время оперативной работы.

Подготовительно-заключительное время рассчитывается отдельно и в норму штучного времени не входит. Основное (технологическое) время представляет собой то время, за которое непосредственно осуществляется цель технологического процесса. Для слесарных и станочных работ основное время исполнитель затрачивает на изменение формы, размеров и внешнего вида обрабатываемой детали, осуществляемое при помощи соответствующего станка, инструмента и приспособлений. Для слесарно-сварочных работ основное время исполнитель затрачивает непосредственно на сварку, прихватку и подогрев. Для слесарно-сборочных работ основное время затрачивается исполнителем на установку, подгонку и крепление, сверление и развертывание отверстий, постановку болтов, шплинтовку, раскернивание, клепку, сверление, разметку и т. п.

Вспомогательное время представляет собой то время, которое рабочий затрачивает на выполнение различных действий, имеющих целью обеспечить выполнение основной технологической работы; эти действия повторяются либо с каждой обрабатываемой деталью либо в определенной последовательности через некоторое число их.

Вспомогательное время для слесарных и станочных работ включает в себя время, которое рабочий затрачивает на установку, закрепление и сжатие детали, время на управление механизмами станка, время на перемещение инструмента и на промеры деталей.

При слесарных и станочных работах время организационного обслуживания рабочего места рабочий затрачивает на раскладку инструмента в начале смены и уборку его по окончании работы, на смазку и чистку станка. Для тех же работ время технического обслуживания рабочего места рабочий затрачивает на смену инструмента вследствие его порчи и притупления, регулировку станка в процессе работы, сметание стружки и т. д.

При слесарно-сборочных работах время организационного обслуживания рабочего места рабочий затрачивает на раскладку инструмента в начале смены и на уборку его по окончании работы, на доставку инструмента на рабочее место для работы вне верстака, на переходы до рабочего места и на уборку приспособления. Для этих же работ время технического обслуживания затрачивается на смену инструмента в процессе работы. Время технического обслуживания рабочего места изыскивают в процентах к основному (технологическому) времени, а время на организационное обслуживание рабочего места — к оперативному времени. На практике для упрощения подсчета штучного времени время на организационное и техническое

обслуживание начисляют вместе на каждую операцию в процентах от оперативного времени. Время на отдых и естественные надобности включает в себя лишь время, регламентированное условиями производства. Время на отдых устанавливают в норме времени лишь на физически тяжелых, утомительных и очень точных работах. Время на отдых и естественные надобности определяют в минутах на рабочий день, а при расчете нормы времени исчисляют в процентах к оперативному времени. При расчете норм процент времени на отдых и естественные надобности суммируют с процентами на обслуживание рабочего места и исчисляют от оперативного времени.

Подготовительно-заключительное время включает в себя: 1) подготовку работы на рабочем месте (получение чертежа, наряда, материала, инструмента и инструктажа); 2) отдачу работы на рабочем месте (сдача чертежа, наряда и инструмента); 3) предъявление контролю изделия на рабочем месте; 4) время на изготовление пробной детали (если это необходимо; имеет место только в некоторых работах).

Каждая работа имеет индивидуальные затраты времени, учтенные в подготовительно-заключительном времени. Например, для слесарно-сварочных работ в подготовительно-заключительное время входят включение, регулировка и выключение сварочной машины, для слесарно-клепальных работ — продувание сети, продувание пневмоинструмента, подводка или сборка шланга, включение пневмодрели, присоединение пневмоинструмента к шлангу и проверка давления в сети.

Подготовительно-заключительное время рассчитывается на партию; в норму штучного времени оно не входит и нормируется и оплачивается отдельно. Подготовительно-заключительное время дается в минутах на партию или сменное задание.

Норму времени на работу рассчитывают для рабочего соответствующей квалификации при нормальных (согласно заводским и общесоюзным стандартам) припусках на обработку, нормальных (по спецификации) крепости и твердости материалов, рациональном технологическом процессе, исправном станке, инструменте нормального качества и бесперебойном обслуживании рабочего места всем необходимым для работы.

В норму не включают потери рабочего времени: время на брак и на всякие организационные и технические неполадки, ожидания, простои, ремонт, поиски, хождение и т. п.

Норма штучного времени состоит из основного (технологического) времени, вспомогательного времени, времени обслуживания рабочего места и времени на естественные надобности. Норма на работу дается рабочему либо в виде нормы времени на обработку одной детали, либо в виде нормы выработки определенного числа деталей в час или смену. Под нормой выработки следует понимать величину, обратную норме времени.

Норма штучного времени рассчитывается по следующим формулам:

$$T_{\text{ш}} = T_o + T_v + T_o \alpha + (T_o + T_v) (\beta + \gamma),$$

где $T_{\text{ш}}$ — норма штучного времени;
 T_o — основное (технологическое) время;
 T_v — вспомогательное время;
 α — время технологического обслуживания рабочего места;
 β — время организованного обслуживания рабочего места;
 γ — время на естественные надобности,

$$\text{или} \quad T_{\text{ш}} = (T_o + T_v) \left(1 + \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100} \right),$$

где $T_{\text{ш}}$ — норма штучного времени;
 T_o — основное (технологическое) время;
 T_v — вспомогательное время;
 α — время обслуживания рабочего места в процентах от оперативного времени.
 β — время на отдых и γ — на естественные надобности в процентах от оперативного времени.

Пример. Определить штучное время $T_{\text{ш}}$ при следующих данных: $T_o = 42$ мин., $T_v = 10$ мин., $\alpha = 2\%$; $\beta = 2\%$, $\gamma = 2\%$; тогда

$$T_{\text{ш}} = (T_o + T_v) \left(1 + \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100} \right) = (42 + 10) \left(1 + \frac{2 + 2 + 2}{100} \right) = 55,12 \text{ мин.}$$

Составление технической нормы по тарифной части.

Расчет расценки. Для определения расценки необходимо знать: 1) разряд работы; 2) норму времени в минутах или норму выработки в час, в одну смену; 3) тарифную сетку с часовыми или минутными ставками в копейках.

Общий вид формулы для определения расценки при заданных тарифной ставке и норме времени в минуту будет:

$$P = C \cdot b,$$

где P — расценки в копейках;
 C — тарифная ставка (часовая, минутная) соответствующего разряда работы;
 b — норма времени в минутах, часах на соответствующей работе.

Частные случаи определения расценки

а) Известны:

1. Разряд работы 3-й.
2. Минутная тарифная ставка 3-го разряда $C_m = 1,813$ коп.
3. Норма времени в минутах $b_m = 2,5$ мин.

Тогда расценки будет:

$$P = C_m \cdot b_m = 1,813 \cdot 2,5 = 4,53 \text{ коп.}$$

б) Известны:

1. Разряд работы 3-й.
2. Часовая тарифная ставка 3-го разряда $C_{\text{ч}} = 1 \text{ р. } 08 \text{ к.}$
3. Норма времени в минутах $b_m = 2,5$ мин.

Тогда расценки будет:

$$P = C_{\text{ч}} \cdot b_{\text{ч}} = \frac{C_{\text{ч}} \cdot b_m}{60} = \frac{108,8 \cdot 2,5}{60} = 4,53 \text{ коп.}$$

Общий вид формулы

Для определения расценки при заданных тарифной ставке и норме выработки в штуках (в час, в день) пользуются формулой

$$P = \frac{C}{H},$$

где P — расценки в копейках;

C — тарифная ставка (в час, в день);

H — норма выработки в штуках (в час, в день).

Частные случаи определения расценки

а) Известны:

1. Разряд работы 3-й.
2. Часовая тарифная ставка 3-го разряда $C_{\text{ч}} = 1 \text{ р. } 08,8 \text{ к.}$
3. Норма выработки в час $H_{\text{ч}} = 24$ шт.

Тогда расценки будет:

$$P = \frac{C_{\text{ч}}}{H_{\text{ч}}} = \frac{108,8}{24} = 4,53 \text{ коп.}$$

б) Известны:

1. Разряд работы 3-й.
2. Минутная тарифная ставка 3-го разряда $C_m = 1,813$ коп.
3. Норма выработки в одну смену $H_{\text{д}} = 192$ шт.

Тогда расценки будут:

$$P = \frac{C_d}{H_d} = \frac{480 - C_m}{H_d} = \frac{480 - 1,813}{192} = 4,58 \text{ коп.}$$

в) Известны:

1. Разряд работы 3-й.
2. Часовая тарифная ставка 3-го разряда $C_u = 1 \text{ р. } 08,8 \text{ к.}$
3. Норма выработки в одну смену $H_d = 192 \text{ шт.}$

$$P = \frac{C_d}{H_d} = \frac{8 \cdot C_u}{H_d} = \frac{8 \cdot 108,8}{192} = 4,58 \text{ коп.}$$

г) Известны:

1. Разряд работы 3-й.
2. Дневной заработок 3-го разряда по тарифу $C_d = 8 \text{ р. } 70,3 \text{ к.}$
3. Норма выработки в одну смену $H_d = 192 \text{ шт.}$

$$P = \frac{C_d}{H_d} = \frac{870,3}{192} = 4,58 \text{ коп.}$$

Расчет нормы выработки. Норма выработки — количество работы, которую должен выполнить (произвести) рабочий за определенную единицу времени, — выражается в штуко-деталях или, штуко-операциях в час, в день.

Общий вид формулы для определения нормы выработки при заданных продолжительности смены или часа в минутах и норме выработки на изготовление детали в минутах:

$$H = \frac{B}{b} \text{ шт./час. (день),}$$

где H — норма выработки в час, в смену;

B — продолжительность в минутах рабочего дня, часа;

b — норма времени в минутах на изготовление одного изделия.

Если норму выработки в смену выразим через H_d , то при заданной норме времени на деталь в минутах $b = 2,5 \text{ мин.}$

$$H_d = \frac{B}{b} = \frac{480}{2,5} = 192 \text{ детали в смену.}$$

Норма выработки в час H_u при заданной норме времени на деталь в минутах $b = 2,5 \text{ мин.}$ будет:

$$H_u = \frac{B}{b} = \frac{60}{2,5} = 4 \text{ детали в час.}$$

Если известны часовая тарифная ставка или дневной заработок n -го разряда по тарифу и расценок за одну штуку в копейках, норма выработки в общем виде определяется по формуле

$$H = \frac{C}{P},$$

где обозначения те же, что и в предыдущих случаях.

Частные случаи определения норм выработки

а) Известны:

1. Дневной заработок 3-го разряда по тарифу $C_d = 8$ р. 70,3 к.

2. Расценок за 1 шт. в копейках $P = 4,53$ коп.

Тогда дневная норма выработки будет:

$$H_d = \frac{C_d}{P} = \frac{8703}{4,53} = 192 \text{ детали в день.}$$

Известны:

1. Часовая тарифная ставка 3-го разряда $C_{\text{ч}} = 1$ р. 08,8 к.

2. Расценок за 1 шт. в копейках $P = 4,53$ коп.

Тогда часовая норма выработки будет:

$$H_{\text{ч}} = \frac{C_{\text{ч}}}{P} = \frac{108,8}{4,53} = 24 \text{ шт./час.}$$

Если известна норма выработки (в час, в день), то норма времени определяется по формуле

$$b = \frac{B}{H},$$

где обозначения те же, что и в предыдущем случае.

Частные случаи определения нормы времени:

При заданной дневной норме выработки $H_d = 192$ шт./день

$$b = \frac{B_d}{H_d} = \frac{480}{192} = 2,5 \text{ мин.}$$

При заданной часовой норме выработки $H_{\text{ч}} = 24$ шт./час.

$$b = \frac{B_{\text{ч}}}{H_{\text{ч}}} = \frac{60}{24} = 2,5 \text{ мин.}$$

Фактические нормы выработки и фактические затраты времени определяют аналогичным образом, только в вышеприведенные формулы вместо нормированных величин подставляют фактические.

Расчет изменений при изменении составляющих технической нормы

Пример 1. Норма времени $b = 2,5$ мин. уменьшилась на 20%. Новая норма времени b_1 будет составлять 80% от прежней b , т. е. $b_1 = 0,8b = 0,8 \cdot 2,5 = 2,0$ мин. Тарифная ставка $C = 1,813$ коп./мин. (ставка 3-го разряда) осталась без изменения, т. е. $C_1 = 1,813$ коп./мин. Как изменится расценки?

Имеем:

$$P = C \cdot b = 1,813 \cdot 2,5 = 4,53 \text{ коп. (до изменения нормы времени);}$$

$$P_1 = C \cdot b_1 = 0,8 C \cdot b \text{ (после изменения нормы времени).}$$

Тогда новый расценки

$$P_1 = 0,8 C \cdot b = 0,8 P \text{ коп.,}$$

т. е. расценки тоже уменьшится на 20%. Следовательно,

$$P_1 = 0,8 P = 0,8 \cdot 4,53 = 3,62 \text{ коп.}$$

Таким образом для определения нового расценки для данного случая достаточно знать прежний расценки и изменение нормы времени в процентах, чтобы, произведя действия по последней формуле, получить расценки.

Пример 2. Тарифная ставка $C = 1,813$ коп./мин. повысилась на 20%. Новая тарифная ставка C_1 будет составлять 120% от прежней тарифной ставки C , т. е. $C_1 = 1,2 C = 1,2 \cdot 1,813 = 2,175$ коп./мин. Норма времени $b = 2,5$ мин. и разряд работы (3-й) остались без изменения. Как изменится расценки?

Имеем:

$$P = C \cdot b = 1,813 \cdot 2,5 = 4,53 \text{ коп. (расценки до изменения тарифной ставки);}$$

$$P_1 = C_1 \cdot b = 1,2 C \cdot b \text{ (расценки после изменения тарифной ставки).}$$

Тогда новый расценки будет:

$$P_1 = 1,2 C \cdot b = 1,2 P,$$

т. е. расценки тоже повысится на 20% и будет:

$$P_1 = 1,2 P = 1,2 \cdot 4,53 = 5,44 \text{ коп.}$$

Пример 3. Тарифная ставка $C = 1,813$ коп./мин. повысилась на 25%. Новая тарифная ставка C_1 будет составлять 125% от прежней тарифной ставки, т. е. $C_1 = 1,25 \cdot 1,813 = 2,263$ коп./мин. Расценки нужно сохранить прежний, т. е. $P_1 = P = 4,53$ коп. Как изменится норма времени?

Имеем:

$$b = \frac{P}{C} = \frac{4,53}{1,813} = 2,5 \text{ мин. (норма времени до изменения тарифной ставки);}$$

$$b_1 = \frac{P}{C_1} = \frac{P}{1,25C} \text{ (после изменения тарифной ставки).}$$

Тогда норма времени будет:

$$b_1 = \frac{P}{1,25C} = \frac{b}{1,25} = 0,8b,$$

т. е. норму времени надо понизить на 20%, что даст

$$b_1 = 0,8b = 0,8 \cdot 2,5 = 2,0 \text{ мин.}$$

Пример 4. Ставка $C = 1,813$ коп. повысилась на 10%. Новая ставка C_1 будет составлять 110% от прежней ставки C , т. е.

$$C_1 = 1,1 C = 1,1 \cdot 1,813 = 1,995 \text{ коп./мин.}$$

Норма времени $b = 2,5$ мин. понизилась на 40%. Новая норма времени b_1 будет составлять 60% от прежней нормы времени, т. е.

$$b_1 = 0,6 b = 0,6 \cdot 2,5 = 1,5 \text{ мин.}$$

Как изменится расценки P ?

$$P = C \cdot b = 1,813 \cdot 2,5 = 4,53 \text{ коп. (до изменения тарифной ставки и нормы времени);}$$

$$P_1 = C_1 \cdot b_1 = 1,1 C \cdot 0,6 b = 0,66 C \cdot b \text{ (после изменения тарифной ставки и нормы времени).}$$

Тогда расценки будут:

$$P_1 = 0,66 C \cdot b = 0,66P,$$

т. е. расценки снизятся на 34% и будут:

$$P_1 = 0,66 \cdot 4,53 = 2,99 \text{ коп.}$$

Пример 5. Часовая ставка $C_{\text{ч}} = 1 \text{ р. } 08,8 \text{ к.}$ повысилась на 25%. Новая ставка $C_{\text{ч}}$ будет составлять 125% от прежней ставки $C_{\text{ч}}$, т. е. $C_{\text{ч}1} = 1,25 C_{\text{ч}} = 108,8 \cdot 1,25 = 1 \text{ р. } 36 \text{ к.}$

Расценки надо сохранить прежний, т. е. $P_1 = P = 4,53$ коп. Как изменится часовая норма выработки $H_{\text{ч}}$?

Имеем

$$H_q = \frac{C_q}{P} = \frac{108,8}{4,53} = 24 \text{ шт./час. (до изменения часовой ставки),}$$

$$H_{q_1} = \frac{C_{q_1}}{P} = \frac{1,25C_q}{P} \text{ (после изменения часовой ставки).}$$

Тогда новая часовая норма, выработки будет:

$$H_{q_1} = \frac{1,25C_q}{P} = 1,25H_q,$$

т. е. часовую норму выработки надо повысить на 25%, что составит:

$$H_q = 1,25 \cdot 24 = 30 \text{ шт./час.}$$

Пример 6. Норма времени $b = 2,5$ мин. понизилась на 20%. Новая норма времени b_1 при снижении составит 80% от прежней нормы b , т. е. $b_1 = 0,8b = 0,8 \cdot 2,5 = 2,0$ мин. Как изменится часовая норма выработки H_m .

Имеем

$$H_q = \frac{B_q}{b} = \frac{60}{2,5} = 24 \text{ шт./час. (до изменения нормы времени);}$$

$$H_{q_1} = \frac{B_{q_1}}{b_1} = \frac{B_q}{0,8b} \text{ (после изменения нормы времени).}$$

Тогда новая часовая норма выработки будет;

$$H_{q_1} = \frac{B_q}{0,8b} = 1,25H_q,$$

т. е. норма выработки увеличится на 25% и будет:

$$H_{q_1} = 1,25 \cdot 24 = 30 \text{ шт./час.}$$

Расчет основных показателей технико-нормировочной работы. При выполнении заданных норм фактические данные по ряду причин редко совпадают с запроектированными. Анализ этих отклонений позволяет работнику по нормированию судить о правильности и качестве своей работы. Анализ проводят по ряду показателей, примерный расчет которых приводим ниже.

1. Процент переработки или недоработки норм времени

Процент переработки или недоработки норм времени — число, показывающее в сотых долях величину уменьшения или увеличения фактической затраты времени против нормированной.

Процент переработки или недоработки определяют по формуле:

$$\frac{T - T_{\phi}}{T} \cdot 100\%,$$

где T — нормированное время в минутах, часах;

T_{ϕ} — фактическая затрата времени.

Например: $T_{\phi} = 20$ час.; процент переработки равен $\frac{25 - 20}{25} \times 100 = 20\%$; $T = 25$ час.

Недоработку или переработку норм времени показывает полученный в результате вычислений знак: при недоработке минус, при переработке плюс.

Абсолютная величина переработки получается как разность между нормированным и фактическим временем. Абсолютная величина недоработки есть разность между фактическим и нормированным временем. Эти величины указывают в первом случае на экономию времени, во втором — на перерасход.

2. Коэффициент переработки или недоработки норм времени

Для суждения о фактических затратах времени помимо процента переработки или недоработки норм времени применяется коэффициент выполнения норм времени. Коэффициент выполнения норм времени — это отношение фактической затраты времени к нормированной. Если коэффициент больше единицы, имеется недоработка норм времени, если же он меньше единицы — переработка:

$$K = \frac{T_{\phi}}{T},$$

где обозначения те же, что и выше.

Например: $T = 25$ час.; $T_{\phi} = 20$ час.; $K = \frac{20}{25} = 0,8$ (переработка).

3. Процент переработки или недоработки норм выработки

Процент переработки норм выработки — число, показывающее в сотых долях величину продукции, которую рабочий выработал сверх норм по отношению к норме выработки (в случае недора-

ботки — величину продукции, недоданную в сравнении с нормой выработки).

Процент переработки или недоработки нормы выработки равен

$$\frac{H_{\phi} - H}{H} \cdot 100\%.$$

где H_{ϕ} — фактическая выработка в шт./час., шт./день;

H — норма выработки в шт./час., шт./день.

Переработку или недоработку показывает полученный в результате знак: при переработке плюс, при недоработке минус.

Например: $H_{\phi} = 25$; $H = 20$; процент переработки $\frac{25-20}{20} \cdot 100 = 25\%$.

Абсолютная величина переработки — разность между фактической и нормированной величиной выработки.

При недоработке, наоборот, разность между нормированной и фактической величиной выработки и показывает количество продукции (в шт.), сделанной сверх нормы при переработке или недоданной при недоработке.

4. Процент приработка

Процент приработка — число, показывающее в сотых долях размер зарплаты, полученной рабочим сверх причитающейся ему расчетной платы по тарифной сетке. В случае недоработки — разница зарплаты, недополученной в сравнении с расчетным заработком.

Процент приработка или недоработки равен

$$\frac{З_{\phi} - З}{З} \cdot 100\%.$$

где $З_{\phi}$ — фактический заработок за день, месяц (в рублях, копейках).

$З$ — нормированный заработок расчетный по тарифу заработанное время за месяц, день (в рублях, копейках).

В случае, если имеется фактический часовой или дневной заработок, процент приработка или недоработки будет

$$\frac{З_{\phi} - С}{С} \cdot 100\%.$$

Например, рабочий 3-го разряда заработал в день 10 руб.; $С_{дн} = 7$ р, 61,5 коп. Процент приработка

$$\frac{1000 - 761,5}{761,5} \cdot 100 = 31,4\%.$$

где $З_{\phi}$ — фактический заработок часовой, дневной (в рублях, копейках);

- C — тарифная ставка соответствующего разряда (часовая, дневная, или нормальный заработок за час или день (в рублях, копейках).

Например, рабочий 3-го разряда работал 25 дней:

$$Z_{\phi} = 220 \text{ р. } 25 \text{ к.},$$

$$C_{\text{дн}} = 7 \text{ р. } 61,5 \text{ к.}; Z = 761,5 \cdot 25 = 190 \text{ р. } 37,5 \text{ к.}$$

Процент приработка

$$\frac{22025 - 19037,5}{19037,5} \cdot 100 = \frac{2987,5}{19037,5} \cdot 100 = +15,7\%.$$

Приработок или недоработку указывает полученный в результате знак: при приработке плюс, при недоработке минус.

Зависимость между переработкой норм и приработком

1. Определить процент переработки норм, если известен процент приработка.

Расчет производят по формуле

$$H = \frac{Pr}{100 + Pr} \cdot 100\%,$$

где H — процент переработки нормы;

Pr — процент приработка.

Например: $Pr = 40\%$, тогда $H = \frac{40}{100 + 40} \cdot 100 = 28,6\%$.

2. Известен процент переработки норм, определить процент приработка:

$$Pr = \frac{H}{100 - H} \cdot 100\%.$$

Например: $H = 28,6\%$, тогда $Pr = \frac{28,6}{100 - 28,6} \cdot 100 = 40\%$.

3. Если известно выполнение норм в процентах (т. е. отношение нормированного времени к фактической затрате времени или отношение фактической выработки в штуках к нормированной выработке в штуках), то процент переработки нормы определяется по формуле

$$H = \frac{H_{\text{в}} - 100}{H_{\text{в}}} \cdot 100\%,$$

где H — процент переработки нормы;

$H_{\text{в}}$ — процент выполнения нормы.

Например: $H_{\text{в}} = 128,6\%$, тогда

$$H = \frac{128,6 - 100}{128,6} = 22,2\%.$$

5. Определение среднего коэффициента квалификации рабочих

Средний коэффициент квалификации рабочих определяют двумя способами: 1) по количеству рабочих по разрядам и 2) по фактически отработанному времени по разрядам.

1. Чтобы определить средний коэффициент квалификации рабочих сдельщиков или повременщиков по первому способу, надо количество рабочих сдельщиков или повременщиков по разрядам умножить на соответствующие коэффициенты повременной или сдельной тарифной сетки по разрядам. Полученные результаты сложить. Разделив сумму на все количество рабочих сдельщиков или повременщиков, получим средний коэффициент квалификации рабочих сдельщиков или повременщиков. Для сдельщиков расчет делают по формуле:

$$K_{сд} = \frac{N_2 K_2 + N_3 K_3 + \dots + N_n K_n}{N_2 + N_3 + \dots + N_n} = \frac{\sum NK}{\sum N},$$

где N — число рабочих-сдельщиков соответствующего разряда (например, N_2 — число рабочих-сдельщиков 2-го разряда);

K — коэффициент сдельной тарифной сетки соответствующего разряда (например, K_2 — коэффициент сдельной тарифной сетки 2-го разряда);

$\sum NK$ — сумма коэффициентов;

$\sum N$ — число рабочих-сдельщиков. (Пример см. табл. 187).

Таблица 187

Разряды рабочих	Число рабочих по разрядам N	Коэффициент тарифной сетки K	Произведение NK
1	10	1,0	10
2	60	1,12	67,2
3	40	1,28	51,2
4	15	1,50	22,5
5	5	1,80	9,0
6	2	2,20	4,4
Итого	132	1,24	164,3

$$K_{сд} = \frac{\sum NK}{\sum N} = \frac{164,3}{132} = 1,24,$$

Формула имеет тот же вид и для определения среднего коэффициента квалификации рабочих-повременщиков, только здесь N — число рабочих-повременщиков соответствующего разряда, K — коэффициент повременной тарифной сетки рабочих соответствующего разряда.

Для определения среднего коэффициента квалификации рабочих сдельщиков и повременщиков необходимо суммы коэффициента сдельщиков $\sum_{сд} NK$ и повременщиков $\sum_{повр} NK$ сложить и полученную сумму разделить на число рабочих сдельщиков и повременщиков $\sum_{сд} N + \sum_{повр} N$. Расчет делают по следующей формуле:

$$K_{ср} = \frac{\sum_{сд} NK + \sum_{повр} NK}{\sum_{сд} N + \sum_{повр} N}.$$

Например:

$$\sum_{сд} NK = 164,3;$$

$$\sum_{повр} NK = 151,0;$$

$$\sum_{сд} N = 132;$$

$$\sum_{повр} N = 100;$$

$$K_{ср} = \frac{164,3 + 151,0}{132 + 100} = \frac{315,3}{232} = 1,36.$$

2. Для определения среднего коэффициента квалификации рабочих по второму способу количество фактически отработанных часов по разрядам сдельщиков или повременщиков надо умножить на соответствующие коэффициенты тарифной сетки по разрядам сдельщиков или повременщиков. Полученные произведения сложить. Разделив сумму на все фактически отработанное время сдельщиков или повременщиков, получим средний коэффициент квалификации рабочих повременщиков или сдельщиков. Расчет делают по формуле (для сдельщиков):

$$K_{сд} = \frac{T_2 K_2 + T_3 K_3 + \dots + T_n K_n}{T_2 + T_3 + \dots + T_n} = \frac{\sum TK}{\sum T},$$

где T — фактическое время сдельщиков соответствующего разряда (например T_2 — фактическое время сдельщиков 2-го разряда);

K — коэффициент сдельной тарифной сетки соответствующего разряда (например, K_2 — коэффициент сдельщиков 2-го разряда).

Пример см. табл. 188.

Разряд рабочих	Фактическое время по разрядам T	Коэффициент тарифной сетки K	Произведение TK
1	120	1,0	120
2	650	1,12	727
3	470	1,28	602
4	150	1,50	225
5	57	1,80	102
6	80	2,20	86
Итого	1477	—	1842

$$K_{\text{сд}} = \frac{\sum TK}{\sum T} = \frac{1842}{1477} = 1,25.$$

Формула имеет тот же вид и для определения среднего коэффициента квалификации рабочих-повременщиков, только здесь T — фактическое время рабочих-повременщиков соответствующего разряда, K — коэффициент повременной тарифной сетки соответствующего разряда.

Средний коэффициент квалификации рабочих повременщиков и сдельщиков определяется так же, как и по первому способу, т. е.

$$K_{\text{ср}} = \frac{\sum_{\text{сд}} TK + \sum_{\text{повр}} TK}{\sum_{\text{сд}} T + \sum_{\text{повр}} T}.$$

6. Средний коэффициент квалификации сдельных работ

Для определения среднего коэффициента квалификации сдельных работ необходимо количество нормированных часов (взять из операционной или технологических карточек) по разрядам работ умножить на коэффициенты сдельной тарифной сетки по разрядам работ. Полученные произведения сложить. Разделив сумму на все нормированное время по всем разрядам работ, получим средний коэффициент квалификации сдельных работ. Расчет делают по формуле (для сдельных работ):

$$K_{\text{сд}} = \frac{T_2 K_2 + T_3 K_3 + \dots + T_n K_n}{T_2 + T_3 + \dots + T_n} = \frac{\sum TK}{\sum T},$$

где T — нормированное время соответствующего разряда работы (например, T_2 — нормированное время по 2-му разряду работы);
 K — коэффициент сдельной тарифной сетки соответствующего разряда работы (например, K_2 — коэффициент тарифной сетки 2-го разряда).

Пример см. табл. 189.

Таблица 189

Разряды рабочих по технологической карточке	Нормированное время по разрядам T_n	Коэффициент тарифной сетки по разрядам работы K_n	Произведение $T_n K_n$
1	100	1,0	100
2	150	1,12	168
3	200	1,28	256
4	60	1,5	90
5	40	1,8	72
6	20	2,2	44
Итого	570	—	780

$$K_{сд} = \frac{\Sigma TK}{\Sigma T} = \frac{780}{670} = 1,28.$$

7. Средний коэффициент квалификации повременных работ

Средний коэффициент квалификации повременных работ определяется так же, как и средний коэффициент квалификации рабочих-повременщиков, только вместо количества рабочих-повременщиков по разрядам будет количество часов повременных работ по разрядам:

$$K_n = \frac{T_2 K_2 + T_3 K_3 + \dots + T_n K_n}{T_2 + T_3 + \dots + T_n} = \frac{\Sigma TK}{\Sigma T},$$

где T — количество часов повременных работ по разрядам (например, T_2 — количество часов повременных работ 2-го разряда);
 K — коэффициент повременной тарифной сетки по разрядам работ (например, K_2 — коэффициент повременной тарифной сетки 2-го разряда работ).

8. Процент охвата сдельщиной

Важным показателем работы по нормированию является процент охвата сдельщиной, т. е. процент, показывающий в сотых долях количество времени или людей, охваченных сдельщиной, по отношению к общему количеству отработанного времени или к общему количеству людей. Чем больше этот процент, тем лучше работает аппарат нормирования.

1. Процент охвата сдельщиной по отработанному времени

$$\frac{T_{\text{сд}}}{T_{\text{общ}}} \cdot 100\%.$$

2. Процент охвата сдельщиной по количеству работающих

$$\frac{L_{\text{сд}}}{L_{\text{общ}}} \cdot 100\%,$$

где $T_{\text{сд}}$ — время, отработанное сдельно;

$L_{\text{сд}}$ — число сдельщиков;

$T_{\text{общ}}$ — общее отработанное время;

$L_{\text{общ}}$ — общее число рабочих.

Пример: $T_{\text{сд}} = 1000$ час., $L_{\text{сд}} = 70$ чел.;

$T_{\text{общ}} = 1250$ час.; $L_{\text{общ}} = 90$ чел.

Процент охвата сдельщиной по времени $\frac{1000}{1250} \cdot 100 = 80\%$.

Процент работающих охваченных сдельщиной $\frac{70}{90} \cdot 100 = 78\%$.

9. Процент охвата техническими нормами

Процент охвата техническими нормами дает в сотых долях количество работ во времени, переведенных на техническое нормирование, по отношению к общему количеству работ.

Процент охвата техническими нормами равен

$$\frac{T_{\text{т.н}}}{T_{\text{н}}} \cdot 100\%,$$

где $T_{\text{т.н}}$ — технически нормированное время;

$T_{\text{н}}$ — общее количество нормированного времени.

Кроме того, расчет можно сделать по количеству технических норм из общего числа норм:

$$\frac{K_{т.н}}{K_n} \cdot 100\%,$$

где $K_{т.н}$ — количество технических норм;
 K_n — общее количество норм.

Пример: $T_{т.н} = 1000$ час., $K_{т.н} = 100$ норм;

$T_n = 1500$ час., $K_n = 120$ норм.

Процент охвата по отношению ко времени $\frac{1000}{1500} \cdot 100 = 67\%$.

Процент охвата по отношению к количеству норм $\frac{100}{120} \cdot 100 = 83\%$.

10. Процент дополнительных работ

Процент дополнительных работ — число, показывающее в сотых долях размер дополнительных работ во времени или сумме по отношению к сумме времени или расценкам по нормам, затраченной на изготовление определенного вида продукции, и определяется по формулам: для времени процент дополнительных работ по времени равен

$$\frac{T_{д.р}}{T_n} \cdot 100\%,$$

где $T_{д.р}$ — нормированное время на дополнительные работы,

T_n — сумма времени по нормам;

для суммы процент дополнительных работ равен

$$\frac{C_{д.р}}{C_n} \cdot 100\%,$$

где $C_{д.р}$ — сумма доплаты,

C_n — сумма по нормам.

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА

Рабочим местом обычно называется то место, на котором рабочий выполняет свою работу. Так как при работе применяют соответствующие приспособления, инструмент, пользуются документацией и испо-

материалами, то все это должно быть учтено при организации и расчете рациональной расстановки рабочих мест.

Рабочее место можно разделить на: 1) основное место, где производится работа (верстак, станок); 2) приспособления (рабочие и обслуживающие); на которых или при помощи которых производят работу; 3) инструмент (основной, вспомогательный, мерительный), с помощью которого производят работу; 4) документацию, указывающую, что и как надо делать; 5) вспомогательные материалы, необходимые для работы.

При таком делении рабочего места можно легко и быстро определить, с чем придется иметь дело в работе, какие элементы необходимы для работы, как их расположить так, чтобы удобнее было ими пользоваться, и т. п.

Помимо правильной и умелой организации рабочего места, для достижения максимальной производительности труда и улучшения качества продукции большое значение имеет соблюдение правил работы и ухода за рабочим местом. Приучиться к чистоте и порядку на рабочем месте — это значит заложить основу для высокой производительности труда.

Общие правила работы и ухода за рабочим местом состоят из трех основных моментов: 1) начало работы, 2) работа и 3) окончание работы.

Перед началом работы необходимо:

1. Ознакомиться с предстоящей работой, укрепить операционную карту в удобном для работы положении, проверить наличие и исправность инструмента и приспособлений.

2. Удалить с рабочего места все, что не нужно для предстоящей работы.

3. Расположить все необходимое так, чтобы все, что берется чаще, лежало ближе, что берется реже — находилось дальше; все то, что берется правой рукой, должно лежать справа, а левой — слева.

4. Проверить исправность станка, работу механизма, охлаждение, натяжение и шивку ремня. Если станок неисправен, надо немедленно сообщить бригадиру (начальнику).

5. Проверить исправность и наличие предохранительных щитов и ограждений.

Во время работы надлежит:

1. Класть каждую вещь только на свое место, а не бросать ее куда попало, помня, что внешний беспорядок даже в мелочах действует разлагающе.

2. Применять каждую вещь по ее прямому назначению. При затягивании болтов и гаек надо подбирать ключ по размеру, иначе и ключ и гайка могут быть повреждены; нельзя искусственно увеличивать длину ключа, применяя трубы, и т. д.

3. Укладывать инструмент, детали и прочие необходимые в работе предметы в специальную тару.

4. Тщательно проверить и осматривать первую изготовленную деталь; если имеются сомнения, ее надо показать бригадире и лишь после приемки продолжать работу дальше.

5. Удалять стружку со станка и беречь во время работы инструмент (особенно мерительный) и приспособления от загрязнения пылью и опилками.

6. Не брать мерительный инструмент мокрыми руками, так как от этого он ржавеет и портится.

7. Не разбирать ответственных деталей станка без ведома мастера.

8. Не смешивать в одну кучу стружки различных металлов.

9. Внимательно относиться к одежде, не допуская свешивания концов (шарф, галстук и т. д.), работая с засученными или с завязанными рукавами.

10. Не чистить и не смазывать станок на ходу: для этого необходимо останавливать станок. Никогда не очищать станок от стружек пальцами, а применять для этого щетку.

По окончании работы надо:

1. Разложить все предметы по своим местам, а обработанные детали сдать.

2. Убрать станок и рабочий шкаф, смести щеткой стружки и опилки со всего станка, а в особенности с его рабочих частей, протереть станок обтирочным материалом, тщательно удалив всю грязь.

3. Привести рабочие части станка в исходное положение.

4. Не оставлять в сыром месте запасных частей станка.

5. Не применять наждачной бумаги для чистки трущихся и шабренных поверхностей станка.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Основные правила работы ручным инструментом

Приступая к выполнению той или иной работы, необходимо внимательно осмотреть инструмент. Как правило, работать можно только исправным инструментом; неисправный инструмент необходимо своевременно обменивать на исправный.

1. Слесарные молотки должны иметь поверхность бойка слегка выпуклую (не косую и не сбитую) и должны быть укреплены на прочных или достаточно упругих деревянных ручках. Рукоятки в поперечном сечении должны иметь овальную форму. Рукоятки всех употребляемых молотков должны быть гладкими и сделаны из дерева прочных пород, с обязательным расклевыванием, чтобы молоток не мог соскочить с ручки во время работы. На бойках молотков не должно быть выбоин и трещин. Деревянные молотки для правки

листового материала и тому подобных работ должны быть изготовлены из прочных пород дерева. При этом корпус молотка у бойка должен быть стянут железным обручем или полотняной тесьмой (паклеей).

Разбитые бойки и ручки у молотков, насадка молотка на ручку без расклинивания и неисправные ручки являются опасными для работы и могут привести к несчастному случаю.

2. Зубила и крейцмессели с косыми и сбитыми затылками не допускаются. Во избежание ударов по руке зубила должны быть длиной не менее 150 мм, оттянутая часть зубила — не менее 60—70 мм, режущая кромка должна представлять прямую или слегка выпуклую линию. При обрубке изделий из твердого и хрупкого металла обязательно применение сеток в виде щитков, ширм и т. д. для предохранения других лиц от отлетающих осколков. С разбитыми ударными частями у зубил и крейцмесселей работать опасно, так как при ударах отлетают заусенцы, которые могут ранить глаза, лицо, руки.

3. Бородки, обжимки и натяжки должны удовлетворять требованиям прочности и не иметь разбитых затылков. Если при работе обнаружена перекалка инструмента, в результате чего инструмент приобрел чрезмерную хрупкость, необходимо заявить об этом мастеру и потребовать замены инструмента.

4. Слесарные напильники должны иметь вполне исправные деревянные ручки по размеру пил.

Воспрещается пользоваться пилами без ручек, с неисправными ручками (расколотыми или без насадных колец) или с ручками не по размеру пил. При работе с неисправными ручками возможно ранение рук острым концом пилы.

5. Станки для ножовок должны быть в полной исправности (не погнуты) и обеспечивать прочное закрепление ножовочного полотна. Неисправный станок является причиной поломки ножовочного полотна при работе и вызывает ранения.

6. Гаечные ключи (французские, шведские, торцевые и др.) не должны иметь сработанных граней. Неисправный ключ срывается с гайки (болта) и вызывает ранение рук.

7. Ручные ножницы для резки металла должны быть хорошо заточены. Болтик, скрепляющий обе половинки ножиц, должен давать возможность регулировки ножиц в зависимости от толщины разрезаемого материала.

Ножницы следует подбирать соответственно выполняемой работе — прямые, кривые и т. п.; это даст возможность производить резку материала без заусенцев, что предохранит от пореза рук.

8. Получая для работы электродрель, проверь наличие штепсельной вилки для заземления и исправность изоляции проводов. Никогда не работай электродрелью, не имеющей вилки заземления и с неисправной изоляцией провода.

Помни правило включения электродрели: сначала включай вилку заземления, а потом вилку в токопроводящую сеть.

Основные правила работы на станках и машинах

1. Все постоянные металлообрабатывающие станки должны быть установлены на соответствующих прочных фундаментах или основаниях, тщательно выверены и прочно закреплены.

2. Все станки, как постоянные, так и переносные, должны приводиться в действие и обслуживаться приставленными к ним для работы лицами. Всем другим лицам воспрещается пускать в ход станки и работать на них.

3. Рабочий, занятый на станке, обязан остановить станок при всякой, хотя бы временной, приостановке работы, исполняемой на этом станке.

4. Выключение станка обязательно при подаче сигнала об остановке двигателя, если станок работает от общего или группового привода, при смене рабочего инструмента, при укреплении или установке в нем обрабатываемого предмета, а равно и при снятии его со станка, а также при починке, чистке и смазке станка, уборке опилок или стружек.

Примечание. Смазка отдельных частей станка может быть допущена и без остановки его, это, если операция не является опасной и совершается с применением особых приспособлений.

5. Для надежности выключения станков при общем или групповом приводе должно обращать особое внимание на полную исправность контрприводов. Приспособления для остановки станка должны быть расположены так, чтобы рабочему всегда было удобно доставать их и чтобы произвольное движение их было невозможно.

6. У станков, работающих ударами (долбежные, ножницы, прессы), необходимо в зависимости от технических условий (быстрый ход, тяжелые маховики и пр.) установить фрикционные муфты, позволяющие быстро выключать станки, или же тормозы, которыми можно было бы действовать на обод маховика этих машин-орудий одновременно с переводом ремня на холостой шкив.

7. Передвижение ремней на ступенчатых шкивах при изменении скоростей допускается только с применением шеста с крючком или специальных приспособлений или при полной остановке станка.

8. При отдельном приводе станка от электродвигателя ремни и цепи должны быть снабжены предохранительными закрытиями.

9. Зубчатые передачи в станках как от электродвигателей, поставленных при станках, так и для движения различных элементов станков, должны быть снабжены железными или чугунными футлярами, закрывающими колеса в тех частях, которые могут быть опасны при работе.

10. Расположение рукояток, маховичков и пр. для управления движением станков должно быть по возможности таким, чтобы рабочий мог легко и безопасно производить с ними все манипуляции.

11. Все выступающие предметы на вращающихся частях металлообрабатывающих станков, представляющие опасность при движении, должны быть снабжены гладкими круглыми покрытиями.

12. При обработке на станках тяжелых предметов необходимо пользоваться для установки и снятия обрабатываемых предметов подъемными устройствами или приспособлениями.

13. Станки, работа на которых сопровождается выделением осколков, стружек или искр, должны быть снабжены прочно прикрепленной к станку предохранительной рамкой с толстым стеклом для защиты глаз, помещаемой между инструментом и рабочим, работающим на станке. Эта рамка не должна затруднять работы. В случае необходимости по техническим условиям устройства предохранительной рамки рабочие должны работать в предохранительных очках, выдаваемых им администрацией предприятия.

14. Пол вокруг металлообрабатывающих станков должен представлять ровную, нескользкую поверхность.

15. Необходимо систематически производить с помощью специально поставленных взрослых рабочих тщательную очистку мастерских от стружек и опилок, а также и от масляных тряпок, концов и прочих отходов производства по мере их накопления.

16. Все металлообрабатывающие станки должны быть расположены так, чтобы: а) при рабочем движении станков не были стеснены глазные проходы и двери и б) расстояние между отдельными станками или группами станков было достаточно для свободного прохода рабочих, занятых у станков, для ремонта их и передвижения материала. При массовом или специальном производстве расположение станков во вновь строящихся предприятиях должно быть таково, чтобы обрабатываемый предмет шел поступательно в одном направлении.

Примечание. Промежутки между станками или группами станков, предназначенные для прохода рабочих или передвижения материалов, должны быть шириной не менее 1 м.

17. Обрабатываемые на станках предметы должны быть прочно укреплены и точно установлены.

18. При обработке предметов, по ширине или длине выступающих за пределы станков, должны быть приняты меры к ограждению предметов переносными предохранительными приспособлениями.

19. Должны быть приняты меры к рациональному расположению точильных и шлифовальных станков и к специальному устройству искусственного удаления пыли с них.

20. Искусственное освещение мастерских должно давать достаточно освещенность и быть достаточно равномерным.

Верстаки и тиски

1. Верстаки должны быть вполне устойчивы, надежно закреплены на полу и иметь надлежащие размеры, в особенности надлежащую высоту.

2. Верстачные привертные тиски, коловороты и тому подобные приспособления должны быть укреплены или установлены так, чтобы лица, ими пользующиеся при работе, могли занимать правильное и естественное положение.

3. Верстачные тиски должны иметь хорошо засеченные губки и исправный червяк и обеспечивать прочный зажим обрабатываемой детали. Сработанные губки тисков и неисправность червяка не обеспечивают прочного зажима обрабатываемой детали и являются причиной ранений.

Наждачные точильные станки

1. Точильные, наждачные и прочие круги должны быть заключены своей нерабочей частью в прочные глухие кожухи, которые должны надежно прикрывать круг, за исключением возможно малого места соприкосновения с обрабатываемым предметом. Кожухи подлежат хорошо укреплять, чтобы они всегда находились в безопасном для работы состоянии.

2. При укреплении наждачных кругов на шпинделе необходимо между кругом и боковыми шайбами подкладывать эластичные прокладки. Необходимо обращать особое внимание на соблюдение числа оборотов, допустимых для каждого наждачного круга, а также тщательно оберегать круги от ударов. При запуске наждачных кругов необходимо предварительно проверить, надежно ли закреплены защитные кожухи, а затем отойти несколько в сторону от станка.

3. Чтобы избежать ранений глаз мелкими отлетающими частицами, при работе на точильных станках, на которых не установлены предохранительные ограждения в виде ширм, необходимо надевать предохранительные очки.

4. При работе на наждачном станке по заточке сверл помни следующие правила:

- а) включая станок, находишься сбоку него;
- б) не работай, когда камень бьет;
- в) не работай без подручника.

Подручник должен стоять не дальше 2—3 мм от камня. Отставать подручник дальше 3 мм от камня воспрещается, так как это может вызвать серьезные ранения работающего подхваченным камнем, сверлом. Кроме того, сверло, попав между подручником и камнем, может вызвать разрыв камня.

Ножницы для резания листового материала

1. Ножницы для резания листового металла должны быть снабжены столом и предохранительной линией, укрепленной так, чтобы место разреза оставалось видимым для глаза рабочего.

2. Противовесы пружинных колец должны быть такой величины, чтобы самопроизвольное опускание верхнего ножа было невозможно.

3. Повреждение пальцев рук ножами, а также ушибы и порезы заусенцами листового материала при работе на ножницах являются наиболее распространенными несчастными случаями. По существующим правилам, ножницы для резания листового материала должны быть снабжены столом с предохранительной линией, укрепляемой так, чтобы место разреза было видно рабочему.

4. На крутовых (дисковых) ножницах с той стороны, где находятся рабочие, следует устраивать приспособление, не допускающее попадания пальцев рабочего под нож.

5. Ножницы в цехах должны быть установлены так, чтобы движения их рукояток и движения рабочих не были стеснены. Необходимо следить за тем, чтобы режущие лезвия ножиц не имели вмятин, выкрашиваний и т. д.

Сверлильные станки

1. Необходимо обращать внимание на способ вставки сверла в шпиндель станка при помощи специальных патронов или других приспособлений, дающих прочную и точную установку сверла.

2. При работе центровым сверлами удаление стружки из просверливаемого отверстия разрешается производить только после остановки или отвода сверла.

3. При установке сверла в шпинделе или у патрона не должно быть выступающих головок установительных винтов.

4. Надевай на голову головной убор или косынку во избежание захвата волос вращающимся шпинделем станка.

5. Прочно зажимай деталь в тиски, которые находятся на столе сверлильного станка, а тиски тоже закрепляй на столе станка. Большие детали можно закреплять посредством упоров.

Незакрепленная деталь может вырваться из рук и нанести тяжелые ранения.

6. Не снимай стружку с просверливаемого места до полной остановки станка или до отвода сверла вверх от деталей; стружку снимай крючком или щеткой.

7. Не останавливай станок руками за шпиндель или патрон.

8. При работе с применением охлаждающей жидкости не наноси ее на сверло пальцем, а применяй для этой цели ветошь.

Пользуясь правильными приемами работы

1. При опиливании детали прочно зажимай ее в тиски. Не служи опилки, а смахивай их щеткой (тряпкой), иначе засоришь глаза.

2. Опиливая деталь по шаблону, не делай сильных движений при подходе к краю шаблона, так как пила может скользя по краю закаленного шаблона и возможно ранение рук об обрабатываемую деталь.

3. Загибая деталь, прочно закрепляй ее в тисках.

4. При рубке металла в тисках на верстаке обязательно ставь сетчатый экран или щит по линии отлетания осколков металла, чтобы не нанести ранения работающему поблизости товарищу.

5. Поддерживая деталь при электросварке, обязательно пользуйся специальными защитными очками (а темными стеклами) или щитком, такими же, как у сварщика, во избежание поражения глаз от света вольтовой дуги.

6. Не бери детали голой рукой после сварки, пайки и термообработки, пока не убедишься, что деталь остыла. Неостывшая деталь может вызвать сильный ожог рук.

7. Никогда не работай на механическом оборудовании сам, если к этому оборудованию прикреплено специальное лицо.

8. Прежде чем приступить к работе на механическом оборудовании, убедись в полной исправности оборудования.

9. Работая на механическом оборудовании, не снимай поставленных на нем ограждений.

10. При работе на высоте пользуйся специально приспособленными для этой цели стремянками и подмостями, но не становись на случайные предметы (ящики, козелки, табуреты, тумбочки и т. п.), так как эти предметы не приспособлены для работы на них.

11. Прежде чем начать работу со стремянки или подмостей, убедись в полной их исправности, наличии всех ступеней, прочности закрепления досок и т. д.

12. Проверь, чтобы на подмостях были устроены борты для предупреждения падения вниз инструмента или детали. Упавший инструмент или деталь может нанести серьезные ранения работающему внизу товарищу или случайно проходившим лицам.

13. При сверлении отверстий в детали под заклепки предварительно накерни в тех местах, где нужно сверлить. Керн предохраняет сверло от скольжения, что предупреждает возможность ранения рук себе или подручному и улучшает качество продукции.

14. Не разрешай подручному держать руки вблизи просверливаемого отверстия.

15. При клевке в тисках прочно закрепляй поддержку в тиски, чтобы избежать выпадания поддержки из губок тисков.

16. Работа пневматическим молотком, не нажимай курок для пуска воздуха до тех пор, пока не приложишь плотно обжимку к заклепке, иначе вылетевшая обжимка может нанести ранения работающим рядом или испортить собираемый агрегат.

17. Травление кислотами листового материала или других предметов должно производиться в отдельном, хорошо вентилируемом помещении, в котором производство других работ не разрешается. Над травильными ваннами должны быть устроены вытяжные колпаки с механическими побудителями.

18. Употребляемые для травления металла кислоты надлежит хранить в особом помещении. Бутыли с кислотами надо помещать в плетеных корзинах с прочными ручками, причем между стенками корзины и между бутылками должно быть наложено достаточно соломы или сена. При налипании кислоты из бутылей надо применять особые приспособления, устраняющие возможность разливания или разбрызгивания кислоты и связанную с этим опасность ожогов. При разбавлении крепкой серной кислоты водой следует вливать кислоту в воду, а не наоборот.

19. При получении работы от мастера также получи инструктаж по правильному технологическому процессу клепки деталей или сборки и клепки агрегата.

20. Прежде чем производить работу на станке, машине или каком-нибудь оборудовании, находящихся в другом цехе, поставь в известность об этом своего мастера и обязательно получи разрешение на работу у мастера того цеха, где установлено нужное тебе оборудование.

21. Никогда не поручай своему подручному такую работу, с которой он не знаком. Прежде чем поручать подручному самостоятельно производить какую-либо работу, нужно как следует проинструктировать его, показав ему правильные приемы работы.

22. Бережно относись к своему инструменту и оборудованию и используй их только на тех работах, для которых инструмент и оборудование предназначены.

23. Соблюдай чистоту на своем рабочем месте.

24. Точно выполняй правила внутреннего распорядка.

25. Если видишь неправильные приемы работы со стороны товарища, тотчас предупреди его, чтобы с ним не произошло несчастного случая.

26. При получении ранения на производстве немедленно заяви своему мастеру и обратись за медицинской помощью в цеховой, заводской пункт или заводскую амбулаторию.

УКАЗАТЕЛЬ

- Абразивы 274
 Авналь 58
 Акрилаты 73
 Акрилоид 73
 Акронал 73
 Алюминий 35
 Алюминиевые сплавы 41
 Альтмаг 58
 АМц сплав 57
 Андерсена аппарат 259
 Атомноводородная сварка 301

 Баббит 71 —
 База, ее выбор 169
 Бакелит 73
 Балунит 73
 Бенардоса способ сварки 301
 Бенгоу метод 72
 Бессемеровская сталь 10
 Биакс, аппарат 260
 Болтовые соединения 331
 Болты 320
 Бригадный метод 291
 Бронза 70
 Буффало, станок 274

 Валики 329
 Валы и втулки, их радиусы 80
 Вальцовка 215
 Ванадиевая сталь 26
 Ватерпас 155
 Взаимозаменяемость 76
 Вес листов и лент алюминиевых 39
 — — — дуралюминовых 49
 — — — стальных 55
 — лент латунных 65
 — — медных 65
 Вес листов и лент алюминиевых 39
 — листов латунных 64
 — — медных 64
 — труб каплевидных дуралюми-
 новых 53
 Виды термообработки сварных уз-
 лов 306
 Вольфрамобая сталь 22
 Воронение 72
 Воронило 290
 Вороток 244
 Восстановление напильников 198
 Втулки 330
 Выбор шлифовального круга 284
 Выдержки при термообработке 308
 Высверливание заклепок и писто-
 нов 231
 Газовая сварка 301 —
 Гайки 323
 Гетинакс 73
 Гладило 290
 ГОИ паста 287

 Дефекты термообработки 310
 Диаметры нормальные 76
 Дитофат 72
 Дихромизация 72
 Длины, допустимые их отклоне-
 ния 108
 — нормальные 76
 — оцинкования резьб 131
 — сгибаемых заготовок 176
 — разверток моделей 175

Доводка инструмента 288
 Домкраты 167
 Допуски 82
 Дуралюмин 42
 Дюрал 75
 Единица допуска 86
 Заклепки алюминиевые 41, 64
 — дуралюминовые 50, 54
 — медные 66
 — стальные 253
 — их вес 251, 256
 — — клеймение 255
 — — типы 251
 Зарплата, методы ее подсчета 346
 Заточка разверток 263
 — сверл 220
 Зернистость круга 279
 Зубила 204
 Измерения 76
 Индикаторы 151
 Инструмент мерительно-повероч-
 ный 140
 — разметочный 158
 Инструментальная сталь 9, 14
 Исправление дефектов сварки 313
 Калибры 140
 Калькуляция 345
 Классификация пластмасс 73
 — сталей 9
 Кернер 164
 — автоматический 165
 — центроискатель 166
 Клейка 248
 Группы 244
 Ключи торцевые 297, 334
 Конические соединения, 112, 115
 Конструкционная сталь 9
 Контрайк 323
 Конусности нормальные 117
 — инструменты для их измерения
 157

Конусы для инструмента 112, 119
 Коррозия 71
 Коэффициент переработки 361
 Крейцмисель 205
 Круги шлифовальные 278
 Кубики разметочные 167
 Кусачки 211
 Латунь 66
 Линейка масштабная 147
 — поверочная 146
 — синусная 154
 Листы алюминиевые, их механи-
 ческие свойства 38
 — — их сортимент 39
 — — их вес 39
 — дуралюминовые 49
 Магний 58
 Максимум, станок 273
 Малка 153
 Марки алюминия 36
 — дуралюмина 43
 — магния 59
 — меди 63
 — электрона 60
 Мартеновская сталь 9
 Материал, подсчет его стоимости
 346
 Меднооловянистые сплавы 70
 Медноцинковые сплавы 66
 Медь 62
 Метр 147
 Метчик 239
 Механические свойства алюминия
 37
 — — дуралюминовых изделий 46
 — — — труб 51
 — — листов, лент и труб алюми-
 ниевых 38
 — — — — медноцинковых 68
 — — — — — 63
 — — магния 59
 — — проволоки стальной 13
 — — сталей закаленных 26

— — — марганцевых 17
 — — — углеродистых 11
 — — — хромансиль 30
 — — — хромистых 18
 — — — хромомолибденовых 27
 — — — хромоникелевых 21
 — — — хромоникельвольфрамо-
 вых 25
 — — — хромоникельмолибдено-
 вых 28
 — — — электроны 61
 Механический слесарь, станок 199
 Микрометр 149
 Миниметр 152
 Молибденовая сталь 26
 Молоток 207
 Мультиплекс, станок 273
 Мушкетер 66

Надрез 198
 Напавление марок алюминия 36
 — — — дуралюмина 48
 — — — стали углеродистой 14
 — — — хромистой 19
 — — — хромовольфрамовой 23
 — — — плиток образцовых и контроль-
 ных 144
 Напильники 186
 — — — их восстановление и уход 198
 Нарезание резьбы 239
 Насадки к сверлилкам 228
 Нивелир 156
 Никелевая сталь 17
 Ножовка 208
 Ножницы вибрационные 212
 — — — ручные 211
 — — — ступовые 212
 Ножус 147
 Норма выработки 353
 — — — ее расчет 356
 Нормализация 76

Оборудование, расчет его количе-
 ства 348
 Обработка абразивами 278

Обрубающие 204
 Общезаводские расходы 346
 Окраска трубопроводов 265
 Операционный метод 291
 Опиливание 186
 — — — станки 199
 Организация производства 340
 — — — рабочего места 369
 — — — слесарных работ 291
 Острогубцы 211
 Отверстия для шпильков 331
 — — — облегчения 185
 — — — под резьбу 246
 — — — точные 236
 Отклонения размеров допустимые
 208
 Отрезывание 208
 Охват сделанной 368
 — — — техническими нормами 368
 Охлаждение при сверлении 234

Паркер станок 274
 Паркеризация 72
 Паронит 75
 Пасты ГОИ 287
 Патроны для варнофлекс 235
 Переработка норм времени 361
 Пила круглая 210
 — — — ленточная 273
 — — — циркулярная 273
 Плазменно-плазменный метод 171
 Плакирование 72
 Пластические массы 73
 Плашки 241
 Плексиглас 73
 Плексиглас 73
 Пленки оксидные 72
 Плитки контрольные 144
 — — — мерные 143
 — — — образцовые 144
 Плиты поверочные 145
 — — — разметочные 145
 Поводка деталей 311
 Подварка трещин 316
 Подготовка к сварке 301

Подкладки 166
 Показатели технического нормирования 360
 Полутопак 66
 Поляризация 72
 Полировальники 288
 Посадки 82
 Поточный метод 291
 Правка листов 213
 — сварных узлов 311
 Предохранитель при рубке 207
 Призма разметочная 167
 Припуски для развертывания 264
 Приработок 362
 Приспособления для сборки и прихватки 273
 Полирование 286
 Проволока стальная 13
 Производственный процесс 343
 Прорезы для шпилек 110
 Профили дуралюминовые 50

Рабочее время, его расчет 349
 — место, его организация 369
 Радиусы изгиба труб 266
 Разбивка на плазе 171
 Развертки 261
 Развертывание отверстий 261
 Размеры под ключ 110
 Разметка 158
 — по шаблонам 171
 Расквашивание 332
 Расстояния между центрами 110
 Расценки, его расчет 354
 Раппель 197
 Режим работы предприятия 349
 Резина 75
 Резьба, ее нарезание 239
 Резьбовые соединения 122
 Резьбы авиационные 126
 — метрические 132
 — основные 124
 Рейсмус 158
 Родонд 73
 Роликовая сварка 301

Рулетка 147
 Ручка напильника 198
 Савельева станок 274
 Сборка разъемных соединений 320
 Сварка, ее виды 300
 Связка крута 279
 Сверла 215
 Сверление 215
 Сверлилки 226
 Сдвоенный клин 167
 Силумин 41
 Синусная линейка 154
 Синусный угольник 152
 Скругления нормальные 76, 80
 Слесарные операции 158
 — работы в самолетостроении 291, 319
 Славянова способ сварки 301
 Снижение себестоимости 347
 Сортамент листов и лент алюминиевых 39
 — — дуралюминовых 49
 — — латунных 64
 — — медных 64
 — лент латунных 65
 — — медных 65
 — труб алюминиевых 40
 — — дуралюминовых 52
 Сплавы алюминиевые 41
 — антифрикционные 71
 меднооловянистые 70
 — медноцинковые 66
 Способы изгибания труб 274
 Средний коэффициент квалификации 364
 Сталь бессемеровская 10
 — быстрорежущая 33
 — ванадиевая 26
 — вольфрамовая 22
 — инструментальная 9, 14
 — конструкционная 9
 — кремнистая 16
 — марганцевая 16
 — мартеновская 9

- молибденовая 26
- никелевая 17
- особото назначения 9
- специальная 9, 16
- томасовская 10
- углеродистая 10
- хромансиль 29
- хромистая 18
- — нержавеющей 31
- хромовольфрамовая 22
- хромомарганцевокремнистая 29
- хромомолибденовая 27
- хромоникелевая 21
- — нержавеющей 32
- хромоникельмолибденовая 28
- Стандартизация 76
- Станки для опилования 199
- Стекло органическое 73
- Твердость круга 279
- узлов после термообработки 311
- Текстолит 73
- Термообработка дуралюмина 44, 48
- заклзлок дуралюминовых 50
- сварных узлов 306
- сталей быстрорежущих 33
- — малолегированных 35
- — углеродистых 15
- — хромистых 20
- — хромовольфрамовых 24
- — хромомолибденовых 27
- — хромоникелевых 22
- — хромоникельвольфрамовых 25
- Техника безопасности 371
- измерений 76
- Техническое нормирование 351
- Технологический процесс 343
- Техпромфинплан 344
- Типы производства 341
- Томасовская сталь 10
- Топлак 66
- Точность, ее классы 87
- микрометра 160
- сверления 215
- шабрения 258
- Точечная сварка 301
- Трехвалка 215
- Трещотка 226
- Трещины закалочные 310
- подварка их 316
- Трубы алюминиевые 38, 40
- дуралюминовые 50
- изгибание их 268
- разрезание их 273
- Трубоагнитоочные станки 273
- Трубопроводы, диаметры 265
- изготовление 265
- окраска 265
- Угломер универсальный 154
- Утольники 152
- Унификация 76
- Уровень 155
- Уткина 213
- Фосфатирование 72
- Химический состав баббитов 71
- — бронз 70
- — латуни 69
- — сплавов алюминиевых 43
- — сталей быстрорежущих 33
- — — малолегированных 34
- — — ванадиевых 26
- — — марганцевых 16
- — — никелевых 17
- — — углеродистых 14
- — — хромансиль 29
- — — хромистых 18
- — — нержавеющей 32
- — — хромовольфрамовых 23
- — — хромоникелевых 21
- — — нержавеющей 32
- — — хромоникельвольфрамо-
вых 25
- — — хромоникельмолибдемо-
вых 28
- Хлопушка 213
- Хозрасчет 344

Целластон 73
Целлон 73
Целлулоид 73
Цеховые расходы 345
Циркуль 163

Чертажка 164
Чувствительность уробня 155

Шабер 258
Шаблоны 143
— их изготовление 174
— — окраска 173
— — типы 172
Шабрение 258
Шайбы 326

Шарикоподшипники 335
Шнурки шлифовальные 285
Шлифование 285
Шпопирование 72
Шпильки 332
Штангенрейсмус 159
Штангенциркуль 147
— разметочный 164
Штихмаос 141
Штучное время 354

Электродуговая сварка 301
Электросталь 9
Электрон 60

Ящики разметочные 167

Редактор В. А. Попов

Л29903 Полп. в печат. 28/III 1943 г. Печ. л. 12 + 1 вкл.
Уч. авт. л. 22,6 Тип. зн. в печ. л. 64300. Цена в пер. 15 р. Зак. № 445/925

18-я типография ОГИЗ. Москва, Денисовский пер., 80.