

ИНСТРУМЕНТАЛЬНО-ЛЕКАЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Н. П. Соболев

ИНСТРУМЕНТАЛЬНО-ЛЕКАЛЬНЫЕ
РАБОТЫ



ТРУДРЕЗЕРВИЗДАТ · 1959

Н. П. СОБОЛЕВ

ИНСТРУМЕНТАЛЬНО- ЛЕКАЛЬНЫЕ РАБОТЫ

ИЗДАНИЕ ТРЕТЬЕ, ПЕРЕРАБОТАННОЕ
И ДОПОЛНЕННОЕ



ВСЕСОЮЗНОЕ
УЧЕБНО ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ТРУДРЕЗЕРВИЗДАТ
Москва 1959

ОТ ИЗДАТЕЛЬСТВА

Книга содержит основные сведения по технологии инструментально-лекальных работ и оборудованию в объеме учебной программы для ремесленных училищ, установленной Главным управлением трудовых резервов при Совете Министров СССР.

Она предназначена в качестве учебника для учащихся ремесленных училищ по профессии слесаря-инструментальщика и может быть использована для подготовки и повышения квалификации рабочих в учебной сети промышленных предприятий.

Все замечания по книге просим направлять по адресу: Москва, Центр, Хохловский пер., 7, Трудрезервиздат.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Машиностроение — основа технического прогресса для всех отраслей народного хозяйства. Внедрение в промышленность новейших достижений науки и техники, способствующих коренному изменению процессов производства, обеспечение первоклассными машинами и оборудованием электрических станций, предприятий черной и цветной металлургии, промышленного и сельского строительства — насущные задачи машиностроения.

Для выполнения этих задач и широкого внедрения техники во все отрасли промышленности и сельского хозяйства нужны кадры высококвалифицированных рабочих, нужна систематическая, организованная подготовка рабочих кадров.

В октябре 1940 г. Президиум Верховного Совета СССР издал Указ о создании государственных трудовых резервов, в котором разъяснялось, что задача дальнейшего расширения нашей промышленности требует постоянного притока новой рабочей силы на шахты, рудники, транспорт, фабрики и заводы.

Согласно этому указу были созданы ремесленные училища и расширены школы ФЗО. С тех пор в ремесленных училищах и школах ФЗО были подготовлены миллионы молодых квалифицированных рабочих. Многолетний опыт по производственному обучению молодежи подтвердил жизненность и необходимость существования государственных трудовых резервов.

В соответствии с решениями сентябрьского Пленума ЦК КПСС 1953 г. сеть ремесленных училищ и школ ФЗО была значительно расширена за счет создания училищ механизации сельского хозяйства.

С 1954 г. развернута новая сеть учебных заведений — технические училища, предназначенные для подготовки высококвалифицированных рабочих. Организованное пополнение рабочих кадров молодежью со средним образованием является свидетельством дальнейшего культурно-технического роста рабочего класса СССР.

Технические училища призваны стать значительным источником пополнения промышленности высококвалифицированными рабочими, обладающими широким общеобразовательным кругозором и специальным профессиональным образованием.

Советское государство, проявляя неустанную заботу о воспи-

тании молодежи, создало все необходимые условия для подготовки высококвалифицированных специалистов.

XXI съезд Коммунистической партии Советского Союза принял целый ряд весьма важных решений о контрольных цифрах развития народного хозяйства СССР на 1959—1965 годы.

Семилетним планом предусмотрено дальнейшее значительное расширение и улучшение подготовки специалистов со средним образованием. XXI съезд обязал все учебные заведения значительно улучшить практическую и научно-теоретическую подготовку специалистов, воспитывать их как активных строителей коммунизма.

В профессиональной подготовке молодежи в учебных заведениях системы трудовых резервов большое место занимает обучение слесарно-лекальным работам, а также навыкам и приемам обращения с инструментом, станками и заводским оборудованием.

Только всесторонние и глубокие знания сложного современного инструментально-станочного оборудования промышленных предприятий, умение правильно и рационально использовать тот или иной вид инструмента, механизма, приспособления позволят молодым специалистам осуществлять дальнейшую механизацию и автоматизацию производственных процессов, изыскивать новые пути совершенствования техники.

Слесарь-инструментальщик-лекальщик, окончивший училище системы трудовых резервов, должен выполнять слесарно-инструментально-лекальные работы 4—5-го разряда в соответствии с установленными техническими требованиями и нормами выработки. Он должен знать общеслесарные операции, уметь обрабатывать и пригонять детали по рабочим чертежам, эскизам, образцам и по месту; уметь пользоваться всеми видами измерительных инструментов, приспособлений и необходимых приборов; применять в своей работе методы и опыт передовых рабочих.

Слесарь-инструментальщик-лекальщик в необходимых случаях должен не только уметь рассчитать технологический процесс обработки деталей, но и хорошо знать назначение и устройство изготавливаемого и ремонтируемого инструмента, станков, приспособлений, применяемых в инструментально-лекальном производстве; уметь читать рабочие чертежи и знать правила их выполнения; применять на практике свои знания в области допусков, пригонки, знать правила техники безопасности.

При прохождении курса «Инструментально-лекальные работы», когда появляется необходимость в изучении вопросов, связанных с разметкой изделий, рубкой металла, правкой и гибкой заготовок, резкой металла, опиливанием заготовок, сверлением, зенкованием, развертыванием, нарезанием резьбы, клепкой, распиливанием, шабрением, лужением, паянием изделий, а также с заливкой подшипников, рекомендуется пользоваться книгой В. И. Коммиссарова «Общий курс слесарного дела», Трудрезервиздат, 1958 г.

1. РАБОЧЕЕ МЕСТО СЛЕСАРЯ-ИНСТРУМЕНТАЛЬЩИКА-ЛЕКАЛЬЩИКА

Определенная часть цеха или мастерской, оборудованная инструментом и вспомогательными механизмами и отведенная одному рабочему для выполнения производственных заданий, называется рабочим местом.

На рис. 1 показано рабочее место — верстак слесаря-инструментальщика-лекальщика.

Верстак имеет два выступа. В левом выступе для проверки на просвет профилей по выработке или контршаблону имеется матовое стекло, освещаемое изнутри электролампой, в правом выступе — притирочная плита, посредине установлены параллельные поворотные тиски.

Между выступами верстака помещается винтовой стул, высоту которого можно регулировать в зависимости от характера работы.

В правой части верстака находится стойка, на которой укреплены лампа для освещения рабочего места, рамка для рабочего чертежа и ящик с вырезами для помещения точного измерительного инструмента.

Рабочий инструмент раскладывается на столе в порядке, необходимом для выполнения заданной работы.

В ящиках выступов верстака хранятся инструменты и приспособления, нужные инструментальщику-лекальщику. В верхние отделения ящиков укладываются мелкие режущие и измерительные инструменты, в нижние — крупные инструменты и приспособления.

Чистота рабочего места и образцовый порядок в инструментальном хозяйстве инструментальщика-лекальщика должны быть основным условием в его работе, так как нельзя добиться точности и правильности выполнения инструментальных и лекальных работ на грязных тисках, грязными измерительными инструментами и приспособлениями.

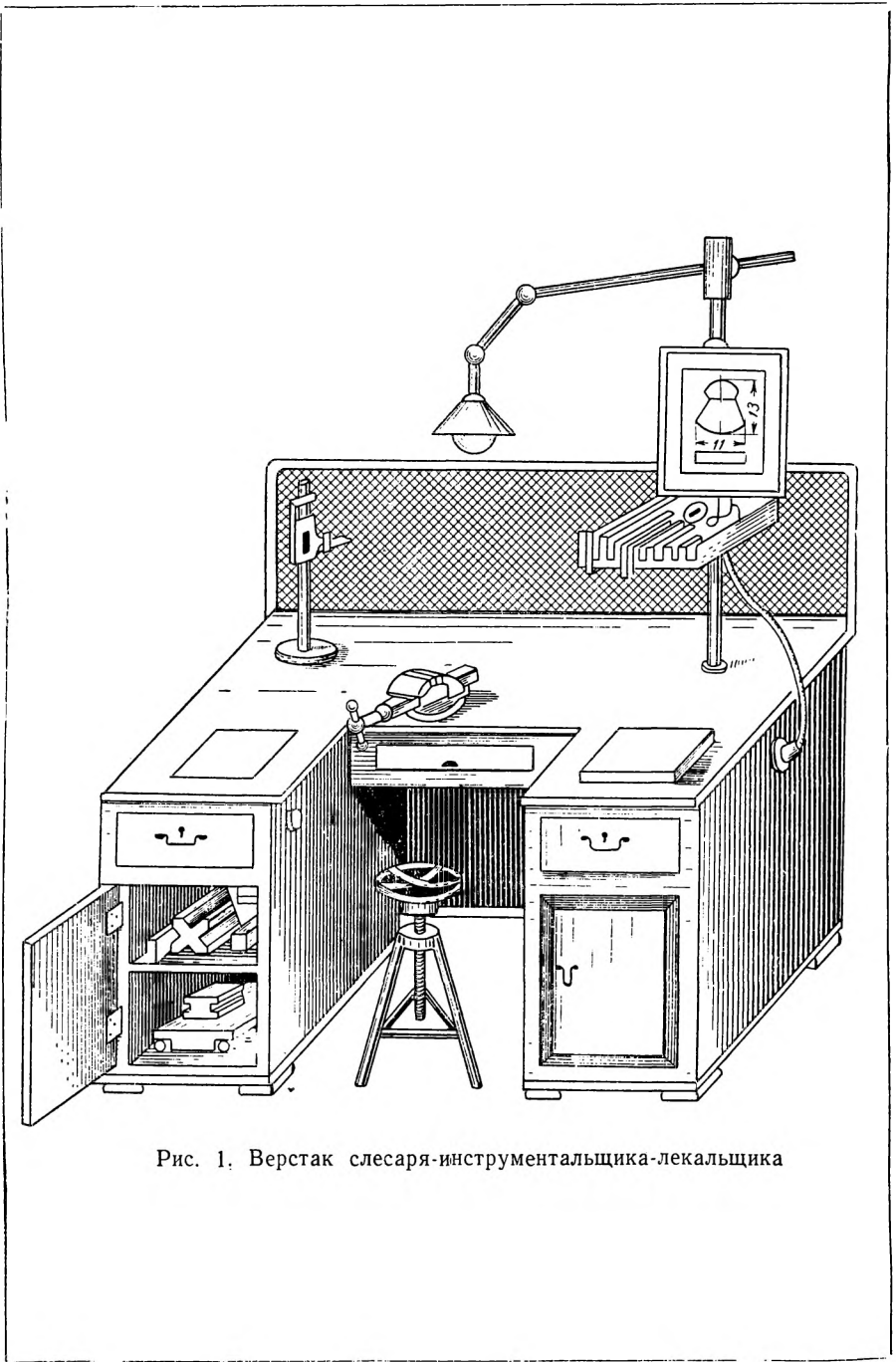


Рис. 1. Верстак слесаря-инструментальщика-лекальщика

Получив задание, инструментальщик-лекальщик должен тщательно продумать последовательность всех операций предстоящей работы и подготовить рабочее место, расположив, как необходимо, чертеж, заготовку, инструменты, приспособления.

После работы инструмент и приспособления надо прочистить, оттереть и, уложив в футляры, убрать в ящики верстака.

2. ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА

Инструментальщику-лекальщику для выполнения тех или иных работ необходимы различные инструменты, значительная часть которых требуется ежедневно, поэтому они должны быть постоянно на рабочем месте в ящиках верстака. Другие же инструменты инструментальщику-лекальщику требуются от случая к случаю, он получает их по мере надобности из инструментальной кладовой.

Инструментальщик-лекальщик должен постоянно иметь на рабочем месте:

- 1) набор драчевых, личных, бархатных напильников и надфилей разных сечений и размеров;
- 2) зубила и крейцмейсели с различной шириной лезвия;
- 3) слесарные молотки легкого и среднего веса и молотки для разметки мелких заготовок;
- 4) ножовку и лобзик с ножовочными полотнами;
- 5) несколько плоских и специальных шаберов;
- 6) разметочную иглу и кернер;
- 7) сметку и щетку для чистки напильников;
- 8) ручные тисочки нескольких размеров;
- 9) струбицы;
- 10) притирочные плитки и направляющие кубики;
- 11) набор абразивных порошков и паст;
- 12) лекальные линейки и угольники;
- 13) измерительную линейку;
- 14) штангенциркули;
- 15) набор микрометров;
- 16) набор универсальных зажимных приспособлений.

Опытные инструментальщики-лекальщики всегда заботятся о наборе своего инструмента: вовремя меняют пришедший в негодность, затачивают изношенный и стараются иметь постоянно полный комплект инструмента.

Верстак инструментальщика-лекальщика должен быть правильно расположен по отношению к естественному дневному свету. Для работы в вечернее время верстак необходимо освещать электрической лампой на шарнирном кронштейне (см. рис. 1).

При дневной работе хорошо иметь на верстаке со стороны окна белый прозрачный экран для равномерного рассеивания света.

Оснащению рабочего места следует уделять должное внимание, так как от этого зависят качество работы и производительность труда.

3. ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА

Рабочее место должно быть правильно и удобно распланировано. Прежде всего надо правильно расположить инструмент, приспособления и пр. в ящиках и на верстаке, так как от этого зависят сохранность инструмента и удобное использование его в работе.

Каждый инструмент должен иметь определенное место. Грубый инструмент необходимо хранить отдельно от инструмента для точной работы, например драчевые напильники — отдельно от бархатных и надфилей, притирочные плитки — отдельно от слесарного инструмента, так как точные поверхности плиток легко испортить этим инструментом. Притирочные материалы должны находиться в отдельном ящике, так как стружка с напильников или грязь с другого инструмента может попасть на них и быть причиной брака.

Начинающему рабочему с первых же дней надо приучить себя к определенному порядку хранения инструмента на верстаке. Приступая к выполнению задания, рабочий должен установить, какой инструмент потребуется ему в процессе работы, и недостающий получить из инструментальной кладовой. Раскладывать инструмент на верстаке следует в определенном порядке: все то, что берется правой рукой (напильники, молотки и пр.), располагается справа от тисков, а то, что берется левой рукой (зубила и пр.), — слева.

Рабочий инструмент, применяемый чаще, надо размещать на передней части верстака, применяемый реже — на задней. Точный инструмент хранится на специальной подставке, на которой укрепляется также рабочий чертеж.

Нельзя загромождать верстак лишним инструментом, так как это мешает работе и ведет к порче последнего. От порядка на рабочем месте и правильного размещения инструмента в значительной степени зависит производительность труда инструментальщика-лекальщика.

По окончании работы весь инструмент, находящийся на верстаке, нужно убрать, поверочную плиту оттереть, смазать и покрыть крышкой, стол верстака и тиски очистить от грязи. Ходовой винт тисков следует раз в неделю смазывать тавотом.

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ

Получив задание, инструментальщик-лекальщик должен прежде всего внимательно прочесть наряд, хорошо ознакомиться с чертежом детали и инструкционной картой, подготовить рабочее место и после этого приступить к работе.

Для обеспечения наибольшей производительности труда при наименьшей утомляемости работу нужно выполнять в определенном ритме, т. е. так, чтобы движения совершались точно через определенные интервалы, с необходимой скоростью, а работа и кратковременный отдых строго чередовались во времени.

Опытные инструментальщики-лекальщики работают быстро и дают продукцию высокого качества, не переутомляясь. Точно так же надо организовать свой труд и начинающему инструментальщику-лекальщику: выполнять работу с таким ритмом и интенсивностью, при которых возможно без переутомления получить требуемое качество продукции и наибольшую производительность.

Существующий технологический процесс необходимо постоянно совершенствовать. Инструментальщик-лекальщик в значительной степени поможет в этом деле технологю, если будет подходить к выполняемой работе вдумчиво и критически, если будет заботиться о том, как выполнить ее проще, лучше, быстрее, если придумает какое-либо приспособление или специальный комбинированный инструмент, чтобы ускорить работу и получить изделия высокой точности.

Многие наши инструментальщики-лекальщики потому и стали передовиками, что критически подошли к существующим технологическим процессам, предложили новые приспособления и инструменты, механизующие трудоемкие процессы и позволяющие выполнять работу в несколько раз быстрее и лучше.

Так же надо подходить к делу и начинающему инструментальщику-лекальщику, чтобы в короткий срок стать передовым производственным работником.

5. КВАЛИФИКАЦИЯ И ТАРИФИКАЦИЯ РАБОЧИХ

В зависимости от сложности все работы в машиностроении согласно тарифно-квалификационному справочнику делятся на восемь разрядов.

Рабочему, умеющему выполнять работы, относящиеся к тому или иному разряду, присваивается соответствующий тарифный разряд. Первый тарифный разряд соответствует самой низкой, а восьмой — самой высокой квалификации рабочих. Инструмен-

талыщики-лекальщики тарифицируются с четвертого по восьмой разряд.

В утвержденной таблице, называемой тарифной сеткой, предусмотрен размер оплаты труда рабочих, имеющих тот или иной разряд. Оплата труда производится на основании тарифного коэффициента, присвоенного каждому разряду и показывающего, во сколько раз размер ставки данного тарифного разряда больше установленного размера ставки для первого разряда.

Например, для инструментальщиков-лекальщиков четвертого разряда тарифный коэффициент равен 1,75, а для восьмого — 3,6, т. е. инструментальщик-лекальщик самого высокого разряда будет иметь размер оплаты труда в 3,6 раза больше, чем рабочий первого разряда.

ТОЧНОСТЬ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ; ДОПУСКИ И ПОСАДКИ; РАБОЧИЕ, ПРИЕМНЫЕ И КОНТРОЛЬНЫЕ КАЛИБРЫ

1. ТОЧНОСТЬ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ

Точность изготовления изделий. Все промышленные изделия изготавливаются определенными инструментами по соответствующим чертежам. На чертежах, как правило, изделия изображаются схематично с указанием размеров: длины, ширины и высоты. Для круглых изделий, кроме длины в чертежах, указывают размеры диаметров, а для пустотелых — все внутренние размеры. При изготовлении деталей выдерживают чертежные размеры более или менее точно, для чего в процессе обработки их постоянно замеряют какими-либо инструментами (кронциркулем, с помощью масштабной линейки, микрометром, шаблонами, калибрами и т. п.).

Все эти инструменты называются измерительными. Выбор и применение того или иного из них зависят от точности изготавливаемого изделия.

Какова бы деталь ни была, сделать ее абсолютно точной невозможно. Размеры ее будут отличаться от размеров на чертеже — они окажутся больше или меньше их. Как говорят, деталь будет сделана с большей или меньшей точностью. Эта точность зависит от точности и жесткости станка, на котором данная деталь обрабатывалась, точности и состояния режущего инструмента, температуры, при которой деталь измерялась, и, наконец, от умения самого работающего.

Чем большую точность и жесткость имеют станок и приспособления, чем точнее и острее режущий инструмент, чем выше квалификация рабочего, тем меньше будет погрешность или неточность в размерах при обработке деталей.

Разница между размерами детали, проставленными на чертеже, и размерами, получающимися при обработке, называется точностью обработки. Величина этой разницы характеризует степень точности обработки детали. Чем меньше эта разни-

ца, тем более высокая степень точности обработки, и наоборот. Например, если калибры диаметром 12,5 мм точить до диаметра 12,4 мм в одном случае и до 12,3 мм в другом, то точность обработки первых будет выше, чем вторых. Разница в размерах, или степень точности обработки, в первом случае 0,1 мм, а во втором 0,2 мм.

В практике современного машиностроения принимаются следующие пределы точности обработки деталей:

Обыкновенная отливка	от 2	до 10	мм
Точная кузнечная ковка и штамповка	» 0,5	» 5	»
Резка ножовкой и ножницами	» 0,5	» 3	»
Рубка зубилом	» 0,25	» 1	»
Холодная штамповка и вырезка	» 0,1	» 1	»
Грубое шлифование	» 0,1	» 1	»
Опиливание драчевым напильником	» 0,1	» 0,5	»
Обработка на станках {	строгальном	» 0,03	» 0,2
	фрезерном	» 0,02	» 0,2
	токарном	» 0,01	» 0,2
Сверление на станках	» 0,02	» 0,2	»
Обработка на револьверных станках	» 0,05	» 0,1	»
Нарезание резьбы плашками	» 0,05	» 0,1	»
Развертывание на станке	» 0,02	» 0,1	»
Опиливание личным напильником	» 0,01	» 0,1	»
Грубое развертывание вручную	» 0,01	» 0,05	»
Точное »	» 0,005	» 0,02	»
» шлифование	» 0,0025	» 0,01	»
» шабрение	» 0,0025	» 0,01	»
Доводка	» 0,001	» 0,0025	»

Назначение и характер работы детали определяют степень точности, с которой должны быть изготовлены детали. Например, детали для оптических и мерительных приборов, а также некоторые режущие инструменты готовятся с более высокой точностью, чем детали для сельскохозяйственных машин, паровозов, вагонов.

Точность измерения изделий. Как бы тщательно при любом мерительном инструменте ни обмерялось изделие, измерить его точно из-за несовершенства мерительных инструментов и самого способа измерения нельзя: всегда получаются размеры, несколько отличающиеся от истинных. Например, если диаметр калибра 12,5 мм замерять кронциркулем с помощью масштабной линейки, то можно получить этот размер равным 13 мм или 12 мм, т. е. больше или меньше истинного размера на 0,5 мм. Ошибку измерения обозначают $\pm 0,5$ мм; знаки плюс и минус показывают, что возможна ошибка как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения от истинного размера.

Разность между действительным размером изделия и полученным при измерении называется точностью измерения, а величина этой разности характеризует степень точности измерения. В нашем примере точность измерения калибра $\pm 0,5$ мм.

Степень точности измерения зависит от точности мерительного инструмента и умения рабочего, производящего измерение.

Если тот же калибр измерять не кронциркулем, а более точным инструментом, например штангенциркулем, то можно получить размеры диаметра 12,6 и 12,4 мм. В данном случае точность измерения уже $\pm 0,1$ мм, т. е. степень точности выше, чем при измерении кронциркулем и масштабной линейкой.

Если же измерение производит малоопытный рабочий, у него могут получиться размеры 12,7 или 12,3 мм; в данном случае точность измерения будет равна $\pm 0,2$ мм, т. е. в два раза ниже предыдущей.

Более точному способу изготовления деталей должен соответствовать и более точный способ измерения.

В зависимости от выбранной степени точности измерения применяется тот или иной мерительный инструмент, который дает соответствующую точность. Для низких степеней точности измерения применяют обыкновенные масштабные линейки, для более высоких — штангенциркули и микрометры, для очень высоких — пластинки, концевые меры длины и весьма точные оптические приборы.

Степень точности измерения различными инструментами, применяемыми в современном машиностроении, может быть принята следующая:

Кронциркуль с масштабной линейкой	$\pm 0,5$	мм
Штангенциркуль } «колумбус»	$\pm 0,15$	»
	$\pm 0,1$	»
	прецизионный	$\pm 0,05$
Микрометр свыше 150 мм	$\pm 0,02$	
» до 150 »	$\pm 0,01$	
Предельные калибры	$\pm 0,01$	
Измерительные машины	$\pm 0,0025$	
Индикатор с циферблатом	$\pm 0,0025$	
Миниметр	$\pm 0,001$	
Концевые меры длины	$\pm 0,0005$	
Оптический индикатор	$\pm 0,0005$	

Таким образом, если, например, измерять длину 50 мм точным штангенциркулем, то в результате измерения можно получить размеры 49,95 и 50,05 мм; следовательно, точность измерения будет $\pm 0,05$ мм.

Указанные точности различных измерительных инструментов даны в том предположении, что инструменты хорошо собраны и дают высшую точность, на какую они рассчитаны. Если же инструменты будут изношены или плохо собраны, это скажется на точности измерений — численные выражения точности могут измениться против табличных в 2—3 раза.

Кроме того, на точность измерения влияет величина измеряемого изделия и мерительного инструмента. Чем больше размеры изделия и инструмента, тем большая погрешность получается при измерении.

Помимо указанных причин, на точность измерения значительно влияет температура, при которой производятся замеры. Как

известно, сталь, железо и другие металлы при нагревании расширяются, увеличиваются по длине, ширине и высоте. Если стальное изделие нагреть на 1° , то каждый метр его длины увеличивается примерно на 0,01 мм, а каждые 100 мм — на 0,001 мм.

Таким образом, штангенциркуль длиной 100 мм при нагревании на 1° увеличится по длине на 0,001 мм, при 10° — на 0,01 мм, при 20° — на 0,02 мм и т. д.

Из этого примера видно, что обычные мерительные инструменты, изготовленные в большинстве случаев из стали, при нагреве от руки могут внести в измерение значительную неточность. Поэтому производить измерения нужно при одной постоянной температуре, которую принимают равной 20°

Необходимо, чтобы при измерении температура изделия и мерительного инструмента была одинакова. При этом условии расширение их будет более или менее одинаковое и точность измерения практически достаточная.

2. ДОПУСКИ И ПОСАДКИ

Размеры номинальные и предельные. При изготовлении изделий по чертежам приходится пользоваться размерами, указанными на чертежах.

Если рядом с размером, поставленным на чертеже, нет никаких обозначений, указывающих на допустимость отклонений от него, то такой размер называется номинальным, или свободным.

При изготовлении изделий по номинальным размерам хотя и допускаются небольшие отклонения от заданных размеров, но эти отклонения неизвестны.

Если же рядом с размером имеются обозначения, указывающие на величину допустимых отклонений в ту или другую сторону от проставленного на чертеже номинального размера, то такие размеры называются предельными.

Действительным размером изделия называется размер, получаемый после изготовления изделия и определяемый непосредственным измерением.

Допуски и отклонения. На рис. 2 показаны валик и втулка, номинальный диаметр которых 25 мм. Наибольший предельный размер вала равен $25+0=25$ мм, а наименьший $25-0,045=24,955$ мм. Наибольший предельный размер отверстия втулки равен $25+0,045=25,045$ мм, а наименьший $25+0=25$ мм. Разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами называется допуском на изготовление изделия. В рассматриваемом примере допуск на размер вала равен $25-24,955=0,045$ мм, а на размер отверстия $25,045-25=0,045$ мм.

Допуски измеряются в микронах. Один микрон равен 0,001 мм и обозначается греческой буквой μ (ми) или *мк*.

Величины 0 мм у вала и $+0,045 \text{ мм}$ у отверстия представляют верхние отклонения и являются разностью между соответствующими наибольшим предельным и номинальным размерами. Величины $-0,045 \text{ мм}$ у вала и 0 мм у отверстия представляют нижние отклонения и являются разностью между соответствующими наименьшим предельным и номинальным разме-

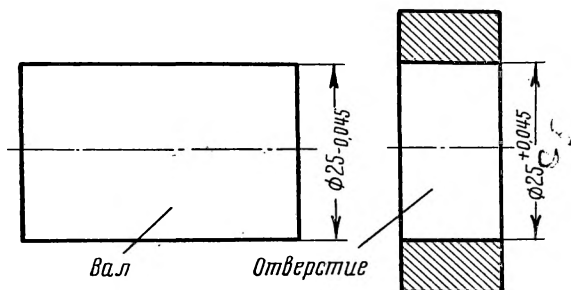


Рис. 2. Валик и втулка с предельными размерами

рами. Если отклонение от номинального размера дано со знаком плюс, оно называется положительным, а со знаком минус — отрицательным

Чем меньше допуск, тем точнее будет обработана деталь и тем выше стоимость ее изготовления. Поэтому там, где нет необходимости обрабатывать изделия с высокой точностью, надо увеличивать размеры допуска, удешевляя тем самым изготовление и уменьшая возможность брака.

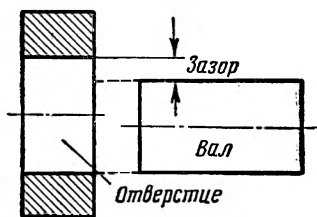


Рис. 3. Отверстие и вал с зазором

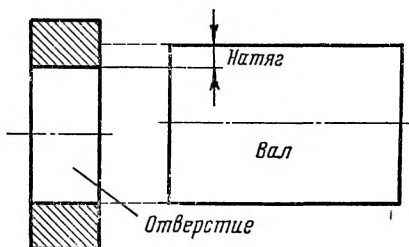


Рис. 4. Отверстие и вал с натягом

Зазор и натяг. При подвижных соединениях, например при вращении вала в подшипнике, между поверхностями отверстия и вала должно быть свободное пространство, т. е. диаметр отверстия должен быть несколько больше диаметра вала.

Разность между диаметрами отверстия и вала (рис. 3) называется зазором.

При неподвижных соединениях, например если на конец вала надета соединительная муфта, диаметр вала должен быть несколько больше диаметра отверстия муфты для того, чтобы муфту можно было запрессовать на конце вала. Разность между диаметрами отверстия муфты и вала (рис. 4) называется натягом.

В зависимости от сопрягаемых размеров изделий и характера соединения будут получаться наибольший и наименьший зазоры, а также наибольший и наименьший натяги.

Допуском зазора или натяга называется разность между величинами наибольшего и наименьшего зазоров или наибольшего и наименьшего натягов. Допуск зазора или натяга равен сумме допусков вала и отверстия.

На рис. 5 даны отверстие и вал с размерами для подвижного соединения.

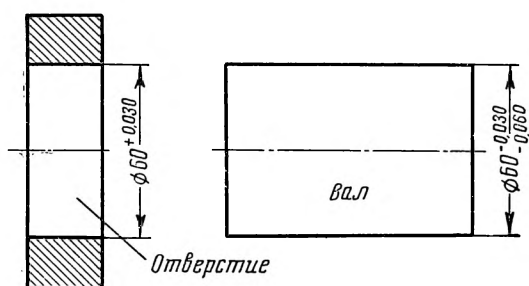


Рис. 5. Размеры отверстия и вала при подвижном соединении

Номинальный размер отверстия и вала 60 мм.

Наибольший диаметр отверстия: $60 + 0,030 = 60,030$ мм.

Наименьший диаметр отверстия: $60 + 0 = 60,0$ мм.

Допуск на обработку отверстия: $60,03 - 60,00 = 0,03$ мм.

Наибольший диаметр вала: $60 - 0,030 = 59,970$ мм = 59,97 мм.

Наименьший диаметр вала: $60 - 0,060 = 59,940$ мм = 59,94 мм.

Допуск на обработку вала: $59,97 - 59,94 = 0,03$ мм.

Наибольший зазор: $60,03 - 59,94 = 0,09$ мм.

Наименьший зазор: $60,00 - 59,97 = 0,03$ мм.

Допуск зазора: $0,09 - 0,03 = 0,06$ мм.

Сумма допусков отверстия и вала: $0,03 + 0,03 = 0,06$ мм, т. е. равна допуску зазора.

На рис. 6 даны отверстие и вал с размерами для неподвижного соединения.

Номинальный размер отверстия и вала 55 мм.

Наибольший диаметр отверстия: $55 + 0,030 = 55,030$ мм = 55,03 мм.

Наименьший диаметр отверстия: $55 + 0 = 55,0$ мм = 55,00 мм.

Допуск на обработку отверстия: $55,03 - 55,00 = 0,03$ мм.

Наибольший диаметр вала: $55 + 0,060 = 55,060$ мм = 55,06 мм.

Наименьший диаметр вала: $55 + 0,045 = 55,045$ мм.

Допуск на обработку вала: $55,06 - 55,045 = 0,015$ мм.

Наибольший натяг: $55,00 - 55,06 = -0,06$ мм.

Наименьший натяг: $55,03 - 55,045 = -0,015$ мм.

Допуск натяга: $0,06 - 0,015 = 0,045$ мм.

Сумма допусков отверстия и вала: $0,03 + 0,015 = 0,045$ мм, т. е. равна допуску натяга.

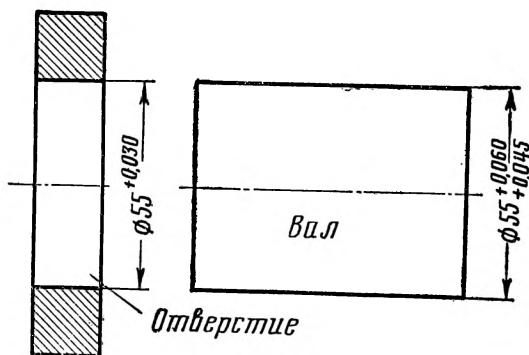


Рис. 6. Размеры отверстия и вала при неподвижном соединении

Системы отверстия и вала. При изготовлении изделий, в зависимости от того, что принимают за основу — отверстие или вал, пользуются допусками или по системе отверстия или по системе вала.

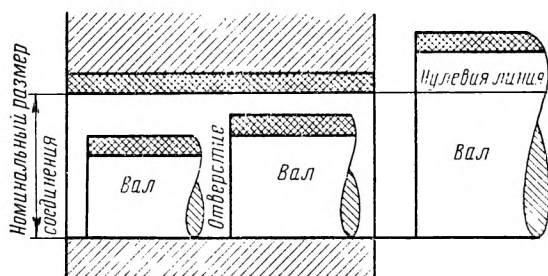


Рис. 7. Схема системы отверстия

При системе отверстия за основу берут диаметр отверстия с постоянным предельным размером (рис: 7) и меняют лишь диаметры вала в зависимости от характера посадки. При этой системе отверстия выполняют одного и того же номинального диаметра с постоянным допуском, причем допуск откладывают вверх, т. е. в сторону увеличения размера отверстия. В системе отверстия номинальный размер является наименьшим предельным размером отверстия.

При системе вала за основу берут диаметр вала с постоянным предельным размером (рис. 8) и меняют лишь диаметры

отверстия в зависимости от характера посадки. При этой системе валы выполняют одного и того же номинального диаметра с постоянным допуском, причем допуск откладывают вниз, т. е. в сторону уменьшения размера вала. В системе вала номинальный размер является наибольшим предельным размером вала.

Система отверстия имеет наибольшее распространение в машиностроении, так как требует значительно меньшего количества режущего и измерительного инструмента, а, кроме того, пригонка вала к отверстию значительно проще и дешевле, чем пригонка отверстия к валу.

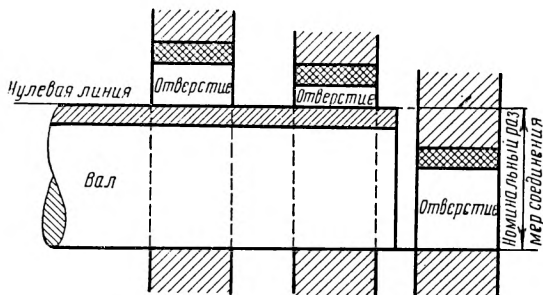


Рис. 8. Схема системы вала

Классы точности. Системы допусков в зависимости от назначения деталей и степени точности, с какой они должны обрабатываться в различных областях машиностроения, делятся на классы точности.

Первый класс точности применяется при обработке особо точных изделий, например измерительных приборов и инструментов. Из-за весьма малых допусков работа по первому классу точности обходится очень дорого.

Второй класс точности является основным и применяется в точном машиностроении для изготовления ответственных деталей металлообрабатывающих станков, автомобильных, авиационных, тракторных двигателей и т. п. Наряду со вторым классом в этих областях машиностроения применяются третий, четвертый, пятый и другие более грубые классы точности для изготовления менее ответственных деталей.

Третий класс точности применяется в тяжелом машиностроении при изготовлении паровых машин, турбин, в паровозостроении и т. п.

Четвертый класс точности применяется там, где допускаются значительные зазоры, например в сельскохозяйственном машиностроении, вагоностроении.

Пятый класс точности применяется в машиностроении при изготовлении неответственных деталей грубых механизмов.

Шестой класс точности еще не установлен.

Седьмой, восьмой и девятый классы точности применяются особенно часто при заготовительных операциях, например отрезке, литье, прокатке, штамповке.

Величины допусков для диаметров деталей от 1 до 500 мм колеблются в следующих пределах:

1-й класс точности от	4 до 35	мк
2-й	6	" 60
3-й	20	" 120
4-й	60	" 380
5-й	120	" 760
7-й	250	" 1550
8-й	400	" 2500
9-й	600	" 3800

Посадки. Посадкой называется вид соединения двух сопряженных деталей. Посадка обеспечивает за счет разности размеров соединяемых деталей в той или иной степени свободу их относительного перемещения или прочность неподвижного крепления.

Все посадки в связи с этим разделяются на две группы: подвижные, обеспечивающие из-за наличия зазоров возможность относительного перемещения какой-либо из соединенных деталей во время их работы, и неподвижные, при которых соединенные детали во время их работы из-за наличия натягов не должны перемещаться одна относительно другой.

При неподвижных посадках усилие, необходимое для сопряжения деталей, зависит от плотности соединения: одни детали соединяются вручную, другие — при помощи пресса и т. д.

Подвижные посадки согласно ОСТ объединяют следующие соединения: 1) скользящее, 2) движения, 3) ходовое, 4) легкоходовое, 5) широкоходовое. Величина зазора в данных посадочных соединениях постепенно увеличивается, начиная от скользящей посадки и кончая широкоходовой.

Неподвижные посадки включают следующие соединения: 1) горячее, 2) прессовое, 3) легкопрессовое, 4) глухое, 5) тугое, 6) напряженное, 7) плотное. Величина натяга в этих соединениях постепенно уменьшается, начиная от горячей посадки и кончая плотной.

Каждую посадку обозначают сокращенно одной или двумя буквами из ее названия.

Неподвижные посадки

Горячая	—ГР
Прессовая	—ПР
Легкопрессовая	—ПЛ
Глухая	—Г
Тугая	—Т
Напряженная	—Н
Плотная	—П

Подвижные посадки

Скользящая	—С ✓
Движения	—Д
Ходовая	—Х
Легкоходовая	—Л
Широкоходовая	—Ш

На чертежах для обозначения посадки пишут сокращенное название посадки и справа внизу добавляют индекс, обозначающий класс посадки, причем для посадок 2-го класса индекс не ставят. Например, скользящая посадка 1, 2 и 3-го классов точности пишется так: С₁ — в 1-м, С — во 2-м, С₃ — в 3-м классе точности.

Горячая посадка применяется для соединения деталей наглухо. Перед сборкой деталь с отверстием нагревают до 500°; при этом деталь расширяется и диаметр ее отверстия увеличивается. Нагретая деталь свободно насаживается на холодную и по остыванию крепко ее охватывает.

Прессовая посадка применяется для жесткого соединения деталей без закрепления их шпонками, шпильками и т. п. Прессовая посадка деталей производится под значительным давлением при помощи пресса. Такое соединение деталей применяют для посадки втулок в подшипники и зубчатые колеса, пальцев в кривошипы и т. п.

Глухая посадка применяется при соединении деталей, которые должны плотно сидеть одна в другой и редко разбираться. Посадка производится с помощью пресса или ударами молотка через прокладку. В местах соединения ставят шпонки и шпильки для предупреждения от провертывания. Такое соединение применяют, например, для посадки втулок в корпуса подшипников, соединительных муфт на концы валов.

Тугая посадка применяется при сборке деталей, которые должны быть прочно соединены и разбираются сравнительно часто. Соединяемые детали предохраняются от провертывания и сдвига шпонками, шпильками и т. п. Сборка и разборка таких соединений производятся со значительными усилиями при помощи съемников. Тугая посадка применяется, например, при установке шкивов и зубчатых колес на валы.

Напряженная посадка применяется при сборке деталей, которые должны быть прочно соединены, но могут быть собраны или разобраны с незначительными усилиями. Напряженная посадка применяется, например, при установке зубчатых колес на шпиндели станков, маховичков и рукояток на валики.

Плотная посадка применяется при соединении деталей, которые могут быть собраны или разобраны вручную или при помощи легких ударов деревянного молотка, например при установке сменных зубчатых колес, съемных маховичков и рукояток на валы.

Скользящая посадка применяется при соединении деталей, которые плотно входят одна в другую и при смазанной поверхности должны легко передвигаться от руки. Скользящую посадку применяют при установке сменных колес на валы, фрез на оправки и т. п.

Посадка движения применяется для соединения деталей, когда между ними требуется небольшой зазор, например

при постановке передвижных зубчатых колес и сцепных муфт на валы.

Ходовая посадка применяется при соединении деталей, которые должны перемещаться одна в другой с заметными зазорами, например валы переборов, ползуны в направляющих.

Легкоходовая посадка применяется при соединении деталей, которые должны перемещаться одна в другой со значительным зазором, например холостые шкивы на валах.

Широкоходовая посадка применяется для соединения деталей, между которыми требуется сохранить большие зазоры, например валы в подшипниках трансмиссий, холостые шкивы на валах контрприводов.

О величине натягов и зазоров для гладких валов и отверстий с размерами от 1 до 500 мм можно судить на основании следующих данных (ОСТ 1021—1025):

Н а т я г и		
1-й класс точности	от 2 до	+ 65 мк
2-й " "	" " 3 "	+ 80
З а з о р ы		
1-й класс точности	от 0 до	80 мк
2-й " "	" " 0 "	405
3-й " "	" " 0 "	560
4-й " "	" " 0 "	1480
5-й " "	" " 0 "	1860 "

Чистота и качество обработанной поверхности. При механической обработке поверхность детали не получается идеально ровной и гладкой; на ней всегда остаются следы от режущего инструмента, образующие более или менее значительные неровности (шероховатости) в виде впадин и гребешков различной формы и размеров. Степень чистоты поверхности может быть разной. Для оценки чистоты поверхности приняты определенные показатели, обозначаемые $H_{ск}$ и $H_{ср}$, которые характеризуют величину так называемых микронеровностей, т. е. очень малых по высоте или глубине неровностей, не различимых простым глазом. Оба показателя поэтому даются в микронах — тысячных долях миллиметра.

$H_{ск}$ — среднее квадратичное отклонение микронеровностей (определяется прибором, который называется профилометром).

$H_{ср}$ — средняя высота микронеровностей (определяется как среднее арифметическое высот микронеровностей от гребня до дна впадины).

В соответствии с этими показателями ГОСТ 2789—51 предусматривает 14 классов чистоты поверхности, а внутри классов разряды.

Чистота поверхности обозначается следующими значками:

▽ — грубая со следами обдирки драчевым напильником или следами грубой станочной обработки — точения, сверления, строгания, фрезерования и пр.;

▽▽ — получистая с малозаметными следами обработки личным напильником, развертыванием, а также получистовым точением, строганием, фрезерованием и пр.;

▽▽▽ — чистая, полученная чистовым опилением бархатными напильниками (крупных номеров), шабрением, развертыванием или обработкой на станках — шлифованием, развертыванием, протягиванием;

▽▽▽▽ — весьма чистая, полученная опилением бархатными напильниками (очень мелких номеров) с маслом и мелом или обработанная притиркой либо доводкой (ручной или на станках).

В табл. 1 и 2 приведены классы и разряды чистоты поверхности по ГОСТ 2789—51.

В случае необходимости разрешается к обозначению чистоты добавлять указание о способе ее получения, например: ▽▽ 5 опиление; ▽▽▽ 9 развертывание.

Таблица 1

Классы чистоты поверхностей

Класс	Обозначение	$H_{ск}$ в мк	$H_{ср}$ в мк
1	▽ 1	—	Св. 125 до 200 63 125 40 63
2	▽▽ 2	—	
3	▽▽▽ 3	—	
4	▽▽ 4	—	Св. 20 до 40 — —
5	▽▽▽ 5	Св. 3,2 до 6,3	
6	▽▽▽▽ 6	1,6 3,2	
7	▽▽▽▽ 7	Св. 0,8 до 1,6	—
8	▽▽▽▽▽ 8	0,4 " 0,8	—
9	▽▽▽▽▽▽ 9	0,2 " 0,4	—
10	▽▽▽▽▽ 10	Св. 0,1 до 0,2	—
11	▽▽▽▽▽▽ 11	0,05 0,1	—
12	▽▽▽▽▽▽▽ 12	0,025 0,05	—
13	▽▽▽▽▽▽▽▽ 13	—	Св. 0,06 до 0,12 До 0,06
14	▽▽▽▽▽▽▽▽▽ 14	—	

Таблица 2

Разряды чистоты поверхностей

Разряд	Обозначение	$H_{ск}$ в мк	$H_{ср}$ в мк
6а	▽▽▽6а	Св. 2,5 до 3,2	—
6б	▽▽▽6б	2 2,5	—
6в	▽▽▽6в	1,6 2	—

Разряд	Обозначение	$H_{СК}$ в мк	$H_{СР}$ в мк
7а	▽▽▽▽ 7а	Св. 1,25 до 1,6	—
7б	▽▽▽▽ 7б	" 1 " 1,25	—
7в	▽▽▽▽ 7в	" 0,8 " 1	—
8а	▽▽▽▽ 8а	Св. 0,63 до 0,8	—
8б	▽▽▽▽ 8б	" 0,5 " 0,63	—
8в	▽▽▽▽ 8в	" 0,4 " 0,5	—
9а	▽▽▽▽ 9а	Св. 0,32 до 0,4	—
9б	▽▽▽▽ 9б	" 0,25 " 0,32	—
9в	▽▽▽▽ 9в	" 0,2 " 0,25	—
10а	▽▽▽▽▽ 10а	Св. 0,16 до 0,2	—
10б	▽▽▽▽▽ 10б	" 0,125 " 0,16	—
10в	▽▽▽▽▽ 10в	" 0,1 " 0,125	—
11а	▽▽▽▽▽ 11а	Св. 0,08 до 0,1	—
11б	▽▽▽▽▽ 11б	" 0,063 " 0,08	—
11в	▽▽▽▽▽ 11в	" 0,05 " 0,063	—
12а	▽▽▽▽▽ 12а	Св. 0,04 до 0,05	—
12б	▽▽▽▽▽ 12б	" 0,032 " 0,04	—
12в	▽▽▽▽▽ 12в	" 0,025 " 0,032	—
13а	▽▽▽▽▽ 13а	—	Св. 0,1 до 0,12
13б	▽▽▽▽▽ 13б	—	0,08 " 0,1
13в	▽▽▽▽▽ 13в	—	" 0,06 " 0,08
14а	▽▽▽▽▽ 14а	—	Св. 0,03 до 0,06
14б	▽▽▽▽▽ 14б	—	До 0,03

Для того чтобы отнести ту или иную поверхность изделия 1 к определенному классу чистоты, достаточно сравнить ее (рис. 9, а) с образцами-эталоны чистоты 2 поверхности, изготовленными в соответствии с классами чистоты поверхностей (табл. 1).

Поверхность изделия сравнивается в цеховых условиях с поверхностью эталонов чистоты или с помощью невооруженного глаза, или же более точно посредством сравнительного микроскопа. На рис. 9, б показана оптическая схема одного из сравнительных микроскопов. Изделие 5 и эталон чистоты 3 располагаются на соответствующих предметных столиках. За состоянием их поверхности можно наблюдать в окуляр 4 сравнительного микроскопа. Изображения поверхностей изделия и эталона расположатся в поле зрения микроскопа так, как это показано на рис. 9, в. При таком расположении возможно судить, какая из поверхностей чище. Меняя эталоны чистоты, добиваются такого

положения, при котором изображения сравниваемых поверхностей будут одинаковы или почти одинаковы. Таким образом можно установить класс чистоты проверяемой поверхности.

При общем увеличении сравнительного микроскопа 70^x , т. е. если микроскоп увеличивает изображение в 70 раз, можно уверенно различать чистоту поверхности до 9—10-го класса ГОСТ 2789—51.

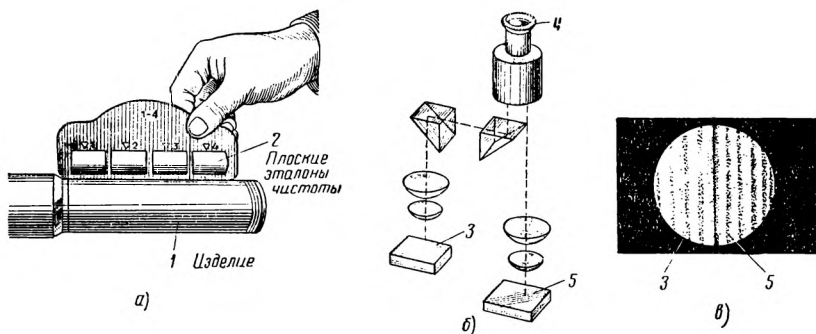


Рис. 9. Определение класса чистоты поверхности с помощью эталонов (а), оптическая схема микроскопа (б), изображение поверхностей изделия и эталона в поле зрения микроскопа (в)

Для более точного определения чистоты поверхности применяют специальные измерительные приборы: профилографы, профилометры, микроинтерферометры, с помощью которых чистота поверхности измеряется до 14-го класса включительно.

3. РАБОЧИЕ, ПРИЕМНЫЕ И КОНТРОЛЬНЫЕ КАЛИБРЫ

Общие сведения о калибрах. Рабочими калибрами называют калибры, которыми постоянно пользуются рабочие для проверки изготавливаемых ими изделий.

Рабочий при изготовлении деталей во избежание брака должен пользоваться новыми калибрами.

Приемными калибрами называют калибры, которыми пользуется цеховой или заводской контролер для проверки изготовленных изделий.

В качестве приемных калибров используются изношенные до известных пределов рабочие калибры.

Контрольными калибрами называют калибры, которыми пользуются для контроля калибров в процессе их эксплуатации.

На рис. 10 даны схемы расположения допусков на рабочие и приемные калибры, а также показана маркировка этих калибров.

Для рабочих и приемных калибров-пробок, которыми проверяется отверстие у изделия, допуски располагаются в плюс от номинальных размеров калибров. Проходная сторона рабочего калибра делается несколько больше, чем наименьший размер от-

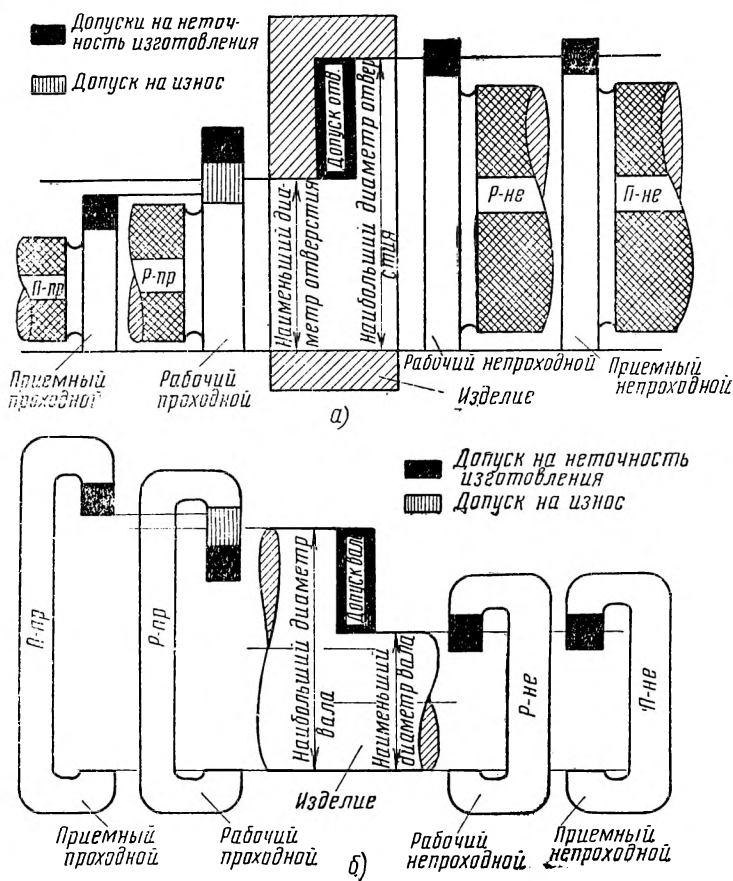


Рис. 10. Схема расположения допусков:

а — на рабочие и приемные калибры-пробки, б — на рабочие и приемные калибры-скобы

верстия, что увеличивает долговечность калибра при наименьшем отклонении его от номинального размера. Проходная сторона на приемного калибра не имеет допуска на износ, так как калибр свободно проходит в минимальное отверстие изделия. Для рабочего и приемного непроходных калибров допуски на износ также не устанавливаются, так как калибры не входят в отверстие изделия во время проверки и потому не изнашиваются.

У калибров-скоб, которыми проверяются валы, допуски полагаются в минус от номинальных размеров калибров. Проходная сторона рабочего калибра делается несколько меньше, чем наибольший проверяемый размер вала, что увеличивает также долговечность калибров при наименьшем их отклонении от номинальных размеров. Проходная сторона рабочего калибра имеет допуск на износ, так как калибр проходит недостаточно свободно через вал. Проходная же сторона приемного калибра, а также непроходные стороны рабочего и приемного калибров не имеют допусков на износ, так как совсем не проходят через вал и потому не изнашиваются.

Контрольные калибры-пробки К-рп и К-не при проверке калибров-скоб должны входить или проходить в слегка смазанном состоянии под действием собственного веса. Контрольные калибры-пробки К-И не должны входить в калибры-скобы. Если контрольный калибр-пробка входит в скобу, последняя считается изношенной.

Контрольные калибры-скобы К-И не должны проходить при измерении калибров-пробок. Если контрольный калибр-скоба проходит, пробка считается изношенной.

Рабочие калибры. При подсчете предельных размеров рабочих калибров придерживаются того же порядка, как и при определении предельных размеров изделия, соответствующих посадкам существующих классов точности. Для этого приняты следующие понятия о номинальном размере проходной и непроходной сторон калибров.

Номинальным размером проходной стороны калибра-скобы считают максимальный предельный размер вала, а непроходной стороны — минимальный предельный размер вала.

Номинальным размером проходной стороны калибра-пробки считают минимальный предельный размер отверстия, а непроходной стороны — максимальный предельный размер отверстия.

Умея находить предельные размеры изделий, а значит, и номинальные размеры проходной и непроходной сторон калибров, легко определить и предельные размеры рабочих калибров.

Рассмотрим несколько примеров.

Пример 1. Определить номинальные размеры проходной и непроходной сторон скобы для вала диаметром 60 мм, изготавливаемого по 1-му классу точности и системе отверстия для напряженной посадки.

Из таблицы ОСТ 1011 для вала диаметром 60 мм берем отклонения вала: верхнее +16 мк, нижнее +3 мк. Максимальный предельный размер вала будет: $60 + 0,016 = 60,016$ мм, минимальный предельный размер вала: $60 + 0,003 = 60,003$ мм.

Следовательно, номинальный размер проходной стороны скобы будет 60,016 мм, непроходной — 60,003 мм.

Пример 2. Определить предельные размеры проходной и непроходной сторон скобы для вала диаметром 60 мм, изготавливаемого по 1-му классу точности и системе отверстия для напряженной посадки.

Из таблицы ОСТ 1202 для вала диаметром 60 мм для проходной стороны скобы имеем отклонения: верхнее —0,5 мк, нижнее —3,5 мк. Так как номинальный размер проходной стороны скобы равен 60,016 мм, что было определено в предыдущем примере, то предельные размеры проходной стороны скобы будут: максимальный 60,016—0,0005=60,0155 мм и минимальный 60,016—0,0035=60,0125 мм.

Таким образом, размер проходной стороны скобы можно представить так:

$$60,016 \begin{matrix} -0,0005 \\ -0,0035 \end{matrix}$$

Из той же таблицы ОСТ 1202 для вала диаметром 60 мм для непроходной стороны скобы имеем отклонения: верхнее +1,5 мк, нижнее —1,5 мк.

Так как номинальный размер непроходной стороны скобы равен 60,003 мм, что определено в первом примере, то предельные размеры непроходной стороны скобы будут: максимальный 60,003+0,0015=60,0045 мм и минимальный 60,003—0,0015=60,0015 мм.

Таким образом, размер непроходной стороны скобы можно представить так:

$$60,003 \begin{matrix} +0,0015 \\ -0,0015 \end{matrix}$$

Рабочий калибр, а вместе с ним и изделие считаются годными до тех пор, пока размеры калибра не выйдут за пределы установленного износа. Величина допустимого износа располагается обычно симметрично по обе стороны номинального размера калибра, но может быть расположена и несимметрично, так как это зависит от класса точности и особенности каждой посадки. Допуск на износ располагается в сторону, противоположную допуску на изготовление.

Рассмотрим на примере определение предельного размера максимально изношенного калибра.

Пример 3. Определить размеры проходной стороны максимально изношенной скобы для вала диаметром 60 мм, изготавливаемого по 1-му классу точности и системе отверстия для напряженной посадки.

Из таблицы ОСТ 1202 для вала диаметром 60 мм имеем предельное отклонение +2 мк. Предельный размер максимально изношенной проходной скобы будет: 60,016+0,002=60,018 мм. Минимальный гарантированный износ будет: 60,018—60,0155=0,0025 мм=2,5 мк.

Предельные размеры калибра-пробки определяются аналогично рассмотренным в примерах предельным размерам калибра-скобы. Для непроходной стороны калибров износ ОСТ не предусмотрен.

Приемные калибры. Размеры приемных калибров определяют так же, как и рабочих калибров, исходя из номинальных размеров проходной и непроходной сторон калибра.

Для уяснения правил подсчета размеров приемных калибров рассмотрим несколько примеров.

Пример 1. Определить предельные размеры проходной и непроходной сторон приемной скобы для вала диаметром 60 мм, изготавливаемого по 1-му классу точности и системе отверстия для напряженной посадки.

На основании таблицы ОСТ 1011 имеем: максимальный предельный размер вала 60,016 мм, минимальный 60,003 мм, номинальный размер проходной стороны скобы будет 60,016 мм, непроходной 60,003 мм.

Из таблицы ОСТ 1207 для вала диаметром 60 мм имеем для проходной стороны скобы отклонения: верхнее +4,5 мк, нижнее +1,5 мк.

Так как номинальный размер проходной стороны скобы 60,016 мм, максимальный предельный размер проходной стороны скобы будет: 60,016 + 0,0045 = 60,0205 мм, минимальный: 60,016 + 0,0015 = 60,0175 мм. Таким образом, размер проходной стороны приемной скобы можно представить так:

$$60,016 \begin{matrix} +0,0045 \\ +0,0015 \end{matrix}$$

Из той же таблицы ОСТ 1207 для вала диаметром 60 мм имеем для непроходной стороны приемной скобы отклонения: верхнее +1,5 мк, нижнее -1,5 мк.

Так как номинальный размер непроходной стороны приемной скобы равен 60,003 мм, максимальный предельный размер непроходной стороны скобы будет: 60,003 + 0,0015 = 60,0045 мм, минимальный: 60,003 - 0,0015 = 60,0015 мм. Таким образом, размер непроходной стороны скобы можно представить так:

$$60,003 \begin{matrix} +0,0015 \\ -0,0015 \end{matrix}$$

Пример 2. Определить предельные размеры проходной и непроходной сторон приемной пробки для отверстия диаметром 60 мм, изготавливаемого по 5-му классу точности и системе вала для скользящей посадки.

Из таблицы ОСТ 1025 для отверстия диаметром 60 мм берем отклонения: верхнее +800 мк, нижнее 0 мк. Максимальный предельный размер отверстия будет: 60 + 0,800 = 60,800 мм, минимальный: 60 + 0,000 = 60,000 мм. Номинальный размер проходной стороны приемной пробки будет 60,000 мм, непроходной 60,800 мм.

Из таблицы ОСТ 1219 для отверстий диаметром 60 мм имеем для проходной стороны пробки отклонения: верхнее 0 мк, нижнее -19 мк.

Так как номинальный размер проходной стороны приемной пробки равен 60,000 мм, максимальный предельный размер проходной стороны пробки будет: 60,000 + 0,000 = 60,000 мм, минимальный: 60,000 - 0,019 = 59,981 мм. Таким образом, размер проходной стороны приемной пробки можно представить так:

$$60 \begin{matrix} +0,000 \\ -0,019 \end{matrix}$$

Из той же таблицы ОСТ 1219 для отверстия диаметром 60 мм имеем для непроходной стороны приемной пробки отклонения: верхнее +15 мк, нижнее -15 мк.

Так как номинальный размер непроходной стороны приемной пробки равен 60,800 мм, предельные размеры непроходной стороны пробки будут: максимальный 60,800 + 0,015 = 60,815 мм, минимальный 60,800 - 0,015 = 60,785 мм. Таким образом, размер непроходной стороны пробки можно представить так:

$$60,800 \begin{matrix} +0,015 \\ -0,015 \end{matrix}$$

Контрольные калибры. Размеры контрольных калибров определяют так же, как и рабочих калибров, исходя из номинальных размеров их проходной и непроходной сторон.

Для уяснения правил подсчета размеров контрольных калибров рассмотрим несколько примеров.

Пример 1. Определить предельные размеры контрольного калибра К-рп к рабочему калибру для вала диаметром 60 мм, изготовляемого по 2-му классу точности и системе отверстия для напряженной посадки.

По таблице ОСТ 1011 номинальный размер проходной стороны рабочей скобы равен 60,016 мм.

Из таблицы ОСТ 1213 для вала диаметром 60 мм имеем для К-рп отклонения: верхнее — 6 мк, нижнее — 9 мк.

Максимальный размер К-рп будет: $60,016 - 0,006 = 60,010$ мм, минимальный: $60,016 - 0,009 = 60,007$ мм, т. е. размер калибра К-рп можно представить так:

$$60,016 \begin{matrix} -0,006 \\ -0,009 \end{matrix}$$

Пример 2. Определить предельные размеры контрольного калибра К-И к рабочему калибру для вала диаметром 60 мм, изготовляемого по 2-му классу точности и системе отверстия для напряженной посадки.

По таблице ОСТ 1011 номинальный размер проходной стороны рабочей скобы равняется 60,016 мм.

Из таблицы ОСТ 1213 для вала диаметром 60 мм имеем для К-И отклонения: верхнее 3 мк, нижнее 0.

Максимальный размер К-И будет: $60,016 + 0,003 = 60,019$ мм; минимальный: $60,016 + 0,000 = 60,016$ мм, т. е. размер калибра К-И можно представить так:

$$60,016 \begin{matrix} +0,003 \\ +0,000 \end{matrix}$$

Пример 3. Определить предельные размеры контрольного калибра К-не к рабочему калибру для вала диаметром 60 мм, изготовляемого по 2-му классу точности и системе отверстия для напряженной посадки.

На основании таблицы ОСТ 1011 номинальный размер непроходной стороны рабочей скобы 60,000 мм.

Из таблицы ОСТ 1213 для вала диаметром 60 мм для К-не имеем отклонения: верхнее — 2 мк, нижнее — 5 мк.

Максимальный размер К-не будет: $60,003 - 0,002 = 60,001$ мм, минимальный: $60,003 - 0,005 = 59,998$ мм, т. е. размер калибра К-не можно представить так:

$$60,003 \begin{matrix} -0,002 \\ -0,005 \end{matrix}$$

Пример 4. Определить предельные размеры контрольного калибра К-рп к рабочему калибру для отверстия диаметром 60 мм, изготовляемого по 4-му классу точности и системе вала для ходовой посадки.

На основании таблицы ОСТ 1024 номинальный размер проходной стороны рабочего калибра будет: $60 + 0,100 = 60,100$ мм.

Из таблицы ОСТ 1220 для отверстия диаметром 60 мм имеем для К-рп отклонения: верхнее +3,5 мк, нижнее — 5 мк.

Максимальный размер К-рп будет: $60,100 + 0,0035 = 60,1035$ мм, минимальный: $60,100 - 0,005 = 60,095$ мм, т. е. размер калибра К-рп можно представить так:

$$60,100 \begin{matrix} +0,0035 \\ -0,005 \end{matrix}$$

ИНСТРУМЕНТЫ И ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ РАЗМЕРОВ И ТВЕРДОСТИ ИЗДЕЛИЙ

1. КЛАССИФИКАЦИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ И ПРИБОРОВ

Инструментальдику-лекальщику приходится работать с различным измерительным инструментом, устройство и приемы пользования которым он должен хорошо знать.

Измерительные и поверочные инструменты и приборы в зависимости от назначения делятся на группы: 1) для измерений диаметров и линейных измерений, 2) для проверки плоскостей, 3) для проверки углов и конусов, 4) для измерения резьбы и 5) для измерения и проверки зубчатых колес.

В зависимости от способа измерения эти инструменты и приборы могут быть: масштабные, концевые, поверочные, угломерные, индикаторные, оптические.

2. МАСШТАБНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

Масштабный инструмент для измерения имеет штрихи, расстояния между которыми обычно выражены в миллиметрах или их долях. Этим инструментом можно производить измерения изделий различных размеров, поэтому такой инструмент относят к категории многомерного.

Многомерным инструментом считаются: измерительные линейки, штангенциркули, штангенглубиномеры и микрометрические глубиномеры, микрометры, штихмасы с микрометрическими винтами.

Штангенциркуль с нониусом (рис. 11) служит для измерения внешних и внутренних размеров изделий.

Штангенциркуль с нониусом состоит из штанги 5 с губками 1 и 12, рамки 9 с губками 2 и 11, винта 3, движка 6 с микрометрическим винтом 7, гайкой 8 и винтом 4.

Движок может быть установлен в любом месте на штанге и закреплен винтом 4.

Микрометрическая подача рамки осуществляется винтом 7 и гайкой 8. После установки на размер рамку закрепляют винтом 3.

В рамке 9 имеется вырез, в котором закреплена шкала 10 с делениями, называемая нониусом.

Размер A при сдвинутых губках имеет допуск от $\pm 0,01$ до $\pm 0,03$ мм, в зависимости от точности отсчета по нониусу.

При сдвигании губок до полного соприкосновения их измерительных поверхностей нулевые штрихи шкал нониуса и штанги должны совпадать, причем допускается просвет от 0,003 до 0,006 мм в зависимости от точности нониуса.

Если шкала штанги имеет деления в 1 мм, а десять делений нониуса равны девяти делениям штанги (рис. 12), т. е. 9 мм, то каждое деление нониуса равно 0,9 мм, а разность между одним делением штанги и нониуса равна 0,1 мм.

Первый нулевой штрих нониуса при плотно сдвинутых губках должен совпадать с нулевым штрихом штанги и будет показы-

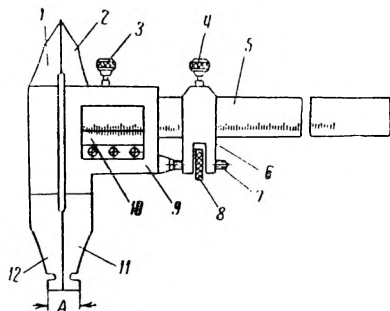


Рис. 11. Штангенциркуль с нониусом

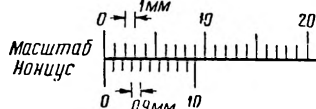


Рис. 12. Деления масштабной линейки и нониуса при сомкнутых губках штангенциркуля

вать при измерении, какое число миллиметров действительно имеет измеряемая длина, доли же миллиметра должны отсчитываться с помощью делений нониуса. Так как одно деление нониуса равно 0,9 мм, то расстояние между первым штрихом штанги и первым штрихом нониуса равно разности:

$$1 \text{ мм} - 0,9 \text{ мм} = 0,1 \text{ мм},$$

расстояние между вторым штрихом штанги и вторым штрихом нониуса равно разности:

$$2 - (0,9 \times 2) = 2 - 1,8 = 0,2 \text{ мм и т. д.}$$

Если сдвинуть рамку с нониусом влево так, чтобы первый штрих нониуса совместился с первым штрихом штанги, полученный размер будет равен: $1 \text{ мм} - 0,9 \text{ мм} = 0,1 \text{ мм}$. Если же сдвинуть рамку так, чтобы, например, пятый штрих нониуса совпал с пятым штрихом штанги, размер будет:

$$5 - (0,9 \times 5) = 5 - 4,5 = 0,5 \text{ мм.}$$

Таким образом, если какой-либо из штрихов нониуса совпадет с одним из первых десяти штрихов штанги, расстояние между

нулевыми штрихами штанги и нониуса будет равно стольким десятым долям миллиметра, сколько будет отсчитано делений от нулевого штриха нониуса до штриха, совпадающего со штрихом штанги. Предположим, что девятый штрих нониуса совпадает с девятым штрихом штанги, тогда расстояние между нулевыми штрихами будет равно 0,9 мм.

Правило отсчета десятых долей миллиметра посредством нониуса остается в силе, если нуль нониуса расположится между двумя какими угодно делениями штанги. Если нуль нониуса станет между 40 и 41-м делениями штанги, а шестое деление нониуса совместится с 46-м делением штанги, расстояние между 40-м делением штанги и нулем нониуса будет равно:

$$6 - (0,9 \times 6) = 6 - 5,4 = 0,6 \text{ мм.}$$

Полный размер изделия будет:

$$40 + 0,6 = 40,6 \text{ мм.}$$

Если нуль нониуса расположится между 25 и 26-м делениями штанги, а второе деление нониуса совпадет с 27-м делением штанги, расстояние между 25-м делением и нулем нониуса будет равно:

$$2 - (0,9 \times 2) = 2 - 1,8 = 0,2 \text{ мм,}$$

а размер изделия:

$$25 + 0,2 = 25,2 \text{ мм.}$$

Точность измерения штангенциркулем равна частному от деления величины одного деления штанги на число делений нониуса.

В данном случае точность штангенциркуля равна:

$$\frac{1}{10} = 0,1 \text{ мм.}$$

Если требуется измерять с точностью до $\frac{1}{50}$ или $\frac{1}{100}$ мм, пользуются штангенциркулями, у которых нониусы разделены соответственно на 50 или 100 равных частей и все деления нониуса в сумме равны: в первом случае 49 мм, во втором 99 мм.

Поэтому одно деление первого нониуса будет равно $\frac{49}{50}$ мм, а второго $\frac{99}{100}$ мм.

Разность между одним делением штанги и одним делением нониуса равна в первом случае

$$1 - \frac{49}{50} = \frac{1}{50} = 0,02 \text{ мм,}$$

во втором

$$1 - \frac{99}{100} = \frac{1}{100} = 0,01 \text{ мм.}$$

Отсчет дробных долей миллиметра производится так же, как и в предыдущем случае.

Предположим, нониус разделен на 50 частей и при измерении изделия нуль нониуса станет между 45 и 46-м делениями штанги, а 30-е деление нониуса совместится с одним из делений штанги, тогда длина изделия будет:

$$45 + (0,02 \times 30) = 45 + 0,60 = 45,6 \text{ мм.}$$

Если нониус будет разделен на 100 частей и нуль нониуса расположится между 125 и 126-м делениями штанги, а 27-е деление нониуса совпадет с одним из делений штанги, длина изделия будет:

$$125 + (0,01 \times 27) = 125,27 \text{ мм.}$$

При измерении расстояний между внутренними поверхностями изделий и диаметров отверстий надо к размеру, полученному при помощи нониуса штангенциркуля, прибавить еще ширину сдвинутых его губок — сумма дает диаметр измеряемого отверстия. Ширина обеих ножек чаще всего равна 5 или 10 мм.

Штангенциркули изготавливают для измерений до 100, 125, 150, 200, 300, 400, 500, 600, 800 и 1000 мм с точностью отсчета по нониусу 0,1; 0,05 и 0,02 мм.

Штрихи на штанге и нониусе делают шириной от 0,08 до 0,2 мм. Мертвый ход микрометрического винта допускается не более $\frac{1}{4}$ оборота.

Штангенглубиномер с нониусом (рис. 13) служит для измерения глубины в уступах, пазах и отверстиях. Он изготавливается для измерения размеров до 100, 125, 150, 200, 250, 300, 400 и 500 мм с величиной отсчета по нониусу 0,1; 0,05 и 0,02 мм. Отсчет на нем производится так же, как на штангенциркуле.

Микрометр (рис. 14) служит для точного измерения длин, толщин и наружных диаметров изделий. Он имеет следующее устройство.

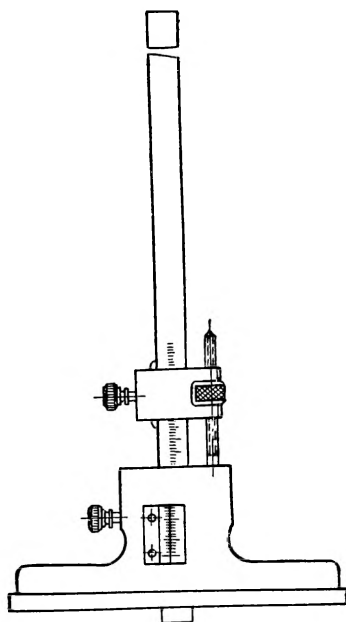


Рис. 13. Штангенглубиномер с нониусом

Стальная скоба 1 снабжена стеблем 7, внутрь которого вставлена втулка 8 с точной микрометрической резьбой.

Во втулку ввернут микрометрический винт 3, гладкий левый конец которого закален; торцовая плоскость винта является первой измерительной поверхностью микрометра. На правом конце микрометрического винта закреплен барабан 4, при помощи которого вращают этот винт. К винту с правой стороны прикрепляется головка 5 с трещоткой; при помощи головки можно также вращать микрометрический винт. Для закрепления винта в определенном положении служит стопорное кольцо 6. На другом кон-

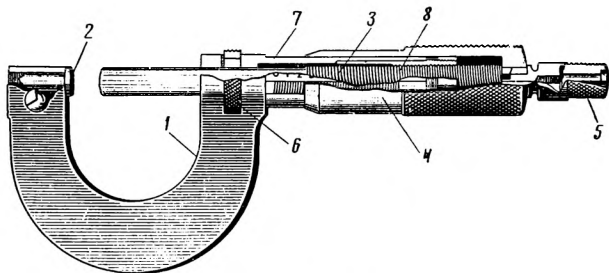


Рис. 14. Микрометр

це скобы закреплена пятка 2, выступающий конец которой закален, а ее торцовая плоскость является второй измерительной поверхностью микрометра.

На наружной поверхности стебля 7 проведена риска, вдоль которой нанесены миллиметровые и полумиллиметровые деления. На левом конусном конце барабана 4 по окружности нанесено 50 равных делений, начиная от 0 и кончая 50.

Таким образом, деления вдоль риски — это деления как бы измерительной линейки, а деления по окружности гильзы — деления нониуса. Когда измерительные поверхности микрометра плотно соприкасаются, нулевое деление на барабане должно точно совпадать с продольной риской стебля, а конец барабана — с нулевым делением его шкалы.

Если нулевое деление барабана совпадает с продольной риской стебля, а конец барабана — с каким-нибудь его делением, то размер будет выражаться в целых или половинах миллиметра и о нем судят на основании тех цифр, какие стоят у делений шкалы стебля вблизи конца барабана.

Если же с продольной риской стебля совпадает не нулевое деление барабана, а какое-нибудь другое, то к показаниям шкалы стебля необходимо прибавить столько сотых долей миллиметра, сколько делений показано у того штриха барабана, который совмещен в данный момент с продольной риской стебля.

Предположим, конец барабана расположен за 6-м миллиметровым делением стебля, а 27-е деление барабана совпало с про-

дольной рисккой стебля. Истинный размер измеряемой величины будет:

$$6 + (0,01 \times 27) = 6 + 0,27 = 6,27 \text{ мм.}$$

Для предварительной установки микрометра на размер служит барабан 4, а для окончательной — головка 5 с трещоткой.

Давление измерительных поверхностей на изделие должно быть строго определенным, иначе измерение будет неточным. В случае превышения этого давления зубчики трещотки будут скользить, а микрометрический винт перестанет вращаться и перемещаться в осевом направлении.

Точность измерения микрометром равна шагу винта, деленному на число делений барабана.

Если шаг микрометрического винта — 0,5 мм, а число делений барабана 50, точность измерения будет равна $\frac{0,5}{50} = 0,01 \text{ мм}$.

Измерительное перемещение у микрометров равно 25 мм, так как микрометрический винт таких размеров можно изготовить наиболее точно. Микрометры изготовляют трех классов точности: нулевого, первого и второго.

Суммарную погрешность микрометров проверяют по концевым мерам, причем для микрометров нулевого класса берут концевые меры первого класса, для микрометров первого класса — концевые меры второго класса и для микрометров второго класса — концевые меры третьего класса.

На рис. 15 показан микрометрический глубиномер с ценой деления 0,01 мм, пользование которым аналогично микрометру.

Штихмас с микрометрическим винтом 4 (рис. 16) служит для измерения диаметров отверстий. Он состоит из цилиндрического стебля 2, который входит в трубку 1, имеющую вырез со штрихом, и закрепляется в ней двумя стопорными винтами 5. На левом конце стебля, входящем в трубку, имеется шкала с миллиметровыми делениями; при помощи этой шкалы производят грубую установку штихмаса.

На правом конце стебля расположен барабан 3 со шкалой,

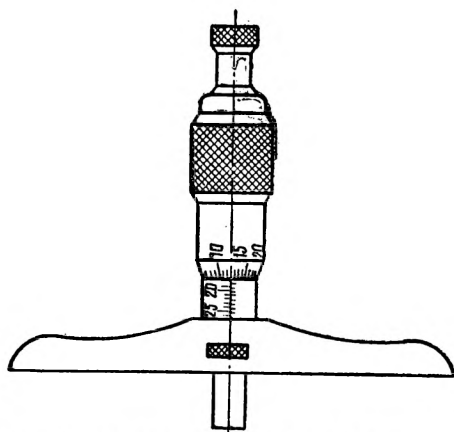


Рис. 15. Микрометрический глубиномер

как у микрометра, с помощью которого производится точная установка штихмаса.

Штихмас вводят в отверстие и устанавливают сначала грубо, а затем точно, пока оба наконечника *б* не коснутся поверхности отверстия. Замечая показания штихмаса, нарушают контакт между наконечниками и поверхностью отверстия вращением барабана со шкалой, а затем вынимают штихмас.

Микрометрические штихмасы изготовляют с ценой деления 0.01 мм и двух классов точности — первого и второго.

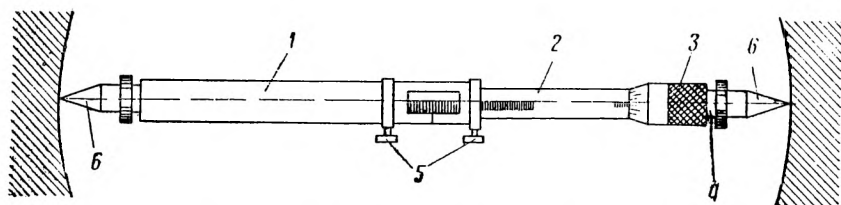


Рис. 16. Штихмас с микрометрическим винтом

К достоинствам масштабного инструмента относятся сравнительная простота конструкции и изготовления, универсальность применения, простота и надежность при эксплуатации.

Недостатки масштабного инструмента следующие: изменение размеров инструмента под влиянием окружающей температуры и температуры детали; подверженность коррозии и деформациям при эксплуатации; невозможность в большинстве случаев измерять крупные размеры; относительно невысокая степень точности измерения:

кронциркуль с измерительной линейкой	от 0,25 до 0,5	мм	
штангенциркуль	{	обычный	0,10 0,15
		точный	0,02 0,05
микрометр		0,01	0,02

Часто при измерении изделий пользуются вспомогательным мерительным инструментом, при помощи которого переносят размеры с изделия на измерительную линейку или, наоборот, с измерительной линейки на изделие.

К числу таких инструментов относятся кронциркуль для измерения наружных размеров и нутромер для измерения внутренних размеров изделия.

3. КОНЦЕВОЙ ИНСТРУМЕНТ

Концевой инструмент наиболее широко применяется в современном массовом и серийном производствах и служит для измерения одного какого-либо размера изделия в пределах заданных допусков.

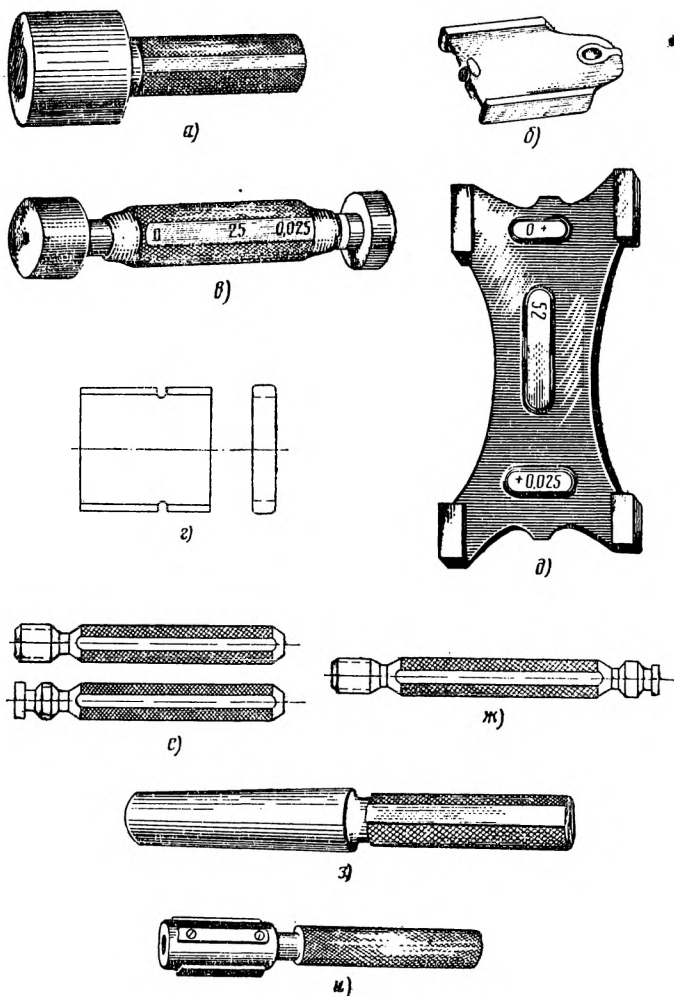


Рис. 17. Калибры для проверки внутренних размеров:
а, б — нормальные для измерения отверстий, *в, г* — предельные для измерения отверстий, *е, ж* — резьбовые для внутренней резьбы, *з* — для проверки внутренних конусов, *и* — для проверки отверстий сложной формы

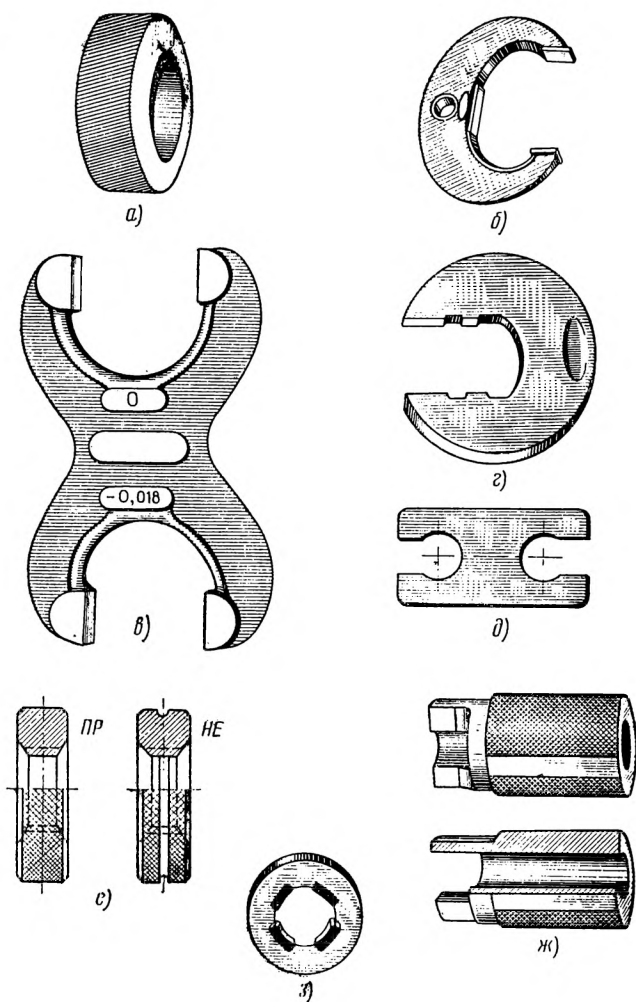


Рис. 18. Калибры для проверки наружных размеров:
a, б — нормальные для измерения валов, *в, г, д* — предельные для измерения валов, *е* — резьбовые для наружной резьбы, *ж* — для проверки наружных конусов, *з* — для проверки валов сложной формы

Концевой инструмент можно классифицировать по назначению, расположению измерительных поверхностей и по конструкции.

По назначению концевой инструмент разделяется на группы:

1. Для проверки внутренних размеров — калибры для проверки гладких отверстий цилиндрической формы (рис. 17, *a — д*); калибры для проверки внутренней резьбы (рис. 17, *e, ж*); калибры для проверки конических отверстий (рис. 17, *з*); калибры для проверки отверстий сложной формы (рис. 17, *и*).

2. Для проверки наружных размеров — калибры для проверки валов (рис. 18, *a — д*); калибры для проверки наружной резьбы (рис. 18, *e*); калибры для проверки наружного конуса (рис. 18, *ж*); калибры для проверки внешних размеров или формы сложного очертания (рис. 18, *з*).

3. Для проверки длины, высоты и уступов (рис. 19).

По расположению измерительных поверхностей концевой инструмент разделяется на группы: 1) с параллельным расположением измерительных поверхностей (рис. 17, *б*, 18, *б*); 2) с непараллельным расположением измерительных поверхностей (рис. 20).

По конструкции концевой инструмент разделяется на группы: 1) односторонний (рис. 17, *a, б*); 2) двусторонний (рис. 17, *в, д*); 3) нерегулируемый (рис. 17, *a — д*, рис. 18, *a — д*); 4) регулируемый (рис. 21 и 22).

Нормальные калибры (рис. 17, *a, б*, рис. 18, *a, б*). Нормальными эти калибры называются потому, что размеры их выполняются согласно номинальным (нормальным) размерам изделий. Цилиндрические нормальные калибры изготавливаются комплектами из пробки и кольца, причем размеры того и другого одинаковы с точностью до 0,002 мм.

Перед проверкой пробку и кольцо необходимо тщательно очистить от грязи и пыли и слегка смазать подогретым салом, вазелином или костяным маслом. При вводе пробки в кольцо их надо все время вращать одну относительно другой, но без усилия. Продолжительное нагревание пробки руками может так сильно изменить ее размеры, что она не войдет в кольцо. Хранить пробку и кольцо надо отдельно друг от друга.

Пробками измеряют диаметры отверстий, а кольцами — диаметры валов.

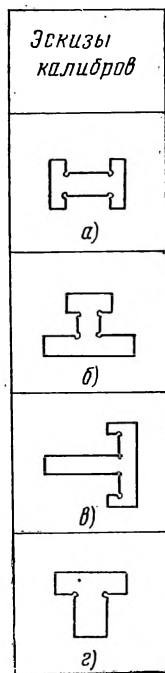


Рис. 19. Калибры для проверки длины, высоты и уступов:

a — скобы предельные для длин, *б* — скобы предельные для высот (тип А), *в* — скобы предельные для высот (тип Б), *г* — уступомеры предельные

Диаметры нормальных калибров доходят до 360 мм, поэтому для уменьшения веса пробок их делают или из листового материала (рис. 17, б) или неполными (рис. 23). Вместо колец применяют скобы листовые, штампованные или литые. Точность изготовления калибров-скоб около 0,002 мм.

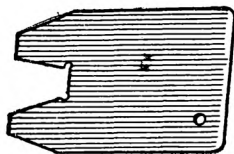


Рис. 20. Калибр с непараллельными измерительными плоскостями

Предельные калибры (рис. 17, в, г, д и 18, в, г, д). Предельными эти калибры называются потому, что они имеют два предельных размера, между которыми должен находиться действительный размер изделия. Одна сторона калибра имеет верхний предельный размер, а другая — нижний предельный размер изделия. Если обе стороны калибра свободно проходят в отверстие детали,

она считается браком. Та сторона калибра, которая не должна проходить в отверстие, называется непроходной (НЕ), браковочной, а другая — проходной (ПР).

К предельным калибрам для отверстий относятся пробки полные, с помощью которых проверяют диаметры до 100 мм, пробки листовые — для проверки диаметров до 300 мм и пробки неполные — для проверки диаметров до 360 мм.

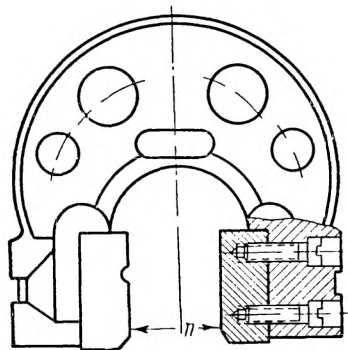


Рис. 21. Регулируемый калибр для измерения валов

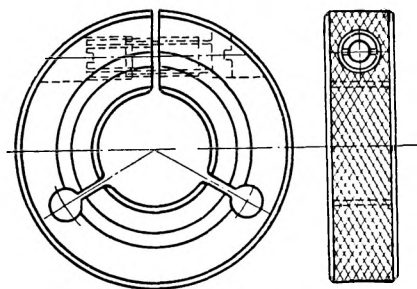


Рис. 22. Регулируемый калибр для измерения наружной резьбы

К предельным калибрам для валов относятся скобы штампованные для проверки диаметров до 170 мм, скобы листовые, с помощью которых проверяют диаметры до 180 мм, и скобы литые — для проверки диаметров до 325 мм.

Измерительные части калибров изготовляют из инструментальной углеродистой стали; рекомендуются марки стали: У10А, У12А, Х, ХГ, 15 и 20.

Твердость измерительных поверхностей калибров для проверки закаленных деталей должна быть $56 \div 64 H_{RC}$.

На калибрах должны быть нанесены номинальный размер, обозначение предельных отклонений и числовые величины предельных отклонений в миллиметрах.

Чем лучше отделаны рабочие поверхности калибров, тем медленнее они изнашиваются. При проверке изделий калибрами надо:

а) наблюдать за тем, чтобы оси калибра-пробки и изделия совпадали, а плоскость калибра-скобы была перпендикулярна оси измеряемого изделия;

б) производить проверку калибром-пробкой и калибром-скобой без всяких усилий, только под действием их собственного веса;

в) следить за тем, чтобы температура калибра и измеряемого изделия была одинакова, так как от этого зависит точность измерения изделий.

Предельные калибры обычно разделяются на рабочие, приемные и контрольные.

Резьбовые калибры (рис. 17, *е, ж*, рис. 18, *е*) применяются для проверки внутренних и наружных резьб, причем калибрами-кольцами проверяют резьбы наружные, а калибрами-пробками — внутренние.

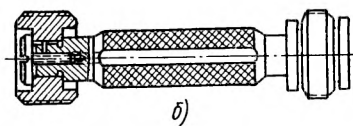
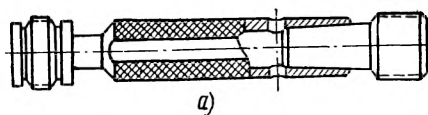


Рис. 24. Резьбовые пробки:
а — со вставкой, б — с насадкой

Материалом для рабочих частей резьбовых калибров служит сталь марок У10А, У12А, Х и ХГ.

Твердость рабочих частей калибров-пробок и колец для проверки незакаленных деталей должна быть в пределах $50 \div 54 H_{RC}$.

На калибрах должны быть нанесены: обозначение резьбы, включающее номинальный диаметр и шаг резьбы или число витков на 1"; класс точности или степень точности.

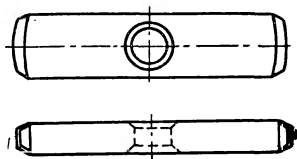


Рис. 23. Контрольная неполная шайба

Меры длины концевые плоско-параллельные (рис. 25) применяются для проверки и градуировки мер, измерительных приборов и инструментов, для проверки контркалибров и калибров, для установки инструмента, приспособлений и изделий, а также для особо точных разметочных работ, наладки станков и т. д.

Размер плоско-параллельной концевой меры длины определяется расстоянием между двумя измерительными плоскостями.

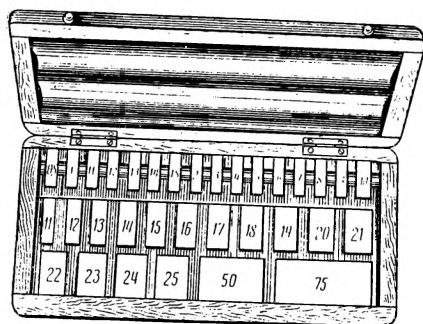
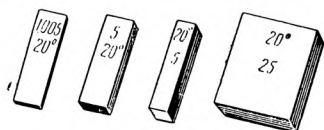


Рис. 25. Плоско-параллельные концевые меры длины

Плоско параллельные концевые меры длины разделяются на разряды и классы.

Разряды характеризуются величиной предельных погрешностей средней длины и предельных отклонений от плоско-параллельности.

Для самого высокого, первого, разряда предельные погрешности длины колеблются, в зависимости от номинального ее размера, от 0,05 до 0,6 мк и для самого грубого, шестого, разряда — от 1 до 11 мк.

Предельные отклонения от плоско-параллельности колеблются для первого разряда от 0,1 до 0,3 мк, для шестого от 0,4 до 1,2 мк.

Классы характеризуются величиной предельных отклонений средней длины и предельных отклонений от плоско-параллельности.

Для самого высокого, нулевого, класса предельные отклонения средней длины меры колеблются, в зависимости от номинального ее размера, от 0,1 до 2,0 мк и для самого грубого, четвертого, класса — от 2 до 16 мк.

Предельные отклонения от плоско-параллельности колеблются для нулевого класса от 0,1 до 0,3 мк, для четвертого — от 0,4 до 1,2 мк.

Номинальные размеры концевых мер установлены от 1 до 1000 мм с градациями 0,001; 0,01; 0,1; 0,5; 10; 25; 50 и 100 мм.

Материалом для концевых мер служит особо прочная сталь, так как изменения размеров концевых мер в течение 12 месяцев не должны превышать $\pm 1,5$ мк на 1 м для мер разрядов первого, второго и нулевого классов и ± 3 мк для мер остальных разрядов и классов.

Измерительные поверхности концевых мер должны быть износоупорными и иметь твердость не ниже $62 H_{RC}$.

На концевых мерах должен быть обозначен их номинальный размер, который наносится на одной из измерительных поверхностей на расстоянии 6—7 мм от середины этой поверхности — на мерах до 5,5 мм и на боковой нерабочей поверхности — на мерах свыше 5,5 мм.

Концевые меры выпускаются наборами. Набор из 31 плитки имеет плитки следующих размеров: 50; 20; 20; 10; 9; 8; 7; 6; 5; 4; 3; 2; 1; 1,90; 1,80; 1,70; 1,60; 1,50; 1,40; 1,30; 1,20; 1,10; 1,09; 1,08; 1,07; 1,06; 1,05; 1,04; 1,03; 1,02; 1,01 мм.

Из этих плиток можно составить до 10 000 различных размеров, причем каждый размер, на который нет специальной плитки, составляют из нескольких плиток, например размер 78,95 мм можно составить так: $50 + 20 + 6 + 1,90 + 1,05$ мм, т. е. из пяти плиток.

Для измерения наружных и внутренних размеров изделий при помощи плиток может быть использован прибор, показанный на рис. 26.

Прибор состоит из рамки 1, движка 5 и упора 4. Движок и упор перемещают по направляющим рамки вручную и закрепляют в нужном положении зажимом 2. В движке расположен микрометрический винт 3, при вращении которого упор будет перемещаться вдоль направляющих рамки.

Для измерения наружных размеров в рамку помещают плитки 5 и 6 (рис. 27) с ножками и между ними располагают набор 4 из концевых мер необходимого размера. С помощью микрометрического винта плитки 5 и 6 плотно прижимают к набору 4.

Для измерения внутренних размеров в рамку помещают плитки 1 и 2 с ножками другой формы (рис. 28).

Для определения расстояния между центрами, для нанесения центров, прочерчивания параллельных линий, а также вычерчивания окружностей в рамку прибора вставляют плитки с ножками согласно рис. 29.

Расстояние между измерительными поверхностями ножек определяется размером всех концевых мер, вложенных в рамку прибора. Допустимые отклонения температуры при измерении концевыми мерами находятся в пределах от ± 1 до $\pm 8^\circ$, в зависимости от измеряемых размеров, разрядов и классов концевых мер.

К достоинствам концевого инструмента, за исключением плоско-параллельных концевых мер, относятся простота конструкции, сравнительно низкая стоимость изготовления и отсутствие при измерении вспомогательных инструментов.

К недостаткам надо отнести возможность проверять этим инструментом только один определенный размер.

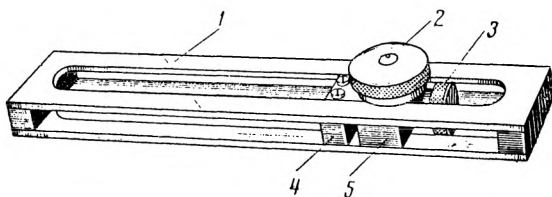


Рис. 26. Прибор для измерения наружных и внутренних размеров изделий с помощью плиток

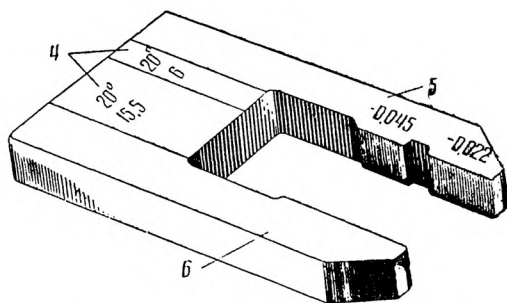
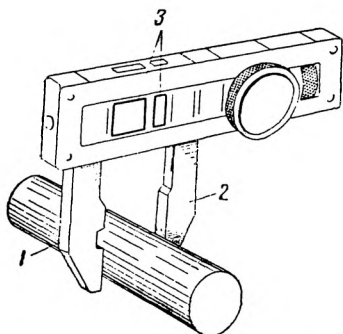


Рис. 27. Схема измерения наружного диаметра с помощью прибора и плиток

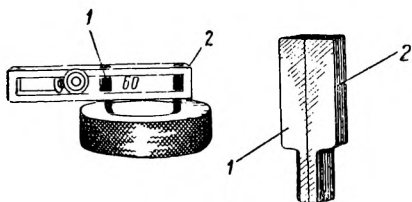


Рис. 28. Схема измерения внутреннего диаметра с помощью прибора и плиток

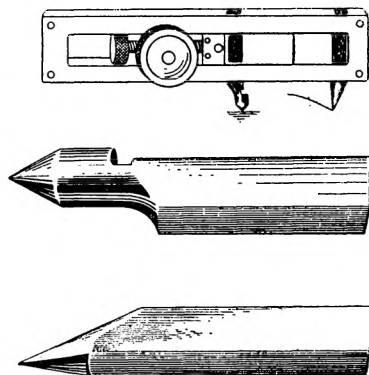


Рис. 29. Прибор для вычерчивания окружностей

4. ПОВЕРОЧНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

Поверочный инструмент служит для проверки правильности формы изделий без указания точной величины отклонений от формы.

К группе поверочных инструментов относятся плиты, линейки поверочные, шаблоны и лекала.

Плиты применяются для проверки плоскостности по количеству пятен на краску или для использования в качестве вспомогательного приспособления при различного рода контрольных и цеховых работах.

Линейки служат для проверки прямолинейности и плоскостности методом световой щели на просвет, методом линейных отклонений или на краску.

Применяются линейки: с острым рабочим ребром, лекальные; с широкой рабочей поверхностью; угловые линейки-клинья.

Проверка плоскостей определением световой щели на просвет производится следующим образом. Осторожно прикладывают линейку ребром к проверяемой плоскости изделия и смотрят, в каких местах ребро совпадает с плоскостью и где между ними имеются просветы. Если просветы будут велики, то удаляют тем или иным способом выступающие части и затем снова накладывают линейку на проверяемую плоскость. Поверхность изделия окажется только в том случае точной, если между ней и линейкой не будет видно никакого просвета; наш глаз улавливает просветы от 0,002 до 0,003 мм.

Чем тоньше рабочее ребро линейки, тем точнее бывают результаты проверки и тем быстрее она производится.

При проверке плоскостей методом линейных отклонений линейку устанавливают рабочим ребром на две плитки, расположенные по краям проверяемой поверхности. Между рабочей гранью линейки и проверяемой поверхностью вводят щупы или концевые меры длины.

Если для проверки применяют рычажный прибор (индикатор, миниметр), его укрепляют на ползуне и передвигают вдоль проверяемой поверхности с наложенной на нее линейкой. Измерительный наконечник касается линейки, и по показаниям прибора судят о профиле проверяемой поверхности.

Проверка плоскостей методом на краску производится следующим образом. Проверяемую плоскость покрывают тонким и ровным слоем какой-либо краски: голландской сажи, сурика, берлинской лазури, разведенных на масле. Линейку кладут рабочим ребром на проверяемую плоскость и свободно, без всякого нажима, перемещают в продольном направлении. По тому, в каких местах будет снята краска, судят о выступающих частях проверяемой поверхности изделия.

Шаблоном (рис. 30) называется поверочный инструмент, профиль рабочей поверхности которого состоит из прямых линий,

расположенных под различными углами друг к другу, и частей округности.

Шаблоны применяют для проверки различных углов, радиусов закруглений, фигурных контуров изделий и изготавливают из листовой стали толщиной от 0,5 до 6 мм. Практика производства шаблонов показывает, что выгоднее всего изготавливать их из мягкой машиноподелочной стали с содержанием углерода 0,3—0,4%. Такая сталь дешева, хорошо обрабатывается и устойчива в отношении сохранения размеров и коробления после термической обработки. Закаленные шаблоны из этой стали сравнительно легко выправить рихтовкой. Иногда шаблоны изготавливают из высокоуглеродистых сталей У8А и У10А.

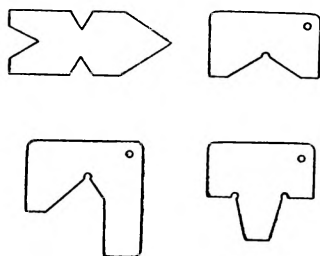


Рис. 30. Шаблоны

При проверке изделий шаблонами на просвет прикладывают шаблон к изделию (рис. 31). При неполном соответствии изделия шаблону контуры их не совпадут и между ними будет просвет. По величине просвета судят о правильности и точности изготовления детали.

Просвет в 0,01 мм легко обнаружить глазом, поэтому точность проверки шаблоном может быть очень высокой; при достаточном опыте можно улавливать просветы до 2 мк.

Шаблоны применяют в виде нормального поверочного инструмента.

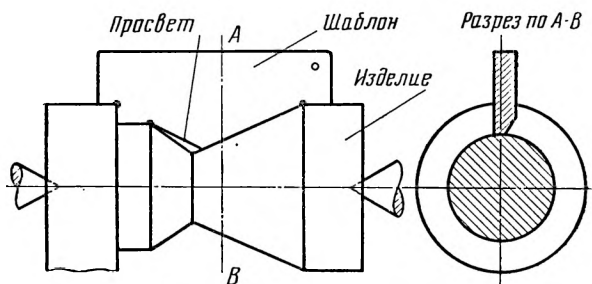


Рис. 31. Шаблон и проверяемое им изделие

При проверке глухих мест, где невозможно воспользоваться методом просвета, пользуются методом проверки на краску.

Лекалом (рис. 32) называется шаблон более сложного профиля, при изготовлении которого обязательно применение контрольного шаблона, который в этом случае будет называться контрольным лекалом, или, сокращенно, контролекалом.

Профиль рабочей поверхности лекала обычно представляет собой комбинацию из отрезков дуг переменных радиусов или же комбинацию из прямых и кривых линий.

Лекала применяются для проверки профилей различных фрез, модульных зубчатых колес, всевозможных специальных контуров изделий и пр.

Лекала изготовляют из листовой или полосовой стали толщиной от 0,5 до 6 мм. Материалом служит мягкая машиноподелочная сталь с содержанием углерода 0,3—0,4%, а при изготовлении сложных, сборных лекал применяют инструментальные углеродистые стали марок У7А, У8А, У10А или легированные стали марок ХГ и ХВГ

Изделия проверяют лекалами так же, как и шаблонами, обычно на просвет и иногда на краску.

К достоинствам поверочных инструментов следует отнести простоту конструкции и сравнительно низкую стоимость изготовления; к недостаткам — невозможность определять этими инструментами численную величину ошибок.

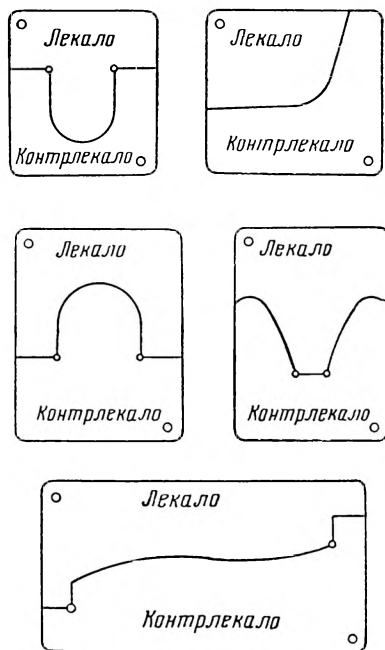


Рис. 32. Лекала и контрлекала

5. УГЛОМЕРНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

Угломерный инструмент применяют для проверки и измерения наружных и внутренних углов.

К группе угломерных инструментов относятся угольники, угломеры, малки, шаблоны угловые, меры угловые (плитки) и синусные линейки.

Угольники применяют для проверки наружных и внутренних углов, а также для разметки линий под углом. Наибольшее применение имеют угольники с углом 90°

Угломеры применяют для измерения углов различной величины. Угломер с нониусом, показанный на рис. 33, служит для измерения внешних и внутренних углов и состоит из полудиска 1, неподвижной линейки 2, подвижной линейки 3, нониуса 4, добавочного угольника 6 и приспособления 5 для микрометрической подачи рычага с нониусом.

Линейка 2 жестко закреплена на полудиске 1, а подвижная линейка 3 вращается вместе с нониусом 4. Приспособление 5 служит для точной установки линейки 3 и нониуса 4.

При измерении углов больше 90° линейки 2 и 3 накладывают на поверхности, между которыми измеряют угол, и по шкале, расположенной на полудиске, и нониусу определяют величину измеряемого угла. Для измерения углов от 0 до 90° на подвижную линейку 3 надевают добавочный угольник 6.

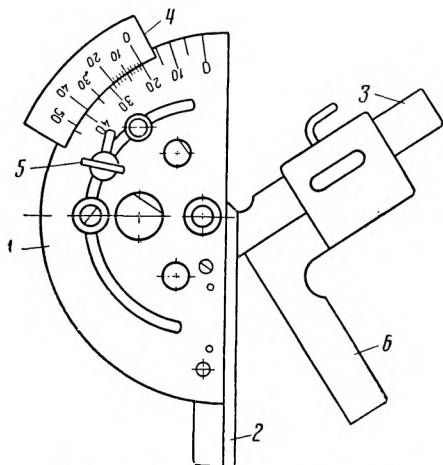


Рис. 33. Универсальный угломер с нониусом

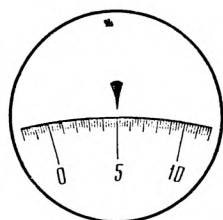
Точность измерения такого угломера — $2'$.

Углы сложных контуров замеряют путем различных комбинаций отдельных деталей угломера.

Оптический угломер (рис. 34) имеет корпус 1, в котором закреплен стеклянный диск со шкалой, имеющей деления в градусах и минутах. Цена малых делений — $10'$. С корпусом жестко связана основная линейка 3.

С диском 5 связаны лупа 2, рычаг 6 и линейка 4. Под лупой параллельно стеклянному диску расположена небольшая стек-

лянная пластинка, на которой нанесен указатель, ясно видимый через окуляр лупы. Линейку 4 можно перемещать в продольном направлении и закреплять в нужном положении при помощи рычага 6.



Поле зрения

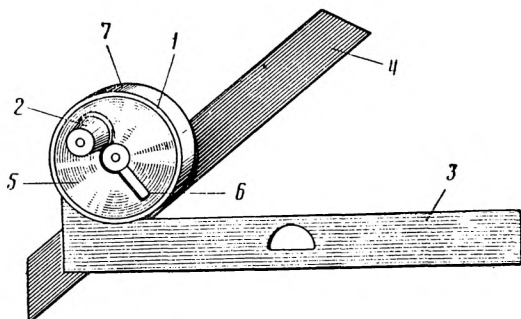


Рис. 34. Оптический угломер

лянная пластинка, на которой нанесен указатель, ясно видимый через окуляр лупы. Линейку 4 можно перемещать в продольном направлении и закреплять в нужном положении при помощи рычага 6.

Во время поворота линейки 4 в ту или иную сторону будут

вращаться в том же направлении диск 5 и лупа 2. Таким образом, определенному положению линейки будет соответствовать вполне определенное положение диска и лупы. В этом положении они могут быть закреплены зажимным рифленным кольцом 7.

После того как измерительные поверхности линеек 4 и 3 будут установлены и линейка 4 закреплена зажимным кольцом 7, производят отсчет показаний угломера, наблюдая в лупу за расположением указателя на шкале диска.

Точность измерения такого угломера — 5'.

Малки (рис. 35) применяются для сравнительной проверки углов

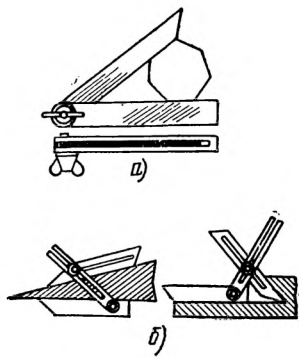


Рис. 35. Малки:

а — простая, б — универсальная

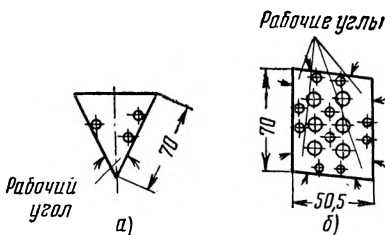


Рис. 36. Угловые плитки

различной величины или же для перенесения измеряемых углов с изделия на угломер.

Малки бывают простые (рис. 35, а) и универсальные (рис. 35, б).

Для проверки углов малку устанавливают на требуемый угол по точному угловому шаблону или по угломеру.

Для определения величины угла малку сначала устанавливают по углу изделия, а затем полученный размер переносят на угломер, по которому и определяют угол изделия, т. е. малка в этом случае является переносным инструментом.

Универсальная малка состоит из трех линеек и служит для одновременной проверки нескольких углов.

Шаблоны угловые применяются для проверки часто встречающихся углов в 45, 60, 120° и др.

Меры угловые (рис. 36), т. е. угловые плитки, представляют собой стальные плитки, имеющие определенные углы. Угловые меры применяются для проверки конусных калибров, угломерных приборов и инструментов, углов изделий и т. п.

Угловые меры изготавливаются первого и второго классов точности. Предельные отклонения рабочих углов для мер первого класса равны $\pm 10''$, для мер второго класса $\pm 30''$. Отклонения от плоскостности измерительных поверхностей не должны превышать 0,0003 мм.

Материалом для изготовления угловых мер служит сталь марки ХГ или Х. Твердость измерительных поверхностей не должна быть ниже $60 H_{RC}$.

На широкой нерабочей поверхности мер наносится величина рабочих углов.

Набор угловых мер состоит из 94 плиток, куда входят меры треугольной формы (рис. 36, а) с одним рабочим углом от 10 до 79° и градациями величин рабочих углов в 1°, 10' и 1" и четырехугольной формы (рис. 36, б) с четырьмя рабочими углами от 80 до 100°

К набору прилагается комплект специальных линейек для соединения угловых мер в блоки. Максимальное количество мер, соединяемых в один блок, 3—4.

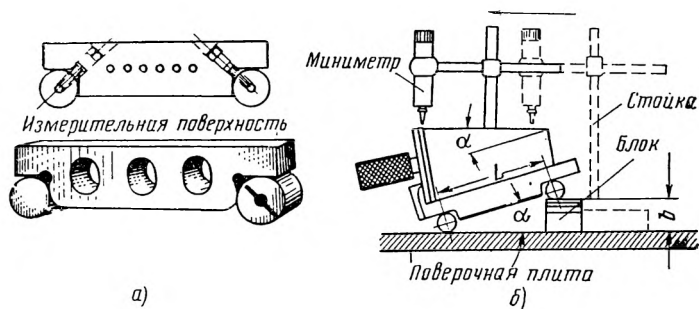


Рис. 37. Применение синусных линейек:
а — синусная линейка, б — измерение угла конусного калибра с помощью синусной линейки

Проверка углов угловыми мерами производится главным образом на просвет.

При помощи угловых мер можно измерять углы от 10 до 350°

Синусные линейки (рис. 37, а) применяются для измерения точных углов у конусных калибров, различных клиньев и т. п. Синусными они называются потому, что при определении измеряемого угла α (рис. 37, б) пользуются формулой, в которую входит синус этого угла.

Синусная линейка представляет собой стальной брусок, с которым жестко связаны два цилиндрических ролика равных диаметров. Измерительная поверхность бруска параллельна плоскости, проходящей через оси цилиндрических роликов.

Чтобы определить угол α , необходимо сначала установить конусный калибр. Для этого калибр помещают на измерительную поверхность синусной линейки и наклоняют линейку, подкладывая под правый ролик блок из плоско-параллельных концевых мер длины до тех пор, пока верхняя образующая калибра станет параллельно плоскости проверочной плиты, что проверяется при помощи миниметра, укрепленного на специальной стойке

и перемещаемого по стрелке вдоль образующей конусного калибра.

Когда калибр будет установлен, то, зная расстояние l между осями роликов и размер b блока, с помощью специальной формулы $\sin \alpha = \frac{b}{l}$ определяют угол α .

К достоинствам угломерного инструмента относятся простота конструкции и сравнительно низкая стоимость изготовления (за исключением угловых мер).

6. ИНДИКАТОРНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ И ПРИБОРЫ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

В инструментально-лекальном деле широко используются индикаторные инструменты, которыми должен уметь пользоваться каждый инструментальщик-лекальщик.

К группе индикаторных инструментов и приборов относятся: индикаторы часового типа, индикаторные нутромеры, индикаторные микрометры и миниметры.

Индикаторы часового типа (рис. 38, *a*) применяются для измерения отклонений в размерах изделий со следующими пределами измерения: 0—3 мм, 0—5 мм и 0—10 мм. Они имеют три класса: нулевой, первый и второй.

Индикатор состоит из корпуса 7, циферблата со шкалой 3, стрелки 5, указателя оборотов стрелки 4, измерительного стержня 2 с наконечником 1, ободка 8 со стопором 6 и ушка 9.

Циферблат индикатора с пределами измерения 0—10 мм имеет шкалу со 100 делениями и указатель оборотов стрелки — шкалу с 10 делениями. Одно деление шкалы циферблата соответствует перемещению измерительного стержня на одну сотую миллиметра, а одно деление шкалы указателя оборотов стрелки — на один миллиметр. Поэтому один оборот стрелки циферблата соответствует перемещению измерительного стержня на 1 мм, а стрелки указателя — на 10 мм.

Через корпус 7 проходит измерительный стержень 2 с рейкой, сцепленной с зубчатым колесом 13. На одной оси с колесом 13 сидит большое колесо 14, сцепляющееся, в свою очередь, с малым колесом 16. На той же оси сидит колесо 15, которое сцеплено с малым колесом 12, имеющим общую ось со стрелкой 5 индикатора.

Пружина 10 одним концом прикреплена к корпусу 7, а другим — к рычажку 11, связанному с измерительным стержнем 2. Она стремится опустить стержень в самое нижнее положение, обеспечивая тем самым определенное измерительное давление на проверяемый предмет, ввиду чего результаты измерения не зависят от опытности работающего.

Прямолинейное перемещение измерительного стержня механизмом индикатора преобразуется во вращательное движение

стрелки циферблата, причем величина угла поворота стрелки пропорциональна перемещению измерительного стержня.

Для устранения влияния мертвых ходов сцепляющихся зубчатых колес поставлено дополнительное колесо 18 со спиральной пружиной 17. Пружина стремится вращать колесо 18, а следовательно, и все остальные так, что последнее колесо 13 сдвигает рейку измерительного стержня в нижнее положение и тем самым устраняет его мертвый ход.

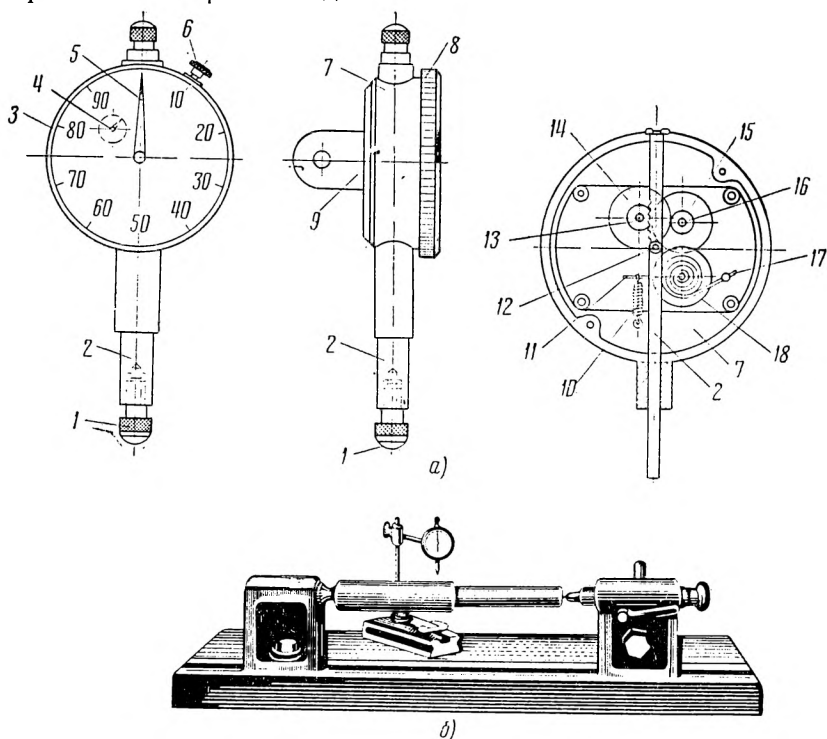


Рис. 38. Индикатор часового типа:

а — схема индикатора, *б* — установка для проверки оправки с помощью индикатора

Стрелка указателя оборотов находится на одной оси с колесами 15 и 16 и вращается во столько раз медленнее стрелки циферблата, во сколько раз число зубьев колеса 13 меньше числа зубьев колеса 15.

Стрелка индикатора ставится в нулевое положение вращением за ободок самого циферблата, закрепляемого в этом положении специальным стопором. На лицевой стороне выпускаемых индикаторов ставится цена одного деления.

Допустимые погрешности показаний индикатора не должны превышать 10—30 мк, в зависимости от класса точности и предела измерений.

Индикатор при измерениях закрепляют в специальной стойке, которая допускает его установку в любой плоскости. На рис. 38, б показана установка для определения точности оправки.

Индикаторные нутромеры применяют для измерения внутренних размеров и изготавливают для размеров от 6 до 450 мм со следующими наименьшими интервалами измерения: 6—10 мм, 10—18, 18—35, 35—50, 50—100, 100—160, 160—250 и 250—450 мм.

Устройство индикаторного нутромера аналогично устройству индикатора часового типа.

Для измерения внутренних размеров, в частности скоб, применяют двухконтактные индикаторы (рис. 39, а). Схема измерительного наконечника такого индикатора дана на рис. 39, б.

Измерительные штифты 1 и 2 наконечника индикатора вводят между двумя губками скобы после того, как клин с помощью курка будет вызван в направлении стрелки. Пружина 3 сближает измерительные штифты так, что их можно ввести между губками. После этого курок опускается, клин раздвигает измерительные штифты до соприкосновения с измерительными поверхностями скобы; размеры скобы определяют по показаниям индикатора.

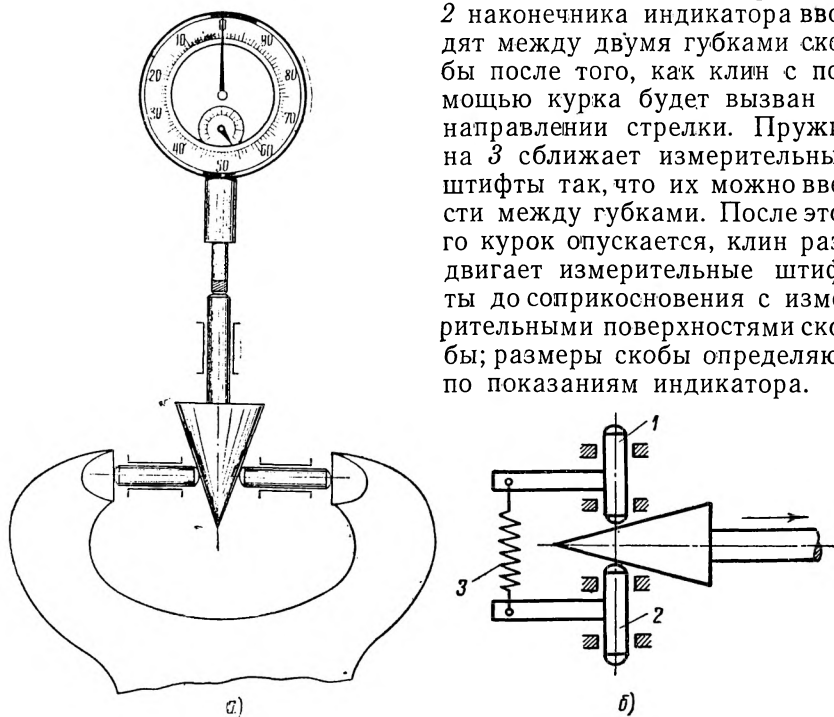


Рис. 39. Двухконтактный индикатор для измерения внутренних размеров:

а — внешний вид, б — схема измерительного наконечника двухконтактного индикатора

Индикаторный микрометр (рис. 40) служит для измерения внешних размеров изделия. По виду он напоминает микрометр и отличается от него тем, что имеет подвижную пятку 1, которая при перемещении через рычажок 2 с зубчатым сектором 4 поворачивает зубчатое колесо 5 и связанную с ней стрелку 6. Отсчет перемещений подвижной пятки 1 производится по шкале 7,

которая имеет в середине 0 и по обе стороны по 20 делений. Эти деления имеют с одной стороны знак плюс, с другой знак минус. Цена одного деления шкалы равна 0,002 мм.

Измерение производят следующим образом. Изделие помещают между измерительными плоскостями пятки 1 и микрометрического винта 3. Медленно вращая микрометрический винт, постепенно перемещают изделие и подвижную пятку 1.

Стрелка 6 при этом перемещается по шкале 7. Когда какое-либо деление барабана микрометра совпадет с продольной риской стебля, а стрелка 6 индикатора остановится на одном из делений шкалы 7, прекращают вращение микрометрического винта. Размер измеряемого изделия будет равен сумме показаний шкал микрометра и индикатора, если показания стрелки индикатора имеют знак плюс, и разности показаний, если знак минус.

Точность при измерении микрометром выражается в сотых, а при измерении индикатором — в тысячных долях миллиметра.

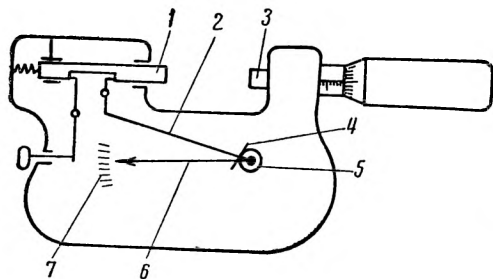


Рис. 40. Индикаторный микрометр

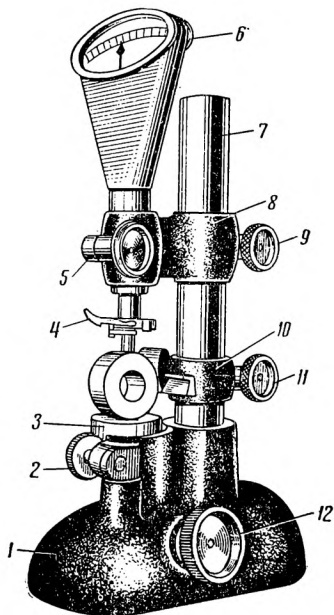


Рис. 41. Общий вид миниметра

Подобные микрометры изготавливаются для измерений от 0 до 25 мм и от 25 до 50 мм.

Миниметры — рычажные приборы для внешних измерений. Они изготавливаются двух типов: узкошкальные с ценой деления от 0,01 до 0,001 мм, имеющие пределы измерений от 0,2 до 0,02 мм, и широкошкальные с ценой деления от 0,01 до 0,001 мм при пределах измерения от 0,6 до 0,06 мм.

Допустимые неточности при проверке не должны превышать при цене деления 0,001 мм $\pm 0,0005$ мм, при цене деления 0,01 мм $\pm 0,0025$ мм.

Миниметры снабжаются наконечниками со сферической или плоской мерительной поверхностью.

На шкале миниметра обозначается цена деления.

Для производства измерений миниметр 6 (рис. 41) с рычагом 4 для подъема измерительного стержня перед установкой измеряемого изделия закрепляется на подставке, состоящей из основания 1, вертикальной стойки 7, кронштейнов 8 и 10, столика 3, маховичка 12 и зажимных винтов 2, 5, 9 и 11.

Измерение на миниметре производят методом сравнения. Прежде чем приступить к измерению, необходимо отрегулировать прибор по контрольной плитке требуемого размера. Плитку устанавливают на столик прибора и при помощи рычага опускают на нее измерительный стержень миниметра. При помощи маховичка поднимают столик до тех пор, пока стрелка миниметра не совместится с нулевым делением шкалы. После этого плитку снимают и на столик устанавливают измеряемое изделие. Опустив измерительный стержень на поверхность изделия, по шкале определяют отклонение размера изделия от размера контрольной плитки.

Достоинства индикаторных инструментов и приборов — высокая точность измерения и возможность измерять ими непосредственно на станках; недостатки — возможность измерять только небольшие отклонения в размерах изделий, непостоянство измерительного давления и быстрый износ ответственных элементов.

7. ОПТИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

Оптические приборы служат для измерения внешних и внутренних размеров деталей путем сопоставления этих размеров с точными эталонами, соответствующими измеряемым величинам, а также для непосредственного измерения изделий различной величины.

К группе оптических приборов относятся оптиметры, измерительные машины, микроскопы, проекционные аппараты и приборы для измерения методом интерференции света.

Вертикальный оптиметр (рис. 42) имеет вертикально расположенный измерительный стержень. Этот прибор служит для измерения плиток, круглых калибров, колец, шариков и т. п.

Оптиметр 7 закрепляется в кронштейне 5 винтом 6. Кронштейн можно перемещать по стойке 9, связанной с основанием 16, и закреплять винтом 10. Установочное кольцо 12 облегчает грубую установку кронштейна и предотвращает сдвиг его вниз во время измерения; кольцо закрепляется винтом 11.

Кольцо 14 служит для установки упорного стержня 15, необходимого при измерении шайб; закрепляется кольцо винтом 13. Рычаг 4 служит для подъема измерительного стержня перед тем, как под ним будет помещено измеряемое изделие. Столик 3 предназначен для установки на нем проверяемого изделия. Подъемное приспособление 1 необходимо для точной установки столика

по высоте. Винт 2 служит для закрепления столика в определенном положении.

Контрольный эталон измеряемого изделия (плитка, кольцо, калибр, шарик) ставят на столик или на специальное приспособление; по этому эталону регулируют оптиметр.

Грубую установку осуществляют установочным кольцом 12 и кронштейном 5, которые перемещают от руки по стойке 9 и закрепляют винтами, когда измерительный стержень слегка коснется эталона.

Точную установку эталона производят столиком 3 при помощи подъемного приспособления 1, причем столик должен быть установлен так, чтобы указатель отсчета, видимый в окуляр 8, точно совпадал с нулевым делением отраженной шкалы. По окончании установки столик закрепляют винтом 2.

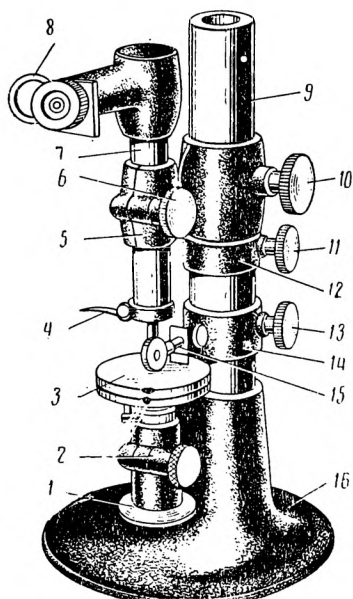


Рис. 42. Вертикальный оптиметр

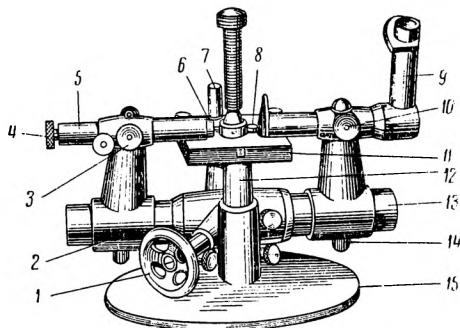


Рис. 43. Горизонтальный оптиметр

Когда оптиметр отрегулирован, эталон снимают и вместо него на столик устанавливают проверяемое изделие. По показаниям отраженной шкалы судят об отклонениях в размерах изделия по сравнению с эталоном.

Так как каждое деление шкалы, наблюдаемое в окуляр оптиметра, кажется равным одному миллиметру и соответствует перемещению измерительного стержня на 1,3 мк, то на данном оптиметре легко можно делать отсчеты с точностью до $\frac{1}{4}$ деления шкалы, т. е. с точностью до 0,25 мк.

Горизонтальный оптиметр (рис. 43) имеет измерительный стержень, расположенный горизонтально, и служит для измерения внешних и внутренних размеров изделия, например гладких пробок, шайб, скоб, штихмасов.

Горизонтальный оптиметр состоит из основания *15*, в котором укреплены колонка *12* и ось *13*. На колонке закреплено основание столика *11* и на нем на шариках помещается столик, перемещающийся в обе стороны от среднего положения. На столике устанавливают измеряемое изделие. Столик можно поднимать и опускать при вращении маховичка *1*. На оси *13* расположены кронштейны *2* и *14*, которые могут быть сближены или удалены друг от друга и закреплены после этого винтами. В кронштейне *2* расположен держатель *5* с неподвижным упором *6*, который может перемещаться винтом *4*. Держатель закрепляется в кронштейне винтом *3*. В кронштейне *14* расположен оптиметр *9*, который закрепляется в нем винтом *10*. Измерительный стержень *8* оптиметра расположен против неподвижного упора *6*. Установка диаметра калибра по оси измерения производится задним установочным штифтом *7*.

Оптическая система этого прибора такая же, как и в вертикальном оптиметре. Измерение на горизонтальном оптиметре производится аналогично измерению на вертикальном.

Цена одного деления шкалы — $0,001$ мм. Погрешность показаний оптиметра не более $\pm 0,3$ мк.

Измерительная машина (рис. 44, а, б) служит для точных измерений предметов длиной до 6 м и даже больше. Она предназначена для измерения внешних размеров, но при наличии приспособлений допускает измерение также и внутренних размеров.

Составная измерительная линейка *14* машины расположена вдоль станины *1* и состоит из двух измерительных линеек — малой и большой.

Малая измерительная линейка *13* изготавливается из стекла и имеет длину 100 мм с делениями в $0,1$ мм, которые нанесены с максимальной точностью и занумерованы слева направо. Эта линейка закреплена на станине под измерительной передвижной головкой *9* и ее делениями пользуются при определении размеров изделия с помощью микроскопа *11*, расположенного на головке.

Большая измерительная линейка *12* изготавливается из металла. Она имеет отверстия через каждые 100 мм, в которые помещены стеклянные пластины с двойными штрихами. Штрихи занумерованы справа налево, а сама большая измерительная линейка расположена рядом с малой так, что ее шкала является продолжением шкалы малой измерительной линейки.

Расстояние между нулевыми делениями шкал большой и малой измерительных линеек равно 100 мм.

Вдоль большой измерительной линейки перемещают измерительную передвижную головку *4* и устанавливают ее над одним из двойных штрихов, в зависимости от длины изделия.

Если передвинуть головку *4* с помощью маховичка *2* вправо и расположить ее над первым двойным штрихом шкалы большой

измерительной линейки, т. е. на расстоянии 100 мм от нулевого штриха шкалы малой измерительной линейки, то головка будет установлена над нулевым делением большой измерительной линейки.

Оптическое устройство 16, 20 расположено внутри станины под измерительной линейкой машины. Оно состоит из левой ча-

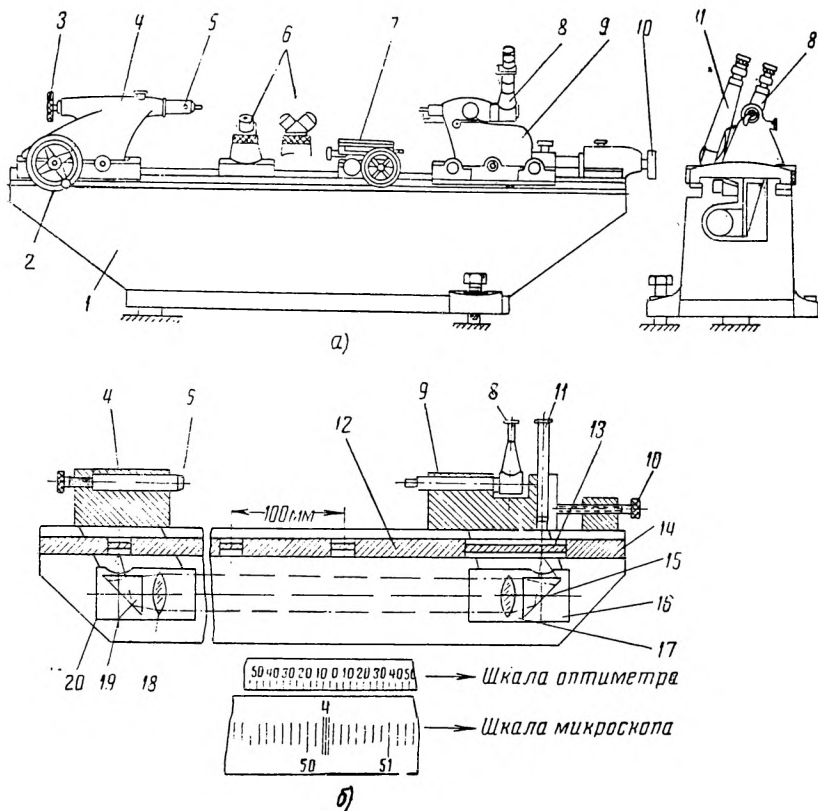


Рис. 44. Измерительная машина:
а — внешний вид, б — оптическая схема

сти 20, которая связана с головкой 4 и перемещается вместе с ней, и правой части 16, скрепленной с головкой 9 и перемещающейся вместе с этой головкой. Оптиметр 8 расположен на головке 9.

К головке 4 прикреплена лампочка, лучи которой проходят сквозь стеклянную пластину большой измерительной линейки (если головка расположена над стеклянной пластиной) и попадают через призму 19 и объектив 18 в объектив 17, призму 15 и через малую стеклянную измерительную линейку в микроскоп 11.

При помощи микроскопа можно наблюдать одновременно как за двумя штрихами большой измерительной линейки, так и за штрихами малой.

Головку 9 можно перемещать вдоль малой измерительной линейки и устанавливать согласно ее делениям при помощи микрометрического винта с маховичком 10 и микроскопа 11.

Измерительная головка 4 может перемещаться вдоль большой измерительной линейки при помощи маховичка 2. Подвижный упор 5 этой головки устанавливают микрометрическим винтом 3.

Подъемным столиком 7 пользуются при измерении различных изделий, которые не могут быть установлены на люнетах 6, а также при внутренних измерениях изделий.

Машина служит для абсолютных и сравнительных измерений при внешних и внутренних обмерах. Под абсолютными понимаются такие измерения, при которых определяется размер изделия непосредственно на машине. При сравнительных же измерениях сначала измеряют на машине эталон, с размерами которого хотят сравнить размеры измеряемого изделия, а затем само изделие; о размерах изделия судят по величине отклонений размеров изделия от эталона.

Прежде чем приступить к наружным измерениям изделий, необходимо установить машину на нуль.

Это делается следующим образом:

1) устанавливают измерительные наконечники, какие требуются для данного измерения;

2) устанавливают измерительную головку 4 над ближайшей к малой измерительной линейке стеклянной пластиной, т. е. на нуль так, чтобы изображение двойного штриха было ясно видно в микроскопе;

3) перемещают измерительную головку 9 с таким расчетом, чтобы нулевой штрих малой измерительной линейки расположился в двойном нулевом штрихе большой измерительной линейки, наблюдаемом в микроскоп;

4) перемещают измерительный наконечник головки 4 до тех пор, пока показания оптиметра не будут равны нулю.

После того как машина установлена на нуль, измерение изделий, размеры которых находятся в пределах 0—100 мм, осуществляют с помощью перемещения одной только измерительной головки 9.

При абсолютном методе измерения наружных размеров, в зависимости от размера измеряемого изделия, перемещают измерительную головку 9 и устанавливают ее в нужном положении. Миллиметры и десятые доли миллиметра отсчитывают по малой измерительной линейке после того, как один из штрихов этой линейки окажется посредине двойного штриха большой измерительной линейки, видимого в микроскопе. Сотые и тысячные доли миллиметра отсчитываются по шкале оптиметра.

При сравнительном методе измерения между измерительными поверхностями наконечников сначала ставят эталон, причем оптиметр устанавливают на нуль, а затем эталон удаляют и вместо него ставят измеряемое изделие. По шкале оптиметра определяют отклонение размеров изделия от эталона.

При измерении размеров свыше 100 мм измерительную головку 4 устанавливают над соответствующей стеклянной пластиной большой измерительной линейки и измерения производят аналогично изложенному.

Предположим, требуется установить машину на размер 350,3 мм. Сначала устанавливают головку 4 на 300 мм при помощи большой измерительной линейки, а затем головку 9 на 50,3 мм при помощи малой. Оптиметр должен при этом показывать нуль. Если после установки измеряемого предмета оптиметр покажет отклонение 0,001 мм в сторону плюса, то истинный размер изделия будет:

$$300 + 50,3 + 0,001 = 350,301 \text{ мм.}$$

При помощи специальных приспособлений на машине можно производить и внутренние измерения как абсолютным, так и сравнительным методами.

На машине можно измерять калибровые кольца, скобы и другие изделия. Точность измерения на машине $\pm 0,001$ мм при длине 100 мм и около 0,01 мм при длине 1000 мм.

Инструментальный микроскоп (рис. 45, а, б) служит для измерения резьбы: диаметра, угла профиля и его положения относительно оси винта, угла подъема винтовой линии, внутреннего и наружного закругления резьбы. Кроме того, можно измерять шаровой отпечаток, форму и угол заострения резца, калибры и шаблоны.

Измерительный столик 2 расположен на направляющих основания 12 и может перемещаться в продольном и поперечном направлениях при помощи микрометрических винтов 11 и 1. Перемещения столика определяют по шкалам, нанесенным на гильзы винтов, а также нониусам, находящимся на больших барабанах, связанных с микрометрическими винтами. Цена деления нониуса 0,01 мм. Рабочий расход микрометрических винтов 25 мм. Каретка рабочего столика может перемещаться в продольном направлении, независимо от микрометрического винта, на 50 мм. т. е. общий продольный путь движения столика равен 75 мм.

На столике укреплен штифт с плоской измерительной поверхностью, а на основании 12 — пластинка, также имеющая плоскую измерительную поверхность. Между штифтом и пластинкой можно помещать блоки плоско-параллельных концевых мер длины и производить измерения в продольном направлении в пределах 50 мм, не пользуясь микрометрическим винтом. Столик микроскопа натягивается сильными пружинами влево, чем обеспечивается

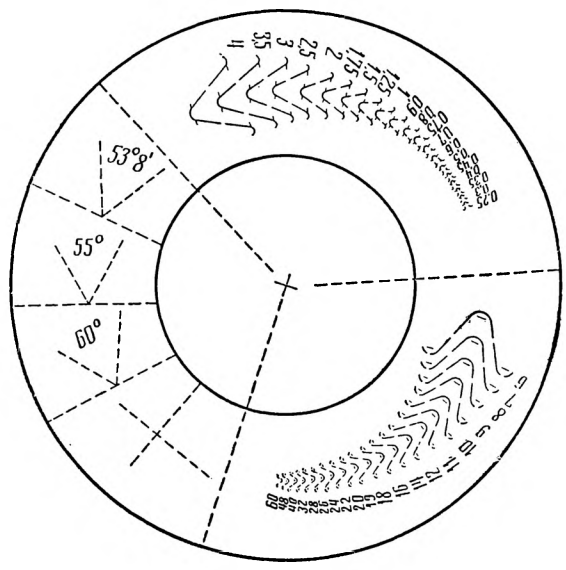
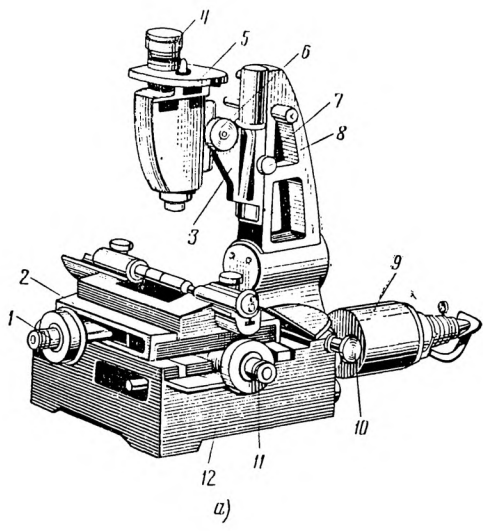


Рис. 45. Инструментальный микроскоп:
 а — общий вид, б — стеклянная пластинка с окулярной сеткой

плотное прилегание измерительных поверхностей микроскопа к поверхностям плиток.

С основанием *12* шарнирно связана стойка *7*, которая может отклоняться от вертикального положения в обе стороны при помощи винтов *10*. Отсчет углов производят по шкалам, нанесенным на гильзы винтов. Стойка отклоняется при измерении резьбы на угол, равный углу подъема винтовой линии. У стойки есть направляющие, по которым может перемещаться кронштейн *3*, закрепляемый винтом *8*.

Корпус *5* микроскопа можно перемещать по направляющим кронштейна *3* и закреплять винтами *6*. Кронштейн перемещают по направляющим стойки при грубой установке микроскопа, а корпус — по направляющим кронштейна при точной установке.

Головка с окуляром *4* съемная и устанавливается на корпусе *5* микроскопа. Окуляр служит для наблюдения за измеряемым изделием. Под окуляром помещена стеклянная пластинка с нанесенными на ней профилями метрической и дюймовой резьбы для различных шагов резьбы (рис. 45, б). Такая пластинка называется окулярной сеткой. Вращая окулярную сетку, можно расположить в поле зрения микроскопа желаемый профиль резьбы и рассматривать его через окуляр с 30-кратным увеличением. Головку с окулярной сеткой применяют главным образом при измерении профиля резьб с нормальными углами. В зависимости от характера измерений головки могут быть различной конструкции с разными окулярными сетками.

Осветитель *9* располагается сзади основания *12* так, что предмет освещается снизу, благодаря чему он хорошо вырисовывается на светлом фоне.

Измеряемое изделие укладывают на столик микроскопа или укрепляют в центрах, устанавливаемых на столике. Изделие освещают снизу лампой, позволяющей регулировать интенсивность освещения. Свет от лампы проходит через соответствующую оптическую систему и освещает изделие параллельным пучком. Контурное изображение предмета попадает на окулярную сетку микроскопа и рассматривается в окуляр. Искажение контура резьбы, проектируемого на окулярную сетку, можно уменьшить, если повернуть стойку *7* на угол, равный углу подъема резьбы.

При помощи микроскопа можно производить разнообразные измерения: среднего диаметра резьбы, шага резьбы, половины угла профиля резьбы, наружного и внутреннего диаметров резьбы, элементов внутренних резьб и др.

Для измерения среднего диаметра резьбы на микроскоп устанавливают головку с окулярной сеткой. Вращая сетку, подбирают соответствующий профиль и совмещают с ним изображение профиля одного из витков резьбы. После этого кронштейн микроскопа перекидывают в противоположную сторону на тот же угол, так как направление резьбы с противоположной стороны винта будет обратное. Затем перемещают столик в

поперечном направлении до тех пор, пока профиль окулярной сетки не совпадет точно с изображением профиля витка. Величина поперечного перемещения столика, определяемая по показаниям шкалы и нониуса микрометрического винта, дает размер среднего диаметра резьбы.

Для измерения шага резьбы на микроскоп устанавливают головку с окулярной сеткой. Вращая сетку, подбирают соответствующий профиль и совмещают с ним изображение профиля так, чтобы при измерении шага между левыми сторонами ниток винта были точно совмещены левые стороны профилей сетки и изображения и наоборот. При этом продольный микрометрический винт должен стоять на нуле или близко от него.

Перемещая столик в продольном направлении, добиваются такого положения, при котором профили сетки и нового витка совпадут точно и аналогично предыдущему. Продольное перемещение столика определяют по показаниям шкалы и нониуса микрометрического винта. Шаг резьбы определится как частное от деления этой величины на число витков рассматриваемого участка винта без одного. Такое измерение можно произвести между двумя соседними витками, тогда шаг резьбы будет определен сразу по перемещению столика.

Для измерения наружного и внутреннего диаметров резьбы на микроскоп можно установить любую из головок. Вращая сетку и перемещая столик в поперечном направлении, совмещают продольный штрих сетки с вершинами изображения резьбы и замечают показания шкалы и нониуса поперечного микрометрического винта. Затем перемещают столик в поперечном направлении до тех пор, пока продольный штрих сетки не совместится с противоположными вершинами резьбы. Снова замечают показания шкалы и нониуса поперечного микрометрического винта. Разница в показаниях будет равна наружному диаметру резьбы.

При определении внутреннего диаметра резьбы продольный штрих сетки совмещают с основанием изображения профиля резьбы и поступают аналогично только что сказанному.

Для измерения элементов внутренних резьб имеется специальное приспособление, при помощи которого можно сделать с внутренней резьбы слепок высокой точности, а затем уже измерять резьбу при помощи микроскопа.

Все остальные измерения общего порядка можно производить на микроскопе подобно измерению элементов резьбы.

Точность измерения микроскопом $\pm 0,005$ мм при продольных и поперечных перемещениях столика и $\pm 2'$ при повороте окулярных сеток.

Проекционные фонари, или проекторы, служат для сравнения увеличенного изображения проверяемого предмета с соответственно увеличенным чертежом профиля этого пред-

мета. Сравнение производится на экране, имеющемся у каждого проектора.

Микроскоп может быть легко превращен в проектор, если на головку, в которой помещается окуляр, установить призму 2 (рис. 46) и при помощи специальной электрической лампы 1 спроектировать изображение профиля предмета на экран 3, закрепленный на микроскопе.

Пределом погрешности воспроизведения контура изделий при измерении на проекторах современных типов можно считать 15—30 мк при максимальных увеличениях.

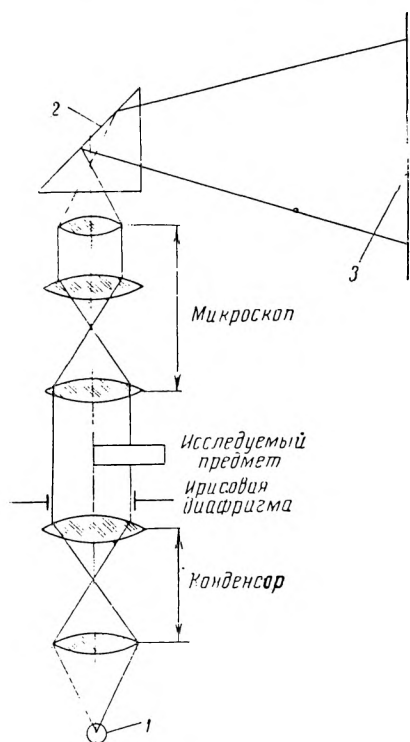


Рис. 46. Оптическая схема микроскопа, превращенного в проектор

Приборы для измерения методом интерференции света. Если наложить прозрачную стеклянную пластинку (рис. 47, а) толщиной от 12 до 20 мм, нижняя поверхность которой хорошо отшлифована и представляет собой плоскость с отклонениями в пределах $\pm 0,1$ мк, на поверхность калибра так, чтобы они соприкасались вдоль ребра, то между нижней рабочей поверхностью пластинки и верхней поверхностью калибра будет находиться тонкий воздушный клин, образующийся вследствие того, что пластинка не по всей плоскости соприкасается с калибром.

Рассматривая поверхность калибра сквозь пластинку при монохроматическом свете, мы увидим на ней темные и в промежутках между ними светлые полосы, которые называются интерференционными.

По характеру этих полос можно судить о плоскостности калибров, а также об их размерах, т. е. методом интерференции света можно измерять калибры.

Если стеклянную пластинку наложить на идеально плоскую поверхность калибра, то наблюдаемые полосы будут прямыми (рис. 47, б). Толщина клина в данной точке соответствует числу темных полос, расположенных между ребром клина и рассматриваемой точкой.

При белом свете первая от ребра клина темная полоса рас-

положится там, где толщина клина равна $0,3 \text{ мк}$, вторая — $0,6 \text{ мк}$, третья — $0,9 \text{ мк}$ и т. д.; больше семи полос обычно не наблюдается, так как при толщине клина свыше 2 мк интерференционные полосы не появляются; при зеленом свете будем иметь соответственно: $0,25$; $0,5 \text{ мк}$ и т. д.; при красном свете — $0,32$; $0,64 \text{ мк}$ и т. д.

Если поверхность калибра выпуклая, то полосы имеют форму дуг и располагаются относительно ребра клина так, как показано на рис. 47, в; если поверхность калибра вогнутая, полосы имеют форму дуг и располагаются в обратную сторону, как по-

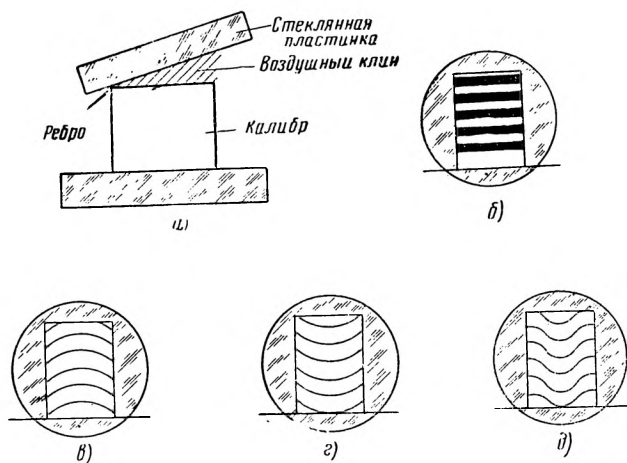


Рис. 47. Измерение методом интерференции света

казано на рис. 47, г. Если же поверхность имеет одновременно вогнутость и выпуклость, полосы будут иметь форму, показанную на рис. 47, д.

Величина вогнутости или выпуклости в данной точке во всех этих случаях определяется числом полос, расположенных между ребром клина и рассматриваемой точкой. Например, при белом свете вогнутость или выпуклость в данной точке будет равна числу темных полос между ребром клина и рассматриваемой точкой, умноженному на $0,3 \text{ мк}$.

Интерференционные методы измерения применяются для относительного и абсолютного измерений.

При относительном измерении длина измеряемого калибра сравнивается с длиной заранее измеренного калибра. Для этого калибр 1 и эталон 2 (рис. 48, а) с разницей размеров не более 2 мк устанавливают рядом и притирают к стеклянной пластинке. Они должны быть настолько хорошо притерты к пластинке, чтобы на притертых поверхностях не наблюдалось интерференционных полос или окрашенных пятен. На свободные измерительные

поверхности накладывают стеклянную пластинку, как показано на рисунке.

Интерференционные полосы на поверхности калибра будут направлены параллельно ребру клина; то же будет и на поверхности эталона, только полосы эталона сместятся относительно полос калибра. По величине смещения определяют доли полосы. Эта величина равна примерно 0,5 полосы, что при белом свете составит $0,3 \times 0,5 = 0,15 \text{ мк}$.

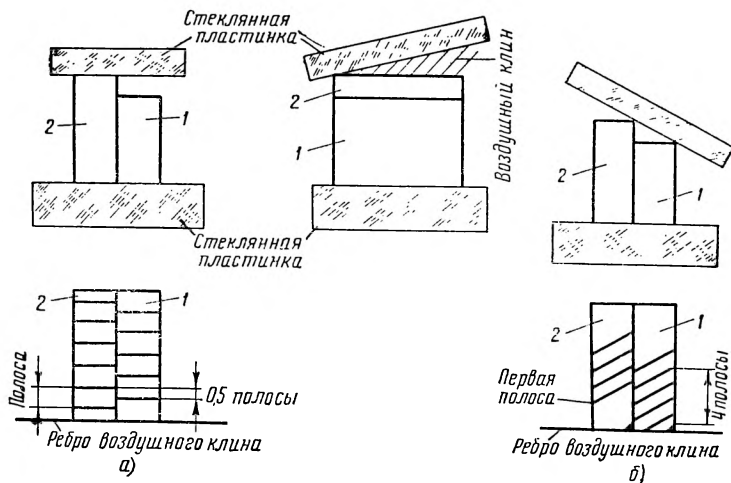


Рис. 48. Расположение калибра, эталона и стеклянной пластинки при измерении методом интерференции света

Чтобы определить разность в целом числе полос, верхнюю стеклянную пластинку осторожно наклоняют (рис. 48, б) и на поверхности калибра 1 и эталона 2 появляются наклонные полосы, из которых крайние имеют черный цвет. Если разность между количеством полос калибра и эталона, считая от темных полос, равна четырем, то калибр меньше эталона на $4 + 0,5 = 4,5$ полосы, что составляет при белом свете $0,3 \times 4,5 = 1,35 \text{ мк}$.

Чем больше разность между размерами эталона и калибра, тем больше угол наклона полос, так как при этом увеличивается толщина клина в местах, удаленных от точек опор верхней стеклянной пластинки.

Относительный интерференционный метод измерения калибров широко применяется на машиностроительных заводах и носит название технического интерференционного метода измерения. При этом методе средняя точность измерения составляет около $\pm 0,1 \text{ мк}$. При абсолютном интерференционном методе измерения, который применяется редко, размеры калибров сравнивают непосредственно с длиной световой волны.

К достоинствам оптических приборов можно отнести высокую точность измерения, а к недостаткам — сложность конструкции и возможность их применения только в лабораторных условиях.

8. УХОД ЗА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМИ ИНСТРУМЕНТАМИ И ПРИБОРАМИ

Чтобы возможно дольше сохранить точность измерительного инструмента, необходимо обращаться с ним бережно. Малейшая забоина или царапина, пыль, влажность уменьшают точность инструмента, способствуют его коррозии. Кладовые, где хранится измерительный инструмент, должны быть чистыми, сухими и иметь нормальную температуру (около 20°).

Менее точные измерительные и поверочные линейки, угольники и шаблоны должны висеть на стенках шкафов или лежать в определенных местах на деревянных полках шкафов.

Более точный измерительный и поверочный инструмент (штангенциркули, микрометры, индикаторы, концевые меры длины, лекальные линейки) необходимо хранить в отдельных закрывающихся деревянных ящиках, а точные измерительные приборы — в отдельных закрывающихся футлярах.

Чтобы предохранить инструменты от коррозии, следует поверхности, не имеющие антикоррозийного покрытия, после использования промыть обезжиривающей и не вызывающей коррозии жидкостью (например, чистым авиационным бензином); смазать составом, предохраняющим от коррозии (например, парфюмерным или костяным маслом); завернуть в предохраняющую от сырости бумагу (например, парафиновую или восковую) и положить в соответствующий футляр.

Перед употреблением инструмента с его измерительных поверхностей удаляют смазочные вещества мягкой, чистой тряпочкой или смывают их чистым авиационным бензином. После этого измерительные поверхности покрывают тонким слоем костяного масла.

При выполнении слесарных и станочных работ измерительный инструмент надо класть на специальные деревянные подставки, чтобы предохранить его от ударов, забоин и царапин.

9. ПРИБОРЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТВЕРДОСТИ МЕТАЛЛОВ

Испытание на твердость является одним из распространенных методов механических испытаний деталей. На твердость испытывают как сырые незакаленные, так и закаленные детали.

Приборы для испытания на твердость несложны, и испытание можно проводить непосредственно в цехах.

Результаты испытаний на твердость позволяют с достаточной для практических целей точностью вычислять другие прочност-

ные характеристики испытываемого металла, а также определять его способность поддаваться обработке. Нельзя правильно вести обработку деталей, особенно термическую, если не контролировать их приборами для определения твердости.

Из приборов для определения твердости наиболее распространены пресс типа Бринеля и прибор типа Роквелла.

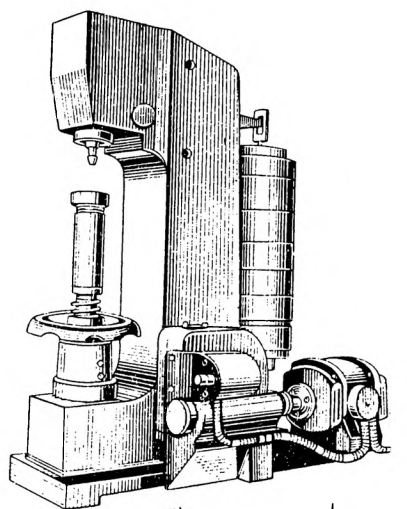
Способ определения твердости по Бринелю (рис. 49, а) получил большое распространение в заводской практике, он основан на том, что при помощи определенной силы P (рис. 49, б) можно вдавить твердое тело (шарик) в более мягкое (изделие) и получить на нем определенный отпечаток. Полученный отпечаток имеет вид сферического углубления.

Измерив диаметр отпечатка шарика, по специальным таблицам определяют число твердости H_B .

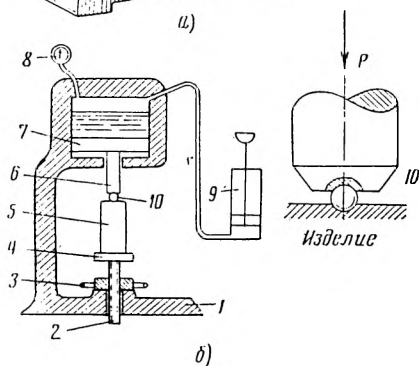
Пресс типа Бринеля имеет станину 1, в верхней части которой расположен цилиндр с поршнем 7. Цилиндр заполнен маслом; поршень связан с пуансоном 6, в котором установлен шарик 10.

В нижней части станины на винте 2 укреплен столик 4, на который устанавливают испытываемое изделие 5. При испытании изделие кладут на столик и подводят к шарiku, вращая гайку 3. При помощи механического привода или вручную приводят в действие насос 9 и накачивают масло в цилиндр до тех пор, пока стрелка манометра 8 не покажет требуемого давления. Выдержав изделие под давлением в течение 10—60 сек. (табл. 3), снимают изделие, измеряют диаметр отпечатка шарика и по табл. 4 находят число твердости по Бринелю.

При определении твердости прибором типа Роквелла (рис. 50) применяют стальной шарик диаметром 1,59 мм или же алмаз, рабочий конец которого имеет форму конуса. Стальным



а)



б)

Рис. 49. Пресс типа Бринеля для испытания твердости металлов

Таблица 3

Выбор диаметра шарика и нагрузки

Испытуемый материал	Интервалы твердости в числах твердости	Толщина испытуемого образца в мм	Диаметр шарика в мм	Нагрузка в кг	Выдержка под нагрузкой в сек.
Черные металлы	140—450	Больше 6	10	3000	10
		От 6 до 3	5	750	
		Меньше 3	2,5	187,5	
Черные металлы	До 140	Больше 6	10	3000	30
		От 6 до 3	5	750	
		Меньше 3	2,5	187,5	
Медь, латунь, бронза, магниевые сплавы	31,8—130	Больше 6	10	1000	30
		От 6 до 3	5	250	
		Меньше 3	2,5	62,5	
Алюминий, подшипниковые сплавы	8—35	Больше 6	10	250	60
		От 6 до 3	5	62,5	
		Меньше 3	2,5	15,6	

Таблица 4

Числа твердости по Бринелю при диаметре шарика $D=10$ мм

Диаметр отпечатка в мм	Н а г р у з к а		
	3000 кг	1000 кг	500 кг
	Числа твердости в кг/мм ²		
2,0	946	316	157,7
2,5	600	200	100
3,0	413	140	70
3,5	302	102	50
4,0	228	76	38
4,5	179	60	29,7
5,0	143	48	23,8
5,5	116	39	19,3
6,0	95	31	15,9
6,5	80	26,5	13,3
7,0	67	22	11,7
7,5	56,5	18,9	9,45
8,0	48	16	8

шариком пользуются при определении твердости мягких металлов, а алмазом — при определении твердости закаленных сталей и других твердых металлов.

О величине твердости судят по тому, насколько углубился под влиянием определенного груза стальной шарик или конус алмаза в проверяемый металл.

Величину углубления измеряют с помощью индикатора 5, установленного на станине 1. Циферблат индикатора снабжен двумя шкалами В и С.

Шкалой В, расположенной ближе к центру циферблата и окрашенной в красный цвет, пользуются при определении твердости стальным шариком, а шкалой С, находящейся дальше от

центра и окрашенной в черный цвет, пользуются при определении твердости конусом алмаза.

Стальной шарик или алмаз закрепляется в пуансоне 6, который перемещается вертикально вниз грузом 2 с помощью рычага 4.

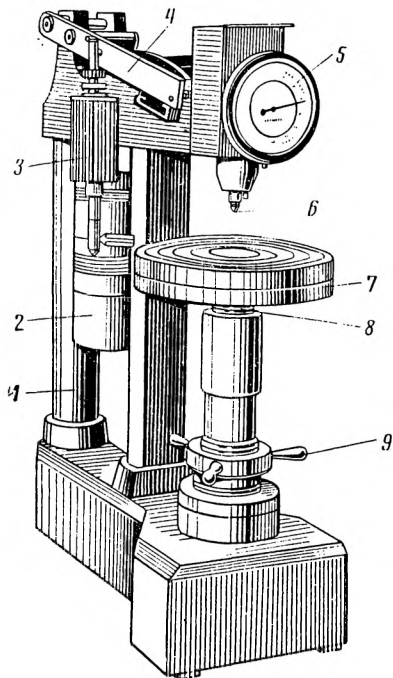


Рис. 50. Прибор типа Роквелла для испытания твердости металлов

Скорость перемещения пуансона и возрастания нагрузки, а также равномерность увеличения давления пуансона на изделие регулируются масляным буфером 3.

Изделие устанавливают на столик 7 и поднимают, вращая гайку винта 8 за маховичок 9. Подъем производят постепенно, пока изделие не придет в соприкосновение с наконечником пуансона 6, т. е. стальным шариком или конусом алмаза. Маховичок 9 продолжают медленно вращать до тех пор, пока стрелка индикатора не покажет нагрузку в 10 кг.

После этого циферблат индикатора устанавливают на нуль и рукояткой, расположенной с правой стороны прибора (на рис. 50 не видна), включают нагрузку и определяют ее величину (табл. 5).

Таблица 5

Определение нагрузки при стальном и алмазном наконечнике

Допускаемые пределы шкалы	Примерная твердость металла при испытании шариком H_B	Обозначение шкалы	Вид наконечника	Нагрузка в кг	Обозначение
25—100	60—230	B	Стальной шарик	100	R_B
20—67	230—700	C	Алмазный конус	150	R_C
>70	>700	A	Алмазный конус	60	R_A

Отсчет числа твердости на приборе типа Роквелла производится непосредственно по шкале индикатора, без всяких дополнительных обмеров, чего нельзя получить на прессе типа Брилля.

1. ПОНЯТИЕ О ШЛИФОВАНИИ И ШЛИФОВАЛЬНЫХ СТАНКАХ

Процесс шлифования — это воздействие на обрабатываемую поверхность большого количества абразивных зерен, соединенных между собой различными связками.

Ребра абразивных зерен представляют собой как бы режущие кромки мелкозубого инструмента.

Отдельные абразивные зерна во время перемещения их по обрабатываемой поверхности снимают с изделия стружки и образуют на поверхности углубления.

Точность, чистота обработанной поверхности и производительность шлифования зависят от количества абразивных зерен, подводимых в единицу времени в зону резания, т. е. от зернистости абразива и режима резания. Чем мельче зерно абразива и выше скорость шлифования, тем мельче и тоньше снимаемая стружка, тем чище обрабатываемая поверхность.

Высокая точность при шлифовании является результатом того, что небольшой припуск на обработку снимается не сразу, а постепенно. Сначала при черновом шлифовании снимают слои металла глубиной от 0,01 до 0,1 мм, затем при чистовом шлифовании сошлифовывают слои глубиной от 0,005 до 0,01 мм и, наконец, при последних, отделочных, проходах удаляют весьма тонкие слои металла, причем только в местах, которые не были затронуты при чистовом шлифовании в силу тех или иных причин.

Шлифовальные станки широко применяются при чистовой обработке деталей, так как на них можно выполнять обработку изделий по второму классу точности значительно легче, чем на других станках. Поэтому шлифовальные станки предназначаются для отделочных операций после обработки изделий на токарных, фрезерных, строгальных и других станках.

К достоинствам шлифовальных станков надо отнести возможность обрабатывать на них закаленные изделия, чего нельзя делать на большинстве других станков.

По видам обработки шлифовальные станки можно разбить на следующие наиболее растространенные типы:

1) круглошлифовальные — для шлифования наружных поверхностей тел вращения;

- 2) внутришлифовальные — для шлифования внутренних поверхностей;
- 3) плоскошлифовальные — для шлифования плоских поверхностей;
- 4) фасонношлифовальные — для шлифования фасонных поверхностей;
- 5) резьбошлифовальные — для шлифования резьб;
- 6) зубошлифовальные — для шлифования зубьев зубчатых колес;
- 7) заточные шлифовальные станки — для заточки различных инструментов.

2. УСТРОЙСТВО ПЛОСКОШЛИФОВАЛЬНОГО СТАНКА

Плоскошлифовальные станки, применяемые в лекальном производстве, в зависимости от расположения шпинделя разделяются на вертикальные с вертикальным расположением шпинделя (рис. 51, а) и горизонтальные с горизонтальным рас-

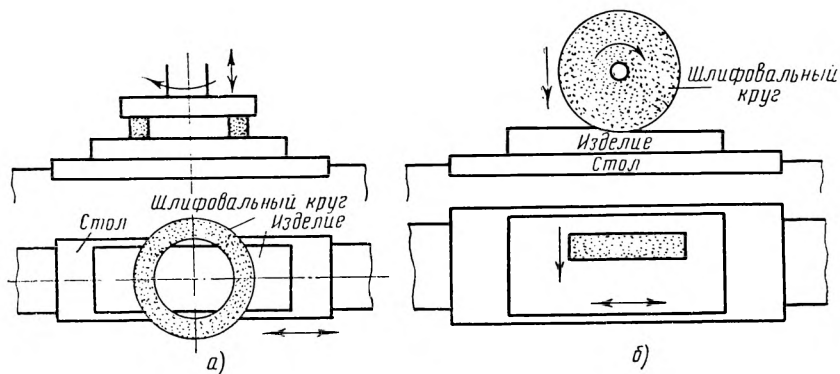


Рис. 51. Схемы работы:

а — вертикального плоскошлифовального станка, б — горизонтального плоскошлифовального станка

положением шпинделя (рис. 51, б). В первом случае плоскошлифовальные станки шлифуют торцом круга, во втором — периферией круга.

При шлифовании торцом круга площадь соприкосновения круга и детали значительна, поэтому трудно получить обработанную, без рисок, поверхность изделия. В этом случае для облегчения работы круга необходимо на его торце оставить буртик шириной от 2 до 5 мм или же сделать на торцовой рабочей поверхности внутренний скос.

При шлифовании периферией круга поверхность получается более высокого качества, поэтому для лекального про-

изводства этот метод шлифования получил широкое распространение.

На рис. 52, а показан плоскошлифовальный станок с горизонтальным расположением шпинделя.

Шпиндель шлифовального круга расположен в бабке 4, которая может перемещаться по вертикальным направляющим стойки станка при помощи вертикального ходового винта, приводимого в движение маховичком 3.

По горизонтальным направляющим станины 12 может перемещаться стол 7. Маховички 9 и 11 служат для ручного перемещения стола; первый в продольном, второй в поперечном направлении. Маховичком 10 регулируется автоматическая подача стола.

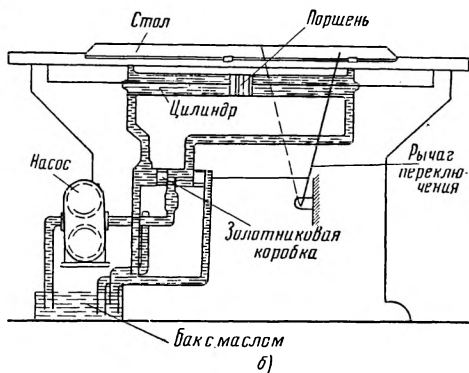
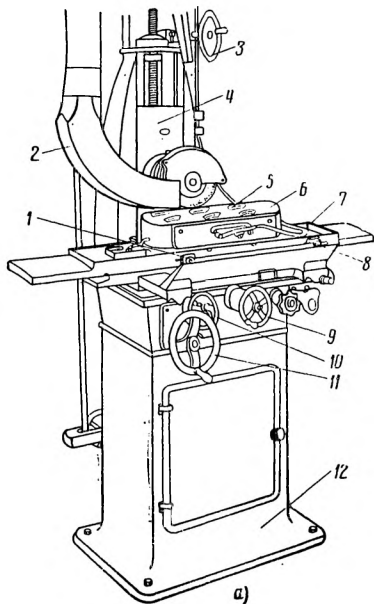


Рис. 52. Плоскошлифовальный станок с горизонтальным расположением шпинделя:

а — общий вид, б — схема гидравлической установки станка

Длина хода стола может быть отрегулирована переставными упорами 1 и 8. Обычно изделия 5 устанавливают на электромагнитной плите 6, смонтированной на столе станка. Для включения и выключения магнитной плиты служит кнопка. Получаемая в процессе шлифования наждачная и металлическая пыль отсасывается во время работы специальным насосом через вытяжную трубу 2.

Такие станки в большинстве имеют гидравлическую подачу.

На рис. 52, б дана схема гидравлической установки для сообщения столу плоскошлифовального станка продольной подачи.

Электродвигатель приводит во вращение насос, засасывающий из бака масло, которое под давлением направляется в золотниковую коробку. В зависимости от положения золотника,

перемещаемого столом станка при помощи рычага переключений, масло направляется из золотниковой коробки в правую или левую полость цилиндра. Если масло поступит в правую полость, то поршень через шток, связанный со столом станка, будет перемещать его в левую сторону, а если масло поступит в левую полость, стол будет перемещаться в правую сторону.

На рис. 53 показан настольный плоскошлифовальный станок высокой точности с магнитным столом 152×105 мм.

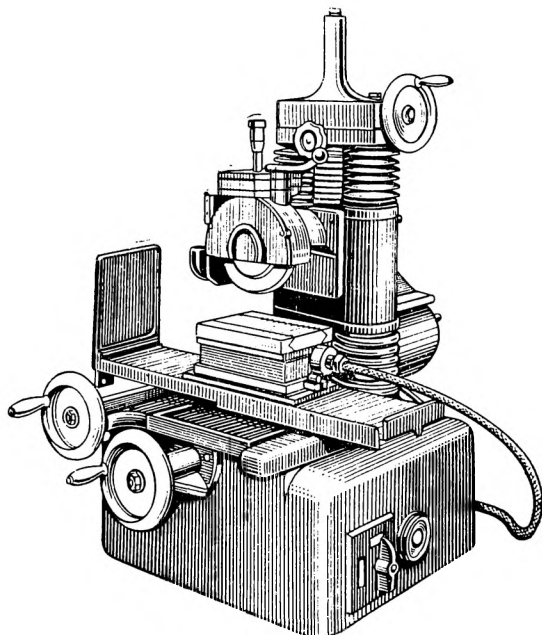


Рис. 53. Настольный плоскошлифовальный станок высокой точности с магнитным столом

3. БАЛАНСИРОВКА И КРЕПЛЕНИЕ ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ

Отбалансировать шлифовальный круг — это значит уравновесить круг на балансировочном станке так, чтобы центр тяжести круга совпал с осью его вращения.

Для балансировки служит балансировочный станок (рис. 54, а). Основными частями этого станка являются два шлифованных стальных цилиндрических валика 1, 2 одинакового диаметра, расположенных строго параллельно.

Заводы-изготовители выпускают абразивные круги отбалансированными. Но так как круги закрепляются на шпинделе шлифовального станка при помощи фланцев, иногда недостаточно отбалансированных, а отверстия шлифовальных кругов могут

иметь диаметр больше диаметра фланцев, то круги вместе с фланцами перед установкой на шпиндель шлифовального станка должны быть обязательно отбалансированы.

Для балансировки круга с фланцами в конструкции фланцев предусмотрены металлические противовесы (рис. 54, б), состоящие из двух половин и устанавливаемые в нужном месте паза фланца при помощи винтов.

Балансировочную оправку плотно вставляют в отверстие фланца круга, после чего круг с оправкой устанавливают на балансировочный станок так, чтобы ось оправки была перпендикулярна валикам станка.

Кругу легким толчком придают медленное вращение и после его остановки отмечают на периферии верхние точки. Перемещая противовесы, имеющиеся во фланцах, закрепляют их в положении,

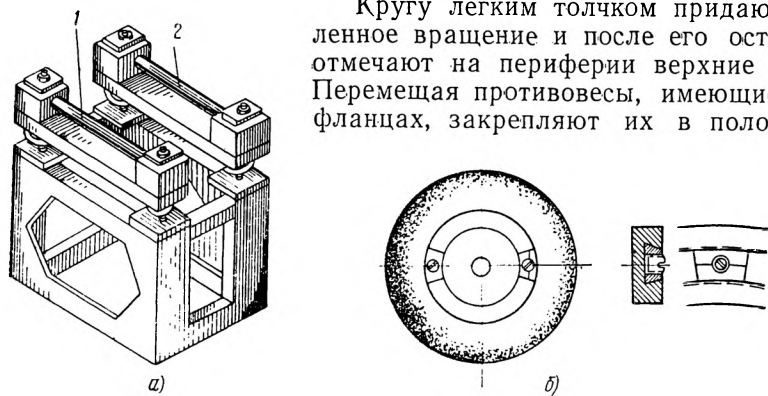


Рис. 54. Балансировка шлифовальных кругов:
а — приспособление для балансировки, б — крепление противовеса на фланце шлифовального круга

при котором круг после ряда легких толчков останавливается в различных положениях.

Так как при скоростях, превышающих нормальные, шлифовальный круг может разорваться, то для шлифовальных кругов заводы-изготовители устанавливают наибольшие допустимые окружные скорости: максимальная скорость шлифовальных кругов на керамической связке 35 м/сек, на вулканитовой, бакелитовой и шеллаковой 45 м/сек; максимальная скорость отрезных кругов на бакелитовой связке 75 м/сек.

Для обеспечения безопасной работы шлифовальных кругов их проверяют на разрыв при скоростях, превышающих допустимые. Испытание проводят в отдельном помещении на специальных станках, позволяющих постепенно повышать окружную скорость испытуемых кругов до требуемой условиями испытания.

Все шлифовальные круги прямого профиля диаметром от 100 до 200 мм включительно при толщине не менее 25% от диаметра круга и при рабочих скоростях 30 м/сек и выше испытывают на вращение в течение 1 мин. при скорости, превышающей допустимую на 50%. Почти все шлифовальные круги диаметром свыше

200 мм испытывают при скорости, превышающей допустимую на 75⁰/₆.

Шлифовальные круги крепятся на конце шпинделя станка при помощи винтов или фланцев (рис. 55) и другими способами.

Диаметр отверстия шлифовального круга должен быть на 0,5—0,8 мм больше диаметра посадочного места шпинделя или фланца. Если же отверстие круга велико, его заливают свинцом

или массой, состоящей из серы, боксита, графита и окиси железа, а затем растачивают до нужного размера.

Применять усилия при надевании круга на шпиндель или фланцы категорически запрещается во избежание повреждения круга. Применение дополнительных рычагов при завертывании гаек и винтов нормальными ключами категорически запрещается, так как это может привести к разрыву круга.

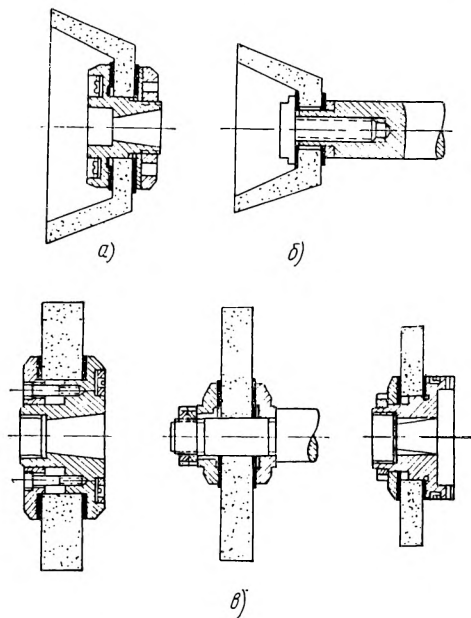


Рис. 55. Способы крепления шлифовальных кругов:

а — фланцем-гайкой, б — с помощью винтов, в — во фланцах винтами с гайками

4. УХОД ЗА СТАНКОМ

Для работы на шлифовальном станке необходимо не только знать его устройство и способ управления им, но и уметь

содержать станок в чистоте и порядке.

Перед тем как приступить к работе, станок следует очистить от пыли и смазать. Особенно необходимо следить за тем, чтобы направляющие шлифовальной бабки и рабочего стола, подшипники шпинделя, поверхности рабочего и магнитного столов, детали переключающих механизмов находились в порядке и были исправны. Подшипники шпинделя и направляющие бабки и стола перед работой необходимо в соответствующих местах хорошо смазать машинным маслом марки Л или тавотом. Во время работы надо следить за смазкой ответственных частей станка, за количеством масла в масленках и периодически согласно инструкции, приложенной к станку, менять масло в масленках или резервуарах.

Обязательной является проверка крепления шлифовального круга на шпинделе и состояния его рабочей поверхности. При мокром шлифовании надо подавать охлаждающую жидкость к месту соприкосновения шлифовального круга с изделием в количестве от 20 до 40 л/мин.

Если станок имеет гидравлический привод, то насос, подающий масло в гидравлические цилиндры, должен давать давление в соответствии с указаниями в паспорте станка. Давление насоса проверяется манометром, подключенным к гидравлической системе станка.

Масло в баке необходимо периодически менять и держать его не ниже установленного уровня, фильтр в баке время от времени прочищать. Сальники гидравлических цилиндров надо систематически проверять; если начинает просачиваться масло, необходимо подтянуть сальники.

Рабочий стол и шлифовальную бабку перед работой нужно несколько раз переместить вхолостую вперед и назад, чтобы уничтожить воздушные мешки, образовавшиеся в гидравлической системе во время бездействия станка.

5. НАЗНАЧЕНИЕ ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ

Шлифовальные круги являются режущим инструментом, применяемым при обработке металлов на шлифовальных и заточных станках. Каждый шлифовальный круг состоит из зерен твердого шлифующего материала, удерживаемых минеральной или органической связкой.

Шлифовальные круги можно подразделить на ряд типов, в зависимости от формы круга, шлифующего материала, связки, твердости и зернистости.

Форма шлифовальных кругов зависит от расположения на станке шпинделя шлифовального круга и от формы обрабатываемых поверхностей.

При горизонтальном шпинделе рабочая поверхность расположена в большинстве случаев по периферии шлифовального круга, а при вертикальном — по его торцу. Круги первого типа применяются главным образом при обработке цилиндрических, конических и фасонных наружных и внутренних поверхностей, иногда при обработке плоскостей; круги второго типа употребляются исключительно для шлифования плоскостей.

В табл. 6 показаны шлифовальные круги различной формы, употребляемые при изготовлении калибров, шаблонов, призм и т. п. Круги *a* и *b* предназначены для разных работ; круги *в* — для шлифования конического профиля; круги *г* и *д* — для шлифования плоскостей; круги *е*, *ж*, *з* — для шлифования криволинейных профилей; круги *и* — для шлифования скоб.

Шлифовальные круги

Эскизы сечений	Виды кругов	Обозначения	Номера стандартов
<i>a</i>	Плоский прямого профиля	ПП	2425—44
<i>б</i>	Диск	Д	2434—44
<i>в</i>	Плоский 40° конического профиля	2П	2426—44
<i>г</i>	Чашка цилиндрическая	ЧЦ	2436—44
<i>д</i>	Чашка коническая	ЧК	2437—44
<i>е</i>	Тарелка	1Т	
<i>ж</i>	Тарелка	2Т	2438—44
<i>з</i>	Тарелка	3Т	
<i>и</i>	Для шлифования калибровых скоб	С	2440—44

6. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ

Шлифующим материалом являются абразивы, которые имеют более высокую твердость, чем шлифуемый материал.

Абразивные материалы, например алмаз, карборунд, корунд, наждак, стекло и крокус, применяют в виде зерен различной величины для образования режущего инструмента — шлифовального круга или притира.

Абразивные материалы в зависимости от происхождения делятся на естественные и искусственные.

Естественный абразивный материал получается из горных пород и минералов — наждака, корунда, алмаза и различных кремнево-кварцевых пород.

Наждак представляет собой горную породу, содержащую до 60% кристаллической окиси алюминия. Строение его мелкокристаллическое. По шлифующей способности из-за большого содержания вредных примесей наждак уступает корунду и искусственным абразивным материалам, поэтому идет на изготовление малоответственных абразивных кругов и шлифующих порошков.

Корунд — кристаллическая окись алюминия. По твердости он уступает только алмазу. Корунд более вязок и менее хрупок, чем наждак, поэтому является одним из лучших шлифующих материалов.

Естественный корунд применяется для изготовления шлифовальных кругов и абразивных порошков. Искусственный абразивный материал, к которому относятся электрокорунд, карборунд, карбиды вольфрама, бора, титана и др., широко применяют в шлифовальном деле.

Электрокорунд получается в результате плавки в электропечах боксита, глинозема, кремнезема и окиси железа. Твердость его уступает алмазу. Зерна его многогранны. Электрокорунд пригоден для обработки твердых и вязких материалов.

Карборунд получают сплавлением в электропечах кварцевого песка, угольного порошка и металлических опилок при температуре около 2000°. По твердости карборунд уступает алмазу. Кристаллы его имеют правильную форму и очень острые грани. Карборунд имеет незначительную вязкость.

Чем тверже абразивный материал, тем больше у него режущая способность и тем скорее он обрабатывает изделие. Самым твердым считается алмаз, а затем идут последовательно карборунд, наждак, стекло и крокус. Если режущую способность наждака принять за единицу, то у корунда она будет 1½, а у карборунда 2.

Алмаз очень дорог, поэтому его применяют исключительно для правки шлифовальных кругов.

Удерживать абразивные зерна на поверхности круга до их притупления предназначена связка.

В настоящее время в абразивной промышленности применяются следующие виды связок: керамическая, бакелитовая, вулканитовая и шеллаковая.

Керамическая связка — это смесь из глины, полевого шпата, кварца и мела. Круги с керамической связкой пользуются наибольшим распространением. Связка имеет равномерную твердость, которую можно менять в зависимости от назначения круга. Зерна в связке всегда открыты и свободно режут металл. Керамический круг не чувствителен к действию воды, масла и высокой температуры.

К недостаткам кругов с керамической связкой надо отнести их хрупкость, трудность изготовления и невозможность работать со скоростями, превышающими 35 м/сек.

Бакелитовая связка состоит из бакелита и смолы. Круги с бакелитовой связкой применяют для резки закаленных изделий и при различных прорезных работах.

Преимущества бакелитовой связки состоят в том, что она обладает большой прочностью и упругостью и позволяет изготавливать круги толщиной до 0,5 мм; круги с бакелитовой связкой могут работать со скоростями до 60 м/сек.

К недостаткам кругов с бакелитовой связкой надо отнести их малую пористость, быструю срабатываемость и чувствительность к действию воды.

Вулканитовая связка представляет собой каучук, подвергшийся вулканизации. Круги с вулканитовой связкой обладают большей упругостью, чем бакелитовые, и позволяют работать с охлаждающей жидкостью. Чистота поверхности при шлифовании этими кругами получается высокого класса.

К недостаткам кругов с вулканитовой связкой надо отнести то, что при нагревании круга до 150° связка выгорает и зерна выкрашиваются; кроме того, эти круги дороги, легко засаливаются и имеют меньшие пределы твердости, чем круги с керамической связкой.

Шеллаковую связку применяют для кругов, употребляемых при обработке поверхностей высокого класса чистоты, имеющих вид полированных.

Недостатком кругов с этой связкой является быстрая их изнашиваемость.

7. КЛАССИФИКАЦИЯ ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ ПО ТВЕРДОСТИ И ЗЕРНИСТОСТИ

Под твердостью шлифовального круга понимают способность связки удерживать зерна шлифующего материала и сопротивляться усилиям, стремящимся разорвать круг или нарушить его структуру. Чем тверже связка, тем дольше удерживаются в нем затупившиеся зерна абразивного материала.

По степени твердости шлифовальные круги делят на девять групп, начиная от чрезвычайно мягких и кончая чрезвычайно твердыми (табл. 7).

Таблица 7

Характеристика шлифовальных кругов по твердости

Характеристика связки по твердости	Чрезвычайно мягкая	Весьма мягкая	Мягкая	Среднемягкая	Средняя	Среднетвердая	Твердая	Весьма твердая	Чрезвычайно твердая
Условное обозначение	ЧМ	ВМ ₁ ВМ ₂	М ₁ М ₂ М ₃	СМ ₁ СМ ₂	С ₁ С ₂	СТ ₁ СТ ₂ СТ ₃	Т ₁ Т ₂	ВТ ₁ ВТ ₂	ЧТ ₁ ЧТ ₂

По мере затупления режущей грани какого-либо зерна давление стружки на зерно постепенно возрастает и, наконец, зерно выламывается из окружающей его связки. Связующий материал,

как более мягкий, после этого истирается, и на рабочей поверхности круга выступают новые зерна с острыми, еще не затупившимися гранями.

Связка должна удерживать зерна до тех пор, пока их грани достаточно остры, и давать возможность зернам выламываться после того, как затупление их достигает такой степени, что зерна уже не могут резать (снимать стружку). Таким образом, круг должен самозатачиваться.

Если связка слишком слаба, зерна выкрашиваются до затупления и круг осыпается. Если же связка слишком тверда, зерна удерживаются и после их затупления. Между ними наблюдается металлическая пыль, шлифовальный круг засаливается и перестает резать. Чтобы избежать осыпания и засаливания, следует применять при обработке твердых металлов мягкие круги, а при обработке мягких — твердые.

Зернистость характеризуется размерами зерна абразивного материала и обозначается присвоенными ей номерами.

Применяются молотые абразивные порошки с номерами зернистости, начиная от № 8 и кончая № 325, и порошки, полученные гидравлическим способом, начиная от М-28 и кончая М-7.

Чем больше номер зерна и меньше число у марки, тем размер зерна в поперечнике меньше. Величина зерна у абразивных материалов зернистостью № 8 равна 2,38 мм, а у материалов зернистостью № 325 она равна 0,035 мм. Абразивные материалы с маркой М-28 имеют величину зерна 0,020 мм, а с маркой М-7 — величину 0,005 мм.

По величине зерна абразивный материал разбивается на три группы: 1) шлифзерно с зернистостью от № 8 до № 100, 2) шлифпорошки с зернистостью от № 100 до № 325 и 3) микропорошки от М-28 до М-7.

В зависимости от величины зерна молотые порошки делятся, в свою очередь, на следующие группы:

	Номер зернистости
Весьма крупнозернистые	от 8 до 16
Крупнозернистые	» 24 » 36
Среднезернистые	» 46 » 60
Мелкозернистые	» 80 » 120
Весьма мелкозернистые	» 140 » 230

Величина зерна, т. е. зернистость, выбирается при обработке деталей в зависимости от качества материала, припуска на обработку и чистоты поверхности, которую нужно получить в результате обработки.

Все шлифовальные круги, выпускаемые отечественными заводами, имеют стандартные размеры и маркируются соответствующим образом. На каждом круге обязательно указываются форма круга, его высота и диаметр отверстия; кроме того, указывается

завод-изготовитель, абразивный материал, зернистость, твердость круга, связка и допускаемая окружная скорость круга в метрах в секунду.

8. ВЫБОР ШЛИФОВАЛЬНОГО КРУГА

Шлифовальный круг выбирают в зависимости от ряда факторов: формы и размеров изделия, его материала, величины припуска на обработку, точности и чистоты обработанной поверхности, а также типа и размеров станка.

При выборе круга руководствуются следующими соображениями:

1. Форму и размеры шлифовального круга выбирают в зависимости от типа, размеров станка и принятого метода обработки. При горизонтальном расположении шпинделя обычно берут круги, работающие периферией, а при вертикальном — работающие торцом. Чем больше размеры станка, тем больше и размеры принимаемых кругов.

2. Материал круга берут исходя из условий обработки. Например, для обработки металлов с большим сопротивлением разрыву — углеродистой и специальных сталей, марганцовистой бронзы, латуни, ковкого и серого чугуна — пригоден естественный и искусственный корунд; для отделочных профильных работ, а также для обработки тонких изделий и твердых сталей — электрокорунд высшего сорта — корракс; для обработки металлов с низким сопротивлением разрыву — латуни, цинка, бронзового литья, чугуна, твердых сплавов и алюминия — карборунд.

При выборе круга большое значение имеет также связка.

Керамическую связку применяют преимущественно при обдирочных работах и мокрому шлифованию.

Бакелитовую связку применяют при чистовой обработке и обработке прерывистых плоскостей торцом круга. Круги с бакелитовой связкой дают более высокое качество обработки и имеют большую производительность по сравнению с кругами керамической связки.

Вулканитовую связку применяют преимущественно при прорезных и отрезных работах, при внутреннем шлифовании и в случаях необходимости сохранить профиль круга.

Шеллаковую связку применяют при чистовых отделочных работах.

При выборе твердости круга придерживаются общего правила: чем тверже обрабатываемый металл, тем мягче должен быть круг, и чем мягче обрабатываемый металл, тем тверже должен быть круг.

При увеличении диаметра круга, работающего периферией, необходимо увеличивать твердость круга на одну ступень. При

внутреннем и плоском шлифовании берут более мягкие круги, чем при наружном. При работе периферией необходимо брать круги на 1—2 номера больше, чем при работе торцом.

С повышением режима шлифования или с увеличением номера зерна твердость круга понижается. При работе с бакелитовыми и вулканитовыми кругами твердость их повышается на 2—3 ступени по сравнению с керамическими кругами.

При профильном шлифовании берут круги более твердые, чем при круглом. Для безалмазной правки абразивного инструмента применяют круги ЧТ₁ — ЧТ₂.

Круги, зернистость которых находится в пределах от № 8 до № 36 включительно, применяют для обдирочных работ, от № 46 до № 140 — для снятия незначительных припусков и от № 170 до М-7 — для окончательной отделки.

При работе с большими скоростями надо брать зернистость более низких номеров, чем с меньшими скоростями. При механической подаче на глубину берется зернистость более низких номеров, чем при ручной подаче.

В табл. 8 указаны твердость и зернистость шлифовальных кругов при плоском шлифовании периферией круга и в табл. 9 — при плоском шлифовании торцом круга, в зависимости от шлифуемого металла и материала абразива.

При плоском шлифовании различных калибров, шаблонов и деталей измерительного инструмента приходится иметь дело с закаленной инструментальной сталью, а иногда и с твердым сплавом. При обработке закаленной инструментальной стали необходимо применять электрокорундовые круги, а еще лучше — корраксовые, так как они дают более чистую поверхность и имеют большую производительность.

При шлифовании твердых сплавов необходимо применять электрокарборундовые круги.

Т а б л и ц а 8

Характеристика шлифовальных кругов для плоского шлифования периферией круга

Шлифуемый металл	Материал абразива	Твердость	Зернистость
Хромоникелевая сталь	Корунд	СМ ₁ —М ₂	24—60
Цементированная »	»	СМ ₁ — М ₂	36—80
Инструментальная »	»	СМ ₁ — М ₂	36—80
Сталь незакаленная	»	СМ ₁ — М ₃	24—60
» закаленная	»	СМ ₁ —М ₂	36—80
Ковкий чугун	»	СМ ₁	24—46
Чугун серый и бронза	Карборунд	СМ ₂	24—46

**Характеристика шлифовальных кругов для плоского
шлифования торцом круга**

Шлифуемый металл	Карборунд		Корунд	
	твердость	зернистость	твердость	зернистость
Чугун . . .	M ₁ —СМ ₁	16—46	—	—
Ковкий чугун . . .	M ₁ —СМ ₂	16—36	—	—
Сталь незакаленная . . .	—	—	M ₁ —СМ ₁	16—46
» закаленная . . .	—	—	ВМ ₂ —М ₂	16—60

Наилучшей связкой будет керамическая, так как круги при такой связке прочны, водоустойчивы и не засаливаются. Для получения чистой поверхности пользуются бакелитовыми кругами, а для полированной — шеллачными. При прорезных и отрезных работах применяют вулканитовые или бакелитовые круги.

Для черного шлифования применяют круги зернистостью 36—46, для чистого — зернистостью 60—100, для точного и весьма чистого — 120—220, для получения полированной поверхности — зернистостью 400—500 при твердости шлифовальных кругов СМ₁, СМ₂, М₁ и М₂. Твердый сплав шлифуют кругами твердостью СМ₁ и СМ₂.

Наиболее употребительными формами шлифовальных кругов будут формы (табл. 6) ПП, Д, ЧК, ЗТ и С.

9. УСТАНОВКА ИЗДЕЛИЙ НА СТОЛЕ СТАНКА

Для шлифования плоскостей изделия устанавливают или непосредственно на столе станка или же в специальных приспособлениях. При установке изделий на столе станка их закрепляют болтами и прихватами (рис. 56, а).

К числу приспособлений, наиболее часто применяемых для установки изделий на плоскошлифовальных станках, относятся тиски, приспособления с боковыми прихватами, приспособления для шлифования выпуклых и вогнутых кривых и электромагнитные столы.

Тиски (рис. 56, б) закрепляют или непосредственно на столе или на магнитной плите, установленной на стол станка. Горизонтальные и вертикальные плоскости тисков должны быть точно выдержаны под углом 90° С помощью таких тисков можно шлифовать плоскости, расположенные под прямым углом друг к другу.

Приспособления с боковыми прихватами (рис. 56, в) особенно часто стали применять в последнее время. Их также устанавливают или на столе станка или на магнитной

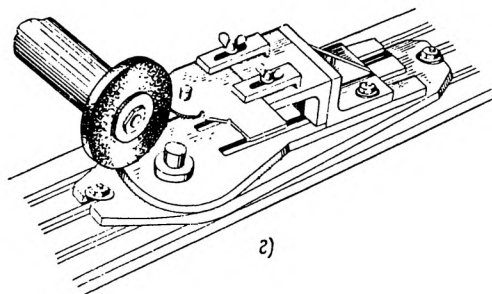
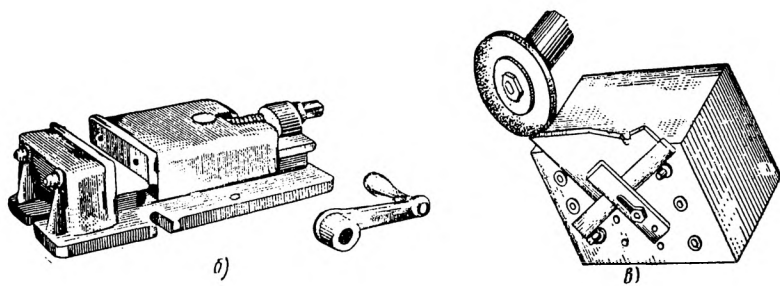
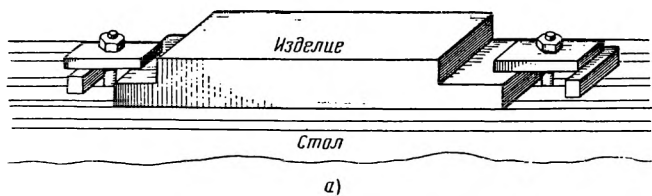


Рис. 56. Способы крепления шлифуемых изделий:

а — непосредственно на столе болтами и прихватами, б — в машинных тисках, в — в приспособлении с боковыми прихватами, г — в приспособлении для шлифования выпуклых и вогнутых профилей шаблонов

плите. Шлифуемое изделие можно закреплять под необходимым углом к горизонтальной плоскости соответствующими планками, как это показано на рис. 56, в.

Приспособление для шлифования выпуклых и вогнутых кривых (рис. 56, г) закрепляют на столе станка и во время шлифования кривых поворачивают вокруг вертикальной оси, совпадающей с центром, из которого эта кривая описана.

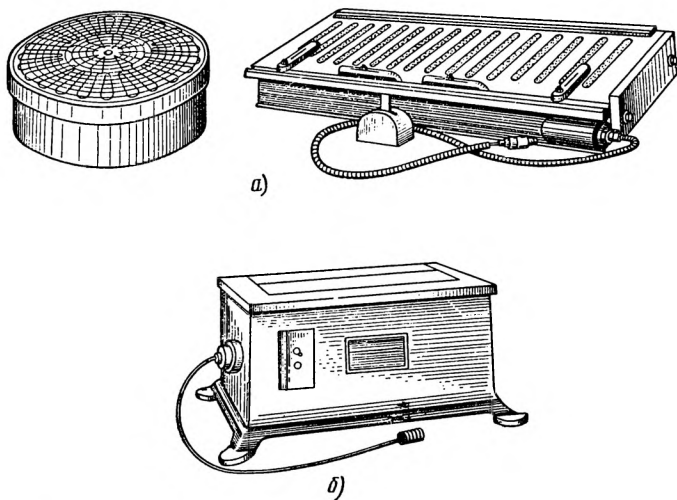


Рис. 57. Магнитные столы (а), аппарат для размагничивания (б)

Магнитные столы (рис. 57, а) применяют прямоугольные и круглые. Изделия притягиваются к магнитному столу после того, как через обмотку электромагнитов стола будет пропущен ток или же рукояткой будут включены постоянные магниты.

Изделие после снятия с магнитного стола будет намагничено, поэтому после обработки его надо размагнитить при помощи специального аппарата для размагничивания (рис. 57, б).

Магнитные столы очень часто портятся при работе с охлаждением, так как попадающая внутрь влага замыкает обмотку; следовательно, магнитными столами надо пользоваться по возможности при работе всухую.

10. ПРАВКА ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ

Чтобы придать рабочей поверхности шлифовального круга правильную форму и вернуть засалившемуся кругу способность резать металл, шлифовальный круг правят.

Для грубой первоначальной правки применяют специальные карборундовые бруски квадратной или цилиндрической формы. Для грубой, средней и даже точной правки применяют металлические шарошки; кроме того, для точной правки применяют абразивные шарошки.

Для правки кругов перед чистовыми операциями, а иногда и для профилирования кругов употребляют алмазно-металлические карандаши. Для правки кругов при чистовых отделочных операциях, точность которых должна находиться в пределах 12—15 мк и выше, а также для правки кругов всевозможных профилей применяют алмазы.

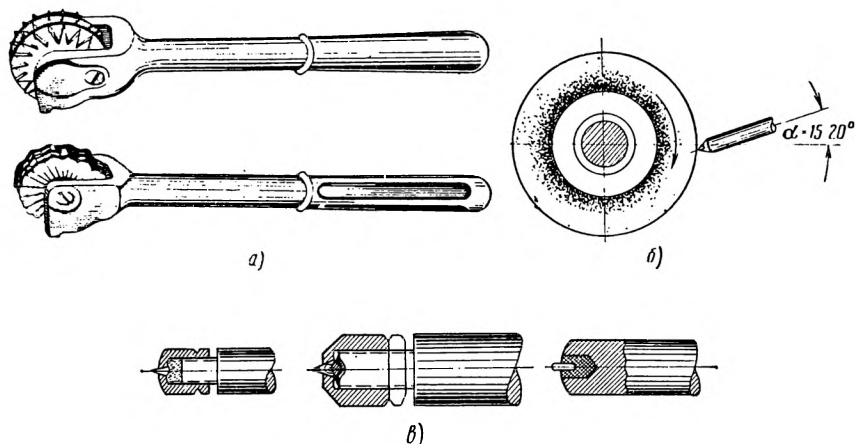


Рис. 58. Инструменты для правки шлифовальных кругов:

а — металлические шарошки, *б* — положение алмазного карандаша при правке, *в* — алмаз в специальных державках

Квадратные бруски изготовляют сечением от 20×20 мм до 40×40 мм длиной соответственно от 150 до 250 мм из черного карборунда зернистостью 16—24 на керамической связке твердостью Т₁, ВТ₂, ЧТ₁.

Цилиндрические бруски изготовляют диаметром от 10 до 25 мм и длиной соответственно от 100 до 200 мм из черного карборунда зернистостью 16—36 на керамической связке твердостью Т₂, ВТ₁, ВТ₂, ЧТ₁.

Во время правки брусок подводят к рабочей поверхности шлифовального круга и перемещают вдоль нее вручную.

Металлическими шарошками (рис. 58, *а*) правят по методу обкатки. Правку производят вручную, для чего ручку шарошки опирают на подручник, устанавливаемый на столе станка. Шарошку подводят к рабочей поверхности шлифовального круга так, чтобы ее ось была под углом 3—6° к геометрической оси круга и на 2—3 мм ниже ее. При вращении круга ша-

рошка начинает вращаться и зубцами откалывает от круга мельчайшие частицы, т. е. изменяет его форму. Для точной правки применяют цельную шарошку с поперечными канавками, имеющими неравномерный шаг.

Правку следует производить при минимальной скорости абразивного круга. Правку ведут с охлаждением, за исключением кругов, работающих всухую.

Абразивные шарошки — это керамические шлифовальные круги из черного карборунда зернистостью 16—36 и твердостью Т₁—ЧТ₂. Работают ими по методу обкатки; устанавливают их относительно геометрической оси круга так же, как и металлические шарошки.

При предварительной правке шарошка перемещается вдоль оси круга со скоростью 1—3 м/мин при глубине резания 0,05—0,1 мм во время первых проходов и 0,2—0,025 мм во время двух последних проходов.

Правка абразивными шарошками широко распространена и обеспечивает высокое качество выправляемой поверхности круга. Выправленный таким образом круг позволяет работать с точностью до 0,1 мм.

Алмазно-металлические карандаши представляют собой цилиндрики из специального сплава с вкрапленными зернами алмазов.

Оправку с карандашом устанавливают на столе станка на 1,5—2 мм ниже центра круга под углом $\alpha = 15 \div 20^\circ$ в направлении вращения круга (рис. 58, б). Правку производят при нормальной рабочей скорости круга и под сильной струей охлаждающей жидкости. Продольная подача — автоматическая, от 200 до 300 мм/мин при глубине резания 35—50 мк. Во время правки карандаш надо возможно чаще поворачивать. Если шпиндель станка бьет, то править карандашами нельзя.

При более частой правке круги заправляются легче и более качественно при меньшем расходе карандаша.

Алмазы для правки называются техническими; к их числу относятся карбонаты, балласы и бортсы; лучшими из них являются балласы.

При выборе алмазов руководствуются следующим: алмазы берут более крупных размеров при увеличении размеров круга или зерна, твердости или эластичности.

Алмазы закрепляются в специальных державках (рис. 58, в). Державку с алмазом устанавливают относительно круга так же, как и с алмазно-металлическим карандашом.

Режим правки такой же, как и карандашами, за исключением глубины резания, которая берется в данном случае от 15 до 20 мк. Правка алмазом вручную недопустима.

При профилировании кругов пользуются универсальными приспособлениями, имеющимися на станках.

11. РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ ПРИ РАБОТЕ НА ПЛОСКОШЛИФОВАЛЬНЫХ СТАНКАХ

Скорость резания при шлифовании значительно выше скоростей резания при всех других способах обработки металлов снятием стружки и измеряется не в метрах в минуту, а в метрах в секунду. Величина ее зависит от типа станка, обрабатываемого металла, характера обработки и ряда других факторов.

В табл. 10 указаны средние величины окружных скоростей в зависимости от шлифуемого металла и характера обработки.

В 1948 г. институтом ВНИИАШ было предложено повысить скорости шлифования до 50 м/сек вместо прежних 25÷38 м/сек в связи с разработанной им новой технологией производства высокопрочных шлифовальных кругов на керамической связке.

В результате работы с кругами для скоростного шлифования было установлено, что с повышением скорости шлифования повышается их стойкость, улучшается чистота обработанной поверхности, увеличивается производительность шлифования в 1,5—2 раза.

Глубина резания при плоском шлифовании колеблется от 0,001 до 0,3 мм за один проход, в зависимости от того, шлифуют ли торцом круга или его периферией. Кроме того, она зависит от обрабатываемого металла и чистоты поверхности, которую хотят получить в результате шлифования. При грубом шлифовании торцом круга берут глубину резания от 0,04 до 0,3 мм за проход.

При плоском шлифовании периферией круга глубину резания можно выбрать на основании данных, указанных в табл. 11.

Глубину резания при отделке выбирают в зависимости от точности и чистоты шлифуемой поверхности.

Продольную подачу стола выбирают в зависимости от обрабатываемого металла, диаметра шлифовального круга.

Таблица 10

Средние величины окружных скоростей при черновом и чистовом шлифовании

Шлифуемый	Шлифование	Окружная скорость в м/сек
Чугун	Черновое	20—25
	Чистовое	20—25
Сталь сырая	Черновое	25—38
	Чистовое	25—38
Сталь закаленная	Черновое	25—38
	Чистовое	25—38

Таблица 11

Средние величины глубины резания при черновом и чистовом шлифовании

Шлифуемый металл	Вид шлифования	Глубина резания в мм за один проход
Бронза	Черновое	0,01—0,1
	Чистовое	до 0,01
Чугун	Черновое	0,01—0,08
	Чистовое	до 0,01
Сталь сырая	Черновое	0,01—0,05
	Чистовое	до 0,01
Сталь закаленная	Черновое	0,01—0,05
	Чистовое	до 0,01

глубины резания и характера шлифования; она колеблется от 5 до 20 м/мин.

При черновом шлифовании закаленной стали продольную подачу можно выбрать по табл. 12, а при чистовом — по табл. 13.

Таблица 12

Величина продольной подачи при черновом шлифовании

Диаметр шлифовального круга в мм	Глубина резания в мм					
	0,01	0,015	0,02	0,03	0,04	0,05
	Продольная подача в м/мин					
75	11,0	9,0	8,0	6,5	5,5	5,0
100	12,0	10,0	9,0	7,0	6,0	5,5
150	14,5	12,0	10,0	8,5	7,0	6,5
200	17,5	14,0	12,0	10,0	9,0	8,0
250	20,0	16,5	13,5	11,0	10,0	9,0
300		17,0	15,0	12,0	10,5	9,5
350		19,0	16,0	13,0	11,5	10,0
400			17,0	14,0	12,0	11,0

Поперечную подачу стола выбирают в зависимости от обрабатываемого металла и вида шлифования. Поперечную подачу выражают в долях ширины круга на один ход стола. В табл. 14 указана поперечная подача для разных металлов.

Охлаждение имеет большое значение для получения точности и особенно качества поверхности. Применение охлаждающих жидкостей дает возможность вести процесс шлифования более интенсивно, так как предохраняет шлифовальный круг от затупления, а обрабатываемое изделие от нагрева.

Таблица 13

Величина продольной подачи при чистовом шлифовании

Диаметр шлифоваль- ного круга в мм	Глубина резания в мм								
	0,001	0,0015	0,002	0,003	0,0035	0,004	0,005	0,007	0,008
	Продольная подача в м/мин								
75	14,5	12,0	10,5	9,5	8,0	8,0	7,0	6,0	5,0
100	17,0	13,7	12,0	10,5	10,0	9,0	8,0	6,5	5,5
150		17,0	14,5	13,0	12,0	11,0	9,5	8,0	7,0
200		19,5	17,0	15,0	13,5	12,5	11,0	9,0	7,5
250			19,0	17,0	15,0	14,0	12,0	10,0	8,5
300				18,5	17,0	15,0	13,0	11,0	9,5
350					18,5	17,0	14,5	12,0	10,0
400					20,0	18,0	15,5	13,0	11,0

Таблица 14

Величина поперечной подачи при черновом и чистовом шлифовании

Шлифуемы	Вид шлифования	Поперечная подача в долях ширины круга
Бронза	Черновое	0,7—0,8
	Чистовое	до 0,5
Чугун	Черновое	0,7—0,8
	Чистовое	до 0,45
Сталь сырая	Черновое	до 0,75
	Чистовое	0,25—0,35
Сталь закаленная	Черновое	до 0,6
	Чистовое	0,25—0,35

В качестве охлаждающих жидкостей применяют воду с 5—10% соды, эмульсию, а также смесь воды с веретенным маслом. Чугун и бронзу в большинстве случаев шлифуют всухую.

12. ПРИЕМЫ ШЛИФОВАНИЯ ПЛОСКОСТЕЙ

Шлифование двух параллельных плоскостей изделия. При шлифовании плоскостей придерживаются следующего порядка: сначала заправляют шлифовальный круг, потом устанавливают изделие на стол станка, после чего настраивают подачи станка и, наконец, шлифуют изделие.

Прежде чем приступить к обработке изделия, необходимо установить на стол станка магнитную плиту и на нее призму, в которой закреплена оправка с алмазно-металлическим карандашом.

Когда шлифовальный круг заправлен и проверен на биение, снимают призму с алмазом, протирают начисто магнитную плиту и изделие, кладут изделие на магнитную плиту, слегка притирают опорную плоскость изделия к плите и включают магнитную плиту.

После того как изделие установлено на магнитной плите, его отводят от шлифовального круга, пользуясь поперечной подачей стола; устанавливают упоры продольного самохода стола с таким расчетом, чтобы круг имел возможность шлифовать изделие с перебегами 5—7 мм в обе стороны. После этого устанавливают поперечную подачу стола согласно нормам, о которых было сказано ранее.

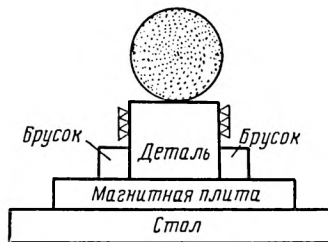


Рис. 59. Схема установки изделия для шлифования плоскостей под углом 90°

Перед началом шлифования поднимают шлифовальный круг на несколько миллиметров выше изделия, пускают станок и с помощью поперечной подачи подводят край изделия к шлифовальному кругу с таким расчетом, чтобы можно было прошлифовать у изделия полоску шириной 2—3 мм. Включают продольный самоход и постепенно опускают круг. Как только появится небольшая искра, круг перестают опускать и изделие перемещают вручную в поперечном направлении. Если искра увеличится, шлифовальный круг несколько приподнимают, затем включают поперечную подачу и шлифуют изделие начерно. Шлифование продолжают до тех пор, пока поверхность изделия не станет точной и чистой. После этого изделие перевортывают и шлифуют подобным же образом вторую плоскость.

Когда черновое шлифование закончено, настраивают станок согласно рекомендуемому режиму на чистовое шлифование, которое производят таким же образом, как и черновое.

Шлифование плоскостей у тонких изделий. Шлифование плоскостей у изделий толщиной до 5 мм представляет значительные трудности из-за их коробления и наличия у них пружинящих свойств. Если такое изделие положить на магнитный стол и шлифовать, то его поверхность получится волнистой из-за неплотного прилегания к поверхности магнитной плиты.

Для устранения этого недостатка поверхность, прилегающую к магнитной плите, необходимо смазать тонким слоем совершенно чистого масла; благодаря вязкости масла изделие будет более плотно соприкасаться с плоскостью плиты.

После шлифования одной стороны шлифуют другую, повторяя эту операцию несколько раз, пока не получат нужный размер. Качество поверхности и степень точности получаются при этом весьма высокие.

При шлифовании тонкого изделия с меньшей точностью под него подкладывают папиросную бумагу, способствующую лучшему прилеганию изделия к магнитной плите.

Шлифование плоскостей, расположенных под углом 90°. Для шлифования двух плоскостей, расположенных под углом 90°, на стол станка устанавливают два точных прямоугольных бруска и между вертикальными плоскостями этих брусков помещают изделие (рис. 59). Бруски плотно прижимают к изделию, которое одной из нешлифованных плоскостей опирается на магнитную плиту. Включают магнитную плиту и шлифуют верхнюю плоскость изделия. Когда верхняя плоскость будет начисто отшлифована, снимают бруски, поворачивают изделие и шлифуют плоскость, противоположную только что отшлифованной.

13. БРАК ПРИ ПЛОСКОМ ШЛИФОВАНИИ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМ

При плоском шлифовании могут встретиться следующие основные виды брака: следы прижогов на шлифованной поверхности изделия; волнистая поверхность шлифованного изделия; следы коррозии на шлифованной поверхности изделия; непараллельность и перпендикулярность шлифованных плоскостей изделия.

Следы прижогов появляются в результате применения слишком твердых шлифовальных кругов, которые во время шлифования часто засаливаются из-за большой глубины резания и недостаточного охлаждения.

Волнистая поверхность получается в результате дрожания станка, люфта в подшипниках шпинделя шлифовального круга, недостаточной балансировки круга и плохой его правки.

Следы коррозии и возможны из-за того, что в охлаждающей жидкости недостаточно соды.

Непараллельность плоскостей получается из-за неровностей на рабочей поверхности магнитного стола, при падении сора между опорной плоскостью изделия и верхней поверхностью магнитного стола, при люфте в подшипниках шпинделя круга, плохой балансировке шлифовального круга, большой глубине резания и слишком мягком шлифовальном круге.

Неперпендикулярность плоскостей — результат неправильной установки и выверки изделия на магнитной плите или столе станка.

14. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ НА ПЛОСКОШЛИФОВАЛЬНЫХ СТАНКАХ

При работе на плоскошлифовальных станках возможны несчастные случаи, которые большей частью происходят из-за неосторожности самого рабочего.

Несчастные случаи вызываются следующими причинами: разрывом шлифовальных кругов; срывом круга со шпинделя во время работы; отлетанием частиц металла и шлифовального круга; захватом одежды рабочего движущимися частями станка.

Разрыв круга может произойти при наличии в нем трещин, из-за внутренних местных загрязнений; недостаточного обжига; из-за слишком большой скорости круга; при неправильном монтаже круга; ввиду заклинивания круга обрабатываемым предметом во время работы; при неправильном уходе за кругом, неправильном применении охлаждения при кругах минеральной связки.

Для устранения указанных недостатков необходимо тщательно проверять шлифовальный круг перед установкой его на шпиндель станка как внешним осмотром, так и на звук путем остукивания подвешенного на железном пруте круга металлическим предметом. По звуку можно обнаружить трещины в круге.

Число оборотов шлифовального круга должно быть правильно выбрано и не быть больше того, какое указывается на заводской этикетке, наклеенной на круге.

Монтаж круга должен быть выполнен в соответствии с теми указаниями, которые были даны выше (стр. 76).

При уходе за кругом необходимо иметь в виду следующее: нельзя подвергать круг резким изменениям температуры, оставлять какую-либо часть круга в воде на длительное время и хранить его при температуре ниже нуля. Правку круга надо производить так, как об этом сказано ранее.

При работе на шлифовальных станках надо соблюдать следующие основные правила:

- а) подводить обрабатываемое изделие к кругу осторожно;
- б) не прижимать шлифовальный круг к обрабатываемому изделию с большим усилием;
- в) включать максимальные скорости и подачи не сразу, а после предварительной проверки;
- г) стараться, чтобы круг срабатывался равномерно;
- д) останавливать станок после окончания работы.

Нельзя использовать круги, предназначенные для сухой работы, для шлифования с охлаждением, так как они впитывают влагу, вследствие чего теряют прочность и могут разорваться даже при нормальном числе оборотов.

Для предохранения работающих от осколков при разрыве круга наиболее надежным и обязательным средством является предохранительный кожух.

Срыв круга со шпинделя возможен при отвертывании во время работы гайки, прижимающей шайбу круга. Необходимо, чтобы гайка при правом вращении круга имела левую резьбу.

К числу предохранительных мер от отлетающих частиц относятся устройство подвижных стеклянных щитков, устанавливаемых на станках и препятствующих отлетанию металлических стружек и абразивных частиц, переход от сухого шлифования к мокрому и устройство принудительного отсасывания пыли. Последние два мероприятия являются наиболее надежными, а отсасывание пыли при сухом шлифовании, кроме того, — обязательным.

Попадание рук и одежды рабочего в движущиеся части станка должно быть устранено путем ограждений шкивов, ремней, зубчатых колес, вращающихся выступающих частей станка. Ограждение нужно ставить на передачи всех видов, с которыми возможно случайное соприкосновение рабочего.

15. УСТРОЙСТВО ОПТИЧЕСКОГО ПРОФИЛЬНОШЛИФОВАЛЬНОГО СТАНКА

Изготовление измерительного инструмента сложных фасонных профилей, несмотря на высокое состояние техники, довольно затруднительно. Вручную эти работы могут выполнять только высококвалифицированные инструментальщики-лекальщики.

Предварительное опилование шаблонов производят в сыром виде согласно разметке, причем оставляют припуск на доводку изделия в размер после закалки. Припуск этот зависит от величины деформаций, которые ожидаются у изделий после их закалывания. Во избежание брака припуск оставляют довольно значительный — до десятых долей миллиметра. Однако из-за трудности удаления припуска после закалки его стараются оставлять возможно меньшим, что нередко вызывает увеличение брака.

Для устранения ручной трудоемкой работы при доводке применяют механическую обработку сложных фасонных профилей на специальном шлифовальном станке (рис. 60), позволяющем снимать значительные припуски в короткое время, а также изготавливать изделие без всякой предварительной обработки, т. е. прямо из закаленной заготовки.

Станок состоит из следующих главных частей: шлифовального суппорта, суппорта для закрепления изделия, пантографа 7 с микроскопом и чертежной доски 5 на стойке 1.

Шлифовальный суппорт. Главное, или рабочее, движение осуществляется шлифовальным кругом 8, который получает вращение от электродвигателя 4. Скорость шлифовального круга, если не считать его износа, постоянна и равна 25 м/сек.

Салазки 6 шлифовального круга могут перемещаться в вертикальном направлении вверх и вниз, т. е. осуществлять прямолинейное возвратно-поступательное движение подачи. Ход салазок,

делающих 80 двойных ходов в минуту, может быть отрегулирован на необходимую величину. Шлифовальный круг устанавливается в различное положение относительно обрабатываемого изделия 9. Подача шлифовального круга на глубину осуществляется при шлифовании рукоятками 2 и 3.

Для наиболее производительной работы к станку должен быть подобран набор часто требующихся шлифовальных кругов, которые в зависимости от потребности можно заменять один другим.

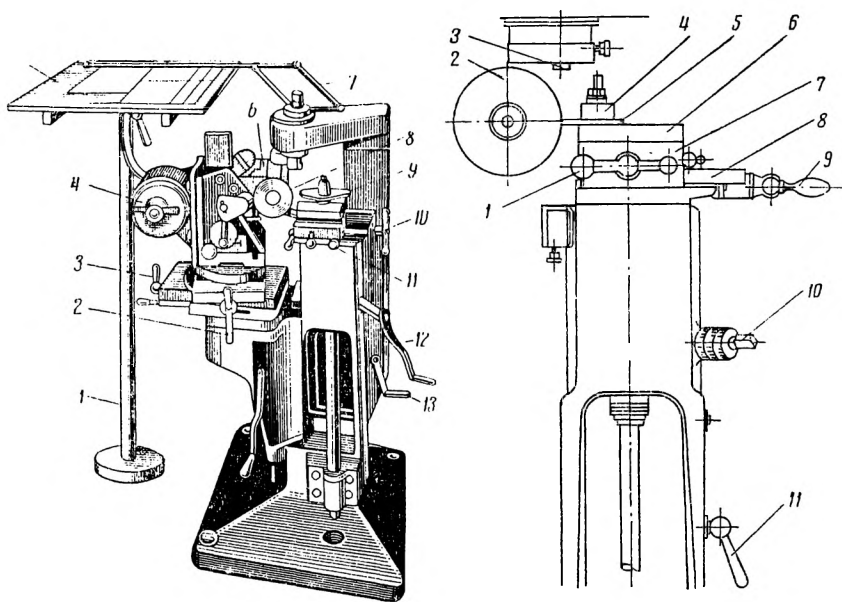


Рис. 60. Оптический профилошлифовальный станок. Рис. 61. Суппорт для закрепления изделий

Шлифовальный круг зажимают на втулке между фланцами. Втулка имеет конус и этим конусом закрепляется на шпинделе. Станок должен быть снабжен несколькими втулками, чтобы заранее можно было закреплять на этих втулках шлифовальные круги, выверять их и править. Предварительная пригонка кругов позволяет заменять один шлифовальный круг другим, уже установленным на втулку, значительно быстрее — примерно в течение минуты.

Для предварительной обработки выгодно применять керамические круги зернистостью 180 и твердостью $СМ_2$. Для чистовой обработки лучше пользоваться вулканитовыми шлифовальными кругами, так как они, даже будучи тонкими, не боятся изгибов.

Правку режущей кромки шлифовального круга производят при помощи специальных правильных приспособлений.

Суппорт для закрепления изделий (рис. 61).

Шлифуемое изделие 5 закрепляют на рабочем столе 6 при помощи болта и зажимной планки 4.

Рукоятками 1 и 9 можно перемещать верхние 7 и нижние 8 салазки суппорта под углом 90° друг к другу. Горизонтальные перемещения салазков нужны для надлежащей установки изделия относительно шлифовального круга 2 и для шлифования профилей, площадь которых превышает размер 10×10 мм.

С помощью рукоятки, надеваемой на квадрат 10, можно под-

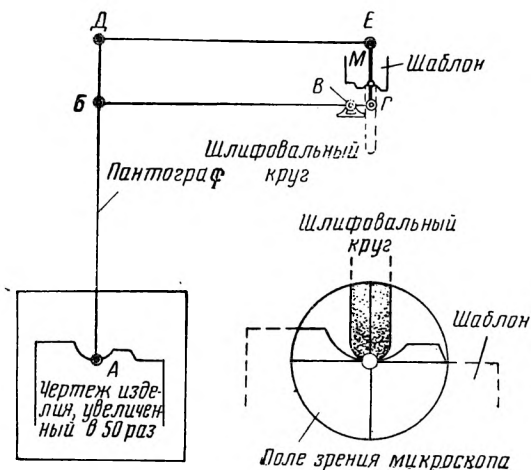


Рис. 62. Схема пантографа оптического профишношлифовального станка; положение режущей кромки шлифовального круга и нитей микроскопа во время шлифования изделия с помощью пантографа

нять рабочий стол, предварительно освободив его с помощью ручки 11. Вертикальные перемещения стола нужны для установки изделия относительно шлифовального круга и установки контура изделия в такое положение относительно микроскопа 3, при котором он будет виден четко. Благодаря тому, что электрическая лампочка освещает контур изделия снизу, он резко выделяется при шлифовании.

Пантограф с микроскопом и чертежной доской. Острые контактного штифта А пантографа (рис. 62) перемещают вручную по контуру чертежа, расположенного на чертежной доске станка во время шлифования изделий.

Стержень АД соединен шарнирно в точках Б и Д со стержнями ДЕ и БГ, из которых последний представляет собой двуплечий рычаг с опорой в неподвижной точке В.

Концы стержней ВГ и ДЕ соединены также шарнирно с концами стержня ЕГ, в точке М которого расположен микроскоп.

В то время как точку *A* перемещают по контуру чертежа изделия, точка *M* опишет контур, подобный чертежу, размер которого будет зависеть исключительно от соотношения размеров стержней пантографа.

При полезной площади чертежной доски 500×500 мм, установленной на стойке рядом со шлифовальным суппортом, при движении остроконечного штифта *A* по контуру рабочего чертежа точка *M* пантографа опишет на плоскости изделия фигуру, подобную чертежу, но только уменьшенную в 50 раз, т. е. размером 10×10 мм.

При этом точка *M*, постоянно совпадающая с точкой пересечения нитей микроскопа, будет двигаться в направлении, обратном точке *A*. Так как микроскоп дает изображение, обратное действительному, то при наблюдении за точкой *M* в микроскоп будет казаться, что она движется в ту же сторону, что и точка *A*.

Микроскоп увеличивает изображение в 30 раз.

Чертеж изделия должен быть изготовлен увеличенным против нормальных размеров профиля изделия в 50 раз и выполнен с высокой степенью точности, так как отклонение линии чертежа на 0,1 мм дает погрешность в профиле изделия

$$\frac{0,1}{50} = 0,002 \text{ мм.}$$

16. РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ НА ОПТИЧЕСКОМ ПРОФИЛЬНОШЛИФОВАЛЬНОМ СТАНКЕ

На оптическом профилношлифовальном станке можно шлифовать шаблоны и фасонные резцы.

Чтобы вышлифовать профиль, шлифуемое изделие кладут на рабочий стол, поднимают его рукояткой *12* (см. рис. 60) так, чтобы ясно были видны в микроскопе все очертания шлифуемого изделия, и закрепляют в этом положении стол с помощью рукоятки *13*.

Пользуясь рукоятками *10* и *11*, обрабатываемое изделие устанавливают относительно шлифовального круга так, чтобы можно было шлифовать с помощью пантографа один из участков профиля, и закрепляют изделие на рабочем столе.

Перемещая по контуру чертежа штифт *A* (см. рис. 62) пантографа и наблюдая в микроскоп за точкой пересечения нитей микроскопа, добиваются такого положения шлифовального суппорта, при котором во все время движения штифта *A* режущая кромка шлифовального круга будет касаться точки пересечения нитей микроскопа, как это показано на рисунке.

Таким образом, во время шлифования центр креста из нитей микроскопа, а значит, и режущая кромка шлифовального круга переходят постепенно от одной точки шлифуемого контура к другой, пока не будет вышлифован весь профиль изделия.

Так как шлифовальный круг может быть установлен под тем или иным углом к шлифуемому изделию, а салазки шлифовального суппорта, в свою очередь, могут быть установлены под любым углом друг к другу и под различными углами к шлифовальному кругу, то можно шлифовать прямые отрезки контура изделия упрощенным способом.

Для этого круг и салазки устанавливаются так, чтобы круг коснулся точки пересечения нитей микроскопа в начале и в конце прямого отрезка профиля. Остальные точки, лежащие между крайними точками профиля, будут получены с большой точностью в результате перемещения салазок шлифовального суппорта. В большинстве случаев салазки устанавливаются под углом 90° друг к другу.

При шлифовании изделий особое внимание должно быть уделено освещению профиля, так как от этого зависят точность и чистота шлифования. Профиль освещается не только сверху, но и снизу. Верхнее и нижнее освещение включаются отдельно.

Наименьший радиус, который можно вышлифовать вулканическим шлифовальным кругом, равен примерно $0,1$ мм, поэтому там, где требуется абсолютно острое сопряжение двух кромок, лучше всего делать выемку.

Большой ход салазок шлифовального круга дает возможность шлифовать с одинаковой точностью до десяти шаблонов, закрепленных один над другим.



Глава пятая

ДОВОДКА И ПРИПАСОВКА

1. НАЗНАЧЕНИЕ ДОВОДКИ

При рассмотрении в микроскоп даже чисто шлифованной поверхности можно увидеть, что она имеет неровности (рис. 63) в виде гребешков различной высоты. Высота h этих гребешков и расстояние L между ними зависят от зернистости шлифовального круга, размеров снимаемой стружки, обрабатываемого материала, способности круга самозатачиваться, правильности вращения шпинделя шлифовального станка и др.

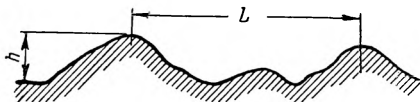


Рис. 63. Увеличенное изображение профиля шлифованной поверхности

При обдирочном шлифовании получают неровности с наибольшей высотой от 18,7 до 3,2 $\mu\text{к}$, при чистовом — от 6,3 до 0,8 $\mu\text{к}$ и при отделочном — от 1,6 до 0,25 $\mu\text{к}$.

Таким образом, даже отделочное шлифование не позволяет получить поверхности без неровностей. После отделочного шлифования остаются неровности с наименьшей высотой — 0,25 $\mu\text{к}$.

Только доводкой и полировкой можно удалить неровности с наибольшей высотой от 0,25 $\mu\text{к}$ и менее, т. е. получить высшие классы чистоты поверхности — 12, 13 и 14.

Доводкой называется операция, при которой изделию придают окончательные размеры и профиль с помощью инструмента-притира.

Полировкой называется операция, при которой поверхностям изделия придают наибольшую чистоту.

Притиркой называется операция, при которой совместно работающим поверхностям двух деталей придают такую форму и чистоту, в результате чего должно быть плотнее прилегание и даже прилипание их друг к другу. Притираемые детали служат друг для друга притирами.

Доводку применяют при обработке плоскостей поверочных плит, узких ребер шаблонов и лекал, внешних и внутренних цилиндрических и конических поверхностей, измерительных поверхностей штихмасов.

2. ПРИТИРЫ

Притиром называется инструмент, которым производят доводку, полировку или притирку.

Притеры по форме можно разбить на четыре основные группы: 1) плоские, 2) цилиндрические, 3) резьбовые и 4) специальные.

На рис. 64, *а—д* показаны плоские притеры в виде дисков, плит, брусков и плоских напильников (без насечки), на рис. 64, *е—ж* — цилиндрические притеры для доводки наружных и внутренних поверхностей изделий. На рис. 65, *а—в* показаны

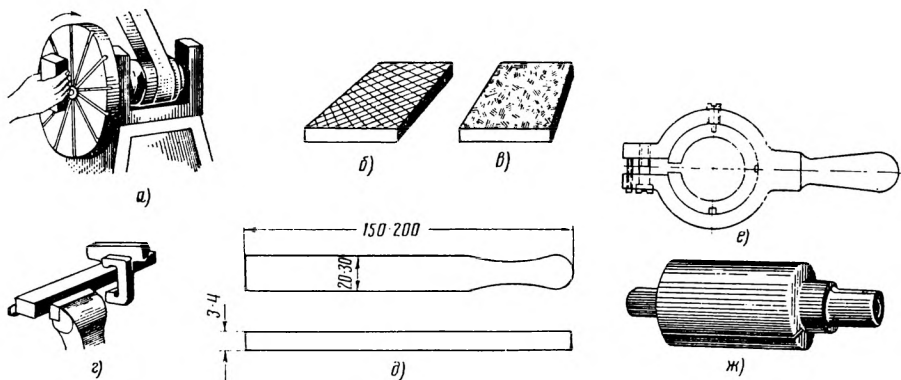


Рис. 64. Виды притеров:

а — специальный доводочный станок с притером в виде вращающегося диска, *б, в, г* — притеры в виде плит и брусков, *д* — притер в виде напильника, *е* — притер для доводки цилиндрических наружных поверхностей изделий, *ж* — притер для доводки внутренних поверхностей

резьбовые притеры для доводки внутренней и наружной резьб, на рис. 65, *г* — специальные притеры и на рис. 65, *д* — притеры, применяемые при доводке труднодоступных поверхностей небольших размеров. Притеры изготавливаются самых разнообразных форм в зависимости от обрабатываемой поверхности. Материалом для них служит мягкий чугун.

Фасонные притеры изготавливаются с высокой степенью точности, так как припуск на доводку устанавливается в пределах 0,002—0,005 мм — в зависимости от величины и назначения деталей, а от точности и чистоты поверхности притера зависит в большей мере точность обрабатываемых изделий. Посадка между притером и изделием должна соответствовать скользящей или плотной.

Притеры следует периодически проверять в отношении правильности их размеров и формы, так как во время доводки они изнашиваются.

Притеры могут быть подвижными и неподвижными.

Подвижные притеры во время доводки изделий переме-

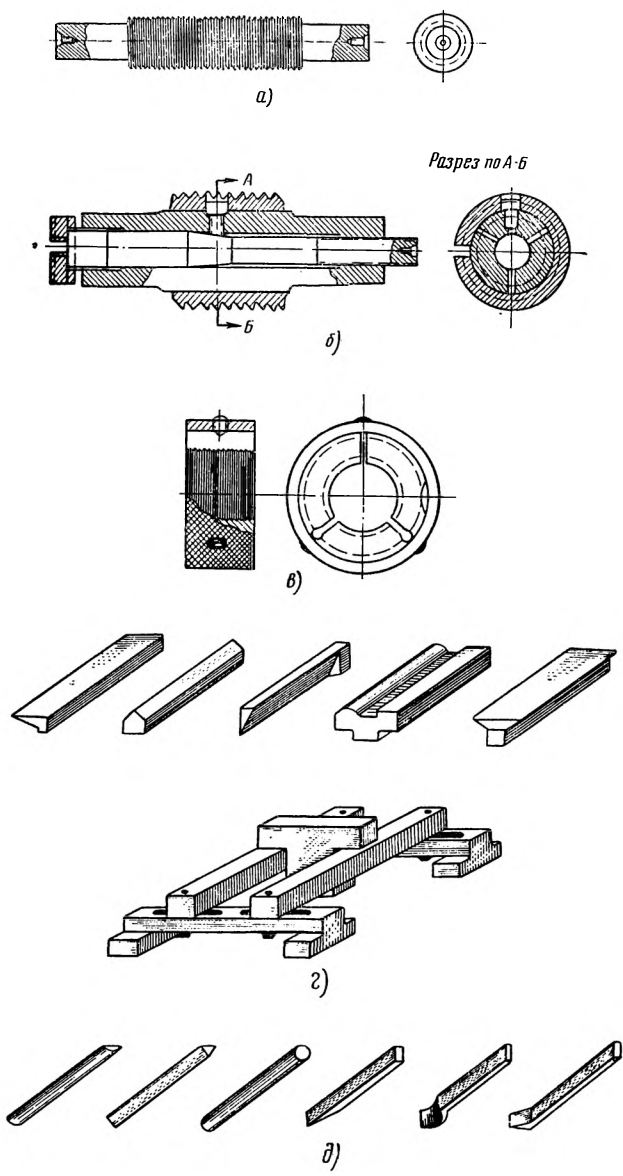


Рис. 65. Притеры для доводки:

a — нерегулируемый для внутренней резьбы, *б* — регулируемый для наружной резьбы, *в* — регулируемый для внутренней резьбы, *г* — специальные притеры, *д* — притеры-шлифовки

щаются, а обрабатываемое изделие остается или неподвижным или перемещается относительно притира. К числу подвижных притиров относятся диски, цилиндры, конусы, а также вращающиеся притиры с горизонтальной или вертикальной осью вращения.

Неподвижные притиры во время доводки изделий остаются неподвижными, а обрабатываемое изделие перемещается. К числу неподвижных притиров относятся плиты, бруски.

На рис. 64, *а* показан односторонний доводочный станок с притиром из меди, диаметр которого колеблется от 300 до 500 мм.

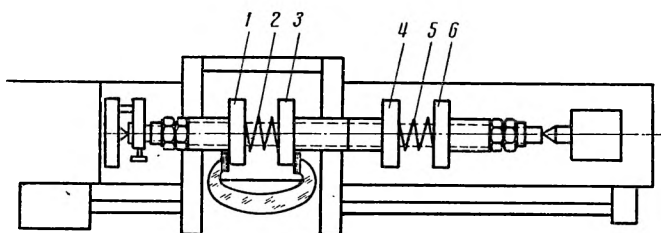


Рис. 66. Схема специального станка для предварительной и окончательной доводки скоб

На рабочей плоскости притира сделаны канавки в радиальном направлении глубиной и шириной 1—2 мм, куда собирается абразивный порошок во время доводки. Промежутки между канавками по внешней окружности притира равны 30—40 мм. Скорость вращения притира 25—30 м/мин.

На рис. 66 дана схема станка для доводки измерительных поверхностей скоб притирами из чугуна или меди. Притиры 1 и 3 служат для предварительной доводки, а 4 и 6 — для окончательной.

Дисковые притиры делают раздвижными и устанавливают в соответствии с размерами скоб. Между притирами установлены пружины 2 и 5, которые прижимают эти притиры к обрабатываемым плоскостям с определенной силой.

Скоба закрепляется на суппорте станка и во время доводки автоматически перемещается вперед и назад в направлении, перпендикулярном оси притиров.

На рис. 67, *а* показан станок для доводки плиток и круглых калибров. На станке имеются верхний 1 и нижний 3 чугунные притирочные диски, между которыми расположена обойма 2. Диски вращаются в разные стороны, а обойма стоит неподвижно. Верхний диск подвешен на четырех пружинах, чтобы он мог самоустанавливаться относительно доводимых изделий. Благодаря собственному весу верхнего диска обрабатываемые изделия прижимаются к нижнему диску с определенной силой (от 3 до

25 кг/см²). Для закладывания или вынимания доводимых изделий верхний диск можно поднимать и опускать, закрепляя в нужном положении.

Обрабатываемые изделия помещаются в гнезда обоймы (рис. 67, б), расположенных под углом 30° к радиусу обоймы.

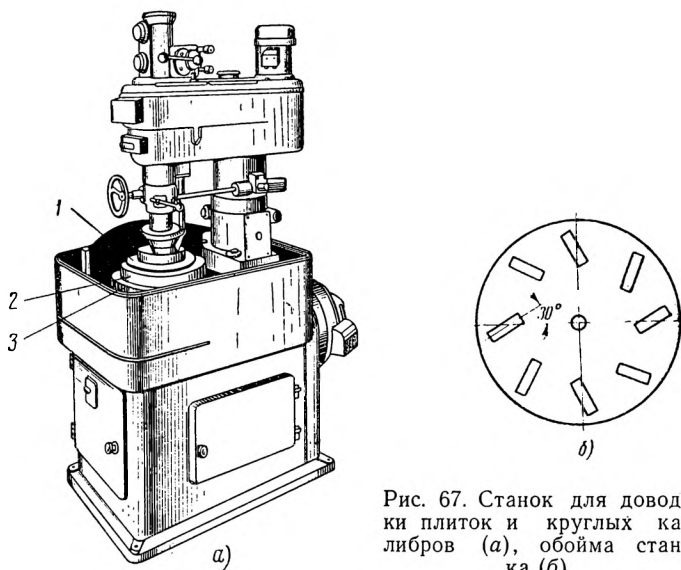


Рис. 67. Станок для доводки плиток и круглых калибров (а), обойма станка (б)

3. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРИТИРОВ

Притиры изготовляют из чугуна, бронзы, меди, свинца, стекла. Материал для притира необходимо выбрать такой, чтобы можно было равномерно насыщать его зернами абразива. При весьма мягком материале притира, например алюминии, зерна абразивного материала утопают в нем и притир теряет режущую способность; при слишком твердом материале притира он плохо насыщается абразивным материалом, причем последний дробится. На поверхности обрабатываемого изделия появляются редкие штрихи.

Наиболее подходящие материалы для притиров при доводке стальных изделий — перлитовый чугун и медь, обладающие хорошей насыщаемостью абразивами. В большинстве случаев для притиров применяют перлитовый чугун средней твердостью $H_B = 140—200$, причем твердость выбирают в зависимости от назначения притира.

Для плоских притиров применяют перлитовый и ферритовый чугун твердостью $H_B = 140$. Для резьбовых притиров необходимо применять перлитовый чугун твердостью $H_B = 180—220$.

Для предварительной доводки, когда снимается большой слой металла, надо применять притиры из более мягких материалов, например меди, сурьмы, которые удерживают крупный абразив гораздо лучше, чем серый чугун.

Для окончательной доводки, когда снимается небольшой слой металла, надо применять чугунные притиры, так как чугун удерживает только самые мелкие абразивы и благодаря твердости облегчает обработку изделий.

Притиры из стали изнашиваются в 1,27, а из меди в 2,62 раза скорее, чем чугунные.

При доводке пастами ГОИ, чтобы получить блестящую поверхность изделия, следует применять притиры из зеркального литого стекла. Стекло должно быть хорошо отожжено, без пузырьков вблизи поверхности, без раковин и грубых царапин.

4. АБРАЗИВНО-ДОВОДОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Все абразивно-доводочные материалы можно разбить на две группы: твердые и мягкие.

К твердым материалам относятся наждачные, корундовые, карборундовые и подобные им порошки, твердость которых выше твердости закаленной стали.

К мягким материалам относятся порошки из окисей хрома, железа, алюминия, олова, твердость которых ниже твердости закаленной стали.

Твердые абразивно-доводочные материалы. Для доводки стальных изделий применяют наждачные и электрокорундовые порошки, а для доводки твердых сплавов — экстракарборундовые абразивные порошки и порошок карбида бора. Кроме того, применяют абразивные бруски различной формы.

Для грубой доводки применяют молотые абразивные порошки зернистостью 230, 270 и 325. Для чистовой доводки применяют микропорошки марок М-28 и М-20. Для отделочной доводки применяют микропорошки марок М-14, М-10 и М-7.

При выборе абразивного порошка надо иметь в виду, что наиболее производительными абразивными материалами для доводки закаленных сталей чугунными притирами являются белый и нормальный электрокорунд. Применение электрокорунда вместо корунда увеличивает скорость резания при доводке в 1,7 раза и повышает стойкость притира в два раза.

Применение карборунда для доводки стальных изделий не оправдывает себя из-за быстрого разрушения зерен карборунда. При доводке после отделочного шлифования следует применять такой абразивный порошок (например корундовый), который дал

бы возможность быстро перейти к окончательной отделке тонкой пастой ГОИ.

При наличии большого припуска доводку необходимо начинать с порошка М-28 и постепенно переходить на порошки М-20, М-14 и М-10.

Абразивные бруски различной формы применяют для грубой доводки, поскольку они не могут обеспечить точной формы и высокой чистоты поверхности.

Длина применяемых брусков — от 100 до 200 мм. Форма и размеры поперечного сечения берутся в зависимости от формы и размеров обрабатываемого изделия.

Бруски бывают корраксовые, алундовые и экстракарборундовые. Корраксовые и алундовые бруски применяют для доводки закаленной инструментальной стали, а электрокарборундовые — для доводки твердых сплавов.

Зернистость брусков колеблется от 200 до 500, в зависимости от качества доводки.

Бруски искусственного происхождения быстро теряют форму во время доводки, поэтому их правят на чугуновой плите с наждаком или с помощью вращающегося шлифовального круга; так же поступают и при засаливании бруска.

Мягкие абразивно-доводочные материалы. Мягкие абразивно-доводочные материалы представляют собой порошки и пасты, изготовленные из различных веществ, обладающих полирующей способностью. Наибольшее применение в металлообрабатывающей промышленности нашли окислы железа, хрома и алюминия.

Широкое применение получили пасты ГОИ, разработанные Государственным оптическим институтом.

Пасты изготовляют трех сортов: грубая, средняя и тонкая.

При помощи грубой пасты можно снимать слой металла толщиной в несколько десятых долей миллиметра, средней — в несколько сотых долей миллиметра и тонкой — в несколько тысячных долей миллиметра.

После обработки грубой пастой остаются штрихи, а поверхность имеет матовый вид. То же наблюдается и после средней пасты, но в меньшей степени. После тонкой пасты поверхность имеет зеркальный блеск. При обработке поверхности применяют пасты последовательно одну за другой, начиная с грубой.

Абразивная способность пасты, характеризующаяся толщиной слоя металла, снимаемого ею на 40 м пути, равна от 17 до 35 мк для грубых, от 8 до 16 мк для средних и от 1 до 7 мк для тонких паст. Абразивная способность указывается на этикетке пасты.

Паста наносится мазками на чугуновый, тщательно отшлифованный и доведенный притир, слегка смоченный керосином. Входящий в состав пасты стеарин растворяется в керосине, и паста распределяется ровным слоем по всей поверхности притира. По-

сле этого доводимое изделие с легким нажимом двигают по поверхности притира в разных направлениях.

Применение грубой и средней паст ГОИ оправдывает себя при индивидуальной ручной доводке, когда доводят одно изделие на сравнительно большой площади притира. При механической доводке более выгодно доводить микропорошками М-20, М-14 и М-10, чем грубой и средней пастами ГОИ.

Тонкая паста ГОИ — лучший доводочный материал для окончательных отделочных операций при ручной доводке. Для доводки твердых сплавов служит паста, составленная из мелкозернистого порошка карбид бора и 20—30% парафина.

5. СМАЗЫВАЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

Смазывающие вещества применяют при доводке для связи абразивных зерен с отделяющейся стружкой, для равномерного распределения абразивного порошка по всей поверхности притира, для увеличения скорости доводки и повышения качества доведенной поверхности.

Смазывающие вещества должны быть стойкими при изменении температуры притира, антикоррозийными и способными охлаждать притир во время доводки, должны предохранять поверхность изделия от глубоких царапин, разделять зерна абразивного материала, не давая им слипаться, а также быть безопасными для кожи рук рабочего.

Наиболее часто в качестве смазывающих веществ применяют керосин, гарное масло, свиное сало и авиационный бензин. При доводке закаленной стали употребляют керосин и масло. При незначительной добавке стеариновой кислоты производительность доводки значительно повышается.

С применением смазывающих веществ абразивные зерна тупятся медленнее, обрабатываемая поверхность делается чище, изделие нагревается меньше, вследствие чего оно не коробится и не теряет точности, а производительность во время работы повышается в 1,5—3 раза. Смазку выбирают в зависимости от применяемого абразивного материала, материала притира и характера обработки.

В табл. 15 указаны смазочные вещества, применяемые при работе различными абразивными материалами, в зависимости от материала притира.

При доводке лекал и шаблонов чугунами притирами чаще всего применяют гарное масло, керосин и минеральное масло. Для самой точной доводки рекомендуется применять бензин, который равномерно распределяет абразивы, а также удаляет грязь и использованный абразив. В бензине содержится некоторое количество масел, достаточное для смазки.

Смазочные вещества, применяемые при работе абразивными материалами

Абразивный материал	Материал притира	Смазывающие вещества
Карборунд	{ Чугун Мягкая сталь Медь	Газолин, керосин, скипидар, лядровое масло
		Лядровое масло, машинное масло Лядровое масло, скипидар, машинное масло
Корунд	{ Чугун Медь	Газолин, лядровое масло Содовая вода, скипидар
Окись хрома	{ Чугун тигельный Мягкая сталь	Винный спирт
		Скипидар
Окись железа	{ Сплав меди, олова и алюминия	Керосин

6. РЕЖИМЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ДОВОДКЕ

Для производительной и точной доводки необходимо, чтобы количество абразивного порошка и смазки соответствовало требованиям выполняемой работы.

При излишнем количестве абразивного порошка и смазки трущиеся поверхности соприкасаются плохо, производительность доводки снижается, качество доводимой поверхности получается ниже. Поэтому чем выше требования к обрабатываемой поверхности, тем меньший слой абразива и смазки надо применять.

Для окончательной доводки притиры покрывают очень тонким абразивным порошком с тончайшим слоем стеарина, разведенного в бензине.

При доводке между притиром и обрабатываемым изделием должно быть создано давление определенной величины. Практика показывает, что с повышением давления пропорционально повышается (до известных пределов) и производительность. При избыточном давлении могут быть раздавлены абразивные зерна и обрабатываемая поверхность испортится. Наибольшее давление при доводке находится в пределах от 1,2 до 4 кг/см². Чем выше давление, тем грубее получается обрабатываемая поверхность.

Окружные скорости при механической доводке находятся в пределах от 6 до 30 м/мин, в зависимости от размеров изделия, его формы и качества доводимой поверхности.

При больших скоростях изделие нагревается и форма обрабатываемой поверхности может измениться. При значительном нагреве необходимо приостановить доводку, пока изделие не охладит

дится до температуры не выше 50° ; в это время можно обрабатывать другие изделия.

Цилиндрические калибры доводят при больших скоростях, чем резбовые; точные калибры доводят при более низких скоростях, чем неточные. Окружная скорость притирочных дисков специальных доводочных станков находится в пределах 120—130 м/мин.

Доводку твердых сплавов производят при окружной скорости 60—120 м/мин.

7. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ДОВОДКЕ

При доводке применяют приспособления — призмы, кубики и струбцины.

Призмы имеют вид прямоугольных брусков с вырезами (рис. 68). Их изготовляют с одним и несколькими вырезами. На рис. 68, а показана призма с четырьмя вырезами, на рис. 68, б — с одним вырезом. Поверхности угловых вырезов должны быть строго перпендикулярны торцовой грани призмы и тщательно обработаны.

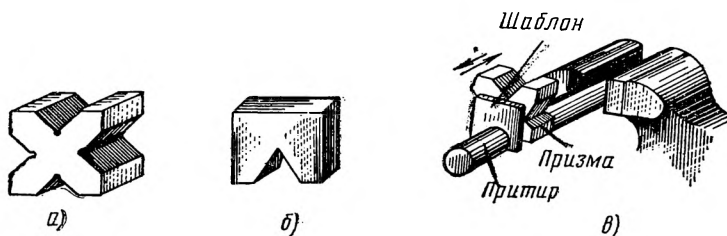


Рис. 68. Призмы и схема установки при доводке шаблона

Призмы применяют для доводки шаблонов различных профилей на притирах. На рис. 68, в дана схема установки при доводке шаблона на притире с направляющей призмой. При возвратно-поступательном перемещении призмы по притиру с прижатым к ее торцовой поверхности шаблоном профиль шаблона доводят так, чтобы измерительная поверхность его была строго перпендикулярна торцовой поверхности.

Кубики применяют для доводки прямолинейных поверхностей калибров и шаблонов на притирочных плитах, а также для проверки шаблонов на краску с помощью проверочных плит. Кубики для доводки изготовляют из инструментальной стали; закалывают и притирают их сами лекальщики. Изготавливать кубики надо так, чтобы грани их были расположены строго под углом 90° друг к другу, учитывая, что от этого зависит точность изготовле-

ния калибров и шаблонов. Во время доводки кубиками пользуются так же, как и призмами. Изготавливают кубики различной величины.

Струбцины (рис. 69) применяют при одновременной доводке и обработке нескольких шаблонов в пакете. Упорный 1 и зажимной 2 винты струбцины дают возможность прижимать шаблоны друг к другу, чтобы их торцовые поверхности находились в одной плоскости. Струбцины с одним зажимным винтом позволяют прижимать шаблоны друг к другу в различных точках.

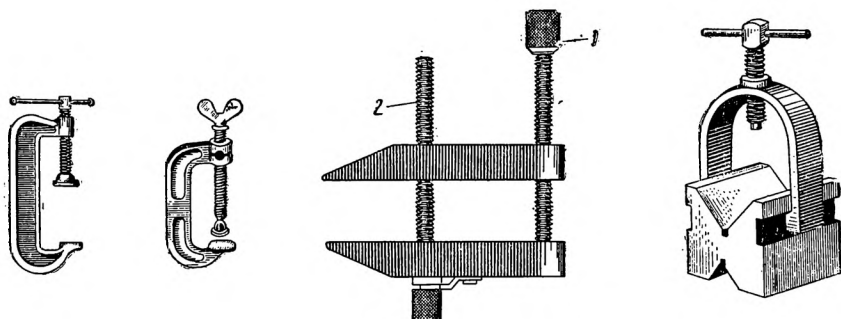


Рис. 69. Струбцины

8. ПОДГОТОВКА ПРИТИРОВ, АБРАЗИВОВ И СМАЗКИ

Так как от точности и чистоты поверхности притира в сильной степени зависит точность обрабатываемых изделий, то при изготовлении притиров надо тщательно вести их окончательную обработку. Плоские притиры при окончательной обработке шлифуют на плоскошлифовальном станке, а затем доводят.

Выверку плоскости притира производят с помощью лекальной линейки, которая должна ложиться на плоскость притира без всякого просвета, т. е. с точностью до 0,001 мм.

Притиры-кольца должны изготавливаться на токарном и круглошлифовальном станках и не иметь овала и конуса. С помощью индикатора и концевых плоско-параллельных мер длины можно установить овальность, конусность, а также неровности рабочей поверхности притира с точностью до 0,001 мм.

Диаметр отверстия притира изготавливают больше диаметра притираемого стержня на 0,01—0,025 мм.

Притиры-стержни обрабатывают на токарном и круглошлифовальном станках без овала и конуса и проверяют оптиметром с точностью до 0,001 мм.

Размеры конусного притира должны соответствовать конусу обрабатываемого отверстия, причем притир не должен иметь овала. Конусные притиры проверяют при помощи синусной линейки.

9. ПОКРЫТИЕ ПРИТИРА АБРАЗИВНЫМ ПОРОШКОМ

Покрытие притира абразивным порошком может быть прямое и косвенное.

При прямом покрытии притира абразивный порошок вдавливают в притир до начала работы, при косвенном им покрывают до начала работы обрабатываемое изделие и лишь во время доводки порошок вдавливают в притир как в более мягкий материал.

В первом случае вдавливание производится различно, в зависимости от поверхности, покрываемой абразивным порошком.

При плоском притире его посыпают очень тонким и ровным слоем абразивного порошка и вдавливают при помощи стального закаленного бруска или ролика (рис. 70, а).

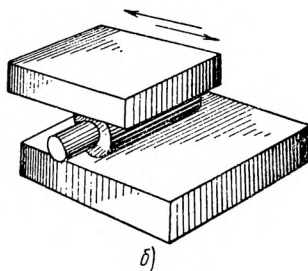
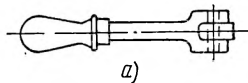


Рис. 70. Оправка с роликом для вдавливания абразивного порошка в притир (а), схема вдавливания абразивного порошка в круглый притир (б)

Если притир круглый диаметром свыше 10 мм, применяется твердая стальная плита, на которую насыпают тонким и ровным слоем абразивный порошок. По нему катают притир до тех пор, пока порошок не будет вдавлен в притир равномерно по всей поверхности.

При круглом тонком притире диаметром от 2 до 10 мм притир и абразив помещают между двумя твердыми стальными плитками (рис. 70, б). Перемещая плитки параллельно друг другу в противоположном направлении и производя некоторый нажим на них, перекатывают между плитками притир и тем самым вдавливают в него абразивный порошок.

Во время покрытия надо добиваться вдавливания абразивного порошка везде с одинаковой силой, так как от этого зависит равномерность его расположения по поверхности притира. Если в притир вдавить абразивный порошок в большем количестве, чем нужно, то во время работы абразив выпадет из притира, будет перемещаться между притиром и изделием и поверхность может получиться неточной.

Приготовленным притиром надо работать до полного его затупления, прибавлять же новый абразивный порошок во время работы не следует, так как обрабатываемая поверхность от этого будет неточной.

Во втором случае изделие перед началом работы покрывают тонким слоем полужидкой абразивной массы; во время доводки абразив вдавливаются в притир, как в более мягкий материал.

При прямом насыщении притира обрабатываемая поверхность может быть изготовлена с большей точностью, чем при косвенном, так как во втором случае труднее вдавить в притир ровный слой абразивного порошка.

10. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОЦЕССЕ ДОВОДКИ

При сухой доводке абразивный порошок сначала вдавливают в притир, а затем весь излишек порошка и смазки смывают с поверхности притира. В результате поверхность становится чистой и на ней образуется ровный слой из мелкого абразивного порошка. Перед работой поверхность притира всегда увлажняют керосином или газOLIном.

При мокрой доводке на поверхности притира получается избыток абразивного порошка и смазки и во время работы абразивный порошок перемещается по притиру. Скорость резания при мокрой доводке почти в два раза выше, чем при сухой, но точность доводки понижается, так как получается большой избыток абразивного порошка.

В настоящее время применяют два метода доводки.

При первом методе обязательно изготавливают притир, с помощью которого обрабатывают, например, такие изделия, как плитки, шаблоны, калибры.

При втором методе притир не изготавливают, так как обязательно наличие двух притираемых друг к другу деталей, между соприкасающимися поверхностями которых вводятся абразивный порошок и смазывающее вещество. По этому методу подшипники притирают к валам, краны и клапаны к седлам и пр.

11. ДОВОДКА БОЛЬШИХ ПЛОСКОСТЕЙ

Доводку больших плоскостей обычно производят на вращающихся медных и чугунных кругах, устанавливаемых на шпиндель специального доводочного станка, или же на неподвижных чугунных и стеклянных плитах.

Доводка на вращающихся притирах менее точна, поэтому применяется для предварительной обработки плоскостей.

Скорость v вращения притира выбирают в пределах от 6 до 30 м/мин, определяя ее по формуле

$$v = \frac{\pi D n}{1000} \text{ м/мин,}$$

где D — диаметр притира в мм;

n — число оборотов притира в минуту.

Во время доводки обрабатываемое изделие слегка прижимают пальцами правой руки к плоскости вращающегося притира и медленно перемещают его от периферии к центру притира, чтобы последний изнашивался равномерно.

Окружная скорость притира, как показывает формула, больше у периферии притира, чем у центра. Вследствие этого притир изнашивается неравномерно и делается выпуклым. Исправить его можно протачиванием на токарном станке или же шлифованием при помощи специального приспособления. Само изделие при доводке надо поворачивать, так как часть доводимой плоскости, находящаяся дальше от центра притира, доводится скорее.

Обрабатываемое изделие доводят последовательно сначала абразивными порошками зернистостью 230, 270 и 325, а затем микропорошками марок М-28 и М-20.

Во время доводки благодаря трению возникает большое количество тепла, от которого изделие может покоробиться и изменить размеры. Чтобы избежать этого, доводку надо вести осторожно, слегка прижимая изделие к притиру. Как только температура изделия повысится до $50-60^\circ$, доводку надо прекратить и дать изделию остыть до нормальной температуры.

Точность доводки может достигать до $0,001-0,002$ мм. Доводка на неподвижных чугунных и стеклянных притирах дает более высокую точность и применяется для окончательной обработки плоскостей. Для доводки используются микропорошки марок М-14, М-10 и М-7.

12. ДОВОДКА НЕБОЛЬШИХ ПЛОСКОСТЕЙ

Доводку небольших плоскостей производят на неподвижных притирах, имеющих форму плиты. Форму и размеры плит выбирают в зависимости от формы и величины плоскостей. Плиты изготовляют чаще всего из мягкого чугуна, а иногда из меди. Плиты бывают следующих размеров: длина от 150 до 500 мм, ширина от 100 до 400 мм, толщина от 50 до 100 мм.

На рис. 71 показана плита для доводки плоскостей внутренних ребер угольников, шаблонов и лекал, а также дана схема установки шаблона во время доводки. Плиту нижней частью закрепляют в тисках.

Чтобы при доводке снять слой металла толщиной $0,03-0,06$ мм, берут плиту с пересекающимися канавками. Канавки служат для сбора абразивного порошка; ширина и глубина канавок $1-2$ мм. Абразивный порошок вда-

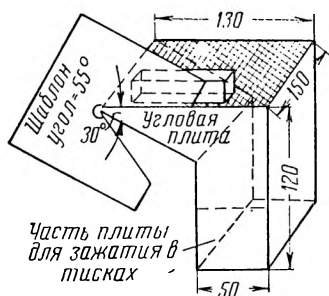


Рис. 71. Схема установки шаблона для доводки его внутренней резьбы

ливают в притир стальным закаленным бруском, двигать который по притиру нельзя во избежание получения царапин.

Для равномерного снятия металла изделие надо перемещать по всей поверхности притира.

Для снятия при доводке слоя металла толщиной 0,002—0,005 мм берут гладкую плиту и изделие доводят на одном масле с использованием остатков абразивного порошка от предыдущей операции.

Для доводки узких ребер точно под прямым углом к боковым плоскостям изделия применяют стальные бруски и призмы.

Доводку нескольких шаблонов можно выполнять в пакете, скрепив шаблоны струбчинками, заклепками или склеив карбинольным клеем. При таком методе доводка упрощается, так как опорная поверхность скоб получается значительной и во время доводки они не перекашиваются.

13. ДОВОДКА ТОНКИХ ПЛИТОК

Тонкие плитки толщиной 1—5 мм с большой площадью доводки помещают в приспособление (рис. 72, а), которое состоит из двух плит 1 и 3, изготовленных из плотного мягкого чугуна и точно доведенных. В нижней плите закреплены четыре точных винта 4, на которые надеты круглые гайки 2, расположенные в гнездах верхней плиты. При помощи гаек верхнюю плиту устанавливают параллельно нижней, причем расстояние между внутренними поверхностями плит может быть выдержано в зависимости от толщины обрабатываемых плиток с большой точностью.

Между верхней и нижней плитами помещают рамку с ручкой (рис. 72, б), которая называется таскалом.

В прямоугольное гнездо таскала помещают обрабатываемую плитку, которая толще таскала на 0,2—0,3 мм; поэтому во время доводки, когда таскало перемещают вместе с плиткой, она свободно движется между верхней и нижней плитами приспособления.

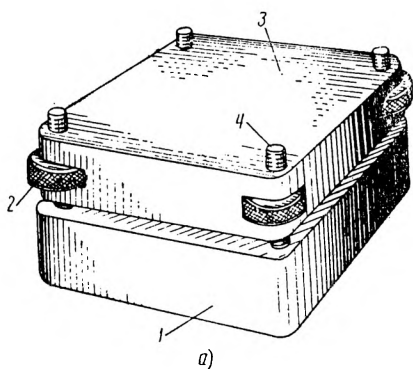


Рис. 72. Приспособление для доводки больших плоскостей тонких плиток и таскало для доводки тонких плиток

Если размеры обрабатываемых плиток небольшие, то в таскале делают несколько гнезд — по числу плиток. Длина таскала равна 300—350 мм.

При обработке толких плиток придерживаются следующего порядка: доводят плитку на вращающемся медном круге с наждаком и маслом, оставляя на дальнейшую обработку припуск от 0,02 до 0,05 мм; вторично доводят плитки в приспособлении при помощи наждака, оставляя припуск не более 0,005—0,01 мм; окончательную доводку производят в приспособлении с помощью только одного керосина или масла, причем доводку производят абразивом, оставшимся на плитках после предыдущей обработки.

Точность доводки в приспособлении может доходить до 0,002—0,003 мм, а чистота поверхности — до зеркальной.

14. ДОВОДКА ВНЕШНИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ КРУГЛЫХ ИЗДЕЛИЙ

Внешние поверхности круглых изделий доводят при помощи медных и чугунных разрезных колец или трубок (см. рис. 64, *е*) и при помощи плоских медных или чугунных притиров, имеющих вид плоского напильника (см. рис. 64, *д*).

Поверхность изделия сначала точно шлифуют на шлифовальном станке и, оставив на доводку припуск от 0,005 до 0,015 мм, покрывают его абразивным порошком с маслом.

Доводку производят на станке, для чего на изделие надевают притир с обоймой, а самое изделие устанавливают в центры станка. Обойму с притиром держат в руках и медленно водят вперед и назад по всей длине изделия. По мере уменьшения диаметра изделия обойму сжимают винтом, уменьшая диаметр кольца притира.

Для окончательной доводки изделия применяют другое кольцо, причем изделие смазывают крокусом или окисью алюминия, разведенными в бензине.

Плоский притир изготовляют из плотного мягкого чугуна. Плоскости такого притира тщательно шлифуют на плоскошлифовальном станке и доводят на плите с мелким карборундовым или наждачным порошком марки М-20, разведенным в бензине или керосине. Во время доводки зерна абразивного порошка вдавливаются в плоскости притира.

Подготовленным таким образом плоским притиром работают во время доводки как напильником, накладывая его на вращающееся изделие и равномерно передвигая по поверхности вперед и назад.

Если на обрабатываемой поверхности имеются какие-либо отверстия, их перед доводкой заливают воском, иначе в них во время доводки скопится притирочная масса, которая захватывается притиром во время работы и часто приводит к браку изделия.

Доводку изделий производят с окружной скоростью 6—10 *м/мин*; такую скорость берут для того, чтобы избежать нагрева. В случае нагрева изделия свыше 50° доводку прерывают. Скорость перемещения притира вдоль изделия — не более 2—3 *м/мин*.

15. ДОВОДКА ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОТВЕРСТИЙ

Доводку цилиндрических отверстий производят с помощью медных стержней и трубок. На рис. 64, *ж* показан притир, состоящий из конусной оправки и медного или чугунного цилиндрического притира с конусным отверстием.

Притир разрезан в осевом направлении в одном месте и надрезан в двух местах. Благодаря конусной оправке и разрезу на притире можно несколько изменять его наружный диаметр, а благодаря надрезам притир во время перемещения вдоль оправки остается точно цилиндрическим по всей длине.

Длина предварительного притира должна составлять 2—3, а окончательного 0,5—0,75 длины изделия, чтобы диаметр отверстия у концов обрабатываемого изделия не разрабатывался. Диаметр притира должен быть на 0,01—0,025 *мм* меньше диаметра отверстия, в которое он плотно входит. Припуск на доводку после точного шлифования отверстия обычно составляет 0,015—0,02 *мм*.

Изделие надевают на притир, который устанавливается в центры или патрон токарного станка и вращается с окружной скоростью 6—8 *м/мин*.

Притир покрывают карборундовым или наждачным порошком с маслом или же пастой ГОИ с керосином. Во время доводки изделие держат в руках и медленно передвигают вперед и назад по вращающемуся притиру.

Для окончательной доводки оставляют припуск не более 0,0025—0,004 *мм*. Доводку производят при помощи короткого притира наждачным микропорошком марки М-14, смешанным с маслом, или пастой ГОИ.

16. ДОВОДКА КОНУСНЫХ ОТВЕРСТИЙ И РЕЗЬБЫ

Для доводки конусных отверстий применяют конусные притиры (рис. 73), размеры которых должны соответствовать конусу обрабатываемого отверстия. Материал притиров — чугун и реже медь.

Притир закрепляют в центрах токарного станка; во время доводки притир вращается, а изделие осторожно перемещают вперед и назад вдоль притира. Если же держать изделие в одном положении, то на нем могут образоваться концентрические царапины.

Чтобы зерна абразивного порошка не скоплялись под действием центробежной силы на небольшом диаметре притира, на нем нарезают спиральную канавку шириной и глубиной 1—2 мм. Направление этой канавки должно быть таким, чтобы абразив и масло перемещались во время вращения притира от большего диаметра к меньшему. На рис. 73, а при направлении вращения притира по стрелке канавки должны быть направлены влево, а на рис. 73, б — вправо.

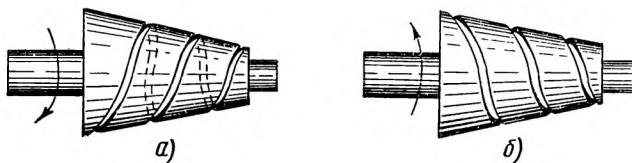


Рис. 73. Конусные притиры

Для доводки конусных отверстий необходимо применять несколько притиров — сначала более грубых, а под конец отделочных.

Наружная резьба доводится с помощью колец (см. рис. 65, в). Внутреннюю резьбу небольшого диаметра доводят целыми резьбовыми оправками (см. рис. 65, а), которые делаются из серого чугуна. При более значительных диаметрах применяют сменные регулируемые кольца (см. рис. 65, б), устанавливаемые на разжимной оправке, которая изготавливается из стали и допускает легкую смену резьбовых колец.

17. СПОСОБЫ ДОВОДКИ ПОВЕРХНОСТИ ДО ЗЕРКАЛЬНОГО БЛЕСКА

Довести поверхность до зеркального блеска можно несколькими способами:

1) с помощью тонкой пасты ГОИ, которая снимает следы средней пасты и придает обрабатываемой поверхности зеркальный блеск;

2) посредством притира, который натирают крокусом или алюминиевой пудрой, разведенной бензином;

3) с помощью притира на одном только масле или керосине остатками абразивного порошка от предыдущей доводки, которых вполне достаточно, чтобы снять оставшийся слой на изделии.

Окончательную доводку до зеркального блеска можно производить с помощью окиси хрома, разведенной в бензине.

18. ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИ ДОВОДКЕ

При доводке изделие нагревается; это может послужить причиной его коробления и потери размеров. Наибольший допустимый нагрев не должен превышать 50°

Измерение изделия следует производить не сразу после доводки, а только после его охлаждения до 20° . Охлаждение можно производить в масле, керосине или на воздухе.

Сильное нагревание получается при больших скоростях вращения изделия или же при больших скоростях перемещения прира по изделию.

При мокрой доводке изделие нагревается меньше, чем при сухой, поэтому и коробится меньше.

19. ПРИЕМЫ ПРОВЕРКИ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ

Проверку и измерение доведенных плоскостей производят лекальной линейкой на просвет, а также методом интерференции света.

При точности в $0,001$ мм лекальная линейка должна ложиться на обработанную плоскость без всякого просвета. Методом интерференции света можно измерять небольшие плоскости, например у плоско-параллельных концевых мер длины с точностью до $\pm 0,1$ мк.

Параллельность проверяют штангенциркулем, микрометром, индикатором, миниметром и оптиметром с точностью от $0,05$ до $0,00025$ мм в зависимости от применяемого инструмента.

Размеры проверяют штангенциркулем, микрометром, а также индикатором, миниметром, оптиметром и плоско-параллельными концевыми мерами длины. Проверять размеры можно микроскопом и измерительной машиной. Точность измерения при пользовании этими инструментами и приборами колеблется в пределах от $0,05$ до $0,00025$ мм.

Углы проверяют угольником, угломером, шаблоном, плиточно-угловыми эталонами и синусной линейкой. Точность измерения в зависимости от применяемого инструмента доходит до $4-12''$

Проверку конусных отверстий обычно производят на краску по точно изготовленным и проверенным калибрам-пробкам.

Профиль проверяют при помощи шаблонов, лекал и щупов, а также проектором с точностью до $0,001$ мм.

20. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ НА ДОВОДОЧНЫХ СТАНКАХ

При работе на доводочных станках необходимо соблюдать те же правила техники безопасности, что и при работе на металло-режущих станках, а также правила, вытекающие из условий ра-

боты самих доводочных станков. При доводке изделий вращающимися абразивными дисками необходимо соблюдать правила, предусмотренные для работы на шлифовальных станках.

Сухая доводка изделий притирами сопряжена с образованием большого количества пыли. К мероприятиям, устраняющим вредное действие пыли, относятся ношение предохранительных очков, устройство у станков подвижных стеклянных щитков, препятствующих отлетанию пыли, и устройство для отсасывания пыли. Последнее мероприятие является наиболее надежной и обязательной мерой борьбы против пыли.

ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ИНСТРУМЕНТА

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Термической обработкой называется процесс нагрева и охлаждения металлов и сплавов, в результате которого изменяется их внутреннее строение и, как следствие, физические, механические, технологические и эксплуатационные свойства.

Термической обработке подвергаются как заготовки изделий, так и окончательно изготовленные детали и инструменты для придания им необходимых свойств.

В результате термической обработки свойства металлов можно изменять в очень широких пределах. Например, твердость стали может быть изменена от $H_B=150-200$ до $H_B=600-650$. Благодаря значительному повышению механических свойств после термической обработки по сравнению с начальным состоянием металла становится возможным увеличить допускаемые напряжения, а также уменьшить размеры и вес изделия.

Термическая обработка состоит из трех последовательно выполняемых операций: нагрева до определенной температуры, выдержки и охлаждения.

В зависимости от температуры нагрева и скорости охлаждения различают следующие основные виды термической обработки: отжиг, нормализацию, закалку и отпуск.

2. НАГРЕВ СТАЛИ

Нагрев стали при термической обработке производят в пламенных печах, ваннах, горнах, при помощи установок с горючими газами, индукторов с токами высокой частоты, электроконтактной установки и установок с электролитом. Применение новейших электрических методов нагрева позволяет ускорить некоторые процессы термической обработки во много раз и обеспечить полную механизацию и автоматизацию процессов термической обработки.

Кузнечный горн применяют для нагрева стали в тех случаях, когда отсутствуют нагревательные печи и ванны.

Точное определение температуры, до которой нагревается изделие, имеет большое значение при проведении любой термиче-

ской операции. Температуру в нагревательных печах и ваннах измеряют пирометрами.

При отсутствии пирометров или других измерительных приборов температуру можно определить на глаз по цветам побежалости и цветам каления.

Если очищенный напильником или наждачной шкуркой кусок стали начать нагревать, то на его поверхности появляются различной толщины пленки окислов железа. Чем выше температура, тем толще пленка. С увеличением толщины цвет пленки меняется от светло-желтого (220°) до серого (325°). Эти цвета называются цветами побежалости и позволяют судить о температуре нагрева в пределах до 330° .

При нагреве стали выше 330° цвета побежалости исчезают и металл остается темным до 500° , при дальнейшем повышении температуры нагрева появляются калильные цвета.

Цветами каления можно пользоваться так же, как и цветами побежалости. В обоих случаях требуется наличие некоторого опыта.

Перед тем как подвергнуть стальное изделие нагреву, необходимо узнать его химический состав, так как от содержания углерода и других примесей в стали будет зависеть температура ее термической обработки.

Сталь определенного состава можно нагревать без вреда для ее качества лишь до определенной температуры. При превышении этой температуры сначала наступит перегрев, а затем пережог стали. Перегретая и пережженная стали имеют крупнозернистый, яркoblестящий излом.

Восстановить механические свойства перегретой стали можно только отчасти — последующей термической обработкой. Исправить пережженную сталь нельзя, так как на поверхности крупных зерен происходит процесс окисления и связь между зернами ослабляется, т. е. сталь становится некачественной.

Перегрев может получиться при нормальном нагреве, если вести его продолжительное время. При перегреве зерна стали растут, сталь становится менее прочной и более хрупкой.

Скорость нагрева стали при термической обработке следует выбирать в зависимости от марки стали и формы изделия. Чем выше содержание углерода и других примесей в стали, чем сложнее и массивнее деталь, тем медленнее необходимо ее нагревать.

На рис. 74 показана пламенная печь, отапливаемая нефтью. Нагревание изделий производится постепенно, начиная с низших температур внизу печи и кончая более высокими температурами в средней и верхней частях печи. В пламенных печах изделия нагреваются в результате непосредственного соприкосновения с пламенем и продуктами горения топлива, что является недостатком этих печей.

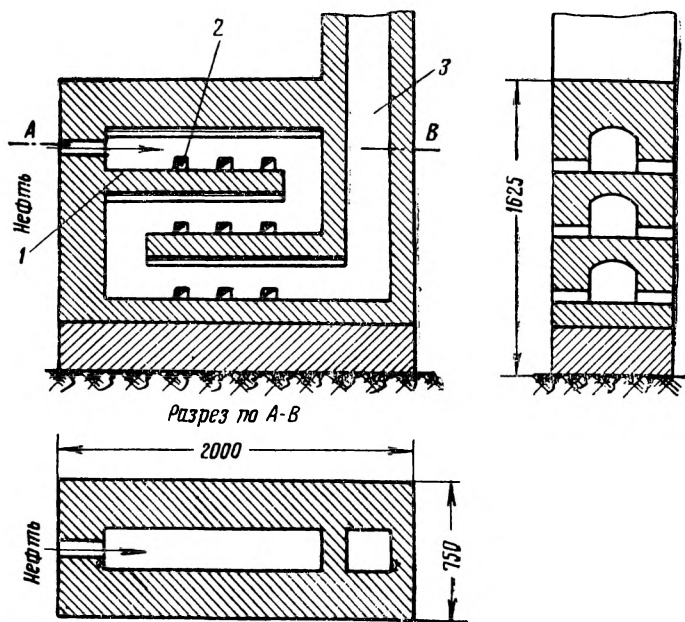


Рис. 74. Пламенная печь для нагрева металла:
 1 — под печи, 2 — нагреваемые изделия, 3 — дымоход

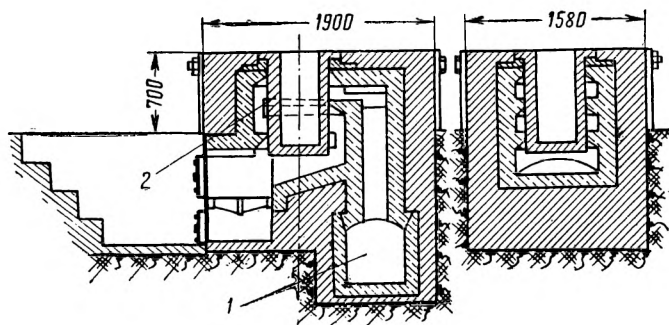


Рис. 75. Печь-ванна:
 1 — дымоход, 2 — ванна

На рис. 75 показана печь - ванна, заполняемая свинцом или различными солями, плавящимися при определенных температурах. Чаще всего применяются соли: поваренная, плавящаяся при 800° , сода — при 810° , хлористый калий — при 775° , бромистый калий — при 730° .

Нагрев изделия в газовых установках. На рис. 76 даны схемы установки для нагрева изделий с помощью ацетилена или других горючих газов (метан, светильный газ), а также для охлаждения их. Температура ацетилено-кислородного пламени около 3100° , а светильного газа около 2400° , т. е. при применении светильного газа скорость нагрева уменьшается.

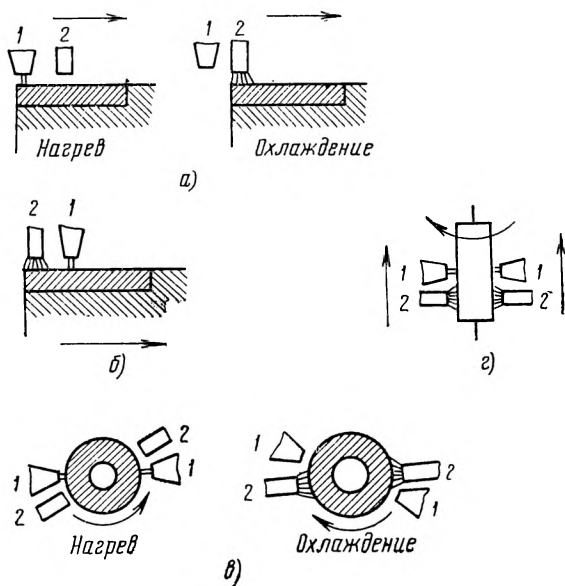


Рис. 76. Схемы установки для нагрева изделий горючими газами

При помощи установки можно нагревать и охлаждать изделия следующими методами: стационарным, прямолинейно-поступательным, вращательным и комбинированным.

При стационарном методе (рис. 76, а) изделие остается неподвижным; сначала вся поверхность изделия нагревается при помощи горелок 1, затем охлаждается через сопла 2.

При прямолинейно-поступательном методе (рис. 76, б) изделие постепенно перемещается и одновременно нагревается при помощи горелок 1 и охлаждается через сопла 2.

При вращательном методе (рис. 76, в) изделие вращается и сначала вся поверхность нагревается при помощи горелок 1, а затем охлаждается через сопла 2.

При комбинированном методе (рис. 76, г) изделие вращается, а горелки 1 и сопла 2 прямолинейно перемещаются. Изделие при этом одновременно нагревается при помощи горелок 1 и охлаждается через сопла 2.

Расстояние между горелками и нагреваемой поверхностью должно быть от 3 до 6 мм. Чем ближе расположена горелка к нагреваемой поверхности, тем выше нагрев и больше вероятность перегрева и образования трещин; чем дальше горелка, тем медленнее происходит нагрев, тем на большую глубину он распространяется.

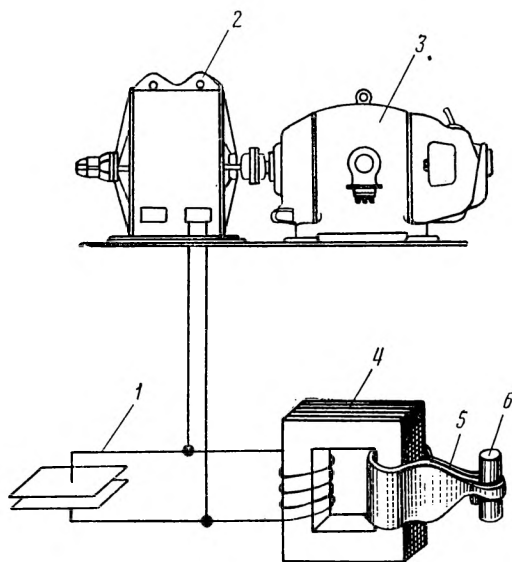


Рис. 77. Схема установки для нагрева изделий токами высокой частоты

Токарный станок легко может быть приспособлен для комбинированного метода нагрева и охлаждения изделий, если горелки и сопла установить на суппорте станка.

Нагрев изделия токами высокой частоты. На рис. 77 дана принципиальная схема установки для нагрева изделий с помощью токов высокой частоты, предложенная профессором В. П. Вологдиным.

Нагреваемое изделие 6 помещается в индуктор 5, питаемый токами высокой частоты от машинного генератора 2, который приводится во вращение электродвигателем 3. Трансформатор 4

понижает напряжение и увеличивает силу тока, проходящего через индуктор. Конденсаторы 1 увеличивают силу тока и улучшают работу генератора.

Индукторы изготавливаются из медных трубок, по которым в целях их охлаждения пропускают воду.

Для каждого типа изделия изготавливают отдельный индуктор; форма его должна соответствовать форме нагреваемого изделия. В одном и том же индукторе нельзя нагревать различные по форме и размерам изделия, поэтому нагрев токами высокой частоты в единичном производстве экономически невыгоден.

Для обеспечения равномерного нагрева необходимо, чтобы зазор между индуктором и нагреваемым изделием был 1,5—3 мм и чтобы они были расположены симметрично. Цилиндри-

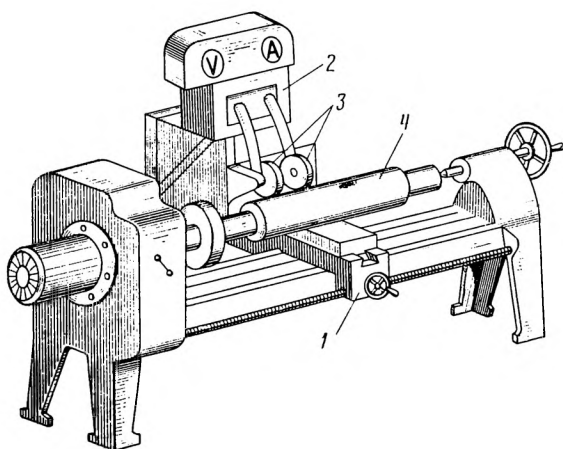


Рис. 78. Схема установки для контактного электронагрева

ческие изделия для более равномерного нагрева вращаются в индукторе во время их нагрева. Некоторые из индукторов на внутренней поверхности имеют отверстия, через которые на нагретое изделие поступает охлаждающая жидкость — вода.

Контактный электронагрев. На рис. 78 дана схема установки для контактного электронагрева, предложенная профессором Н. В. Гевелингом и применяемая обычно для изделий, имеющих форму тел вращения, как, например, валы, шпиндели.

Нагреваемый вал 4 устанавливают в центрах токарного станка. На суппорте 1 сзади закрепляют электроголовку с трансформатором 2 и двумя медными роликами 3 диаметром 200—220 мм и шириной 8—12 мм. Ролики прижимаются к валу с силой от 10 до 15 кг на 1 мм ширины ролика.

При вращении вала и перемещении суппорта с электроголовкой и роликами вдоль оси вала ток, проходя между роликами

по поверхности вала, последовательно нагревает всю поверхность.

Нагрев изделия в электролите. На рис. 79 дана схема установки для нагрева изделий в электролите, предложенная лауреатом Сталинской премии инженером И. З. Ясногородским.

Нагреваемое изделие 1 является катодом. Оно погружается в электролит 2, являющийся анодом, на определенную глубину. Чтобы изделие при нагреве погружалось на определенную глубину, во избежание недогрева, перегрева или оплавления применяют специальное приспособление 3. Изделие остается погруженным в электролит в течение нескольких секунд.

Сущность процесса заключается в том, что при пропускании постоянного тока через электролит определенного состава на катоде выделяется водород, который отличается плохой проводимостью. При высоком напряжении тока изделие — катод нагревается.

В качестве электролита применяют растворы солей щелочных металлов, а также кислот и щелочей. Температура электролита 50—70°. Напряжение постоянного тока находится в пределах 220—310 в. Плотность тока 4—6 а/см².

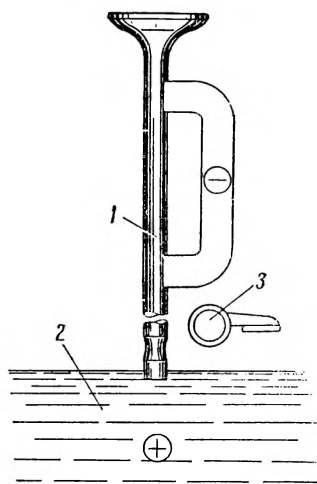


Рис. 79. Схема нагрева в электролите конца изделия

3. ВИДЫ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Отжиг. Отжигом называется термическая обработка, при которой сталь нагревают до 750—880°, выдерживают при этой температуре, а затем медленно охлаждают.

Отжиг применяется: 1) для уменьшения внутренних напряжений послековки или отливки, чтобы избежать в дальнейшем при обработке трещин или коробления; 2) для улучшения структуры стали в связи с дальнейшей термообработкой; 3) для уменьшения твердости и сообщения металлу однородной твердости; 4) перед повторной термической обработкой из-за дефектов предыдущей.

Нагрев стали для отжига можно производить в печах и горнах. Изделия упаковывают в железные коробки с крышками, причем предварительно пересыпают мелким древесным углем или песком.

Температура нагрева отжигаемых изделий определяется по цвету каления железного ящика или, как правило, с помощью пирометров или термопар и при отжиге углеродистой стали с содержанием углерода от 0,2 до 1,2% колеблется от 840 до 750°

Ящик должен быть равномерно прогрет, т. е. не иметь темных мест.

Ящики с изделиями остаются в печи и медленно остывают вместе с ней. Скорость охлаждения углеродистой стали с содержанием углерода 0,2—1,2% колеблется от 50 до 15° в час.

Нормализация. Нормализацией называется термическая обработка, при которой изделия нагревают до 750—880°, выдерживают при этой температуре, а затем охлаждают на воздухе.

Нормализацию проводят для получения мелкозернистой структуры, выравнивания структуры и улучшения обрабатываемости режущими инструментами.

Механические свойства нормализованной стали более высокие, чем отожженной.

Закалка. Закалкой называется термическая обработка, при которой углеродистую сталь нагревают до 750—880°, выдерживают при этой температуре, а затем быстро охлаждают в воде или масле. Закалку применяют для придания стали необходимой твердости.

При нагревании стали до 750—880° входящие в ее состав феррит и цементит переходят в твердый раствор — аустенит, который при быстром охлаждении не успевает распасться и переходит в мартенсит; сталь становится твердой и очень хрупкой. Быстрорежущую сталь нагревают при закалке до 1160—1280° и затем охлаждают сначала в масле или селитре, а затем на воздухе. Нагрев производят обычно в печах, ваннах или горнах. При нагревании в горнах лучшим горючим является древесный уголь, не имеющий вредных примесей, как, например, сера, которая может перейти в сталь. Сталь следует нагревать до необходимой температуры равномерно.

Время выдержки зависит от размеров и формы нагреваемых изделий и составляет около 20% от общего времени нагрева изделия до данной температуры.

После нагрева и выдержки сталь охлаждают в воде, масле или сжатым воздухом. Количество охлаждающей жидкости должно быть достаточным, чтобы ее температура мало изменялась во время охлаждения закаливаемых изделий.

Температура охлаждающей жидкости в зависимости от требуемой твердости закаленного изделия колеблется от 20 до 50° Более теплая вода дает меньшую твердость.

Если закаливается только конец изделия, его опускают на требуемую глубину и перемещают вверх и вниз, иначе в плоскости, отделяющей закаленную часть изделия от незакаленной, образуются трещины. Если закаливается все изделие, то после нагрева его следует быстро опустить в охлаждающую среду и перемещать в ней до полного охлаждения. Выбор закалочной среды зависит от материала деталей, их объема, формы.

Наименьшая охлаждающая способность будет у кипящей воды, средняя — у воды, нагретой до 40°, наибольшая — у 5-процентного водного раствора едкого натрия. Охлаждающая способность среды тем выше, чем ниже ее температура, больше теплопроводность, теплоемкость и скрытая теплота парообразования.

Если сталь нагрета до 500—650°, то скорость ее охлаждения в воде при 18° равна 600° в секунду, а в машинном масле — 120—150° в секунду.

Твердость углеродистой инструментальной стали после полной закалки колеблется от 200 до 500 *H*, в то время как после полного отжига она находится в пределах 125—185 *H*, а после нормализации — в пределах 140—230 *H_B*.

Отпуск. Отпуском называется термическая обработка, при которой закаленную сталь нагревают до 150—680°, выдерживают при этой температуре, а затем быстро или медленно охлаждают.

Отпуск необходим для уничтожения хрупкости и напряженного состояния изделий после закалки, что особенно важно для инструментов и изделий, работающих при ударной нагрузке.

В зависимости от температуры нагрева различают низкий отпуск, который проводится при 150—300°, умеренный — при 300—400°, высокий — при 500—680°.

Изделия получают низкий отпуск, если они по роду работы должны быть твердыми, и высокий отпуск, если от них требуется большая вязкость.

Термическая обработка стали, состоящая из закалки и высокого отпуска, называется улучшением и применяется для повышения вязкости материала.

Эффективность отпуска находится в зависимости от температуры и продолжительности нагрева. Закаленная сталь теряет твердость от 2,5 до 97,5% при увеличении температуры отпуска от 100 до 600°

В табл. 16 указаны цвета побежалости и температуры при отпуске различных инструментов.

Таблица 16

Цвета побежалости и температура при отпуске различных инструментов

Название инструментов	Цвета побежалости	Температура отпуска в градусах
Резцы для обработки твердого чугуна и стали	Светло-желтый	220
Резцы, сверла, метчики для мягких металлов	Коричневый	275
Зубила для мягкой стали	Светло-синий	315

В инструментальных цехах применяют два способа отпуска. При первом изделие при закалке охлаждают частично с таким расчетом, чтобы в незакаленной части осталось достаточное количество тепла для отпуска закаленной части; изделие при этом вынимают из охлаждающей жидкости, быстро зачищают для получения цвета побежалости и уже затем окончательно охлаждают. При втором способе закаливаемое изделие охлаждают полностью, зачищают и вновь нагревают до необходимой температуры. Во втором случае внутренняя часть изделия получается более твердой и хрупкой, чем в первом.

Скорость охлаждения после отпуска на структуру углеродистых сталей не влияет.

Для повышения твердости и стойкости инструментальных сталей, особенно быстрорежущих, необходимо обеспечить во время отпуска перевод всего остаточного после закалки аустенита во вторичный мартенсит, который дает после отпуска высокую красностойкость быстрорежущей стали до $H_{RC} = 65 \div 66$.

Один отпуск не всегда обеспечивает перевод всего остаточного аустенита во вторичный мартенсит и потому требуется для получения наилучших режущих свойств 2÷3 отпуска по одному часу, т. е. требуется многократный отпуск.

Цементация. Цементацией называется химико-термическая обработка, при которой поверхностный слой стального изделия сначала науглероживают, а затем закаливают.

Цементацию применяют в тех случаях, когда изделиям хотят дать твердую наружную поверхность при мягкой сердцевине. Обычно цементируют сталь с содержанием углерода не более 0,25%, так как иначе она получается очень хрупкой.

На качество цементации оказывают влияние и другие элементы, входящие в металл, например сера, фосфор, марганец. Поэтому для цементации берут специальные цементуемые стали.

Поверхности изделия, подлежащие цементации, механически обрабатывают с припуском под шлифование; поверхности, не подлежащие цементации, должны быть перед цементацией покрыты глиной или асбестом.

Цементация осуществляется при помощи веществ, которые легко отдают содержащийся в них углерод. Такие вещества называются карбюризаторами; они бывают твердыми, жидкими и газообразными.

В табл. 17 даны составы твердых карбюризаторов для цементации.

Изделия, подготовленные к цементации в твердом карбюризаторе, укладывают в специальные ящики из жароупорной стали и засыпают смесью из 20—35% свежего карбюризатора и 80—65% отработанного. Расстояние между изделиями 5—15 мм, а между изделиями и стенками 15—25 мм. Перед укладкой изделия сортируют по размерам, учитывая требуемую глубину це-

Составы твердых карбюризаторов для цементации

№ п/п	Наименование веществ, входящих в карбюризатор	Содержание вещества в %
1	Древесный уголь	80
	Углекислый барий	20
2	Древесные опилки	90
	Сода	10
3	Древесный уголь	75
	Углекислый барий	15
	Мел	5
	Сода	1
	Мазут	4
4	Древесный уголь	50
	Костяная мука	20
	Сажа	30

ментации. Крышку ящика замазывают замазкой, состоящей из 67% глины и 33% песка, разведенных жидким стеклом.

Ящики с изделиями устанавливают в печь или на горне, повышают температуру до 900—950° и нагревают, в зависимости от глубины слоя цементации, в течение определенного времени, указанного в табл. 18.

Таблица 18

Глубина цементованного слоя в зависимости от продолжительности цементации

Глубина цементованного слоя в мм	Общая продолжительность процесса в часах
0,4—0,7	4,5—5,5
1,0—1,4	8—11,5
1,5—1,9	13—18
2,0—2,4	19—24

Время прогрева ящика колеблется обычно от 2 до 5 час.

Глубина цементованного слоя определяется с помощью контрольных образцов, которые выступают из ящика. Образцы периодически вынимают и по их излому судят о глубине цементованного слоя.

После цементации изделия подвергают охлаждению в печи и на воздухе. Изделия имеют крупнозернистое строение; чтобы устранить этот недостаток, их сначала нагревают до 850—870° и охлаждают в воде, затем нагревают до 760—780° и охлаждают в воде или масле, т. е. подвергают двойной закалке. После этого

их подвергают отпуску в масляной или песочной ванне при 200—250°

Поверхностная цементация изделий осуществляется также при помощи различных паст и порошков, например желтого синькали, который состоит из 20—40% красной кровяной соли, 10—30% соды и 60—70% древесного угля. Изделия нагревают до 760—800°, вынимают из печи, посыпают равномерно со всех сторон порошком синькали, снова нагревают до 760—800° и затем охлаждают в воде полностью. Глубина цементованного слоя доходит при этом до 0,2 мм.

Цементация с помощью жидких карбюризаторов применяется для мелких деталей, чтобы получить цементованный слой небольшой глубины. Жидкая цементация осуществляется в соляных ваннах. Оптимальным составом ванны является состав, состоящий из 75—85% кальцинированной соды, 10—15% соли и 6—10% карбида кремния. Цементацию ведут в расплавленной смеси при 750—850°.

Детали выдерживают в ванне обычно 45—90 мин. Закалку деталей производят сразу же после цементации в воде или масле, в зависимости от марки стали, что избавляет от дополнительного нагрева.

Жидкую цементацию с помощью цианистых солей (цианистого натрия, калия или кальция) ведут при 530—560° в течение 1,5—2 час. Цианистые соединения очень ядовиты, поэтому цианирование может проводиться только при наличии специального оборудования с соблюдением правил техники безопасности.

Высокотемпературное цианирование производят при 820—870° и применяют для повышения твердости и износоустойчивости поверхности деталей из конструкционных сталей. Для цианирования применяют ванны, содержащие, например, смесь из 45% цианистого натрия, 37% кальцинированной соды и 18% соли.

Глубина слоя цианирования не превышает 0,25—0,5 мм. Для придания цианированному слою высокой твердости детали после цианирования подвергают закалке в воде или масле в зависимости от марки стали. Закалку производят при 760—780° с отпуском при 150—170° Твердость закаленного цианированного слоя очень высокая и достигает $H_{RC} = 63 \div 65$.

Цементация с помощью газовых карбюризаторов — это процесс насыщения поверхностного слоя стали углеродом при нагреве деталей в атмосфере газов, содержащих углерод. К числу газовых карбюризаторов можно отнести смесь из 30% аммиака и 70% пиролизного газа. Цементация в газовой среде требует специальных установок, например стационарных шахтных печей. Цементацию производят при 820—830° Для получения науглероженного слоя глубиной в 1 мм необходимо затратить около 6 часов. Закалка после цементации производится непосредственно из газовой цементационной печи. При газовой цементации

можно полностью механизировать процесс, чего нельзя сделать при цементации в твердом карбюризаторе.

Поверхностная закалка. Поверхностная закалка применяется для получения высокой твердости поверхностных слоев инструмента при вязкой сердцеvine.

Закалку поверхностных слоев инструмента из углеродистых сталей можно получить путем сокращенной выдержки при нагреве под обычную закалку, причем глубина прокаливания получается неопределенной. Поверхностная закалка с предварительной цементацией малоуглеродистых сталей возможна лишь в производстве измерительного инструмента.

Для таких инструментов, как зенкеры, развертки и метчики, которые работают наружной частью, целесообразна поверхностная закалка, так как при этом обеспечивается большая прочность инструмента.

Поверхностная закалка осуществляется с помощью:

- 1) ацетилена или других горючих газов;
- 2) токов высокой частоты;
- 3) контактного электронагрева;
- 4) нагрева изделий в электролите.

Преимущества закалки токами высокой частоты: возможность получить закаленный слой любой глубины; высокая производительность; высокая твердость; отсутствие окалины; незначительное коробление; возможность полной автоматизации процесса закалки; возможность закалки любых поверхностей и деталей различной формы.

Твердость после закалки токами высокой частоты получается на 2—4 единицы H_{RC} выше, чем после обычной закалки.

Углеродистые стали при закалке охлаждаются водой, легированные — водой, подогретой до 60° , или эмульсией. Масло при душевом охлаждении не применяется из-за его легкой воспламеняемости.

Температура отпуска, который должен проводиться сразу после закалки, на $20—30^\circ$ ниже, чем при обычной закалке.

Преимуществами закалки в электролите являются хорошая чистота закаленной поверхности, отсутствие коробления, большая производительность и возможность автоматизации процесса.

4. БРАК ПРИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМ

При термической обработке встречаются следующие виды брака: неравномерная твердость, коробление изделий, окалина и трещины.

Неравномерная твердость получается из-за неравномерного нагрева изделий или из-за малого количества охлаждающей жидкости, которая сильно нагревается в процессе охлаждения изделия.

Коробление изделий является результатом неравномерного нагрева, неправильного положения изделий во время нагрева, неправильного погружения изделий в охлаждающую жидкость, применения сильно действующей охлаждающей жидкости.

Неправильное положение изделия во время нагревания может привести к прогибу этого изделия, так как сталь при нагревании становится пластичной. Длинные метчики, сверла, развертки лучше нагревать при вертикальном положении.

Во время охлаждения поверхность нагретого изделия покрывается пузырьками пара, которые являются плохими проводниками тепла и препятствуют непосредственному соприкосновению жидкости с изделием. Чтобы освободиться от пара, необходимо изделие энергично перемещать вверх и вниз в охлаждающей жидкости.

Окалина получается вследствие окисления изделий свободным кислородом воздуха. Окалина недопустима при закалке, так как изделия при образовании окалины теряют у поверхности углерод, вследствие чего снижается их поверхностная твердость; кроме того, из-за окалины уменьшаются размеры изделий.

Для предохранения поверхности изделий от соприкосновения с воздухом широко применяют обмазку, состоящую из смеси глины, буры и соды или угольной мелочи.

Трещины получают по тем же причинам, что и коробление.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Производственным процессом называется процесс, в котором материалы или заготовки превращаются в готовую заводскую продукцию. Производственный процесс данного завода обычно является частью всего процесса превращения природного сырья в готовое изделие и может быть разбит на отдельные участки, например производственные процессы литейного, кузнечного, механического и сборочного цехов.

Технологическим процессом называется часть производственного процесса, которая связана непосредственно с изменением формы или физических свойств изделий. Технологический процесс механической обработки сопровождается изменением формы; изменение физических свойств детали происходит в процессах термической обработки, старения и т. п.

Технологическая операция — часть технологического процесса, выполняемая над определенной деталью или над совокупностью нескольких одновременно обрабатываемых деталей одним рабочим или определенной группой рабочих непрерывно и на одном рабочем месте. Если рабочим местом является станок, то к операции прибавляют название станка, например токарная, строгальная операция и т. д.

Операция — основная единица производственного планирования, так как, исходя из операционного времени, производится подсчет загрузки оборудования, расчет пропускной способности мастерской, определение необходимой рабочей силы и т. д. План операций при механической обработке развертки дан в табл. 19.

Переходом называется часть операции, выполняемая одним или набором нескольких одновременно работающих инструментов при обработке одного участка или определенной совокупности участков поверхности детали без изменения режима резания.

Достаточно изменить режущий инструмент или режим резания или начать обрабатывать другую поверхность, чтобы полу-

План операций при механической обработке развертки

№ операции	Наименование операции	Рабочее место
1	Отрезка	Отрезной станок
2	Обтачивание	Токарный
3	Фрезерование хвоста и канавок	Фрезерный
4	Клеймение	Верстак
5	Термическая обработка	Печь
6	Шлифование	Шлифовальный станок
7	Заточка	Заточный »
8	Доводка	Доводочный

чить новый переход. Если фрезеровать одну и ту же плоскость одним и тем же инструментом сначала предварительно, а затем окончательно, то это будут различные переходы операции фрезерования, так как режимы обработки неодинаковы.

Проходом называется часть перехода, выполняемая при одном перемещении инструмента или набора инструментов в направлении подачи относительно обрабатываемой поверхности.

Непосредственно следующие друг за другом одинаковые проходы составляют переход.

Приемом называется законченное действие рабочего, входящее в состав перехода. К числу таких действий надо отнести закрепление инструмента, выверку его установки, подводку реза, включение самохода и т. д.

В зависимости от типа производства технологический процесс разрабатывают с различной степенью подробности.

При массовом производстве, когда на каждом рабочем месте выполняется закрепленная за рабочим одна и та же операция, карты технологического процесса разрабатывают наиболее подробно на каждую операцию.

При серийном производстве, когда выпускается продукция сериями, карты технологического процесса разрабатывают менее подробно, чем при массовом производстве.

При индивидуальном производстве, когда выпускается продукция единицами, карты технологического процесса или совсем не разрабатывают или разрабатывают в виде маршрутной карты (см. табл. 19).

В инструментальных цехах машиностроительных заводов производство инструмента в большинстве случаев серийное и индивидуальное. Рассмотрим технологическую документацию, характерную для указанных типов производства.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Основным технологическим документом при серийном производстве является технологическая карта (табл. 20).

В технологическую карту записывают: 1) данные из чертежа изделия, необходимые при разработке технологического процесса; 2) последовательность обработки; 3) оборудование, применяемое при обработке; 4) приспособления, режущие, вспомогательные и измерительные инструменты, требующиеся для обработки; 5) режимы обработки; 6) нормы времени на обработку; 7) квалификацию рабочих, необходимую для выполнения данной работы.

Правильно составленный технологический процесс позволяет при обработке наиболее рационально использовать станок, приспособления, режущие и измерительные инструменты, т. е. вести обработку при наивыгоднейших режимах резания с максимальным использованием оборудования.

Технологическая карта является исходным документом для подготовки производства, для планирования и распределения работ в цехе и на заводе в целом. С помощью технологических карт составляются заявки на необходимый для производства материал, заготовки и инструмент.

Технологическая карта составляется технологом и нормировщиком на технологические операции, необходимые для изготовления детали.

В тех случаях, когда инструмент изготавливается в заводских инструментальных цехах малыми сериями, применяются более простые технологические карты.

В индивидуальном производстве для процессов механической обработки составляется обычно лишь последовательный перечень операций обработки детали — технологический маршрут, в котором указываются разряд работы и время на каждую операцию.

Маршрутная технология перекладывает значительную долю ответственности с технолога на рабочего и мастера и требует более высокой квалификации и знаний со стороны последних.

3. ПРИПУСКИ НА ОБРАБОТКУ

Припуском на обработку называется слой металла, оставляемый на изделии для дальнейшей обработки. Поверхности изделий, не подвергающиеся дальнейшей обработке, припусков не имеют.

На рис. 80, а дана схема расположения припусков на обработку валиков, а на рис. 80, б — схема расположения припусков на обработку отверстий. Из рисунков видно, что общий припуск

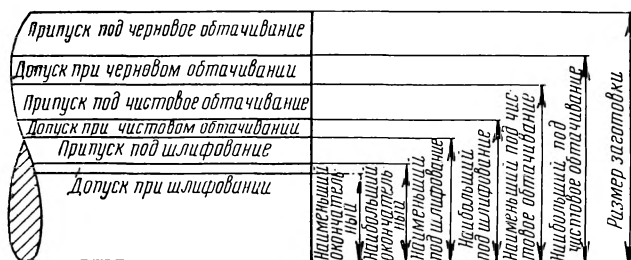
Технологическая карта

Завод _____		Технологическая карта		Изделие № _____		Наименование детали _____				Деталь № _____						
Цех, выпускающий деталь _____		Материал _____		Заготовка _____				Вес 1 шт. _____	Количество деталей _____							
		наименование	марка	твердость	род	размер	количество деталей из одной заготовки	№ чертежа заготовки	черный	чистый	на одно изделие	в партии				
№ операции	Наименование операций и переходов	Цех	Станок и инвентарный №	Приспособление №	Инструмент			Режимы обработки				Время			Разряд	Расценки руб., коп.
					режущий	вспомогательный	измерительный	Диаметр или длина	Длина прохода	Число проходов	глубина резания	подача	скорость резания	число оборотов в минуту		

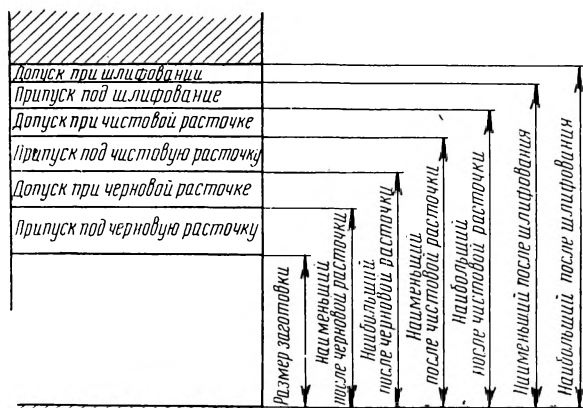
на изготовление детали равен сумме припусков на промежуточные виды обработки.

Для круглых деталей припуск дается на диаметр, а для плоских — на сторону.

Разница между наибольшим и наименьшим припуском называется допуском на припуск.



а)



б)

Рис. 80. Схема расположения припусков:

а — на обработку валиков, б — на обработку отверстий

В зависимости от точности операции, при которой оставляется припуск на дальнейшую обработку, величина этого припуска изменяется. Например, припуск на чистовое обтачивание вала диаметром 18 мм и длиной 100 мм равен 1 мм, а на шлифование того же вала — всего лишь 0,3 мм.

Величину припусков и их допуски следует выбирать с таким расчетом, чтобы общий припуск был наименьшим и в то же время достаточным для получения изделия надлежащей точности и чистоты.

В табл. 21 даны общие припуски на диаметр для заготовок режущего инструмента.

Таблица 21

Общие припуски на диаметр для заготовок режущего инструмента

Диаметр инструмента в мм	Длина инструмента в мм		
	до 80	80—180	180—360
	Величина припуска на диаметр инструмента в мм		
6—18	3,5	4	5
18—30	4	4,5	5,5
30—50	4,5	5,5	6
50—80	5	6	6,5
80—120	5,5	6,5	7

В табл. 22 даны общие припуски на длину для заготовок режущего инструмента, изготовляемого из полосового материала.

Таблица 22

Общие припуски на длину для заготовок режущего инструмента, изготовляемого из полосового материала

Ширина инструмента в мм	Длина инструмента в мм		
	до 80	80—180	180—360
	Величина припуска на длину инструмента в мм		
До 50	2,5	3,5	4
50—80	3,5	4	4,5
80—180	—	4,5	5

Неправильный выбор припусков и допусков на припуск является одной из основных причин брака в производстве.

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДИСЦИПЛИНА

Технологический процесс, разработанный на основе современных достижений в науке и технике, указывает мастеру и рабочему наиболее совершенный и выгодный способ обработки, обобщает и сохраняет накопленный в производстве опыт. Нарушение технологического процесса всегда ведет к потерям в производстве и браку изделий.

Соблюдение твердой технологической дисциплины обеспечивает нормальный ход производства, высокое качество продукции, высокую производительность труда и низкую стоимость продукции.

Технологической дисциплине в нашей стране придается особое важное значение, и ее нарушение карается очень строго.

Однако технологический процесс не есть что-то неизменное и неприкосновенное, он должен непрерывно совершенствоваться, чтобы не становиться тормозом развития производства и, следовательно, непрерывно изменяться. Эти изменения должны проводиться организованно, путем исправления технических документов, после тщательной проверки необходимости таких изменений технологии.

Передовики наших заводов, рационализаторы и ученые нашей страны непрерывно совершенствуют технологический процесс изготовления инструмента.

5. ОБРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ БАЗОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Технологическими базовыми поверхностями пользуются как при изготовлении режущего инструмента, так и при его проверке и заточке.

К числу наиболее распространенных технологических базовых поверхностей при изготовлении режущего инструмента относятся: 1) поверхности центровых отверстий или наружных центров, 2) цилиндрические и прилегающие к ним торцовые поверхности или поверхности конических отверстий и 3) опорные плоские поверхности.

Поверхности центровых отверстий или наружных центров применяются в качестве баз при изготовлении большинства разновидностей концевого инструмента.

Цилиндрические и прилегающие к ним торцовые поверхности или поверхности конических отверстий применяются в качестве баз при изготовлении насадного инструмента, а опорные плоские поверхности — при изготовлении большинства разновидностей призматических инструментов.

Размеры центровых отверстий берутся по ОСТ НКМ 4044 в большинстве случаев с предохранительным конусом. Отверстия делают при помощи комбинированных центровочных сверл или цилиндрических центровочных сверл и одной или двух зенковок.

Состояние центровых отверстий имеет существенное значение для точности изготавливаемого инструмента, поэтому после термической обработки их повторно зенкуют твердосплавной зенковкой или шлифуют. Наружные центры применяются при изготовлении инструментов малых диаметров.

Технологический процесс механической обработки наиболее распространенных в инструментальном производстве цилиндрических отверстий диаметром 16—60 мм зависит в основном от класса точности этих отверстий.

Для получения отверстий первого класса точности у инструмента со шлифованными режущими кромками применяют свер-

ление, растачивание, развертывание, шлифование и доводку. Отверстия второго класса точности у инструмента со шлифованными режущими кромками получают в результате сверления, растачивания, развертывания и шлифования. Если затылочные поверхности инструмента после закаливания не шлифуются или на шлифование профиля инструмента оставлены небольшие припуски, то применяют сверление, растачивание, развертывание и доводку.

Растачивание и развертывание могут быть с успехом заменены протягиванием.

В зависимости от варианта технологического процесса припуск на последующую обработку после развертывания колеблется от 0,05 до 0,50 мм.

Технологический процесс механической обработки конических отверстий аналогичен технологическому процессу механической обработки цилиндрических отверстий с той лишь разницей, что вместо цилиндрических разверток применяют конические, а доводка исключается.

Опорные плоские базовые поверхности при больших припусках на обработку обрабатывают строганием, фрезерованием или проточкой, а при малых — шлифованием.

6. ТОКАРНАЯ ОБРАБОТКА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

При токарной обработке режущий инструмент устанавливают в центрах, патроне или на оправке. Концевые инструменты чаще всего обрабатываются в центрах. Сначала обтачивают инструмент предварительно, а затем окончательно — начисто.

При обработке инструментов с коническим хвостовиком сначала обтачивают цилиндрическую часть, а затем коническую. Для образования необходимого конуса смещают центр задней бабки токарного станка или поворачивают верхние резцовые салазки суппорта или пользуются копировальной линейкой.

При изготовлении концевых инструментов большой длины, например удлиненных сверл, комбинированных зенкеров и разверток с передним и задним направлениями, а также протяжек, длина которых превышает 15-кратную величину диаметра инструмента, применяют неподвижный люнет. На заготовке инструмента на расстоянии $\frac{1}{3}$ длины от концов протачивают две шейки под люнет. Работу ведут после проточки шеек в два приема с перестановкой обрабатываемого инструмента в люнете.

Насадной инструмент обрабатывают на оправках. Применяют оправки концевые для установки в шпиндель станка (рис. 81, а) или центровые для установки между его центрами (рис. 81, б).

Токарная обработка инструмента производится резцами из быстрорежущей стали или резцами, оснащенными пластинками

из металлокерамического твердого сплава. В последнем случае в отверстие задней бабки токарного станка устанавливают вращающийся центр.

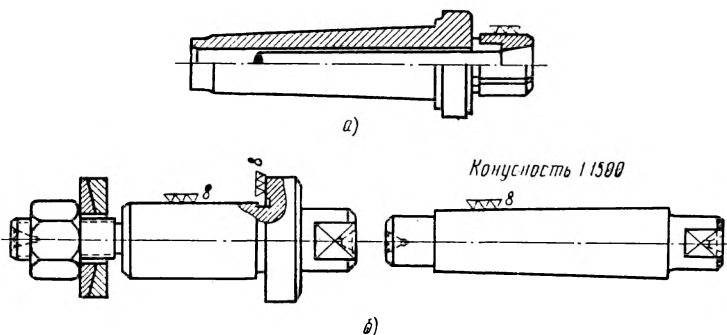


Рис. 81. Оправки для токарной обработки:
 а — устанавливаемые в шпинделе станка, б — устанавливаемые в центрах станка

После предварительной токарной обработки оставляют припуск на диаметр (табл. 23) и на торцы инструмента, необходимый для последующих операций до и после термической обработки — шлифования и заточки.

Таблица 23

Припуски на диаметр для чистовой обработки

Диаметр изделия в мм	Длина инструмента в мм			
	до 50	50—120	120—260	260—500
	Величина припуска на диаметр в мм			
До 6	0,25	0,35	0,45	—
6—10	0,30	0,35	0,45	0,55
10—18	0,35	0,35	0,45	0,55
18—30	0,35	0,40	0,50	0,60
30—50	0,40	0,45	0,50	0,60
50—80	0,50	0,55	0,60	0,70
80—120	0,60	0,65	0,70	0,80

Припуск на затылование инструмента составляет от 0,65 до 1,2 мм для нешлифованных дисковых фрез и от 1 до 2 мм для червячных фрез со сложным и шлифованным профилем зубьев.

7. ФРЕЗЕРНАЯ ОБРАБОТКА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

На фрезерных станках обрабатывают: 1) прямые, наклонные и спиральные канавки; 2) зубья, расположенные на цилиндрических поверхностях инструмента; 3) зубья, расположенные на плоских и торцовых поверхностях инструмента; 4) профиль инструмента; 5) элементы крепления инструмента.

Прямые и наклонные канавки обрабатываются на горизонтально-фрезерных станках. В большинстве случаев форма канавок образуется инструментом второго порядка, т. е. таким, профиль которого копируется на обрабатываемом инструменте.

На рис. 82 показаны различные профили фрез.

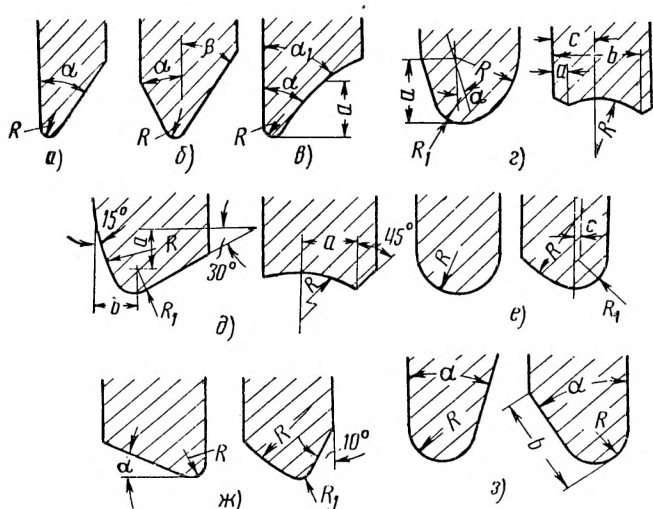


Рис. 82. Профили фрез для фрезерования зубьев инструмента:

a — одноугловая, *б* — двуугловая, *в* — комбинированная, *г* — для канавок и спинок сверл, *д* — для канавок и спинок зенкеров, *е* — для канавок метчиков, *ж* — для канавок разверток, *з* — для канавок протяжек

Спиральные канавки фрезеруют на универсально-фрезерных станках. При фрезеровании винтовых канавок необходимо, чтобы передняя поверхность зубьев обрабатывалась коническими поверхностями фрез, так как фрезерование торцовыми поверхностями ведет к искажению передней поверхности и к завалу режущей кромки обрабатываемого инструмента.

Канавки на цилиндрических и конических поверхностях инструмента фрезеруют с помощью универсальных делительных головок, позволяющих разделить окружность на любое число частей и фрезеровать прямые и винтовые канавки.

Зубья, расположенные на цилиндрических поверхностях инструмента, обрабатывают при единичном производстве на горизонтально-фрезерных станках модульными фрезами и с помощью делительных головок. При серийном производстве такие зубья изготовляют на зубофрезерных станках методом обкатки с помощью червячных фрез.

Зубья, расположенные на плоских и торцовых поверхностях инструмента, обрабатывают на вертикально-фрезерных станках. Для выполнения этой операции применяют параллельные тиски или универсальные приспособления, с помощью которых можно устанавливать обрабатываемый инструмент под различными углами к режущему инструменту.

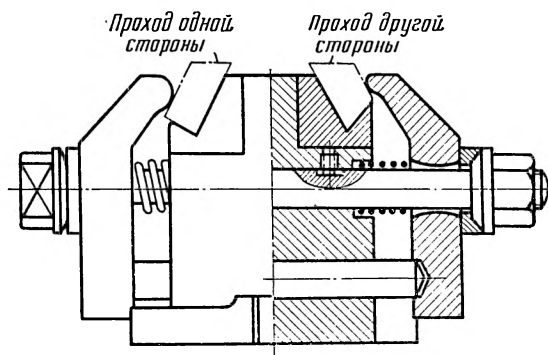


Рис. 83. Приспособление для фрезерования тангенциальных резов с углом 60°

Главные и вспомогательные грани стержневых резов обрабатывают в универсальных приспособлениях, позволяющих устанавливать обрабатываемую грань реза параллельно направлению подачи инструмента второго порядка.

На рис. 83 показано приспособление для фрезерования тангенциальных резов с углом 60°

При крупносерийном и массовом производствах для одновременной обработки нескольких элементов профиля режущего инструмента применяют специальные профильные фрезы или наборы фрез.

На рис. 84 показаны параллельные тиски с наклонными губками, между которыми помещены пластинчатые сверла. Справа от тисков расположена оправка с набором конических фрез для обработки профиля этих сверл.

Профиль протяжек глубиной свыше 2 мм фрезеруют. Протяжки устанавливают в параллельных тисках или в универсальных приспособлениях, позволяющих обрабатывать инструмент под различными углами.

Профиль протяжки, расположенный концентрично относительно ее оси, обрабатывают на горизонтально- или вертикально-

фрезерных станках с помощью делительных головок по схемам, указанным на рис. 85, а, б.

Профиль зуборезных гребенок и реечных шеверов обрабатывают на горизонтально- или вертикально-фрезерных станках, а долбяков и дисковых шеверов — на горизонтально-фрезерных или зубофрезерных станках.

Припуски на последующую обработку после закалки инструмента берутся в зависимости от вида инструмента, его размеров и колеблются в пределах от 0,5 до 1,5 мм, считая на обе стороны или на толщину зуба.

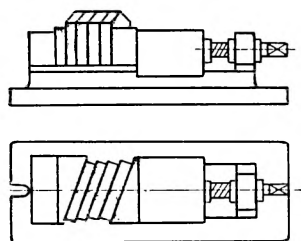


Рис. 84. Фрезерование режущей части пластинчатых сверл в тисках с наклонными губками

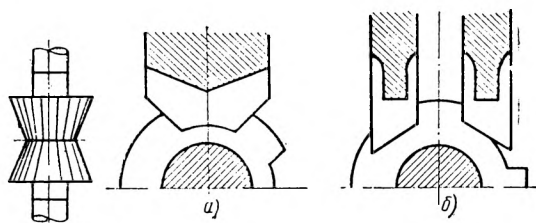


Рис. 85. Схемы фрезерования шлицев протяжек

Квадраты и лапки хвостовиков инструментов изготавливаются на горизонтально-фрезерных станках набором из двух фрез. Инструмент устанавливают в специальном делительном приспособлении с кулачковым патроном, ось которого расположена вертикально. Сначала фрезеруют набором торцовых фрез первые две противоположные грани квадрата, а затем после поворота инструмента на 90° — вторые две противоположные грани.

Лапки инструмента фрезеруются в том же приспособлении набором из двух полукруглых выпуклых фрез.

Овальные окна инструмента обрабатывают на вертикально-фрезерных станках с помощью делительных головок с самоцентрирующимися патронами. Концевую фрезу опускают в одно из просверленных по краям овального окна отверстий и фрезеруют окно на всю его длину.

Наружные шпоночные канавки обрабатывают на горизонтально- или вертикально-фрезерных станках соответственно дисковыми или концевыми фрезами.

8. ЗАТЫЛОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТА

Под затылованием понимают обточку по спирали задних граней режущего инструмента (рис. 86).

Затылуемая фреза медленно и равномерно вращается вместе со шпинделем, а затылюющий резец при движении на обрабаты-

ваемую фрезу снимает стружку с затылка. Как только резец выходит в канавку за затылуемым зубом, суппорт быстро отходит от обрабатываемой фрезы в исходное положение и снова, подвигаясь к затылуемой фрезе, обрабатывает следующий зуб.

Процесс затылования ведут до тех пор, пока не будет получен необходимый профиль обрабатываемой фрезы. Режущая кромка затыловочных резцов имеет профиль, в точности соответствующий профилю затылуемой фрезы, но обратный по форме. Для качественного затылования необходимо иметь обдирочный и чистовой резцы.

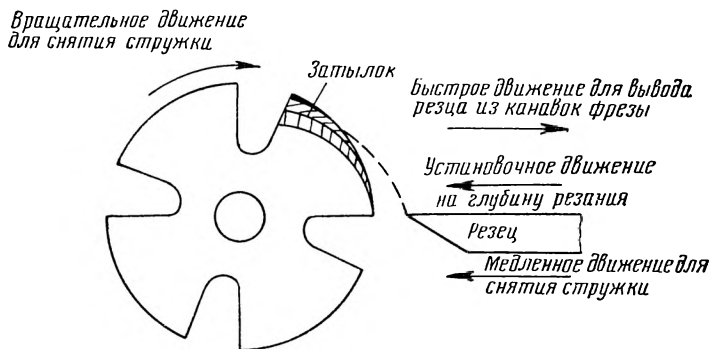


Рис. 86. Схема снятия затылка на фрезе

Затылование выполняют на токарно-затыловочных станках в результате сочетания трех движений: вращательного движения затылуемого инструмента, поперечных периодических возвратно-поступательных и продольных движений суппорта с инструментом второго порядка.

В тех случаях, когда инструмент второго порядка при поперечных периодических возвратно-поступательных движениях суппорта обрабатывает всю длину профиля затылуемого инструмента, нет надобности в продольных движениях суппорта, т. е. третье движение отсутствует.

Насадные фрезы при затыловании закрепляются на оправках, устанавливаемых в конусных отверстиях шпинделя и пиноли задней бабки, а хвостовые фрезы — хвостовиком в коническом отверстии шпинделя.

Фасонные фрезы с затылованными зубьями и прямыми канавками затылуются фасонными резцами с профилем, обратным профилю фрезы. Обдирку производят без охлаждения и смазки, а чистовую обработку — с применением растительных масел. Профиль зуба фрезы проверяют шаблоном.

Резьбонарезные фрезы затылуются по наружному диаметру обычным проходным резцом за один проход еще до нарезания ниток резьбы.

Косое затылование применяется при обработке, например, заборных конусов метчиков, зенкеров и других инструментов. При косом затыловании затылующее движение резца направлено не перпендикулярно оси затылуемого инструмента, а под некоторым углом. Осуществляется оно в результате поворота суппорта на необходимый угол.

Затылование червячных фрез выполняют в несколько операций набором специальных резцов, из которых один резец служит для затылования вершин зубьев, другой — для затылования впадин и третий — для затылования профиля. Для червячных фрез модуля 4 мм и более применяют в последнем случае два резца — для отдельного затылования правой и левой сторон профиля.

9. ШЛИФОВАНИЕ, ЗАТОЧКА И ДОВОДКА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Шлифованием, заточкой и доводкой обеспечиваются окончательные размеры режущего инструмента и высокая чистота его поверхности.

При изготовлении режущего инструмента, кроме плоского шлифования, которое было рассмотрено ранее, наиболее часто применяются: 1) наружное круглое центровое шлифование, 2) наружное круглое бесцентровое шлифование и 3) внутреннее круглое шлифование.

При наружном круглом центровом шлифовании (рис. 87, а) изделие, установленное в центрах, вращается со скоростью 10—50 м/мин; шлифовальный круг, осуществляя главное движение, вращается со скоростью до 50 м/сек. Глубина резания и продольная подача обрабатываемого изделия находятся в зависимости от применяемого метода шлифования.

При обычном методе шлифования припуск снимается за несколько проходов при глубине шлифования от 0,015 до 0,05 мм при черновой и от 0,01 до 0,015 мм при чистовой обработке. При этом методе продольная подача изделия колеблется от 0,5 до 0,75 ширины шлифовального круга при черновой обработке и от 0,2 до 0,3 ширины круга при чистовой.

При глубинном методе шлифования весь припуск на обработку снимается за два прохода — черновой и чистовой. Глубина шлифования может достигать при этом методе 0,4 мм. Продольная подача изделия ручная и крайне незначительная.

При врезном методе шлифования продольная подача изделия отсутствует, а поперечная подача колеблется от 0,007 до 0,015 мм за один оборот изделия; этим методом необходимо пользоваться при шлифовании фасонных профилей изделия.

При наружном круглом бесцентровом шлифовании (рис. 87, б) изделие устанавливается на нож между шлифовальным и ведущим кругами. Благодаря трению между ведущим кругом и изделием последнее вращается по стрелке с круговой подачей 50—80 м/мин; шлифовальный круг вращает-

ся со скоростью 30—35 м/сек, осуществляя тем самым главное движение. Продольная подача изделия происходит автоматически благодаря наклону оси ведущего круга к оси изделия на угол 1—6°. Бесцентровое шлифование имеет высокую производительность и применяется при обработке крупных партий изделий.

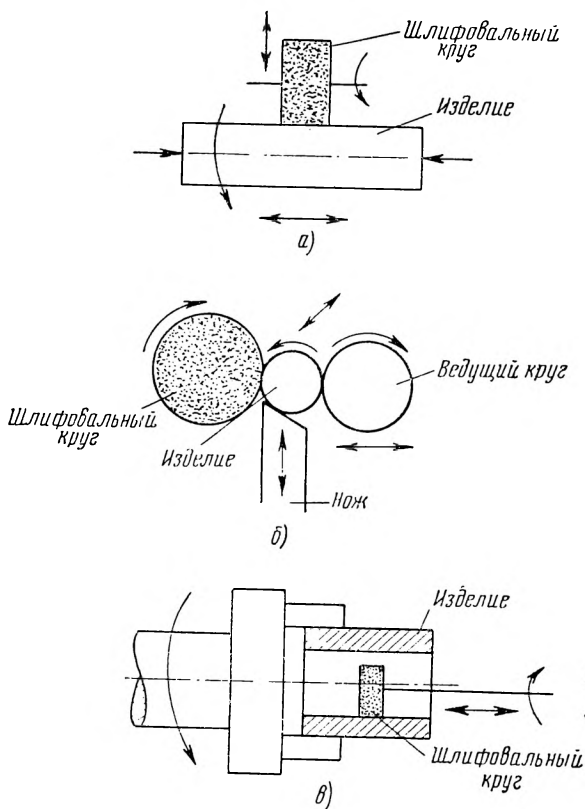


Рис. 87. Расположение шлифовального круга и изделия при круглом шлифовании

При внутреннем круглом шлифовании (рис. 87, в) изделие закрепляется в патроне и вращается со скоростью 15—40 м/мин. Скорость шлифовального круга такая же, как при внешнем шлифовании, или несколько меньше, в зависимости от диаметра шлифовального круга. Глубина шлифования колеблется при черновой обработке от 0,005 до 0,01 мм, при чистовой — от 0,002 до 0,006 мм. Продольные подачи аналогичны подачам при обычном наружном шлифовании.

Заточка режущего инструмента выполняется на заточных станках. Приемы заточки из-за большой разновидности

режущих инструментов весьма разнообразны. При правильной заточке увеличивается срок службы инструмента, повышается его производительность и обеспечиваются необходимая точность и чистота обработанной поверхности.

Заточку резцов можно производить вручную на обыкновенных станках и автоматически на специальных заточных станках. Большинство резцов затачивают вручную на обыкновенных заточных станках (рис. 88) чашечными шлифовальными кругами. Резец устанавливается в резцовую головку под необходимым углом к шлифовальному кругу.

Шкала 2 служит для поворота резца в горизонтальной плоскости, шкала 1 — для поворота резца в вертикальной плоскости и вертикальная шкала 3 — для наклона резца в вертикальной плоскости.

При заточке проходного резца сначала затачивают начерно главную и вспомогательную задние грани, потом начерно и начисто переднюю грань, затем начисто главную и вспомогательную задние грани и, наконец, затачивают закругления при вершине резца. Для заточки быстрорежущих резцов применяют круги из нормального электрокорунда твердостью $СМ_1—СМ_2$, зернистостью 36 при черновой заточке и 60 при чистовой.

Резцы, оснащенные пластинками из металлокерамического твердого сплава, затачивают кругами из зеленого карбида кремния. Твердые сплавы склонны к образованию трещин при местном нагреве, поэтому заточку следует вести крайне осторожно, при обильном и непрерывном охлаждении. Твердосплавные резцы затачивают за три операции — предварительно, окончательно и доводкой (рис. 89, а). Предварительная операция осуществляется периферией круга, окончательная — торцом круга и доводка — алмазными кругами зернистостью 200—220 или чугунными дисками с пастой из карбида бора. Направление вращения доводочного диска — обратное по сравнению с заточкой.

Углы заточенных резцов проверяют с помощью специальных угломеров (рис. 89, б) или набором шаблонов.

Заточку спиральных сверл для получения заднего угла производят на специальных или на заточных станках, снабженных приспособлением для заточки. В первом случае сверла диаметром от 10 до 75 мм затачивают по винтовым, а во втором — по коническим поверхностям. Последний метод заточки получил наибольшее распространение.

На суппорте станка закрепляют приспособление (рис. 90), ко-

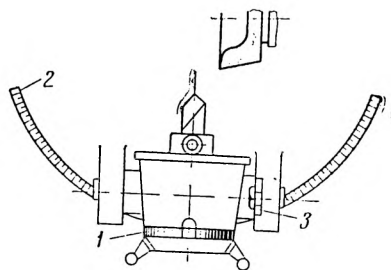


Рис. 88. Расположение шкал на обыкновенном заточном станке

торое состоит из корпуса 2, вращающегося шпинделя 1 с направляющими 3, втукодержателя 5 со сменной втулкой 8, упоров 7 и 6, винта 4 и циферблата 11. Заточиваемое сверло вместе со втулкой 8 устанавливают во втукодержатель. Втулку закрепля-

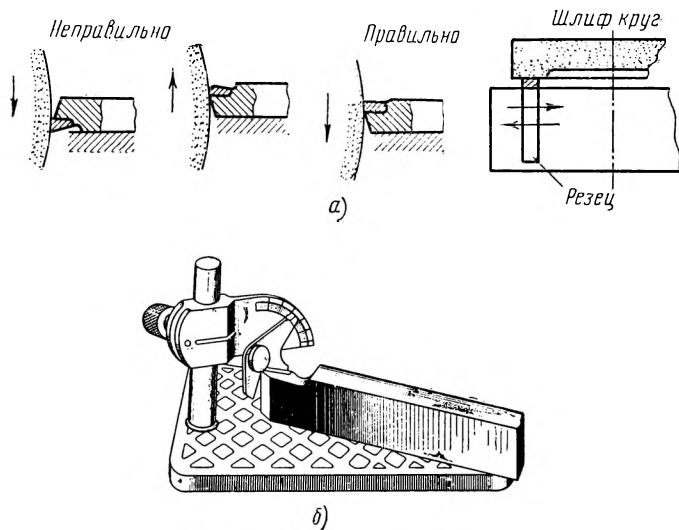


Рис. 89. Заточка резцов:

а — правильное и неправильное положения резца при заточивании,
б — контроль геометрии резца

ют винтом 9. Упор 7 не позволяет сверлу перемещаться в осевом направлении, а упор 6 не дает ему поворачиваться вокруг оси.

Ось воображаемого конуса совпадает с осью шпинделя 1 и составляет с осью сверла угол в 45° . Ось сверла относительно оси конуса устанавливают при помощи винта 4 и циферблата 11. При заточивании сверло качают вокруг оси шпинделя с помощью маховичка 10, в результате чего получается задняя поверхность в виде части во-

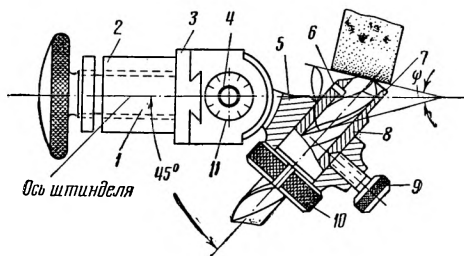


Рис. 90. Приспособление для заточки сверл

ображаемого конуса. Приспособление позволяет заточивать сверла с углом при вершине от 90° до 140° . Правильность заточки проверяют комбинированными шаблонами (рис. 91, а) и специальной лупой (рис. 91, б), которая позволяет судить о совпадении поперечной кромки с осью сверла (рис. 91, в), а также о том, проходит ли ось сверла через середину его поперечной кромки (рис. 91, г).

Электрические методы заточки режущих инструментов. За последние годы советскими учеными разработаны новые методы обработки твердых металлов и сплавов, благодаря которым стало возможно затачивать твердосплавные резцы при отсутствии шлифовальных кругов из дорогостоящего зеленого карбида кремния. К числу таких методов относятся электроискровой, авторами которого являются лауреаты Сталинской премии Б. Р. Лазаренко и Н. И. Лазаренко, и анодно-механический, автором которого является лауреат Сталинской премии В. Н. Гусев.

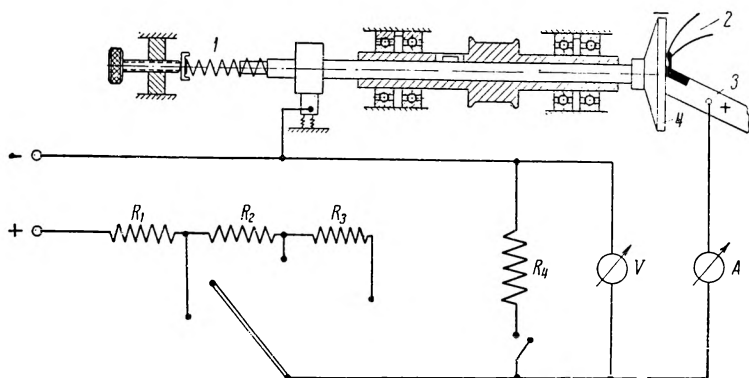


Рис. 97. Схема станка для анодно-механической заточки режущего инструмента

Наибольшее распространение получил анодно-механический метод заточки режущего инструмента. Сущность его заключается в следующем (рис. 97).

Затачиваемый инструмент 3 включается в цепь, питаемую постоянным током, в качестве анода, а диск 4 для снятия анодной пленки — в качестве катода. К месту соприкосновения затачиваемого инструмента и диска подается соплом 2 рабочая жидкость — водный раствор жидкого стекла с удельным весом 1,27—1,30. Образующаяся на инструменте под влиянием постоянного тока, проходящего через рабочую жидкость — электролит, пленка удаляется вращающимся диском 4 благодаря подаче диска на резец пружиной 1 . В результате анодно-механической заточки всю обработку инструмента, начиная от обдирки и кончая доводкой, можно выполнять одним диском с одной установки.

Производительность и качество заточки в основном зависят от электрического режима, применяемого при заточке инструмента. В настоящее время установлено три режима: обдирочный при напряжении 18—20 в и силе тока 40—45 а, шлифовальный при 17—19 в и 20—30 а и доводочный при 10—14 в и 2—4 а. С увеличением силы тока и напряжения производительность повышается.

Вопрос о доводке излагается подробнее в следующей главе.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ КАЛИБРОВ-ПРОБОК, СКОБ, ШАБЛОНОВ, УГОЛЬНИКОВ И ЛЕКАЛ

1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К КАЛИБРАМ

К калибрам предъявляются следующие технические требования: точность изготовления, твердость измерительных поверхностей, качество отделки измерительных поверхностей и способность сохранять форму и размеры в течение определенного времени.

Точность изготовления — основное требование, предъявляемое к калибрам. Рабочие калибры должны быть изготовлены с точностью в пределах допусков на изготовление. Погрешность геометрической формы измерительных поверхностей пробок и скоб (конусность, овальность пробок и непараллельность измерительных плоскостей скоб) не должна выходить за пределы допуска на неточность изготовления.

Твердость измерительных поверхностей рабочих калибров берется обычно в пределах от $R_c = 56$ до $R_c = 64$ и лишь только пробки малых размеров (диаметром до 3 мм) из-за хрупкости должны иметь пониженную твердость, но не ниже $R_c = 50$.

Качество отделки измерительных поверхностей должно соответствовать:

первой степени — 12-му классу с наибольшей высотой неровностей поверхности от 0,25 до 0,125 мк;

второй степени — 11-му классу с наибольшей высотой неровностей от 0,5 до 0,25 мк;

третьей степени — 9-му классу с наибольшей высотой неровностей от 1,6 до 0,5 мк.

Способность сохранять форму и размеры в течение времени находится в зависимости от материала калибра, а также его механической обработки.

Цельные листовые калибры изготавливают из стали с содержанием углерода не более 0,20%, а более ответственные — из стали У7А и У8А.

Для измерительных деталей пробок и скоб применяют инструментальные легированные стали Х и ХГ, инструментальные углеродистые стали У10А и У12А, а также цементируемую сталь с

количеством углерода не выше 0,2%. Бывают случаи изготовления скоб из ковкого чугуна, а пробок — из специального, термически обработанного стекла.

Рукоятки могут быть изготовлены из стали или для уменьшения веса из легких сплавов, например алюминия, дюралюминия, электрона.

Рассмотрим технологические процессы изготовления калибров-пробок, калибров-скоб, листовых калибров-шаблонов для длин и высот, угловых калибров, шаблонов и лекал.

2. ИЗГОТОВЛЕНИЕ КАЛИБРОВ-ПРОБОК

Процесс изготовления гладких пробок размером от 10 до 42 мм сводится к следующим основным операциям:

- 1) обработка на токарном или револьверном станке;
- 2) центровка;
- 3) термообработка;
- 4) обдувка на пескоструйном аппарате;
- 5) шлифование центров;
- 6) шлифование конусного хвостовика и заднего торца;
- 7) шлифование переднего торца;
- 8) предварительное шлифование мерительной части;
- 9) снятие фаски;
- 10) старение;
- 11) клеймение;
- 12) окончательное шлифование измерительной части;
- 13) старение;
- 14) доводка.

Припуск на диаметр берется в зависимости от размера прутка и качества его прокатки в среднем 2—3 мм. Прежде чем пускать в работу, пруток следует тщательно выправить.

Шлифование центров производят круглым абразивным оселком диаметром 10 мм, который заправляют алмазом под углом 60°. Конусный хвостовик шлифуют на круглошлифовальном станке по конусному отверстию втулки-калибра, а торцы — боковой стороной шлифовального круга.

Предварительное и окончательное шлифование калибров-пробок производят на круглошлифовальных станках, причем на предварительное шлифование оставляют припуск от 50 до 70 мк, а на окончательное — от 10 до 12 мк. Изделие устанавливается в центрах станка (рис. 98) и вращается при помощи хомутика или другого специального приспособления. Скорость вращения изделия колеблется от 6 до 40 м/мин.

Во время шлифования стол станка вместе с изделием перемещается в продольном направлении со скоростью 0,3—0,5 толщины круга за один оборот изделия. Шлифовальный круг корундовый, на керамической связке, твердостью Мз—М₁, зернистостью

60—120, имеет скорость 30—40 м/сек. Глубина шлифования колеблется от 2 до 12 мк.

Окончательное шлифование производят более мягкими шлифовальными кругами с меньшими по величине зёрнами, при более высоких скоростях шлифования, более низких круговых подачах, уменьшенных продольных подачах и малой глубине шлифования по сравнению с предварительным шлифованием.

При круглом шлифовании можно достичь точности по диаметру в пределах от 0,003 до 0,006 мм, а при особо точной работе даже 0,0005 мм, по овальности — 0,002—0,003 мм, по конусности — 0,01 мм на длине 1000 мм.

При отделочном круглом шлифовании можно получить чистоту поверхности по 11-му классу.

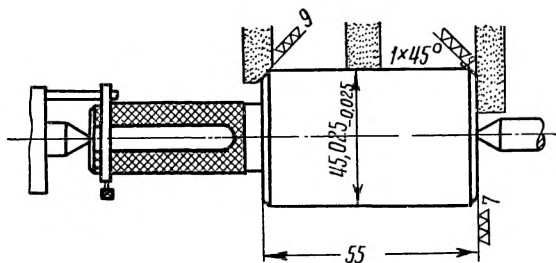


Рис. 98. Схема установки калибра-пробки на круглошлифовальном станке для предварительного и окончательного шлифования

Старение искусственное производят два раза и применяют для того, чтобы калибры-пробки не деформировались и не изменяли с течением времени своих размеров. Первый раз старение производят в течение 8—24 час. после снятия фаски, второй раз — в течение 8—12 час. при температуре 110° после окончательного шлифования.

Клеймение производят разными способами — травлением, гравировкой, накаткой.

Доводку выполняют или вручную или механически.

При ручной предварительной доводке сначала микрометром или оптиметром определяют припуск на доводку, затем закрепляют на калибре хомутик, надевают на изделие кольцо-притир и, наконец, устанавливают изделие в центры токарного станка (рис. 99, а).

Кольцо-притир регулируют таким образом, чтобы оно плотно сжимало доводимую поверхность и в то же время могло перемещаться вдоль оси калибра при его вращении.левой рукой пускают станок, а правой придерживают притир. Во время вращения притир водят вдоль калибра, не доходя до его концов на 1—2 мм, чтобы избежать их завала. Во время доводки наблюдают

за поверхностью калибра. Как только следы шлифования, видимые невооруженным глазом, начинают исчезать, калибр промывают в керосине или бензине, начисто вытирают и охлаждают в холодной воде или керосине. Во время охлаждения первого калибра обрабатывают второй. По окончании тех же операций, что и у первого, второй калибр охлаждают, а первый вынимают и проверяют в разных местах на конусность, овальность, бочкообразность.

После измерений калибр снова устанавливают на станок и снимают притиром слой металла в тех местах, какие необходимо обработать, чтобы придать калибру правильные размеры и форму.

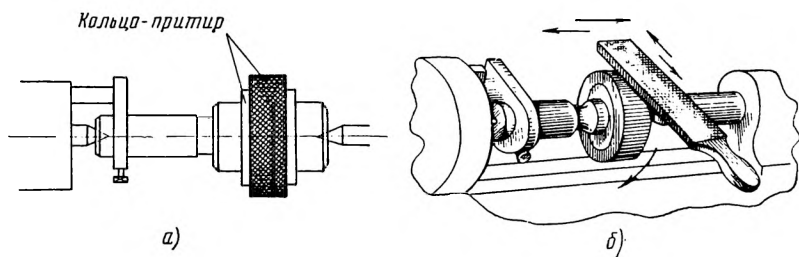


Рис. 99. Схемы установки калибра-пробки на токарном станке:

а — для ручной предварительной доводки с помощью кольца-притира,
б — для ручной окончательной доводки с помощью плоского притира

При конусности и бочкообразности снимают металл у большего диаметра, причем в последнем случае применяют узкий притир. При овальности берут притир такого размера, который втугую, без всякого поджима, надевался бы на калибр.

При ручной окончательной доводке, после того как все дефекты будут устранены предварительной доводкой и у калибра останется на обработку припуск от 0,002 до 0,004 мм, пользуются плоским притиром, имеющим форму напильника (рис. 99, б).

Притир осторожно накладывают на вращающийся калибр и равномерно передвигая из конца в конец вдоль него, доводят калибр до необходимых размеров.

Для получения зеркальной поверхности притир промывают бензином, натирают окисью хрома и водят равномерно вдоль по вращающемуся калибру. При окончательной доводке можно получить размеры с точностью до 0,001 мм, а чистоту поверхности — по 12—14-му классу.

Производительность ручной доводки 8—10 калибров за рабочий день, в зависимости от их размеров.

При механической доводке калибров-пробок в массовом производстве применяют специальные станки (см. рис. 67, а). Необходимо, чтобы отношение длины пробки к диа-

метру равнялось 2 : 1, иначе возможен завал концов у калибра. При недостаточном опыте работы на указанных станках калибр может получить огранку, что связано с дополнительной доводкой.

Точность механической доводки находится в пределах 2—2,5 мк; в тех случаях, когда требуется более высокая точность, необходимо калибры доводить вручную. На такую доводку требуется значительно меньше времени. Производительность механической доводки в 50—60 раз выше ручной, поэтому для надлежащего использования доводочных станков надо иметь значительное количество калибров одного размера с одинаковыми допусками на изготовление.

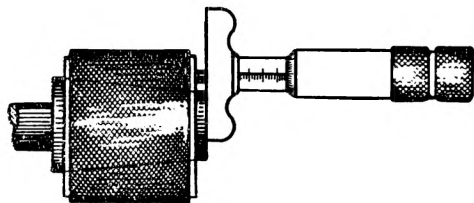


Рис. 100. Схема проверки конусного калибра

При работе на токарном или револьверном станке рабочий может измерять наружный диаметр измерительной части калибра при помощи предельной скобы, точного штангенциркуля или микрометра. Размеры по длине калибра проверяются шаблонами, измерительной линейкой или штангенциркулем. Конусная часть может быть проверена при помощи конусного калибра-втулки, шаблона и микрометрического глубиномера (рис. 100).

Центры проверяют после шлифования шаблоном на краску, так как от их правильности зависит качество дальнейшей обработки (огранность и овальность рабочей части калибра и хвостовика). Конусный хвостовик после шлифования проверяют также же, как и при револьверной обработке. Диаметр рабочей части калибра после предварительного и окончательного шлифования и доводки проверяют индикаторным микрометром или оптиметром.

Кроме того, в процессе изготовления калибра проверяют его твердость на приборах типа Роквелла и качество доведенной поверхности посредством эталонов чистоты поверхности.

3. ИЗГОТОВЛЕНИЕ КАЛИБРОВ-СКОБ

Технологический процесс изготовления скобы (рис. 101, а) сводится к следующим основным операциям:

- 1) разметка заготовки из полосовой стали с припуском на длину и ширину от 1 до 2 мм и на толщину от 0,5 до 1 мм;
- 2) отрезка ножовкой заготовки от полосы или листа;
- 3) правка заготовки;
- 4) строгание, фрезерование или шлифование двух боковых плоскостей заготовки;

5) разметка одной скобы с указанием отверстий 1 и 2, необходимых для выхода инструмента при обработке точных измерительных плоскостей скобы;

6) соединение нескольких заготовок с размеченной скобой в одну пачку при помощи спайки, склепывания или склеивания карбинольным клеем;

7) сверление отверстий 1 и 2 по размеченной скобе-шаблону;

8) фрезерование с припуском от 0,1 до 0,2 мм торцовых плоскостей, а также трех внутренних плоскостей у измерительной части скоб;

9) разъединение заготовок путем распаивания, расклепывания или расклеивания;

10) зачистка заусениц, скругление острых углов и снятие фасок;

11) маркировка;

12) закалка и искусственное старение;

13) рихтовка;

14) окончательное шлифование двух боковых плоскостей скоб;

15) соединение нескольких скоб в одну пачку при помощи спайки, склепывания или склеивания;

16) шлифование измерительных плоскостей с припуском на доводку от 0,01 до 0,025 мм;

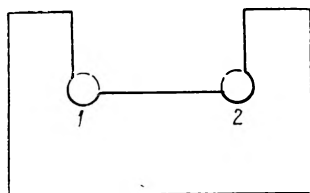
17) предварительная доводка измерительных плоскостей с припуском на окончательную доводку от 0,003 до 0,005 мм;

18) разъединение скоб путем распаивания, расклепывания или расклеивания;

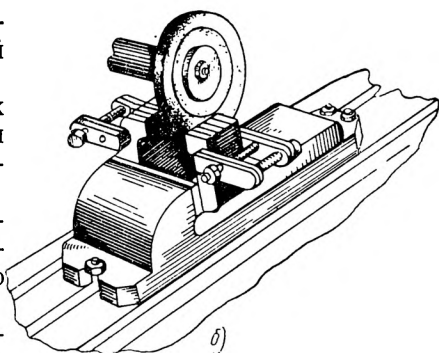
19) очистка от грязи, олова и заусениц;

20) окончательная доводка измерительных плоскостей каждой скобы отдельно с помощью кубика.

Предварительное и окончательное шлифование скоб выполняют на плоскошлифовальных станках. После того как шпиндель станка будет проверен на точность, а цилиндрическая поверхность и торцы шлифовального круга выправлены алмазом, устанавливают магнитную плиту на стол станка и шлифуют в случае необходимости ее верхнюю плоскость.



а)



б)

Рис. 101. Изготовление калибров-скоб:

а — эскиз скобы, б — установка скоб при шлифовании

Скобу или несколько скоб зажимают в тиски (рис. 101, б), установленные на магнитную плиту или стол станка. Шлифовальный круг опускают и устанавливают относительно шлифуемой части скобы, затем пускают станок и, пользуясь ручной поперечной подачей стола, шлифуют одну измерительную поверхность скоб до необходимой чистоты. После этого перемещают стол в противоположном направлении и шлифуют вторую измерительную поверхность скоб, производя замеры расстояния между измерительными плоскостями скобы при помощи мерных плиток. Когда получен заданный размер, станок останавливают, отводят круг и скобы вынимают из тисков.

Точность обработки на плоскошлифовальных станках 0,003—0,006 мм.

При чистовом шлифовании чистота поверхности должна соответствовать 7—9-му классу чистоты, а при отделочном — 9—11-му.

Доводку скоб выполняют вручную или механически.

При ручной предварительной доводке скоб применяют специальные притирочные плиты-бруски. Доводку измерительных плоскостей скобы следует производить точно под прямым углом к широким боковым ее плоскостям. Для соблюдения этого применяют стальные кубики, плоскости которых расположены точно под прямым углом друг к другу.

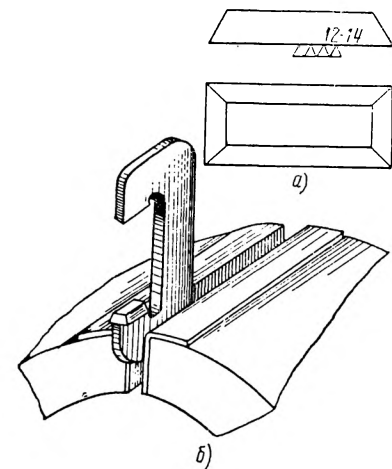


Рис. 102. Плиточка-притир для доводки скоб

Когда приходится доводить несколько одинаковых скоб, для увеличения опорной поверхности их скрепляют струбчинками, спаивают, склеивают или склепывают и одновременно доводят при помощи такого же притира, как и для одной скобы.

При предварительной доводке снимают припуск от 0,007 до 0,02 мм и оставляют на окончательную доводку от 0,003 до 0,005 мм. Чистота поверхности при предварительной доводке соответствует 9—11-му классу.

При ручной окончательной доводке, после того как все дефекты шлифования будут устранены предварительной доводкой и у скобы останется припуск на обработку от 0,003 до 0,005 мм, ее окончательные размеры получают при помощи притира и кубика.

На рис. 102, а показана медная плиточка-притир, по размерам почти равная измерительной площади скобы. В результате применения такого притира (рис. 102, б) имеется полная гарантия

того, что кромки рабочих поверхностей скобы не завалятся и не будут иметь бугров. Работа такими притирами медленная, но качество доведенной поверхности весьма высокое.

Для одновременной доводки обеих лапок иногда применяют сборную чугунную плитку (рис. 103, а), состоящую из двух клиньев, при помощи которых можно изменять размер между наружными параллельными поверхностями, служащими для доводки измерительных плоскостей скобы (рис. 103, б).

При окончательной доводке получают размеры с точностью до 0,001 мм, а чистоту поверхности по 12—14-му классу.

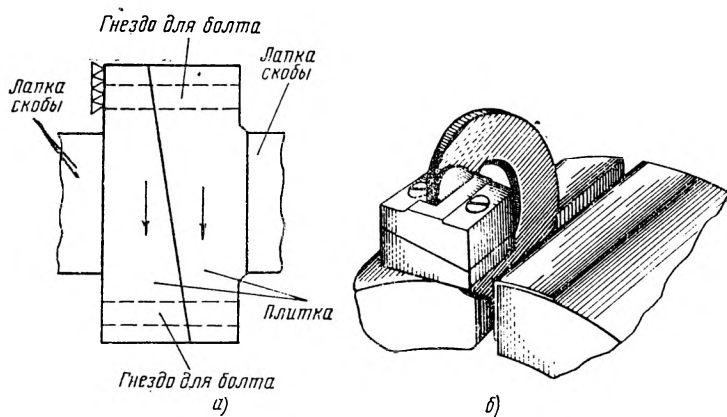


Рис. 103. Сборная плитка (а) и схема установки (б) при доводке обеих лапок скобы

Производительность ручной доводки односторонних одномерных скоб размером от 5 до 100 мм колеблется в пределах от 6 до 8 в смену — в зависимости от размера и требуемой точности.

При механической доводке скоб применяются станки, о которых было сказано ранее, причем принцип обработки остается тот же, что и при ручной доводке. Благодаря автоматическому качанию суппорта, на котором закрепляются скобы, на доводимой поверхности получается равномерный штрих, чего нет при ручной доводке. Производительность механической доводки в 4—5 раз выше ручной. Основные преимущества механической доводки — это снижение времени, необходимого на работу, а также значительное упрощение операций, требующих менее квалифицированной рабочей силы.

При изготовлении скоб согласно технологическому процессу, описанному выше, рабочий проверяет: толщину скобы при помощи шаблона или штангенциркуля; размеры проема у измерительных плоскостей скобы после фрезерования посредством шаблона, измерительной линейки или штангенциркуля; качество за-

калки приборами типа Роквелла; правильность скобы после рихтовки лекальной линейкой, шаблоном, измерительной линейкой, шаблоном или штангенциркулем; расстояние между измерительными плоскостями после шлифования и доводки — при помощи набора плоско-параллельных концевых мер длины, индикаторным нутромером и вкладышами, проверенными на точном измерительном приборе; в последнем случае обработка производится до тех пор, пока вкладыш не начнет плавно входить на всю глубину проема скобы.

4. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ШАБЛОНОВ ДЛЯ ДЛИН И ВЫСОТ

Шаблоны имеют обычно вид фасонных пластинок и применяются для измерения различных частей деталей. Формы шаблонов различны из-за разнообразия внешних очертаний деталей в машиностроении.

Предельные шаблоны для пазов, отверстий и длин ничем фактически не отличаются от калибров для цилиндрических отверстий в первом случае и калибров для валов во втором.

Шаблоны с рисками для длин служат для измерения разных проточек и канавок и по существу являются штриховыми мерами.

При изготовлении шаблонов для длин и высот придерживаются следующего технологического процесса:

1) размечают заготовку по контуру с припуском 1 мм на сторону;

2) вырезают ножовкой заготовку по разметке шириной не более 6 мм и толщиной 0,75 мм с припуском 0,5 мм на дальнейшее опиление;

3) опиливают заготовку напильником;

4) клеймят на заготовке на видном месте номер чертежа и номер заказа;

5) шлифуют поверхность заготовки на плоскошлифовальном станке; для закрепления заготовки пользуются магнитной плитой;

6) размагничивают заготовку при помощи специального прибора;

7) закрашивают под разметку заготовку тонким слоем черного спиртового лака;

8) окончательно размечают калибр;

9) окончательно опиливают калибр;

10) обрабатывают калибр на станках или вручную;

11) подвергают калибр термической обработке;

12) шлифуют каленый калибр на станках;

13) доводят каленый калибр на станках или вручную.

В качестве примеров рассмотрим ручную доводку предельной пластинки с закругленной кромкой и предельного уступомера.

Предельные пластинки с закругленной кромкой (рис. 104, а) доводят на плоском притире, вращая в направлении стрелки, как показано на рис. 104, б. Доводку пластинки на размер 100 выполняют на любом месте притира, а на размер 99,98 — на одном из краев притира.

При окончательной обработке предельного уступомера (рис. 104, в) сначала доводят сторону а при помощи плоского притира и кубика, затем микрометром измеряют расстояние между ней и еще не обработанной окончательно стороной б. Уступомер ставят на притир стороной б и доводят эту сторону при помощи того же кубика так, чтобы одно из ребер в или з было перпендикулярно стороне б, что проверяется угольником с углом 90°

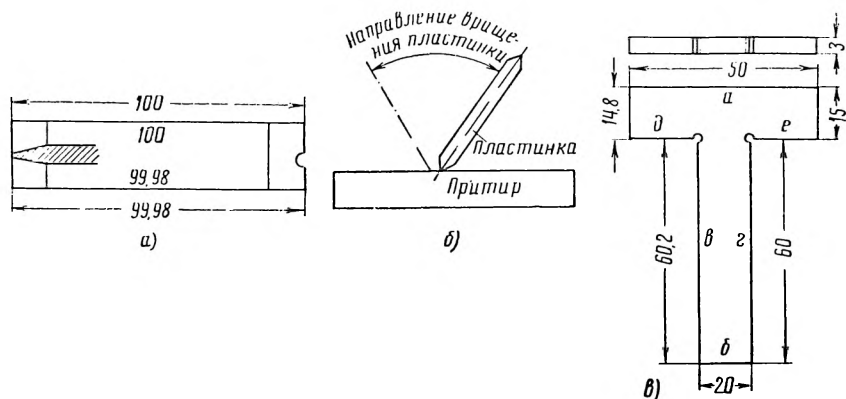


Рис. 104. Ручная доводка:

а — предельная пластинка с закругленной кромкой, б — схема вращения пластинки во время доводки, в — предельный уступомер

После того как сторона б будет доведена под углом 90° к одному из ребер уступомера, второе ребро доводят с таким расчетом, чтобы оно было параллельно первому. Параллельность проверяют микрометром, а угол — угольником 90° , устанавливаемым по стороне б.

Доводку рабочих поверхностей д и е производят на плоском притире при помощи кубика, причем размеры и положение их проверяются со сторон а и б микрометром, а положение ребер в и з — угольником с углом 90°

Все указанные шаблоны можно проверять конгршаблонами, а также мерными плитками.

5. ИЗГОТОВЛЕНИЕ УГОЛЬНИКОВ

Угольники разделяют на лекальные, нормальные и рабочие.

Лекальные угольники предназначаются для работ высокой точности, например для проверки углов у калибров и шабло-

нов; нормальные — для работ повышенной точности; рабочие — для обычных работ.

Угольники изготавливают в настоящее время четырех классов точности. К первому классу относятся лекальные угольники, ко второму — нормальные, к третьему — рабочие 1-го разряда и к четвертому — рабочие 2-го разряда.

Отклонения a от прямого угла, измеренные в $мк$ у конца одной из сторон угольника, допускаются следующие:

Для угольников	1-го класса точности	$a = \pm 2,01 \times L \text{ мк}$
	2-го	$a = \pm 5,02 \times L \text{ мк}$
	3-го	$a = \pm 10,05 \times L \text{ мк}$
	4-го	$a = \pm 20,10 \times L \text{ мк}$

Угольники с углом 60° изготавливают в настоящее время с отклонениями, приведенными в табл. 24.

Таблица 24

Отклонения в угольниках с углом 60°

Длина сторон в мм	10	30	50	75	100
Ошибка в угле в дугových секундах	100	33	20	13	10

Технологический процесс изготовления угольников с углом 90° . При изготовлении угольников с углом 90° придерживаются следующего технологического процесса:

- 1) размечают заготовку с припуском 1 мм на сторону;
- 2) вырезают заготовку на станках по разметке или высверливают и вырезают ножовкой вручную;
- 3) опиливают заготовку предварительно;
- 4) фрезеруют заготовку по разметке;
- 5) шлифуют боковые плоскости;
- 6) высверливают отверстие у вершины внутреннего угла;
- 7) окончательно пригоняют внутренний и наружный углы по точному угольнику с углом 90° ;
- 8) контролируют штангенциркулем параллельность сторон обоих углов;
- 9) припиливают торцовые поверхности угольника под прямым углом к его ребрам;
- 10) закалывают угольник и подвергают его искусственному старению;
- 11) проверяют внутренний угол угольника на просвет, причем отклонение допускается не свыше 0,2 мм;
- 12) зачищают все плоскости на угольнике при помощи вращающегося медного притира, покрытого промасленным наждаком зернистостью 60—36;
- 13) доводят внутренний угол на плите, насыщенной абразивным зерном марки М-14 с керосином, причем для доводки при-

меняют кубик, а для проверки — точный угольник; сначала доводят одну плоскость у всех угольников, затем другую; плоскостность проверяют каленой линейкой с острой кромкой, а угол — точным угольником с углом 90° ;

14) доводят наружный угол на плите, строго выдерживая параллельность сторон внутреннего и наружного углов;

15) доводят торцовые поверхности полок угольника под углом 90° к его рабочим поверхностям;

16) притупляют острые кромки угольника оселком;

17) протирают угольник чистой тряпкой, окончательно проверяют, смазывают вазелином и сдают в контрольный отдел.

Изготовление угольника с углом 90° с риской. На рис. 105, а видно, что поверхности А, Б и В должны быть обработаны грубо, а поверхности Г, Д и Е — чисто и точно. Углы между поверхностями Г и Д, Д и Е должны быть выдержаны точно.

Заготовку обрабатывают обычным порядком, как указывалось выше. После того как будет высверлено отверстие диаметром 2,5—3 мм у вершины угла, сначала припиливают поверхности Г и Д по угольнику под углом 90° и проверяют их точной линейкой на просвет, а затем обрабатывают поверхность Е под прямым углом к поверхности Д, выдерживая размер $52 \pm 0,09$. Измерение производят блоком измерительных плиток и лекальной линейкой, как показано на рис. 105, б. Линейка 3 должна ложиться без просвета на плитки 1 и на плоскость Е угольника 2 в интервале от 51,91 до 52,09 мм.

После слесарной обработки угольник подвергают термической обработке, а затем доводят в том же порядке, как и незакаленный во время припиливания. Риску для размера $41 \pm 0,09$ наносят при помощи штангенрейсмуса или штангенциркуля с острыми губками, который должен иметь одну губку длиннее другой на 0,5 мм. Проверку углов угольника можно производить методом световой щели или на краску. Отклонения от прямого угла мож-

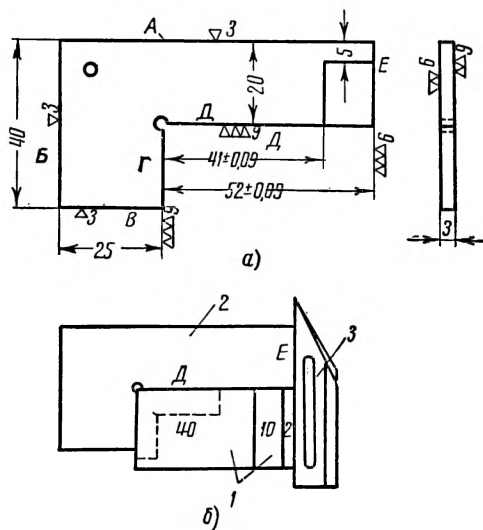


Рис. 105. Угольник с углом 90° с риской (а); схема установки для проверки угла (б).

но установить щупом или мерными плитками, перемещаемыми между сторонами контрольного угольника и измеряемого угла.

Изготовление угольников с углом 60° . Для изготовления угольников с углом 60° может быть применено несколько методов. Рассмотрим два из них: 1) изготовление методом последовательных приближений углов к 60° и 2) изготовление при помощи образцового угольника.

При изготовлении угольников методом последовательных приближений углов к 60°

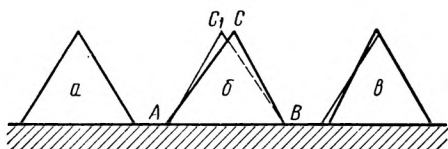


Рис. 106. Схема изготовления угольника с углом 60° методом последовательных приближений угла к 60°

котором находится струбцина, последнюю необходимо снять, а это можно сделать лишь после того, как будет установлена вторая струбцина у другого ребра пакета.

После доводки стороны пакета будут прямолинейны, а углы могут иметь отклонения от 60° , что устанавливается при снятии струбины поворотом одной из пластин на 60° относительно другой, как это сделано на рис. 106, б. Из рисунка видно, что угол ABC не равен углу ABC_1 , т. е. каждый из них не равен 60° .

Скрепив угольники струбцинами, снимают металл с выступающих частей несопадающих ребер калибров при помощи плоского притира до тех пор, пока ребра не совпадут. Снова поворачивают одну пластинку относительно другой на 60°

(рис. 106, в) и снова доводят их несопадающие ребра, и так до тех пор, пока при любых положениях пластины относительно друг друга отклонений ребер совершенно не будет (рис. 106, а), т. е. каждый из трех углов в этом случае станет равен 60° .

При изготовлении угольников с углом 60° при помощи образцового угольника необходимо, чтобы каждый из углов образцового угольника был точно равен 60° и в его центре была закреплена ось (рис. 107).

Заготовки угольников должны быть предварительно обрабо-

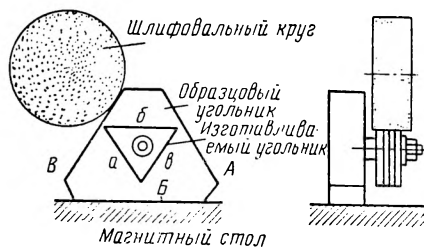


Рис. 107. Схема установки для изготовления угольника с углом 60° с помощью образцового угольника

таны, закалены и с боковых сторон отшлифованы. В центре каждой заготовки должно быть отверстие, при помощи которого заготовка сажается на ось образцового угольника. Посадка скользящая. Заготовки закрепляют на оси образцового угольника пачкой так, чтобы их стороны были параллельны противоположащим сторонам образцового угольника. Образцовый угольник вместе с закрепленными на нем заготовками устанавливают на магнитном столе плоскошлифовального станка стороной *Б*, как показано на рис. 107, после чего шлифуют горизонтальную сторону *б* пачки заготовок. По окончании обработки образцовый угольник вместе с закрепленными на нем заготовками устанавливают последовательно сторонами *А* и *В* на магнитном столе и шлифуют соответственно стороны *а* и *в* пачки заготовок.

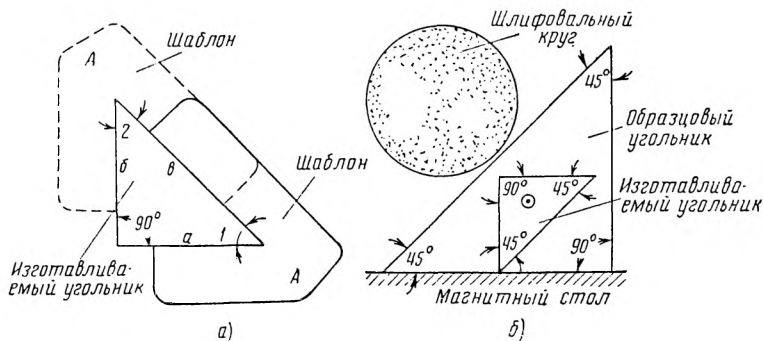


Рис. 108. Схемы изготовления угольника с углом 45° :

а — с помощью вспомогательного шаблона, *б* — с помощью образцового угольника

Изготовление угольников с углом 45° . Угольники с углом 45° можно изготовлять при помощи вспомогательного шаблона и образцового угольника.

При изготовлении угольников при помощи вспомогательного шаблона предварительно обработанная заготовка должна иметь стороны *а* и *б* (рис. 108, *а*) прямолинейными, а угол между ними — точно 90°

К одному из острых углов *1* заготовки пригоняется без про света вспомогательный шаблон *А*. Если к другому углу *2* заготовки он не подойдет, это укажет на неравенство острых углов заготовки.

Если угол *1* оказывается меньше угла *2*, то увеличивают угол вспомогательного шаблона, доводя одну из сторон этого угла, а вместе с тем уменьшают угол *2* и увеличивают угол *1* путем доводки стороны *в* на чугунном притире.

Обработывая таким образом стороны угла вспомогательного шаблона и сторону *в* заготовки, добиваются совпадения углов *1* и *2* с углом вспомогательного шаблона, а если два угла порознь равны третьему, то они равны между собой, т. е. равны 45°

При изготовлении угольников с помощью образцового угольника поступают аналогично тому, что было сказано про изготовление угольников с углом 60° . Схема установки показана на рис. 108, б.

6. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ШАБЛОНОВ

Порядок технологических операций изготовления шаблонов в сыром и каленом виде описан ниже.

Разметка заготовок. Берут листовую сталь согласно толщине шаблона с припуском в 1 мм и размечают ее по габаритным размерам шаблона с припусками на полосы или отдельные заготовки (табл. 25). Разметку производят при помощи нормального разметочного инструмента.

Т а б л и ц а 25

Припуски на обработку шаблонов		
Длина шаблона в мм	Припуск в мм	
	наимень- ший	наиболь- ший
0—50	1,0	2,0
50—100	1,5	2,5
100—150	2,0	3,0
150—200	3,0	4,0
200—250	4,0	5,0

Резка заготовок. Листовую сталь разрезают на заготовки вручную, на механических ножницах или на фрезерном станке дисковой фрезой.

Правку заготовок производят на плите при помощи молотка или на механическом прессе.

Обработку торцовых сторон заготовок выполняют на строгальных или фрезерных станках, причем заготовки зажимают в тисках по несколько штук сразу. При обработке выдерживают прямые углы между сторонами заготовок и, в зависимости от формы шаблона, обрабатывают две, три или четыре его стороны. Припуск на дальнейшую обработку оставляют от 0,3 до 0,5 мм.

Предварительное шлифование обеих плоскостей заготовок обычно производят на плоскошлифовальном станке на закрепленной на столе магнитной плите. Для последующей обработки оставляют припуск 0,25 мм. Плоскости заготовок проверяют линейкой, а параллельность — штангенциркулем или микрометром.

После шлифования заготовки размагничивают специальным прибором.

Сборка заготовок в пакет необходима для дальней-

шей производительной работы. Если шаблоны собирают в пакет при помощи склепки, то на одной из заготовок грубо размечают контур шаблона и намечают керном центры отверстий под заклепки. При габаритах шаблона до 100×100 мм ставят две заклепки, а при больших — четыре. Заклепки располагают так, чтобы каждая из них находилась в центре стягиваемой ею площади (рис. 109).

Партию заготовок в 10—15 шт. складывают в стопку так, чтобы смежные торцовые поверхности, расположенные под прямым углом у каждой заготовки, образовали в пакете две плоскости, и проверяют на просвет линейкой. После этого заготовки сжимают струбцинками и следят за тем, чтобы плоскости прилегали плотно друг к другу, а заготовки не сдвигались одна относительно другой.

Затем по первой размеченной заготовке сверлят отверстия под заклепки диаметром 3—4 мм, раззенкуют их, склепывают заклепками впотай и снимают струбцинки. При потайных головках заклепок пакет надежно и правильно закрепляется в тисках или приспособлениях.

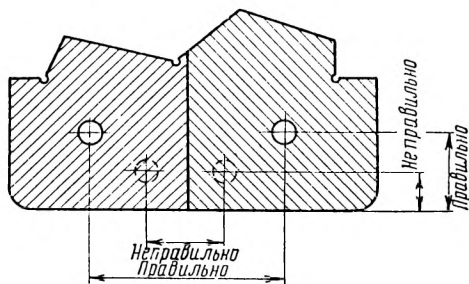


Рис. 109. Расположение отверстий под заклепки в шаблоне

Очень часто заготовки собирают в пакет при помощи паяния, склеивания карбинольным клеем или при помощи струбцин.

Точная разметка заготовки. После того как заготовки собраны в пакет, покрывают раствором медного купороса или черным лаком крайнюю заготовку пакета, а затем точно размечают ее, ориентируясь на две базовые поверхности.

Разметку производят на поверочной плите, причем сначала наносят основные линии при помощи острой иглы, установленной в рейсмус, а затем остальные линии профиля шаблона обычными приемами точной разметки. Рабочие риски кернят хорошо заточенным кернером; при этом керны ставят через 5—7 мм друг от друга и обязательно в местах пересечений линий профиля. Разметку делают без припуска на обработку.

Обработку контура производят на строгальных и фрезерных станках, причем только в тех местах, которые недоступны для обработки на станках. Выполняют эту обработку слесарными методами. При полной слесарной обработке контура шаблона его сначала обсверливают по профилю, а затем опиливают. Надо всегда помнить, что механическая обработка значительно выгоднее ручной.

Во время обработки контура необходимо следить за тем, что-

бы углы между линиями контура и расстояния линий от базовых поверхностей были выдержаны, иначе возможен брак. При обработке оставляют припуск 0,3—0,5 мм на дальнейшие операции.

Слесарная обработка контура и разборка пакета. Если в инструментальном цехе, где изготавливают шаблоны, нет шлифовальных станков и приспособлений для шлифования шаблонов, то припуск в 0,3—0,5 мм надо уменьшить до 0,03—0,05 мм, так как иначе после термообработки его придется снимать доводкой, что потребует много времени. После окончания слесарной обработки пакет разбирают с таким расчетом, чтобы после термической обработки шаблоны можно было снова собрать в том порядке, какой они имели до разборки.

Для этого на торцевой стороне пакета наносят трехгранным напильником две риски глубиной не более 0,3 мм, а затем пробойником выбивают заклепки, разбирают пакет и на отдельных шаблонах снимают заусеницы.

Термическая обработка. Для получения у рабочих поверхностей шаблонов надлежащей твердости их закаливают или цементруют и закаливают.

Правка шаблонов. После термической обработки шаблоны в большинстве случаев бывают покороблены и их нужно править. Для правки применяют слесарные тиски с зажатой в них бабкой и слесарный молоток. Шаблон кладут выпуклой поверхностью на бабку и наносят легкие и частые удары заостренным или выпуклым бойком молотка. Удары должны идти от середины к краю шаблона.

Окончательное шлифование плоскостей шаблонов производят на плоскошлифовальных станках. Так как плоскости должны быть строго прямолинейны и параллельны, шаблоны шлифуют попеременно то с одной, то с другой стороны, не допуская их нагрева. Проверяют плоскость лекальной линейкой и микрометром.

Оксидирование шаблонов необходимо для предохранения их от ржавления. Шаблоны оксидируют в специальных ваннах, после чего они получают черно-синий цвет.

Сборку шаблонов в пакет для окончательного шлифования профиля, т. е. склепывание или скрепление струбчинками производят по рискам, нанесенным на торце пакета перед его разборкой, как указывалось ранее.

Окончательное шлифование торцовых сторон шаблонов. Торцовыми сторонами шаблонов образуются базовые поверхности пакета, поэтому после сборки шаблонов в пакет необходимо прошлифовать боковые стороны пакета, расположенные под углом 90°

Шлифование производят на плоскошлифовальном станке при помощи тисков или приспособлений. При шлифовании выдерживают габаритные размеры шаблона.

Прорезка угловых канавок. В вершинах внутренних

углов шаблонов прорезают канавки (рис. 110) шириной и глубиной от 0,4 до 1 мм. Канавки прорезают обычно на плоскошлифовальном станке алундовым кругом, специально заправленным на соответствующий размер.

Доводку профиля шаблонов после окончательного шлифования производят только в случаях, когда к чистоте поверхности и точности размеров предъявляются самые высокие требования. Доводку производят чугунами или медными притирами, покрытыми сначала крупными, а затем мелкими абразивными порошками или пастой ГОИ.

Разборка пакета и притупление кромок шаблонов. После доводки профиля шаблонов пакет разбирают, для чего заклепки или выбивают пробойниками или высверливают на сверлильном станке. После разборки мелкозернистым оселком притупляют острые кромки шаблонов.

Шлифование фасок шаблонов. Для уменьшения ширины измерительной поверхности шаблонов у них снимают фаски при помощи шлифовального круга и специальных приспособлений.

Приспособление для шлифования фасок у одного шаблона показано на рис. 111, а, у нескольких — на рис. 111, б. Конструкция и схема действия этих приспособлений ясно видны из указанных рисунков.

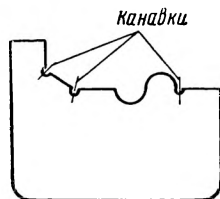


Рис. 110. Эскиз шаблона с прорезанными угловыми канавками

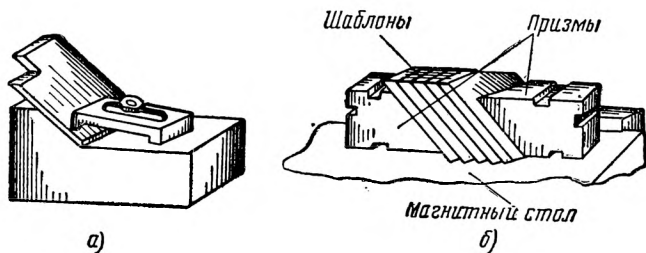


Рис. 111. Приспособления для шлифования фасок:
а — у одного шаблона, б — у нескольких шаблонов

Нанесение рисок для определения предельных размеров изделия. Для нанесения рисок шаблоны покрывают тонким слоем воска и при помощи проверочной плиты, рейсмуса с острой чертилкой и измерительных плиток наносят риски в нужных местах. Так как ширина риски при острой чертилке равна 0,06 мм, то для того чтобы размер на шаблоне соответствовал середине риски, необходимо брать блок из плиток для установки рейсмуса на 0,03 мм меньше заданного раз-

мера. Обнаженные места при помощи кисточки покрывают раствором, состоящим из двух частей азотной и одной части серной кислоты. После небольшой выдержки воск смывают керосином, и на шаблоне остается риска. Можно нанести ясную риску на каленом шаблоне и без травления — при помощи алмаза.

Маркировку шаблонов производят в сыром и каленом виде. Если шаблон маркируют до термической обработки, а затем калят, то после закалки он может покоробиться; поэтому такой способ маркировки применяют для шаблонов невысокой точности. Точные шаблоны маркируют на электрографе или методом травления после полного изготовления. Для надписей применяют также пантограф.

Проверку размеров шаблонов как во время их изготовления, так и после изготовления производят: 1) методом световой щели, 2) по краске и 3) универсальным измерительным инструментом.

При шлифовании профилей шаблонов в универсальных приспособлениях измерение шаблонов производят также в этих приспособлениях при помощи набора плиток и индикатора или миниметра.

Технологический процесс изготовления шаблонов по контршаблонам и выработкам. Для контроля изделия в процессе эксплуатации необходим шаблон, который обычно изготавливают вместе с контршаблоном. Если контршаблон на производстве уже имеется и требуется изготовить партию новых шаблонов, то при изготовлении их можно проверять этим контршаблоном; если же требуется вновь изготовить шаблон и контршаблон, то изготовление начинают с того из них, который можно проще изготовить универсальным инструментом.

Если шаблон проверить проще, первым изготавливают шаблон, по которому пригоняют контршаблон, и наоборот. Часто делают одновременную обработку и пригонку шаблона и контршаблона.

Такой порядок изготовления шаблонов и контршаблонов возможен только при простой форме шаблона. Если шаблон будет сложный, то при повышенных требованиях к правильности его формы изготовление шаблона и контршаблона может быть выполнено лишь при наличии специальных шаблонов, которые называются выработками и изготавливаются для отдельных участков профиля шаблона. Выработки делают такой формы, чтобы их измерение можно было производить универсальным измерительным инструментом. В противном случае для изготовления выработок делают шаблоны-контрвыработки, которые допускают измерение универсальным измерительным инструментом.

На хорошо организованном производстве вместе с разработкой технологического процесса изготовления шаблонов делают и чертежи выработок.

Однако на многих производствах, где шаблоны изготовляют редко, слесарю-лекальщику приходится самому составлять технологический процесс изготовления шаблона и чертежи всех выработок, которые ему необходимы. В этом случае нужно стремиться к тому, чтобы выработок было как можно меньше и изготовить их можно было бы по возможности без контрвыработок. Для этой цели лекальщик должен выбирать на профиле шаблона базовые участки, требующие обработки в первую очередь. Разбив весь профиль на отдельные участки, необходимо дать конструкцию выработок и контрвыработок, которые можно было бы изготовить при помощи универсального измерительного инструмента.

Выработки и контрвыработки делают сырыми и калеными в зависимости от того, какое количество шаблонов собираются по ним делать. Материал для них берет обычно тот же, что и для

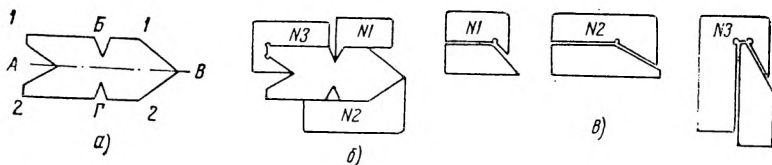


Рис. 112. Применение выработок и контрвыработок при изготовлении резьбового шаблона:

а — эскиз шаблона, б — эскиз шаблона с выработками, в — эскизы выработок и контрвыработок к шаблону

шаблона. Изготовив выработки, постепенно начинают обрабатывать весь профиль шаблона, производя измерения универсальным измерительным инструментом и выработками.

В качестве примера изготовления шаблона при помощи выработок рассмотрим процесс изготовления резьбового шаблона (рис. 112, а).

Резьбовой шаблон служит для заточки резьбового резца, установки резца на токарном станке и для проверки нарезанной резьбы. В связи с этим необходимо, чтобы боковые стороны 1—1 и 2—2 шаблона были параллельны, угол А расположен симметрично относительно этих сторон, осевые линии углов В и Г перпендикулярны сторонам 1—1 и 2—2, а осевая линия угла В параллельна им.

Первоначальную обработку шаблона ведут так, как об этом было сказано при рассмотрении изготовления шаблонов.

На рис. 112, б показан шаблон с выработками № 1, 2 и 3, которые требуются для его изготовления.

Выработка № 1 служит для пригонки внутренних углов В и Г так, чтобы осевая линия каждого из этих углов была перпендикулярна сторонам 1—1 и 2—2 шаблона. По этой выработке пригоняют сначала одну сторону угла, затем другую.

Наружный угол *B* шаблона можно было бы изготовить по угломеру, но при этом нет гарантии, что осевая линия угла будет параллельна сторонам 1—1 и 2—2 шаблона. Чтобы это выполнить, необходимо угол *B* пригнать от боковых сторон шаблона по выработке № 2.

Для симметричного расположения угла *A* относительно сторон 1—1 и 2—2 нужно его припилить по выработке № 3 сначала от стороны 1—1, а потом от стороны 2—2. Такая пригонка называется контровкой угла относительно сторон шаблона.

Если шаблон после сырой обработки должен быть закален, то обработку его после закалки следует производить по новым выработкам, так как при выработках для сырой обработки учитывается припуск на дальнейшую обработку после закалки.

Выработки № 1, 2 и 3 трудно изготовить при помощи универсального инструмента, поэтому их делают по контрвыработкам (рис. 112, *в*), легко изготавливаемым при помощи универсального измерительного инструмента.

Пользуясь описанным методом, можно изготовить большинство шаблонов, встречающихся на практике.

7. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЛЕКАЛ

Большинство лекал имеет профиль, состоящий из прямых линий и дуг окружностей, например радиусно-высотные и радиусно-угловые лекала, представленные на рис. 32. На этом же рисунке показаны и другие виды лекал: модульные для проверки профиля зубьев зубчатых колес, фасонные для проверки профиля зубьев фрезы, при помощи которой фрезеруют канавки у сверл, и, наконец, специальные для изготовления специальных профилей.

Все эти лекала плоские, так как ими проверяют изделия в одной какой-либо плоскости, но встречаются лекала и пространственные, как цельные, так и сборные, служащие для измерения изделий в нескольких плоскостях одновременно.

Изготовление лекал требует от слесарей-лекальщиков высокой квалификации, поэтому начинающий лекальщик должен сначала научиться изготавливать лекала простой формы, а затем постепенно перейти к изготовлению более сложных.

Технологический процесс изготовления лекал в сыром и закаленном виде такой же, какой и при обработке шаблонов, с некоторыми отступлениями.

Так как лекала имеют более сложный профиль, то разметка их значительно труднее, чем разметка шаблонов. При разметке применяют особые методы, к числу которых относят приближенный метод разметки и разметку кривых по точкам.

При приближенном методе разметки сложную кривую получают в результате вычерчивания ряда дуг окружностей различных радиусов, причем эти дуги плавно сопрягаются

одна с другой. Подбор радиусов дуг и положения центров дуг производит обычно конструктор, и слесарю-лекальщику остается только правильно начертить сложную кривую на заготовке лекала, соблюдая плавные переходы дуг одних радиусов к дугам других радиусов.

Для разметки кривых по точкам конструктор дает чертеж, на котором указываются расстояния отдельных точек кривой от двух взаимно-перпендикулярных сторон лекала, как это видно из рис. 113. При разметке кривой сначала на лекало надо нанести указанные на чертеже точки, а затем соединить их плавной кривой при помощи разметочного лекала.

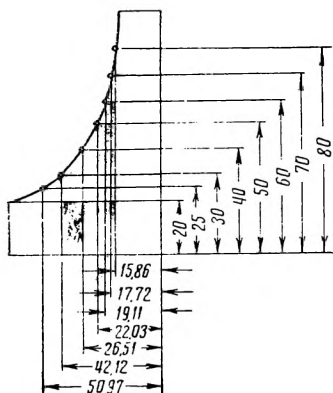


Рис. 113. Эскиз лекала в системе прямоугольных координат

Обработка профиля лекала после термообработки значительно сложнее, чем обработка шаблона. При ручной слесарной доводке необходимо или изготовлять специальные фи-

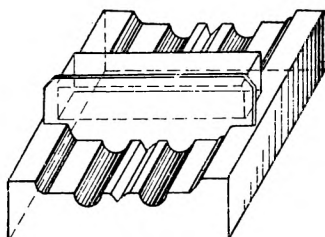


Рис. 114. Эскиз фигурного притира

гурные притиры (рис. 114) или обрабатывать профиль лекала по участкам при помощи более простых притиров. Проверку лекал в процессе изготовления и окончательный контроль производят по выработкам, изготовленным с помощью универсального измерительного инструмента, а также контрлекалами.

Существует два основных способа изготовления лекал: по вычерченному профилю; по выработкам и контрлекалам.

Изготовление лекал по вычерченному профилю. Этот метод применяется при изготовлении лекал даже сложной формы, но невысокой точности (рис. 115).

Берут чистый лист цинка или нержавеющей стали и тщательно, тонкими линиями вычерчивают профиль лекала согласно чертежу. На заготовке также размечают профиль лекала и по размеченным линиям фрезеруют его, оставляя припуск на дальнейшую обработку. Затем опиливают участки, которые можно измерить универсальным измерительным инструментом, например две плоскости, расположенные друг от друга на расстоянии $34^{+0.05}$ мм. Остальные участки профиля лекала пригоняют по

профилю, размеченному на цинковом листе. Пригонку производят до тех пор, пока профиль лекала не сольется с вычерченным.

Метод изготовления лекал по вычерченному профилю довольно прост и дешев, так как не требует изготовления выработок, но дает точность не выше $\pm 0,07$ мм.

Этот метод применяется при изготовлении лекал для разметки, для механической и слесарной обработки деталей невысокой точности.

Изготовление лекал по выработкам. Измерение универсальным инструментом изготавливаемых лекал затруднительно, поэтому в производстве лекал в основном применяют выработки.

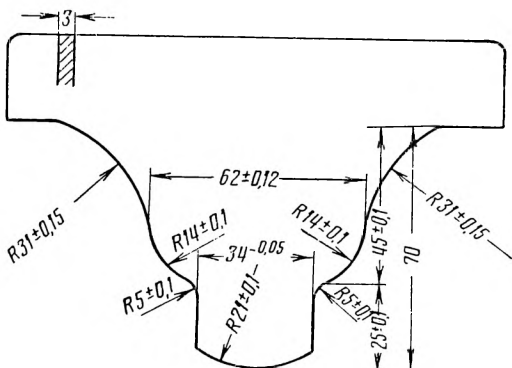


Рис. 115. Эскиз лекала сложной формы и невысокой точности

На практике чаще всего встречаются различные радиусные лекала, требующие изготовления радиусных выработок. Рассмотрим несколько приемов их изготовления.

Изготовление выработок с выпуклой радиусной поверхностью (рис. 116, а). Сначала изготавливают каленый цилиндр-вкладыш, радиус которого точно равен заданному, а толщина вкладыша — толщине выработки. Затем из пластинки соответствующей толщины получают заготовку для выработки. В одном из углов заготовки, поближе к краю, сверлят и развертывают отверстие под вкладыш, снимают у отверстия фаску для припайки вкладыша к заготовке, вводят его в отверстие и припаивают, как показано на рис. 116, б. Ребра 1 и 2 заготовки опиливают и доводят при помощи точного угольника с углом 90° до тех пор, пока плоскости этих ребер не будут точно касаться цилиндрической поверхности вкладыша.

Таким же образом изготавливают и выработки, угол между сторонами которых не равен 90° .

Изготовление выработок с вогнутой радиусной поверхностью (рис. 117, а) можно производить, пользуясь выработкой с выпуклой радиусной поверхностью. Заготовку припиливают, а затем доводят по прямым участкам и по дуге выпуклой радиусной выработки. Проверка — на краску. При таком изготовлении затрачивается много времени, поэтому на производстве применяют другой способ изготовления таких выработок.

В заготовке (рис. 117, б) сверлят и развертывают отверстие, диаметр которого точно равен $2R$. Припилив по линейке и в угольник стороны A и B , размечают и вырезают участок B с припуском на обработку; заштрихованные линии обозначают линии реза, а пунктирные — линии окончательной обработки.

Штангенциркулем с круглыми губками измеряют точно размеры a и b и пригоняют плоскости Γ и Δ точно по этим размерам, пользуясь для измерений штангенциркулем или микрометром. Радиусную поверхность выработки проверяют калибром-пробкой.

Изготовление комплекта выработок с выпуклой и вогнутой радиусными поверхностями (рис. 118). Сначала делают четырехугольную заготовку для выработки 1 с точными прямыми углами, для чего стороны этой заготовки припиливают по точному угольнику с углом 90° . Затем изготавливают четырехугольную с прямыми углами заготовку для выработки 2 и в ней сверлят и развертывают точно отверстие диаметром $2R$. Вырезав ножовкой излишний материал (рис. 118, б), припиливают стороны A и B по сторонам B и Γ до тех пор, пока вершина угла выработки 1 не коснется радиусной поверхности выработки 2.

После этого ведут одновременную обработку обеих выработок: радиусную поверхность выработки 1 пригоняют по выработке 2, а поверхности A и B выработки 2 пригоняют по плоскостям B и Γ выработки 1. В конце концов выработка будут точно пригнаны одна к другой, как это показано на рис. 118, а.

Если выработки должны быть термически обработаны, то при развертывании отверстия диаметром $2R$ необходимо оставить припуск $0,03—0,05$ мм на доводку радиусной поверхности.

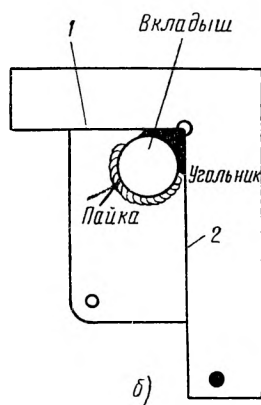
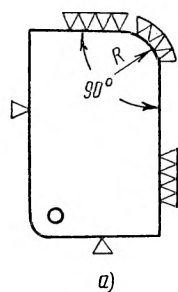


Рис. 116. Эскиз выработки с выпуклой радиусной поверхностью (а) и схема изготовления выработки (б).

Доводку начинают с выработки 1, у которой доводят плоскости *B* и *Г* при помощи плоского притира и кубика. Затем доводят на токарном или сверлильном станке (рис. 118, в) радиусную поверхность выработки 2 с помощью точного круглого притира, покрытого мелким абразивом или пастой ГОИ. Доведенную поверхность проверяют калибром-пробкой на краску.

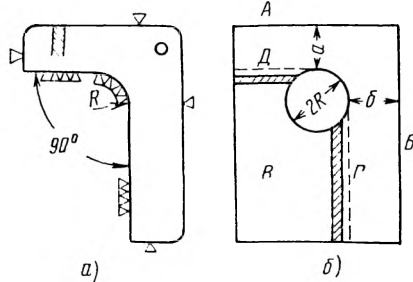


Рис. 117. Эскиз выработки с вогнутой радиусной поверхностью и схема изготовления выработки

После этого начинают пригонять выработку 1 к выработке 2, причем у выработки 2 пригоняют плоскости *A* и *Б* по плоскостям *B* и *Г* выработки 1, а у выработки 1 — радиусную поверхность по выработке 2.

Доводку производят до полного беззазорного прилегания поверхностей. Изготовив выработку, доводят один участок лекала за другим, пока не будет изготовлено все лекало полностью. Изготовление радиусно-углового лекала и контрлекала (рис. 119) надо вести, придерживаясь порядка,

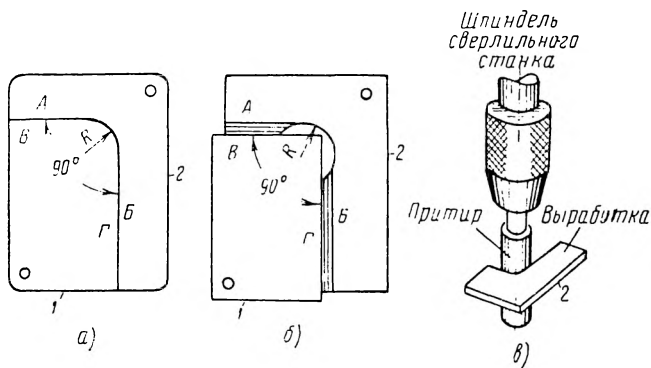


Рис. 118. Эскиз комплекта выработок с выпуклой и вогнутой радиусными поверхностями и схема доводки выработки на сверлильном станке

принятого для изготовления комплекта выработок, с той лишь разницей, что в данном случае нужно выдержать угол α , а не 90° , как было раньше. Изготовление лекала и контрлекала можно производить и отдельно, приготовив соответствующие выработки.

Для доводки радиусной поверхности лекала применяют часть чугунного кольца, прикрепленного к плите (рис. 119, б), а для доводки радиусной поверхности контрлекала — чугунный палец

(рис. 119, в), впрессованный в плиту. Пользуясь этими инструментами, очень просто получить перпендикулярность притираемой поверхности к боковым поверхностям лекала или контрлекала.

Доводку можно выполнять и механически, устанавливая притиры на сверлильном или токарном станке или применяя специальные доводочные станки. Механическая доводка несравненно производительнее ручной, но менее точна.

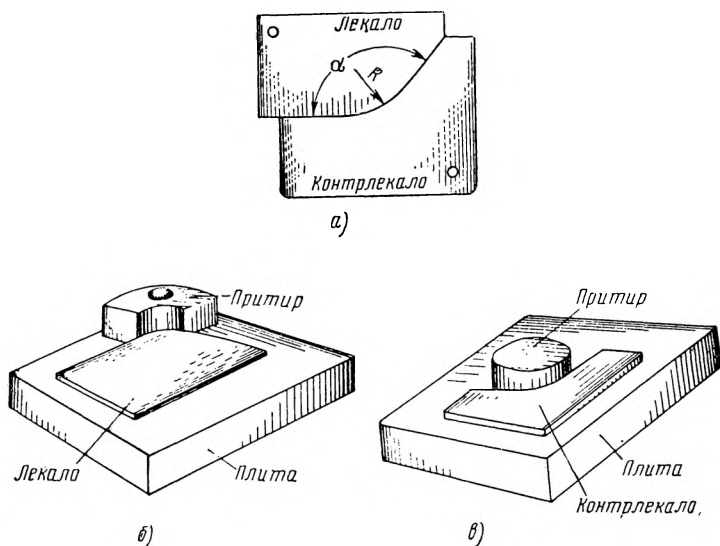


Рис. 119. Схемы изготовления радиусно-углового лекала и контрлекала:

а — эскиз лекала и контрлекала, б — приспособление для доводки выпуклой поверхности лекала, в — приспособление для доводки вогнутой поверхности контрлекала

8. НАНЕСЕНИЕ ДЕЛЕНИЙ НА ШКАЛАХ

Нанесение делений на шкалах измерительных инструментов производится с помощью делительных машин.

Каждая делительная машина состоит из двух основных механизмов (рис. 120): механизма 1 для нанесения делений и механизма 2 для осуществления подачи. Деления наносятся резцом 3, закрепленным в механизме 1 и совершающим прямолинейное возвратно-поступательное главное движение. Перед началом резания резец опускается на заготовку 4, а по окончании поднимается в исходное положение.

Заготовка периодически подается на величину интервала между двумя соседними делениями. Подачу может осуществлять также и резец в то время, когда он перемещается по прямой (рис. 120, а) или поворачивается вокруг оси (рис. 120, б).

Делительные машины разделяются на ручные, полуавтоматические и автоматические.

У ручных делительных машин механизмы, служащие для нанесения делений и для осуществления подачи, приводятся в движение вручную и раздельно, причем резец опускается и поднимается также вручную. Такие машины применяются в единичном производстве.

У полуавтоматических делительных машин механизмы, служащие для нанесения делений и для осуществления подачи, приводятся в движение вручную и раздельно, но сами механизмы работают автоматически. Такие машины применяются в серийном производстве.

У автоматических делительных машин механизмы, применяемые для нанесения делений и для осуществления подачи, приводятся в движение одним электродвигателем и одновременно, причем механизмы в процессе деления работают автоматически и машина по окончании работы останавливается также автоматически. Такие машины применяются в массовом производстве.

По виду изготавливаемых на них шкал и сеток делительные машины разделяются на продольные и круговые.

Продольные делительные машины предназначаются для нанесения делений, расположенных по прямой линии.

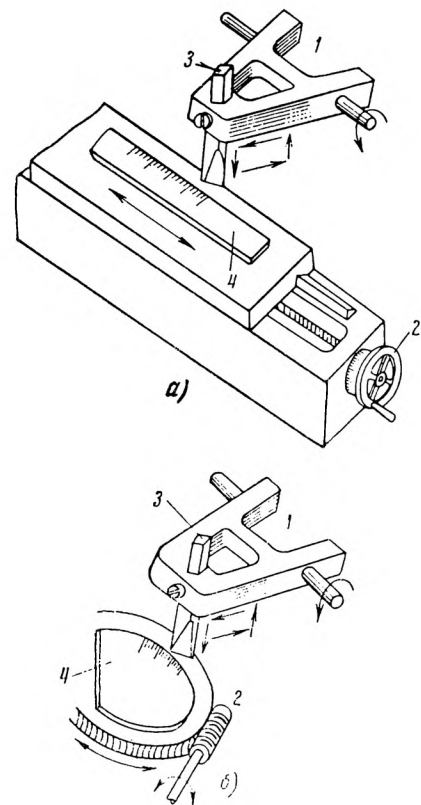


Рис. 120. Схемы нанесения делений на продольной (а) и на круговой (б) делительных машинах

По точности наносимых делений продольные делительные машины делятся на четыре класса. К первому, самому точному, классу относятся автоматические продольные делительные машины, предназначенные для нанесения до 1700 делений на 1 мм длины с ошибкой не более 0,025 мк. К четвертому, самому грубому, классу относятся ручные продольные машины, предназначенные для нанесения грубых делений с низкой точностью.

Ручная продольная делительная машина (рис. 121) состоит из следующих основных частей: станины 20,

рабочего стола 1, на котором закрепляются обрабатываемое изделие 17 и эталонная штриховая мера 15, механизма 16 для нанесения делений, устройства, состоящего из ходового измерительного винта 18, гайки и маховичка 19 для осуществления быстрых грубых перемещений рабочего стола, механизма 5 для осуществления медленных точных перемещений рабочего стола, устройства 3 для отсчета грубых перемещений рабочего стола, устройства 11 для отсчета грубых перемещений рабочего стола и устройства 12 с кронштейном и микроскопом для отсчета с помощью эталонной штриховой меры особо точных перемещений стола.

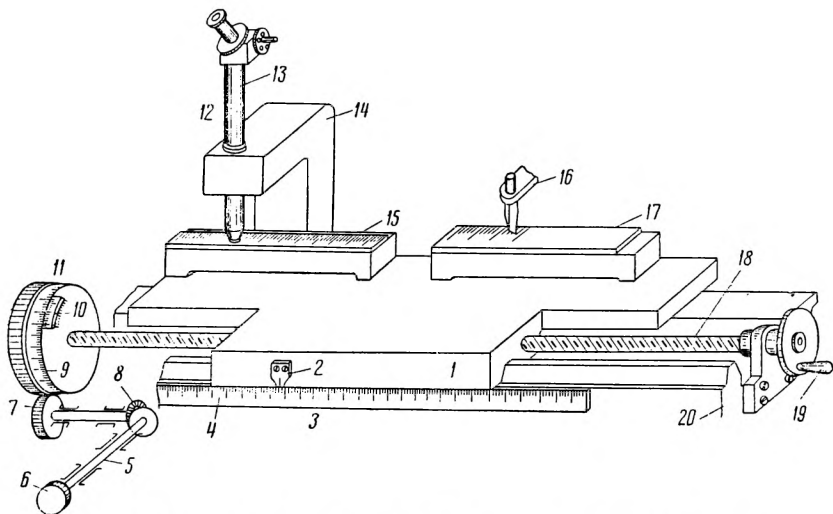


Рис. 121. Схема устройства продольной делительной машины

Механизм 16 для нанесения делений расположен сзади делительной машины и может устанавливаться в продольном направлении на направляющих в виде ласточкина хвоста, расположенных на задней, продольной стенке станины.

С помощью механизма для нанесения деления резец совершает возвратно-поступательное главное движение, во время которого происходит процесс снятия стружки и на изделии получается деление в виде штриха определенной длины, которая зависит от величины хода резца, настраиваемого перед началом работы машины.

Для нанесения делений необходимо подводить резец к изделию перед началом рабочего хода и отводить его от детали перед началом холостого хода.

Механизм 5 для осуществления точных перемещений рабочего стола состоит из маховичка 6, конических 8 и цилиндрических 7 шестерен, ходового измерительного винта 18 и гайки, свя-

занной с рабочим столом. При вращении маховичка *б* вручную гайка с рабочим столом будет перемещаться в продольном направлении в ту или другую сторону, в зависимости от направления вращения маховичка.

Устройство *3* для отсчета грубых перемещений рабочего стола имеет масштабную линейку *4* с миллиметровыми делениями, прикрепленную к станине, и индекс *2*, связанный со столом.

Устройство *11* для отсчета точных перемещений рабочего стола снабжено делительным диском *9*, закрепленным на ходовом измерительном винте, и неподвижным нониусом *10*, относительно которого вращается делительный диск при вращении ходового винта маховичками *19* или *б*.

Величина перемещения *s* рабочего стола будет равна количеству делений n_d , на которое повернется делительный диск за время перемещения стола, деленному на число всех делений диска n_s и умноженному на шаг *t* ходового винта, т. е.

$$s = \frac{n_d}{n_s} t \text{ мм.}$$

Устройство для отсчета особо точных перемещений рабочего стола снабжено кронштейном *14*, который устанавливается вместе с микроскопом *13* на направляющих в виде ласточкина хвоста, расположенных на задней продольной стенке станины.

Для нанесения штрихов применяются металлические и алмазные резцы двух видов: с трапециевидной и треугольной передними поверхностями. Металлические резцы применяются при ширине штриха более 0,01 мм. Алмазные резцы применяются при ширине штриха 0,01 мм и менее.

Перед нанесением делений поверхность заготовки смазывают машинным маслом, чтобы стружка не прилипала к резцу.

При нанесении делений применяются небольшие скорости резания. Например, при нанесении делений на стекле скорость составляет около 60 мм/мин.

Круговые делительные машины предназначаются для нанесения делений, расположенных по дуге или окружности.

По точности наносимых делений круговые делительные машины делятся на четыре класса.

К первому, самому точному, классу относятся автоматические круговые делительные машины, предназначенные для изготовления шкал с точностью 0,2". К четвертому, самому грубому, классу относятся ручные круговые машины, предназначенные для нанесения грубых делений с низкой точностью.

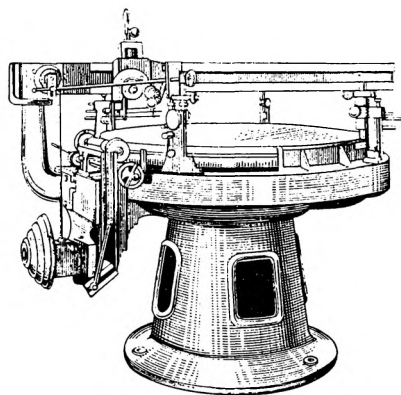
Автоматическая круговая делительная машина (рис. 122, а) предназначена для изготовления на плоских, цилиндрических и конических поверхностях шкал диаметром до 280 мм с точностью деления 1—2".

Круговая делительная машина состоит из следующих основных частей (рис. 122, б): основания *1*, приводного шкива *3*, ме-

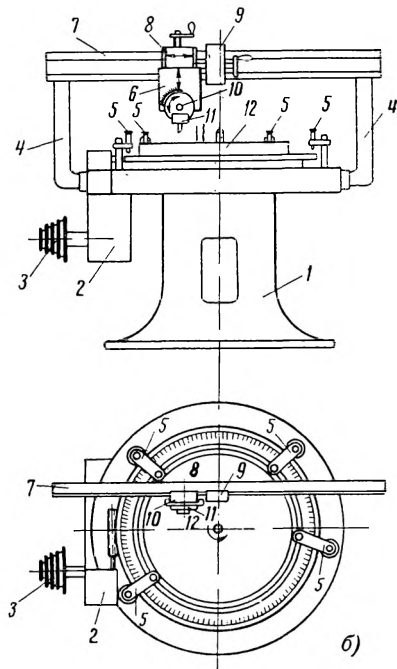
ханизма 2 для осуществления круговых перемещений рабочего стола 12, отсчетных микроскопов 5, стоек 4, поперечины 7, суппорта, состоящего из деталей 6, 8, 9, 10 с механизмом 11 для нанесения делений на заготовке и механизма для автоматического окончания деления.

В центре стола помещается оправка для центрирования заготовки. Сверху, по краю стола, расположено серебряное кольцо со шкалой, каждое деление которой равно $10''$.

Отсчетные микроскопы имеют такое же устройство, как и у продольных делительных машин. Микроскопы окуляров этих микроскопов снабжены барабаничками с ценой деления $1''$. Микроскопы установлены у наружной поверхности основания машины так, что объективы их находятся над круговой серебряной шкалой рабочего



а)



б)

Рис. 122. Круговая делительная машина:
а — внешний вид, б — схема устройства

стола. Поперечина прикреплена к верхним концам стоек и имеет направляющие для горизонтального перемещения суппорта с механизмом для нанесения делений на заготовке.

Суппорт с механизмом состоит из салазок 8 и поперечины 9, которые могут перемещаться по направляющим поперечины 7, салазок 6, перемещающихся в вертикальном направлении по направляющим салазок 8, поворотной части 10 и самого механизма 11 с резцом для нанесения делений на заготовке.

Грубая установка салазок 8 и поперечины 9 осуществляется путем перемещения их вдоль направляющих поперечины 7 вручную. Поперечина 9 после грубой установки закрепляется с по-

мощью зажимных винтов. Точное перемещение салазок 8 осуществляется при помощи маховичка и ходового винта, расположенного в поперечине 9 и связанного с салазками 8. Это перемещение используется для установки резца в направлении длины штриха. Салазки 8 закрепляются в требуемом положении зажимными винтами, находящимися снизу.

Точное перемещение салазок 6 по направляющим салазок 8 осуществляется при помощи маховичка и ходового винта, расположенного в салазках 8. Это перемещение используется для установки резца по высоте.

Поворотная часть 10 суппорта и дуговая шкала с делениями от 0 до 90° позволяют устанавливать механизм с резцом для нанесения делений на цилиндрических и конических поверхностях с точностью до 1°, т. е. устанавливать механизм с резцом под различными углами в указанных выше пределах к рабочей поверхности стола.

Механизм для нанесения делений на заготовке имеет такое же устройство, как и у продольной делительной машины. Он получает движение от приводного шкива 3. С помощью механизма резец приближается к обрабатываемой поверхности, совершает рабочий ход, отходит от этой поверхности и возвращается в исходное положение холостым ходом.

Круглые заготовки центрируются на столе машины посредством индикатора или же нитей сетки микроскопа, который фокусируется на край поворачиваемой заготовки.

В тех случаях, когда требуется изготовить шкалы с точностью до 1", поворачивают стол с помощью механического или ручного привода или же вручную при посредстве отсчетных микроскопов и круговой шкалы рабочего стола.

9. МАРКИРОВКА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Маркировкой называется операция, при которой посредством особых инструментов или приборов наносят на калибры условные обозначения, указывающие номинальный размер, класс точности, посадку, назначение калибра и т. д.

В зависимости от твердости материала и точности калибра применяется маркировка: а) гравированием, б) набивкой, в) накаткой, г) травлением, д) электрическим выжиганием.

При маркировке гравированием маркировочные знаки вырезают вручную специальными резцами-штихелями (рис. 123, а) или при помощи пантографа специальными резцами.

При этом способе знаки получаются наиболее правильными и точными, но он сравнительно дорог и применяется только при маркировке точных и ответственных изделий.

При маркировке набивкой используют металлические клейма или штемпели, на которых вырезают буквы, цифры или знаки завода, выпускающего изделие (рис. 123, б).

Величина букв или цифр зависит от величины изделия: чем больше изделие, тем крупнее размер знаков; высота букв и цифр колеблется от 0,5 до 20 мм. Клейма изготавливают комплектами, состоящими из 30 букв и 9 цифр; цифра 6 может быть заменена цифрой 9, если ее перевернуть. Клейма изготавливают из стали У10А или У12А квадратного сечения. Размеры стали берут в соответствии с величиной букв или цифр.

Набивку производят или вручную — молотком или механически — прессом. Место для маркировочных знаков на изделии тщательно зашлифовывают или зачищают другим способом и на нем чертилкой проводят две параллельные линии с расстоянием ме-

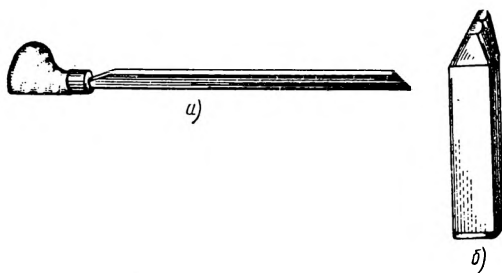


Рис. 123. Штихель (а) и клеймо (б)

жду ними, равным высоте знака. Изделие помещают на чугунную или стальную плиту, причем форма этой плиты зависит от формы изделий.

При ручной маркировке штемпель ставят на место клеймения вертикально и ударяют по нему молотком так, чтобы получился удар средней силы. Если знак недостаточно отчетлив, штемпель снова ставят на место с небольшим наклоном в сторону неотчетливой части знака и снова ударяют по нему. В результате после двух-трех ударов получается отчетливый и достаточно глубокий знак.

При маркировке надо соблюдать следующие правила: располагать знаки на одной высоте и на одинаковом расстоянии друг от друга; выбивать знаки прямо, без перекосов; бить по клеймам с одинаковой силой; зачищать личным, а затем бархатным напильниками и шкуркой место после маркировки, чтобы удалить заусеницы и сгладить острые места.

При механической маркировке штемпель закрепляют в ползуне ручного или приводного пресса, а изделие устанавливают так же, как и при ручном клеймении. В ползуне можно закрепить в случае надобности и набор штемпелей, чтобы производить маркировку изделия за один удар пресса. Маркировка под прессом более правильная и в несколько раз производительнее ручной.

При маркировке накаткой применяют специальные станки (рис. 124, а), на которых можно маркировать круглые и пло-

ские изделия. Если маркируют круглое изделие, то державку с клеймами (рис. 124, б) закрепляют в салазках 1, которые могут перемещаться параллельно столу 2 станка при помощи рукоятки 3.

Стол станка поднимается с таким расчетом, чтобы во время перемещения салазок и державки с клеймами последние вдавливались на необходимую глубину в тело изделия, установленного на стол.

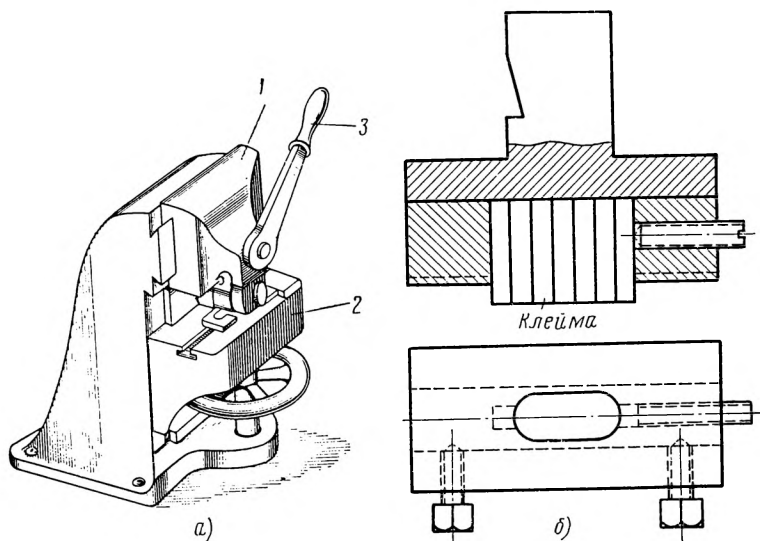


Рис. 124. Станок для маркировки изделий накаткой (а), державка с клеймами для маркировки изделий (б).

При маркировке плоских изделий клейма закрепляют в специальном барабане, который установлен над столом станка и может вращаться, а изделие кладут на стол. При вращении барабана клейма будут вдавливаться в тело изделия, если стол поднять на необходимую высоту и перемещать по нему изделие.

Маркировка накаткой широко применяется в серийном и массовом производстве, так как дает отчетливое и правильное расположение знаков и высокую производительность.

При маркировке травлением место для маркировки сначала очищают, шлифуют и обезжиривают спиртом или бензином, а затем покрывают парафином или асфальтовым лаком. Когда парафин или асфальтовый лак высохнет, на нем наносят чертилкой вручную или при помощи пантографа маркировочные знаки, причем покрывающий изделие слой прорезается насквозь и поверхность изделия в местах маркировки становится отчетливо видимой.

Прорезанные чертилкой места покрывают кислотой с помощью деревянной палочки и ждут в течение 1,5—10 мин., в зависимости от качества металла, пока на изделии не получатся достаточно глубокие знаки. Промывая изделие в слабом растворе соды, с него удаляют остатки кислоты. Если изделие покрыто слоем парафина, то парафин снимают, слегка подогревая изделие в воде; черный лак снимают керосином, бензином или денатурированным спиртом. После этого изделие насухо протирают и смазывают бескислотным жиром, чтобы не было ржавления.

При маркировке электрическим выжиганием применяют специальные аппараты, у которых имеются трансформатор, медная плита, куда ставят изделие, и вольфрамовый стержень — карандаш диаметром 1,3—3 мм, которым маркируют изделие. При контакте карандаша и изделия, установленного на плите, пропускают ток напряжением 5 в и силой 100 а. В месте контакта развивается температура не менее 1450°, и металл изделия становится мягким. Чтобы наметить маркировочные знаки, надо карандашом аккуратно выводить их на поверхности изделия.

Для маркировки калибра-пробки на его накатанной ручке делают одну или две продольные полоски, на которых и ставят те или иные маркировочные знаки.

Предельные калибры-пробки имеют два конца; один приемный — проходной обозначается знаками ПР, а другой — браковочный — знаками НЕ. Знаки ПР ставят на продольной полоске ручки у проходного конца калибра, а знаки НЕ — у браковочного. Предельный калибр-пробка для измерения отверстия размером $60 \frac{+0,4}{0}$ имеет на продольной полоске ручки у проходного конца калибра размер 60, а у браковочного 60,4. Нормальные калибры имеют на продольной полоске ручки только один номинальный размер отверстия, который ставят у соответствующей пробки.

При маркировке двусторонней предельной скобы, предназначенной для измерения валика размером $20 \frac{+0,05}{+0,02}$, необходимо поставить у проходной стороны скобы знаки ПР и размер 20,05, а у браковочной — знаки НЕ и размер 20,02.

Предельные листовые калибры для длин и высот маркируют аналогично.

При маркировке шаблонов и лекал ставят на видном месте, обычно посередине, номер чертежа, позиции и заказа.

10. БРАК, ЕГО ПРИЧИНЫ, МЕРЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И УСТРАНЕНИЯ

Если центры у калибра-пробки изготовлены неправильно, т. е. их конус не соответствует конусу центров шлифовального станка, имеют овал, а также забоины и задиры, то во время

шлифования калибр получится ограненным и овальным, что связано с оставлением большого припуска на его доводку.

При крупных стружках во время шлифования калибра на его поверхности могут появиться матовые пятна и царапины из-за отжига металла поверхности во время шлифования. Необходимо изменить режим шлифования за счет уменьшения подачи и глубины резания и усилить охлаждение калибра эмульсией.

При изготовлении скоб надо следить за тем, чтобы заготовки были правильно размечены и на обработку оставлены припуски согласно технологическому процессу.

При соединении нескольких заготовок в одну пачку необходимо наблюдать, чтобы заготовки не были смещены одна относительно другой, для чего их нужно предварительно выверить, скрепить струбцинками, а затем уже сверлить и склепывать.

Фрезерование губок является последней операцией перед термообработкой. Эта операция выполняется с соответствующим припуском и допуском на размер готовой скобы. Необходимо следить, чтобы после цементации и закалки изменения рабочего размера не выходили за пределы допустимых. В противном случае надо или увеличить припуск на фрезерование или же изменить метод термической обработки.

Для шлифования измерительных плоскостей необходимо, чтобы лапки скобы лежали плотно на суппорте станка и во время обработки не дрожали, иначе поверхности их будут с рисками. Деформация скобы при закаливании может сказаться по окончании шлифования: после снятия скобы со станка лапки займут первоначальное положение и измерительные плоскости не будут параллельны.

Если во время шлифования шпиндель станка бьет, то шлифовальный круг будет резать одним каким-либо боком и рабочая поверхность получится с глубокими и заметными для глаза рисками. Чтобы избежать брака, необходимо отрегулировать шпиндель и заправить круг алмазом; при заправке режущую кольцеобразную полосу круга, соприкасающуюся с лапкой скобы, делают шириной 0,5—1 мм. В результате шлифования поверхность получается зеркально чистой, с едва заметными рисками, кромки же лапок не будут завалены.

При шлифовании измерительных плоскостей надо следить за тем, чтобы на них получился равномерный штрих, а поверхности были перпендикулярны наружному срезу скобы. Достигается это автоматической подачей скобы в первом случае и правильной ее установкой на суппорте станка во втором.

При доводке калибров, шаблонов и лекал получается брак в случаях, если: 1) форма притира неправильная, 2) размеры притира неправильные, 3) поверхность притира имеет недостаточную чистоту и гладкость.

Неправильная форма изделия является следствием неправильной формы притира. Притиры довольно быстро изна-

шиваются, форму их можно проверять и исправлять на токарных, строгальных или других станках, а также доводкой. Во время работы изделие нужно перемещать по всей поверхности притира, чтобы он равномерно изнашивался.

Неправильные размеры изделия являются следствием неправильной и неточной формы притира, большого припуска на доводку, неправильной установки притира и изделия на нем, нагревания изделия во время обработки. При больших припусках притир изнашивается и теряет форму и размеры. Изделие надо устанавливать очень точно относительно притира, не перекашивать; во время работы равномерно нажимать на изделие или притир. Изделия во время доводки не должны нагреваться выше 50° ; как только изделие нагреется выше указанной температуры, работу надо прервать, чтобы оно могло остыть. Измерять изделие надо при 20°

Недостаточная чистота и гладкость обрабатываемой поверхности является следствием того, что абразив слишком крупен, а смазывающее вещество подобрано неправильно. При доводке хромированных калибров-пробок хром часто отстает слоями от калибра. Для устранения этого надо уменьшить скорость вращения калибра и ослабить зажим его притиром. Кроме того, необходимо правильно выбрать материал притира.

МЕХАНИЗАЦИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНО-ЛЕКАЛЬНЫХ РАБОТ

1. МЕХАНИЗАЦИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ РАБОТ

Механизация трудоемких работ предусматривает не только значительное повышение производительности труда рабочего, но и его облегчение.

Производительность при инструментальных работах может быть повышена за счет уменьшения машинного и вспомогательного времени, а также в результате ряда организационно-технических мероприятий.

Машинное время можно уменьшить применением скоростных режимов резания, совмещением переходов, одновременной обработкой нескольких изделий и т. д.

Вспомогательное время можно уменьшить за счет уменьшения времени установки и снятия изделия и режущих инструментов, за счет уменьшения времени на промеры и холостые ходы, за счет применения принципа непрерывной обработки, перекрытия вспомогательного времени машинным и т. д.

К числу организационно-технических мероприятий следует отнести рациональную организацию рабочего места, рациональную систему подноски заготовок и режущего инструмента к рабочему месту, организацию принудительной заточки инструмента, многостаночное обслуживание, совмещение профессий, профилактический осмотр и ремонт оборудования.

Основными средствами механизации являются специальные станки, благодаря которым значительно сокращается машинное и вспомогательное время.

Ленточная пила применяется в инструментальном деле для вырезания фасонных наружных и внутренних контуров (рис. 125).

Внешний вид ленточной пилы показан на рис. 126.

Устройство ленточной пилы видно из рис. 127. Пильная лента 14 шириной до 25 мм и толщиной 0,3—0,5 мм обычно из углеродистой или низколегированной стали натянута на двух шкивах, из которых нижний шкив 10 является ведущим. Верхний шкив 15 может наклоняться на некоторый угол при установке пильной ленты на шкивах, а также перемещаться в вертикаль-

192

ном направлении с помощью маховичка 16 для ее натяжения. Пильная лента направляется во время работы с обеих сторон круглыми упорами 18, расположенными на роликовых подшипниках. Она приводится в движение со скоростью 18—100 м/мин электродвигателем 2 (мощностью 0,4 квт при 1425 об/мин) через

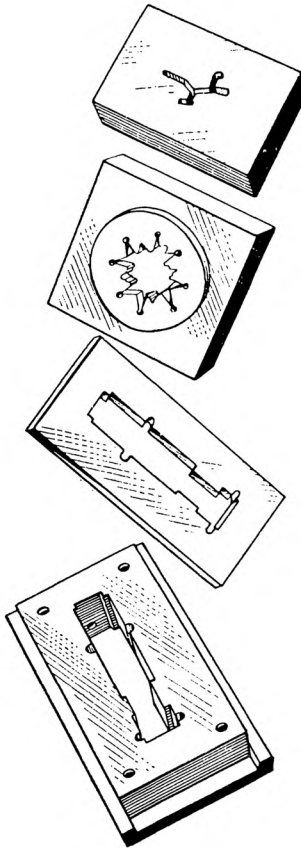


Рис. 125. Образцы изделий, обрабатываемых ленточной пилой

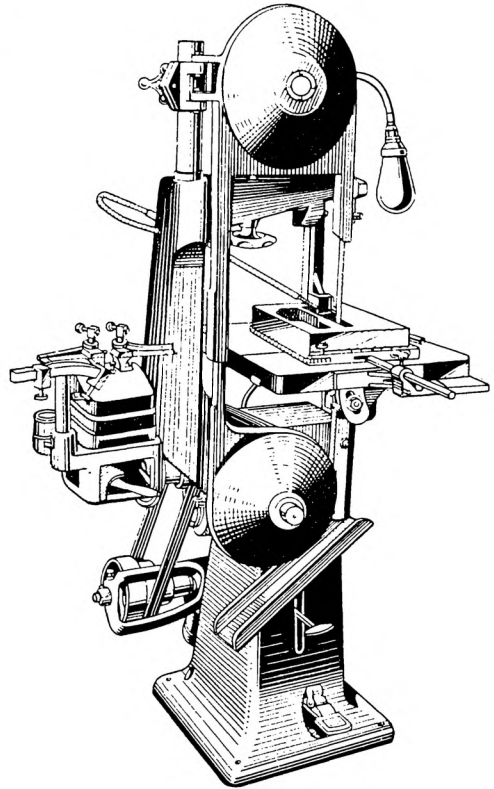


Рис. 126. Ленточная пила

коробку скоростей 4, представляющую собой бесступенчатый вариатор с раздвижными конусными шкивами 6 и 20.

Стол 11 коробчатой формы в процессе резания остается неподвижным. На столе расположена линейка 17 для правильной установки изделия при разрезании. Подача изделия во время разрезания обычно колеблется от 25 до 320 мм/мин и производится с помощью цепи 19, троса 21 и груза 1, регулируемого

автоматически или с помощью переставной гайки 12 и ходового винта 13 вручную. Механизм подачи включается и выключается педалью 5.

Для разрезания под углом применяются специальные приспособления.

Стружка сдувается со стола воздухом, который подается к месту разрезания воздушным насосом 3 через сопло.

Перед вырезанием внутреннего контура внутри него сверлится отверстие, в которое затем вводится конец распаянной пильной ленты. После этого оба конца ленты соединяются и спаиваются при помощи специального приспособления 9 для электропайки концов пилы.

Концы пильной ленты до паяния и после него зачищаются шлифовальным кругом 8, закрепленным на валике электродвигателя 7

Ленточные пилы дают достаточно высокую точность и производительность при малой ширине пропила (0,8—1 мм). Недостатком их является небольшая продолжительность службы пильных лент (не более 15 час. работы).

При разрезании твердого металла ленточными пилами со скоростями от 900 до 4600 м/мин в месте реза развивается такое количество тепла, которого вполне достаточно, чтобы размягчить металл и облегчить его удаление. Зубья пильной ленты соприкасаются с обрабатываемым изделием лишь в течение очень коротких промежутков времени, поэтому сама лента остается холодной даже без охлаждения.

Так как удаление металла происходит за счет трения между пильной лентой и размягченным металлом, твердость ленты не играет существенной роли для производительности процесса, а применение пильных лент с притупленными зубьями оказывается даже более выгодным, чем с острыми.

Чтобы уменьшить поломку пильных лент, целесообразно применять более мягкие полотна:

Шлифовально-отрезной станок (рис. 128) предназначен преимущественно для разрезания твердых сплавов, закаленных и твердых металлов. Станок состоит из станины 1, шлифовального круга 3, закрытого кожухом и приводимого во вращение электродвигателем 6, качающегося рукава 5, на котором расположены шлифовальный круг и электродвигатель, тисков 2 для закрепления разрезаемых изделий, ограничителя 4 для установки дуги качания шлифовального круга и упора 7 с буферной пружиной 8.

Диаметр шлифовальных кругов на вулканитовой связке обычно колеблется от 250 до 400 мм, скорость вращения круга от 60 до 80 м/сек, мощность электродвигателя от 1 до 6 квт. При разрезании дается охлаждение от 10 до 15 л/мин.

Производительность станка характеризуется следующими данными: продолжительность разрезания прутка инструмен-

тальной стали диаметром 25 мм равна 2—3 сек., а сверла диаметром 12 мм — около 0,6—0,8 сек.

Опиловочно-зачистной станок ОЗС Московского станко-инструментального института предназначен для опилования деталей круглыми и плоскими напильниками, шабрения, фрезерования, шлифования и полирования. На рис. 129, а представлена схема этого станка.

Станок установлен на роликах 1. Режущие инструменты его получают рабочее движение от гибкого вала, который присоединяется к поводковой втулке 7 и вращается со скоростями 761, 1493, 2319, 3604 об/мин.

Втулка связана с четырехступенчатым шкивом 8, сидящим на шарикоподшипниках на коленчатом валике 11. Правый конец валика находится в отверстии кронштейна 10. С помощью рукоятки 12 можно вращать коленчатый валик и тем самым отодвигать или приближать ведомый шкив 8 к ведущему шкиву 6, расположенному на валу электродвигателя 15. Это делается для натяжения или ослабления клиновидного ремня при перемещении его с одной ступени на другую.

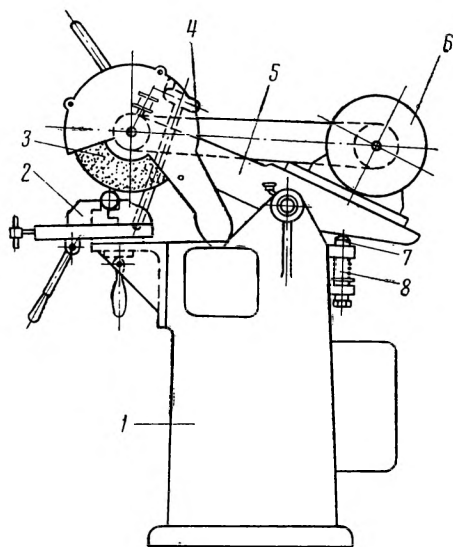


Рис. 128. Шлифовально-отрезной станок

Электродвигатель 15, расположенный в нижней части головки станка, подвешен вместе с ней на горизонтальной оси, закрепленной в вилке 5 при помощи болтов 16. Мощность электродвигателя 0,52 квт при 1405 об/мин. Вилка 5 прикреплена к вертикальной круглой стойке 4, которая может вращаться в гнезде основания 2.

Благодаря такой конструкции головка станка может вращаться как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях, причем поворот ее в вертикальной плоскости ограничен штифтами 13, 14.

На станке имеется корытообразный столик 3 для инструмента и материалов, необходимых в работе. К подвеске 9 может быть прикреплен ускоритель (на рисунке не показан), с помощью которого числа оборотов гибкого вала увеличиваются в 3,875 раза, т. е. вал при ускорителе будет иметь 2925, 5812, 9036 и 13950 об/мин.

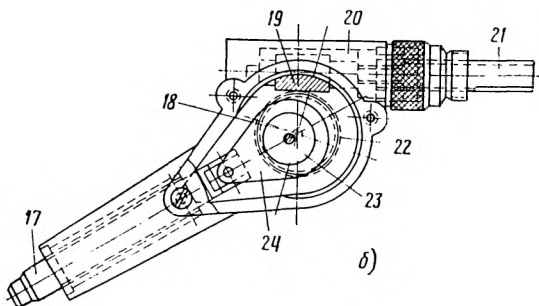
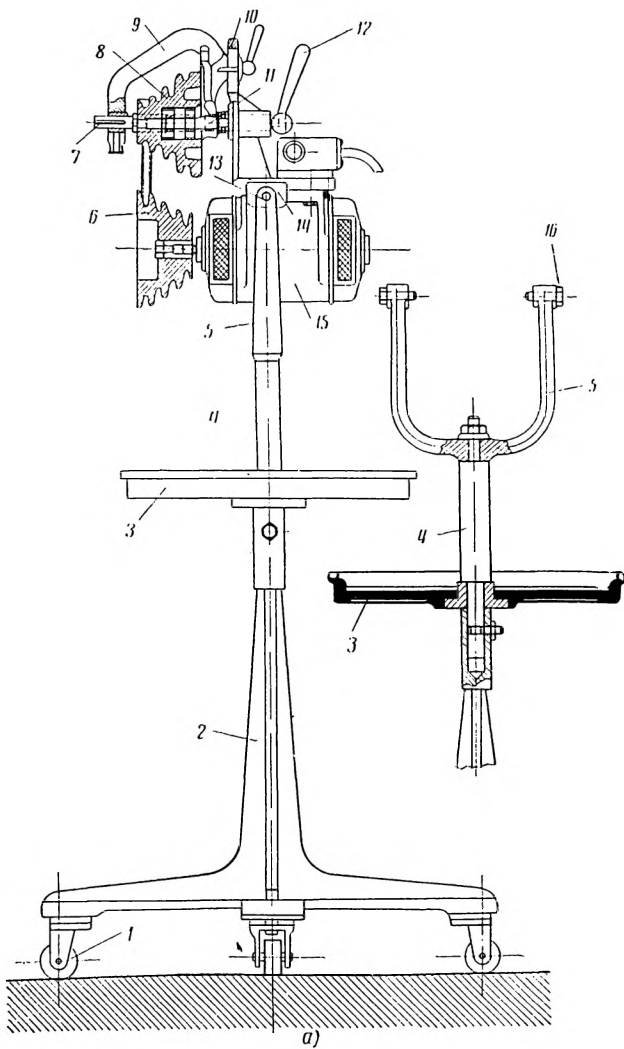


Рис. 129. Опиловочно-зачистной станок ОЗС (а) и пистолет к нему (б)

Опиловочно-зачистные станки удобны тем, что на них можно выпиливать фигурные профили в штампах для горячей штамповки и гибки. Они незаменимы при изготовлении металлических моделей и различных пресс-форм.

Если работают круглыми напильниками, фрезой, шлифовальным или полировальным кругом, режущий инструмент присоединяют непосредственно к гибкому валу, диаметр которого 8 мм, длина 1330 мм. Если же применяется плоский напильник или шабер, т. е. инструмент с прямолинейным возвратно-поступательным рабочим движением, режущий инструмент присоединяют к гибкому валу при помощи «пистолета» (рис. 129, б), который преобразует вращательное движение в прямолинейное возвратно-поступательное.

Корпус «пистолета» делается из алюминия. Внутри корпуса помещается винтовая зубчатая передача 19, 20, 21, 22 и кривошипный механизм 18, 23, 24. Зубчатое колесо 19 — винтовое и приводится во вращение гибким валом. Эксцентриковый палец кривошипа может перемещаться в радиальном направлении от нуля до 25 мм, в зависимости от выполняемой работы. Ролик 23 перемещается вместе с пальцем и охватывается хомутиком 24, удлиненный конец которого соединен шарнирно с плунжером 17. В плунжере закрепляется с помощью контргайки хвост напильника или шабера.

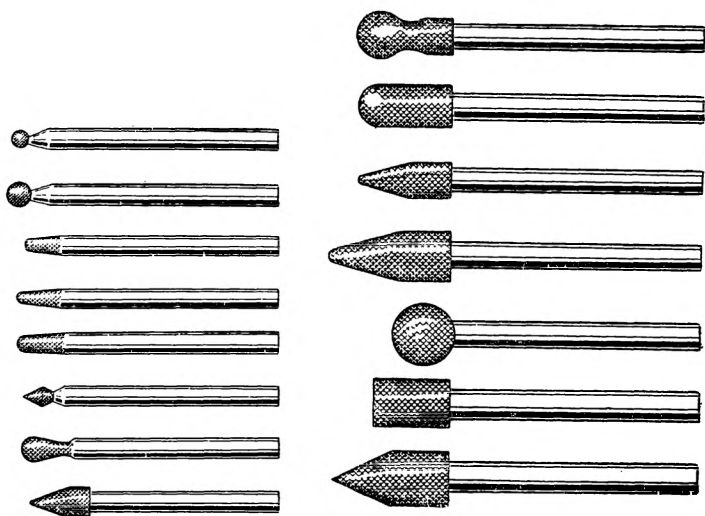
Применяемые для работы напильники представляют собой тела вращения различной формы (рис. 130, а). Диаметры напильников колеблются в пределах от 6 до 24 мм, а длина без хвостовиков — от 5 до 35 мм, с хвостовиками — от 50 до 70 мм. С помощью вращающихся напильников можно удалять заусеницы, зачищать неровности у обработанных поверхностей, осуществлять дополнительную обработку различных фасонных поверхностей и т. п. (рис. 130, б).

Кроме напильников, для обработки на опиловочно-зачистных станках применяется специальный шлифовальный и полировальный инструмент, показанный на рис. 131.

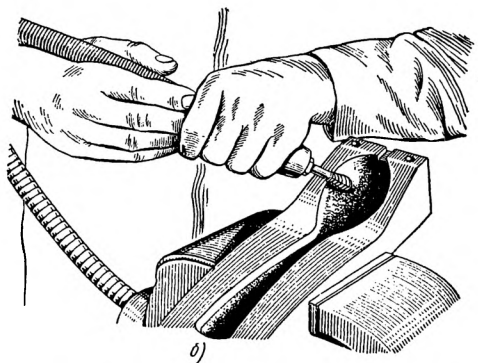
Опиловочный станок завода «Коммунар» применяется для опиловочных и распиловочных работ. При работе на станке используются напильники, пилы и наждачные бруски.

На рис. 132 представлена кинематическая схема станка, а на рис. 133 — схема устройства для поворота рабочего стола этого станка.

Режущий инструмент станка закрепляется в зажимах 19 и 23. Верхний зажим расположен в кронштейне 18, который, в зависимости от длины напильника и ножовки, можно устанавливать на разной высоте, перемещая по штанге 16, закрепленной болтом 17. Если с помощью педали 31 включить зубчатое колесо 9, свободно сидящее на валу шкива 1, то штанга 16, кронштейны 18 и 15, зажимы 19 и 23 с режущим инструментом будут совершать возвратно-поступательное движение при помощи пол-



a)



b)

Рис. 130. Опиливание напильниками:
 а — форма напильников, б — работа напильниками

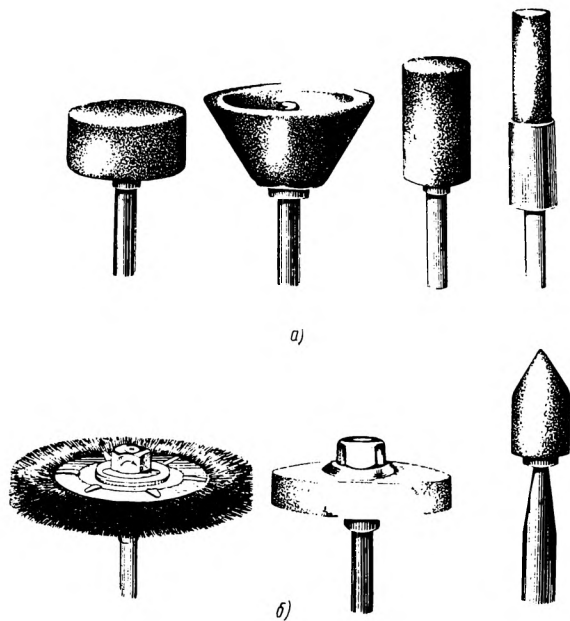


Рис. 131. Шлифовальный (а) и полировальный (б) инструмент

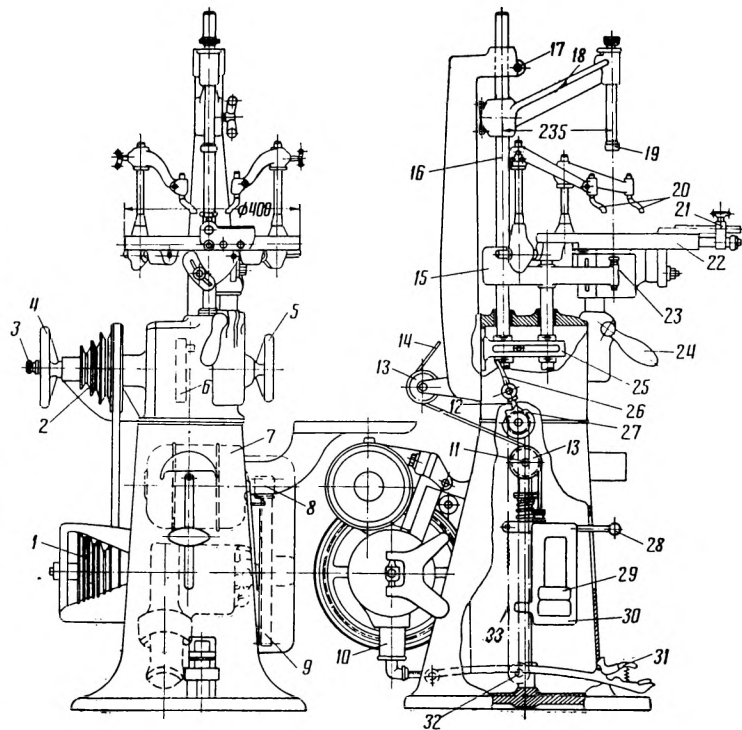


Рис. 132. Кинематическая схема опилочного станка завода «Коммунар»

зушки 25 и кривошипного диска 6, который приводится во вращение электродвигателем 7 мощностью 0,5 квт через зубчатые колеса 8, 9 и ременную передачу 1, 2.

В зависимости от положения ремня на шкивах 1 и 2 кривошипный диск 6, штанга 16 и режущий инструмент имеют четыре скорости. Режущий инструмент делает 65, 100, 150 и 220 двойных ходов в минуту.

Длина хода штанги и режущего инструмента регулируется изменением радиуса кривошипа диска 6. Кривошипный палец связан с рейкой, которая находится в постоянном зацеплении с зубчатым колесом, закрепленным на валике, проходящем через центральное отверстие в шкиве 2. Если освободить с помощью гайки 3 фрикцион, связывающий валик зубчатого колеса со шкивом 2, то при вращении валика за маховичок 4 рейка и кривошипный палец начнут перемещаться в радиальном направлении по диску 6 и радиус кривошипа будет изменяться. Наибольший радиус кривошипа 60 мм, следовательно, наибольший ход режущего инструмента 120 мм.

Управление электродвигателем кнопочное — обычное.

Рабочий стол 22 можно перемещать по высоте с помощью маховичка 5 и закреплять в нужном положении рукояткой 24, а также наклонять вокруг горизонтальных взаимно-перпендикулярных осей I и II (рис. 133) на угол $+15^\circ$; для этого необходимо отвернуть барашковую гайку 34 или 35 и после наклона стола закрепить ее. Устанавливаемое на столе обрабатываемое изделие закрепляется прижимом 21.

Автоматическая непрерывная подача режущего инструмента при рабочем движении в обоих направлениях осуществляется специальным механизмом, который состоит из ремня, охватывающего обрабатываемое изделие, цепочки 14 (рис. 132), связанной с ремнем и направляемой роликами 13, и груза 30 в виде рамки для разновесов, которыми регулируют усилие подачи.

Беспрерывной подачей, как правило, пользуются при работе напильниками.

При работе станка с ножовочным полотном применяется периодическая подача обрабатываемого изделия. Для периодической подачи изделия на станке имеется устройство, состоящее из следующих частей: эксцентрика, расположенного на одном валу со шкивом 2; двуплечего рычага, закрепленного на одном

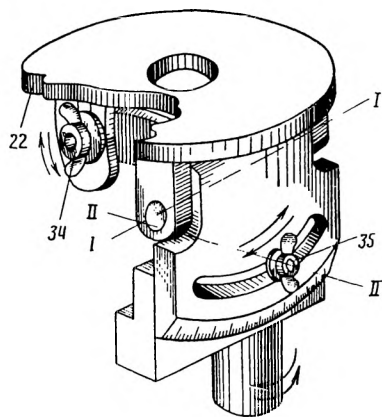


Рис. 133. Устройство для поворота стола

валике с рукояткой 26 и имеющего на верхнем конце ролик для качения по эксцентрику, а на нижнем собачку 12 с пружиной; храпового колеса 27; цепного колеса 11; цепи 33 и цепного колеса 32.

Рукоятка 26 сидит свободно на валике и ограничивает повороты валика с двуплечим рычагом в той или иной степени, в зависимости от ее положения. Если эта рукоятка поставлена в положение, при котором эксцентрик будет выводить и вводить собачку в храповое колесо, то цепное колесо 11 сможет при каждом двойном ходе ножовки поворачиваться на один зуб храпового колеса под влиянием груза 30, соединенного с цепью 33. Таким образом, за каждый двойной ход ножовки груз 30 с разновесами 29 будет опускаться на величину, соответствующую ходу одного зуба храпового колеса и являющуюся подачей изделия, так как груз связан с изделием цепочкой 14 через ролики 13. Ручной подъем груза производится при помощи рукоятки 28.

При постановке рукоятки 26 в положение, при котором эксцентрик не касается ролика двуплечего рычага, а собачка находится между зубьями храпового колеса, автоматической подачи осуществить нельзя и изделие подается вручную. Если же рукоятка 26 поставлена в положение, при котором эксцентрик не касается ролика двуплечего рычага и собачка не находится между зубьями храпового колеса, то происходит непрерывная подача изделия, так как препятствовать перемещению груза ничто не будет.

Изделие удерживается от подъема при ходе инструмента вверх с помощью держателей 20.

Для сдувания опилок с поверхности обрабатываемых изделий станок снабжен воздушным насосом 10.

Опиловочным инструментом для работы на станке служат напильники самых разнообразных профилей (рис. 134, а). При черновой обработке, т. е. при работе, не требующей большой точности и большого нажима (например опилование матриц), обычно пользуются брусковыми машинными напильниками (рис. 134, б), закрепляющимися в нижнем зажимном приспособлении. Такие напильники называются «свободно стоящими».

Напильники больших размеров с крупной насечкой имеют обычно один хвост и конусный отросток или центр, с помощью которого их устанавливают в конусное углубление нижнего зажима. Мелкие напильники, применяемые для окончательной обработки изделий, изготовляют с двумя хвостами, которыми они закрепляются в верхнем и нижнем зажимах. При таком закреплении имеется возможность натянуть напильник, что делает его более долговечным и исключает прогиб, т. е. делает работу напильника более точной.

Станок для обработки отверстий различной формы с помощью ультразвука представлен на рис. 135, а.

Под торцовую поверхность рабочего инструмента 1 (рис. 135, б), совершающего возвратно-поступательные движе-

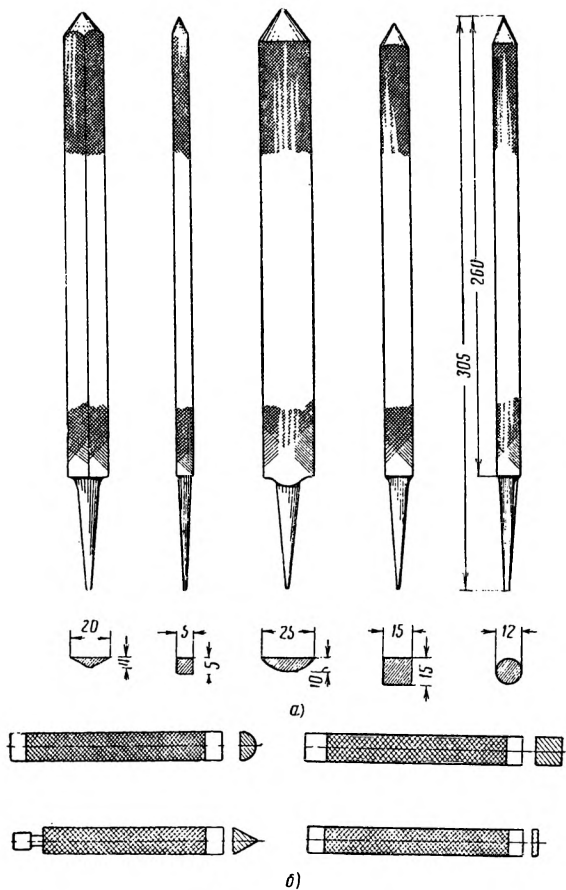


Рис. 134. Напильники для опилочного станка (а),
брусковые машинные напильники (б)

ния с частотой 20—25 гц, т. е. ультразвуковых колебаний, непрерывно подается вода или масло с взвешенным абразивом 2 (карбид бора, карбид кремния, окись алюминия).

Под воздействием колеблющегося инструмента абразивные зерна ударяются об обрабатываемое изделие 3 и, отскакивая от него, уносят с собой частицы этого изделия. В результате получается выемка или отверстие с очертаниями, подобными очертанию рабочего инструмента.

Установка для механической обработки с помощью ультразвуковых колебаний состоит из высокочастотного генератора для воспроизведения электрических колебаний, станины, головки с ультразвуковым вибратором для преобразования электрических колебаний в механические, координатного стола для

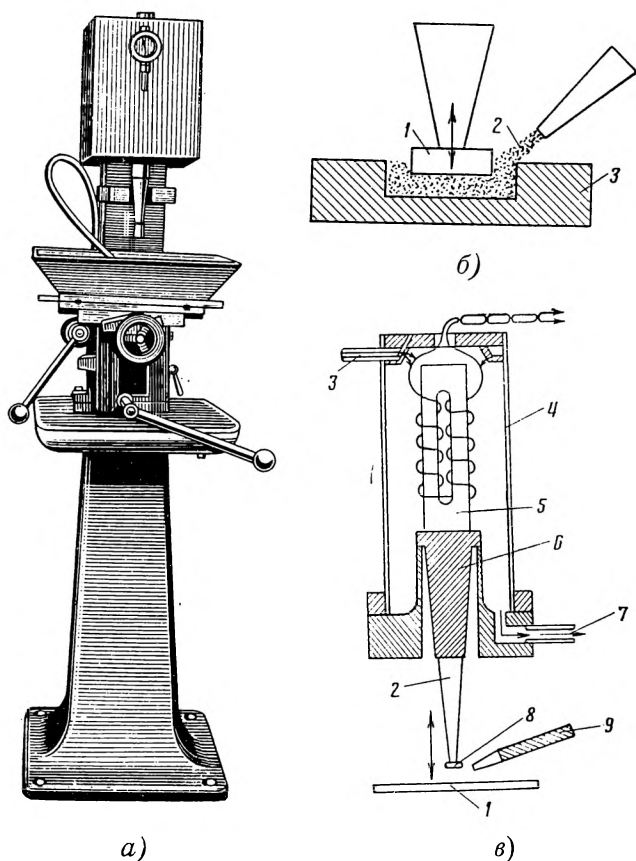


Рис. 135. Станок для обработки отверстий с помощью ультразвука:
 а — внешний вид, б — схема обработки, в — головка с вибратором

крепления обрабатываемого изделия и насоса для подачи жидкости с взвешенным абразивом.

Головка 4 (рис. 135, в) вместе с вибратором может перемещаться в вертикальном направлении при помощи регулируемой пружины, противовеса и т. п. Это перемещение используется для надлежащего контакта между инструментом и изделием. При слишком большом прижиме инструмента к изделию происходит затухание колебаний инструмента, т. е. прекращение обработки изделия.

Вибратор состоит из магнито-стриктора 5, концентратора 6 и державки 2 для инструмента 8. Подача абразива производится по трубке 9.

Инструмент из стали 45, 15 или меди имеет очертания, точно соответствующие профилю обрабатываемого изделия 1.

Во время работы установки из-за магнитных и механических потерь выделяется большое количество тепла и поэтому магнито-стриктор охлаждается водой, входящей в трубку 3 и выходящей из трубки 7.

Механическая обработка при помощи ультразвуковых колебаний обычно применяется при изготовлении отверстий в очень хрупких материалах, например в твердых сплавах. Износ инструмента зависит от твердости обрабатываемого материала. При обработке твердых сплавов отношение глубины выемки к величине износа инструмента равно 10 1.

Точность и чистота обработанной поверхности зависят в первую очередь от величины зерен абразива, а также от точности изготовления станка и инструмента. Максимальная чистота обработанной поверхности соответствует 9-му классу ГОСТ 2789—51.

Фасонно-строгальный станок (рис. 136 и 137) предназначен для обработки пуансонов и других фасонных деталей сложной формы.

Станина 1 фасонно-строгального станка отлита из чугуна и имеет форму коробки, в которой размещены электропривод и механизмы резового мостика 4 и рабочего стола 8.

На верхней передней стенке станины крепятся стойки с двумя круглыми направляющими 5 для вертикального перемещения резового мостика. На передней стенке станины находятся горизонтальные плоские направляющие 2 для продольных перемещений рабочего стола 8 с делительной головкой 10.

Поворотный резовый мостик 4 своими цапфами установлен в горизонтальных подшипниках ползунов 11 и вместе с рецом может поворачиваться под углом от 50 до 88° при помощи тяги, шарнирно связанной с мостиком 4. Ползуны 11 перемещаются по направляющим 5 при помощи рычагов 12.

Длина хода резового мостика от 40 до 100 мм.

Рабочий стол 8, изготовленный в форме угольника, имеет вертикальную рабочую площадь 350×260 мм и расположен на горизонтальных прямоугольных направляющих кронштейна 3. С помощью ходового винта стол перемещается в поперечном направлении на величину до 200 мм. Перемещение можно отсчитывать по лимбу с точностью до 0,02 мм. Поперечными перемещениями пользуются для установки обрабатываемого изделия на глубину строгания.

Деталь устанавливают на боковой рабочей поверхности углового стола или на круглом столе делительной головки.

При обработке сложных профилей (рис. 138) на фасонно-

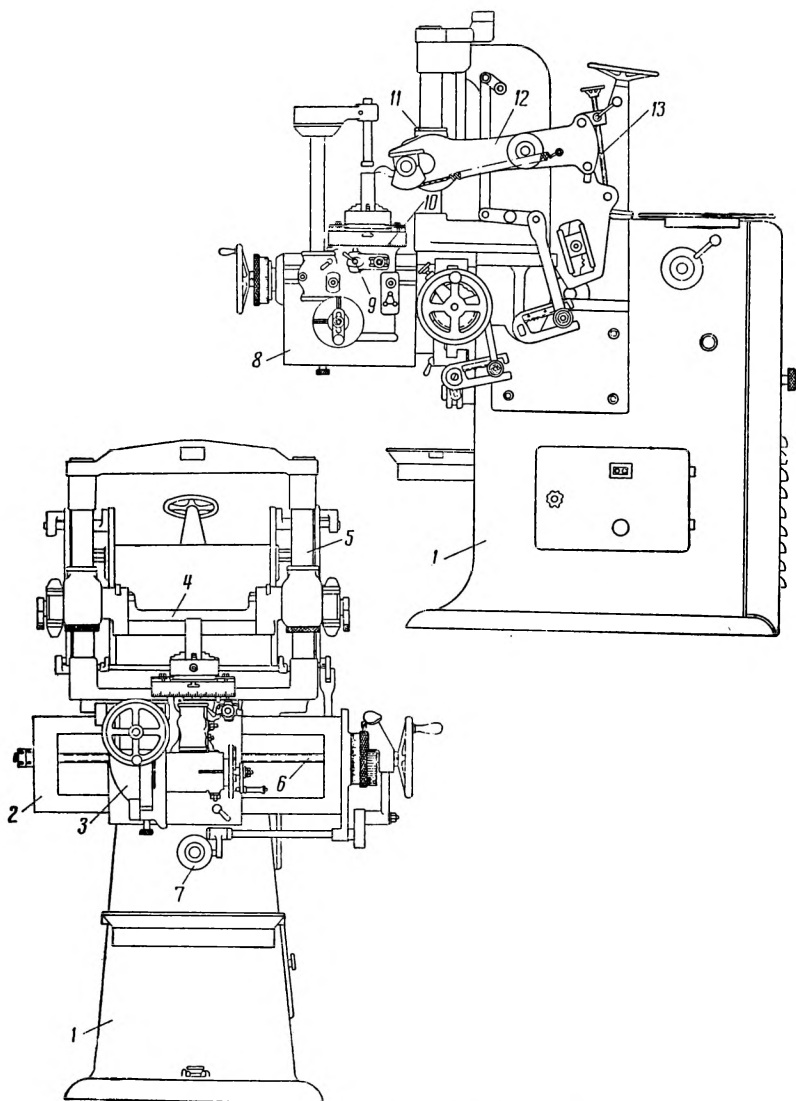


Рис. 136. Фасонно-строгальный станок

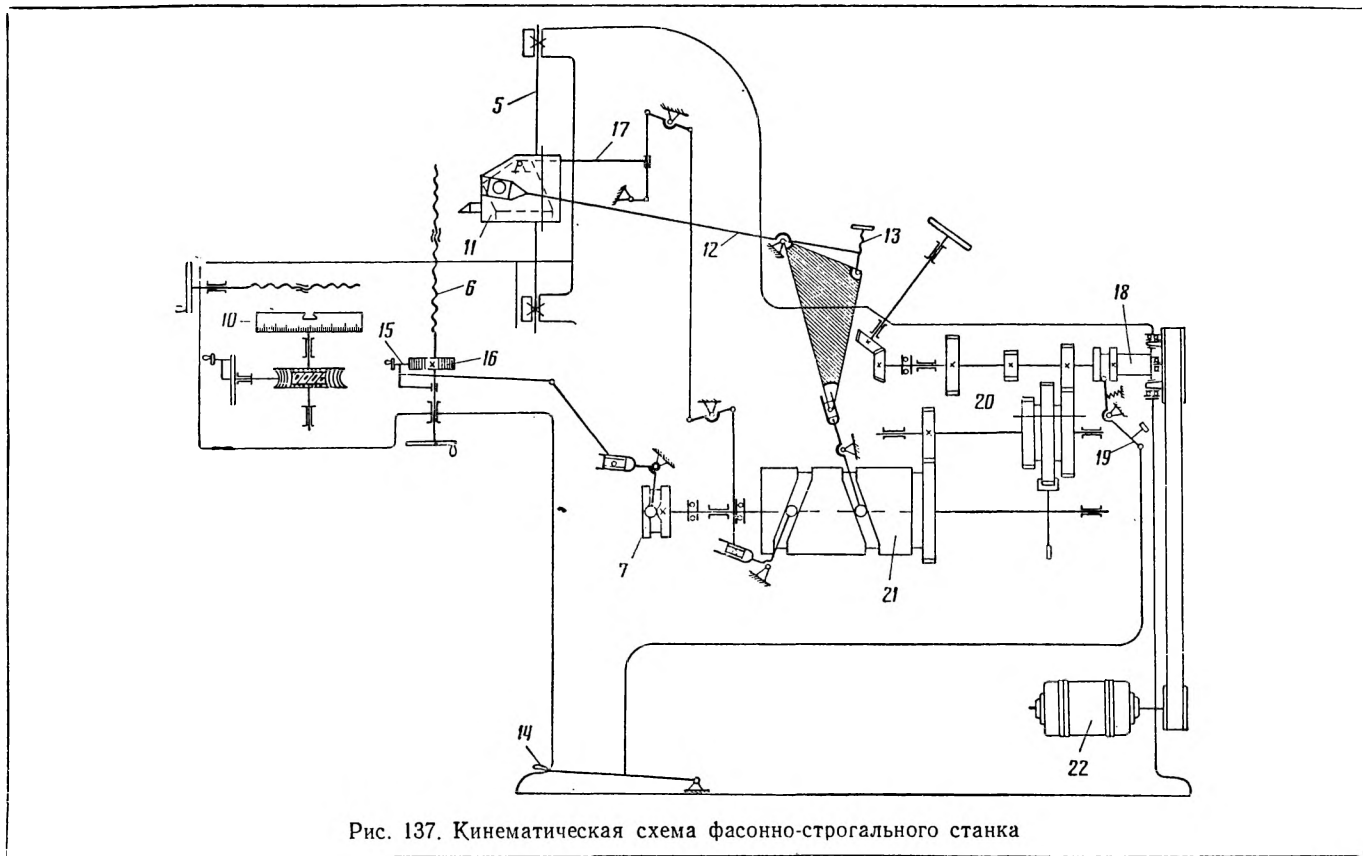


Рис. 137. Кинематическая схема фасонно-строгального станка

строгальном станке резец *1* совершает возвратно-поступательное вертикальное движение и, кроме того, поворачивается вокруг оси *2* перед концом хода вниз, что дает ему возможность обрабатывать деталь *3* у основания по радиусу, равному расстоянию между вершиной резца и осью *2*.

Обрабатываемая деталь закрепляется на столе и может перемещаться в продольном и поперечном направлениях на салазках *4* и *б*, а также поворачиваться вместе с круглым делительным столом *5* вокруг вертикальной оси.

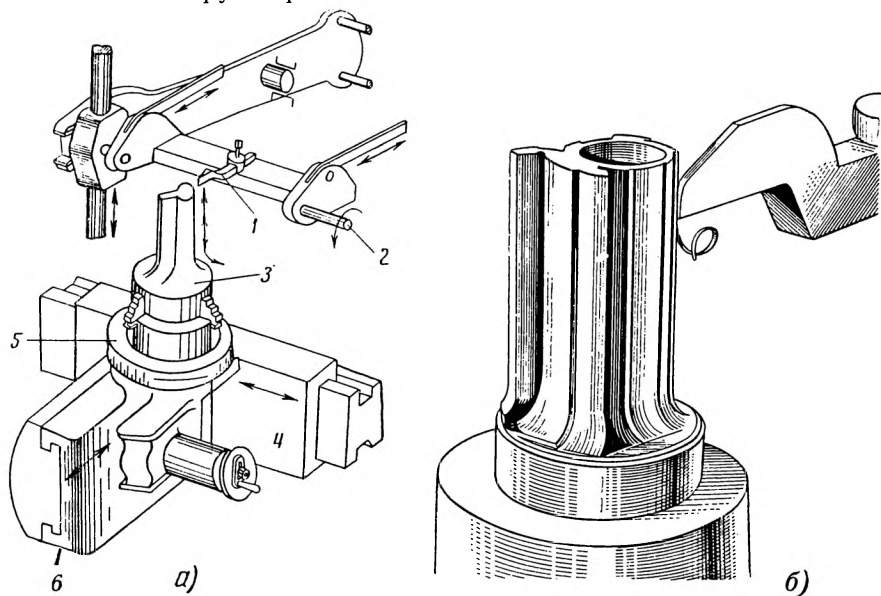


Рис. 138. Схема обработки детали сложного профиля на фасонно-строгальном станке (*а*), обрабатываемая деталь и резец в процессе обработки (*б*)

Непосредственное деление (рис. 136, 137) производится при помощи шкалы, расположенной внизу на цилиндрической поверхности круглого стола, и нониуса, расположенного ниже шкалы спереди делительной головки. С помощью нониуса можно вести отсчеты с точностью до $2'$. Для фиксирования стола в нужном положении при повороте его на любой угол имеется фиксатор *9*, который перемещается в горизонтальном направлении в ту или другую сторону и закрепляется маховичком. Стол можно перемещать вручную или автоматически. Перемещение стола выполняется с помощью ходового винта *б* на величину до 350 мм и отсчитывается по лимбу с точностью до $0,02\text{ мм}$.

Электродвигатель *22* расположен внутри станины и крепится на специальных салазках, которые можно перемещать в вертикальном направлении для натяжения ремня. Мощность электродвигателя $0,75\text{ кВт}$ при 940 об/мин .

От вала двигателя через шкивы передается движение с помощью плоского прорезиненного ремня валу коробки скоростей.

Коробка скоростей 20 расположена внутри станины и приводится в движение от шкива с помощью муфты 18, которая включается и выключается рычагом 19 при нажиге ногой на педаль 14.

Педаль сконструирована так, что при первом нажатии происходит включение муфты, при втором — выключение.

Коробка скоростей передает вращение кулачковому барабану 21. При одной скорости электродвигателя кулачковый барабан будет иметь три различные скорости.

На кулачковом барабане имеется две кривые, из которых правая служит для прямолинейного возвратно-поступательного главного движения резцового мостика, а левая — для поворота резцового мостика с резцом вокруг его горизонтальной оси.

Механизм главного движения резцового мостика состоит из конусного пальца, который скользит по правой кривой кулачкового барабана, и системы рычагов (рис. 137), которые поднимают или опускают резцовый мостик с резцом. Если вращать винт 13, то поднимаются или опускаются, в зависимости от направления вращения винта, правые плечи рычагов 12, т. е. резцовый мостик с резцом могут быть установлены на различной высоте от рабочего стола.

Механизм поворота резцового мостика состоит из конусного пальца (рис. 137), который скользит по левой кривой кулачкового барабана, и системы рычагов. В результате одновременных колебательных движений рычагов тяги 17 совершают осевые возвратно-поступательные движения, поворачивают резцовый мостик вокруг оси, проходящей через его цапфы, и при помощи пружин возвращают мостик в исходное положение.

Кулачковый барабан 7 (рис. 137), осуществляющий продольную подачу стола, закреплен на левом конце вала и с помощью системы рычагов передает качательное движение собачке 15, действующей на храповое колесо 16, связанное с ходовым винтом 6, сообщающим автоматическую подачу столу в обоих направлениях. При шаге ходового винта 6, равном 3 мм, и при 100 зубьях храпового колеса продольная подача стола будет находиться в пределах от 0,03 до 0,18 мм/дв. х.

При работе на фасонно-строгальном станке в качестве режущего инструмента применяются обыкновенные строгальные резцы (рис. 139, а). Резец или державку с резцом крепят к резцовому мостику 2 (рис. 139, б) двумя болтами 1. Так как резцовый мостик поворачивается вокруг оси, совпадающей с осями его цапф, то и режущая кромка резца также поворачивается вокруг этой же оси.

Продольным перемещением резца можно добиться такого положения, при котором режущая кромка резца совпадет с осью

резцового мостика или выдвинется относительно оси на ту или иную величину.

Радиус поворота резца вокруг оси резцового мостика определяют с помощью шаблона 3, стержень которого расположен на шпонке в колодке 4 с уступом и может перемещаться в продольном направлении.

На стержне имеется 30 делений (в миллиметрах), а на колодке — риска. Колодка устанавливается на резцовом мостике так, как показано на рис. 139, б.

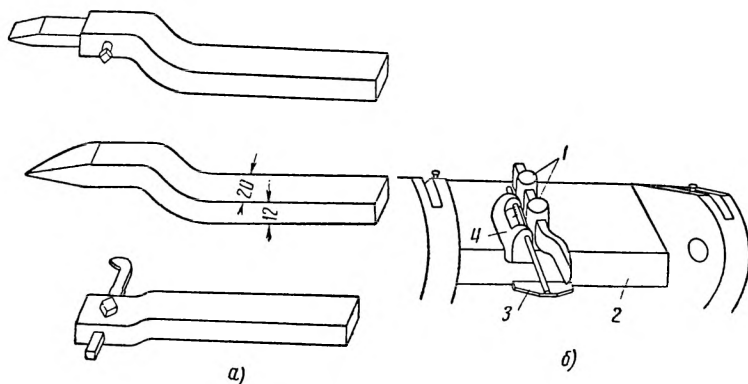


Рис. 139. Резцы, применяемые для работы на фасонно-строгальном станке (а), схема установки резца на резцовом мостике (б).

Режущая кромка не должна быть выше верхней плоскости шаблона, иначе она расположится выше оси резцового мостика и точность обработки будет нарушена.

Для установки обрабатываемого изделия на круглом столе, когда требуется обработать цилиндрические поверхности определенных радиусов, пользуются набором круглых калибров, которые вставляют по мере надобности в оправку, а оправку с калибром в отверстие кронштейна.

Обрабатываемое изделие 1 (рис. 140, б) устанавливается в патроне на круглом столе делительной головки так, чтобы контур круглого калибра 2 совпал с обрабатываемым контуром изделия. После этого патрон с изделием крепят к столу.

Чтобы подвести намеченный обрабатываемый контур к резцу, сначала подводят круглый калибр до соприкосновения с резцом, а затем, зная диаметр установленного калибра, перемещают делительную головку, вращая маховичок до тех пор, пока она не пройдет расстояние, равное диаметру калибра 2. Если же контур намечен, его подводят сразу к резцу. После этого вращают делительную головку и обрабатывают контур изделия.

При переходе к строганию цилиндрической поверхности другого радиуса патрон с обрабатываемым изделием снимают со

стола и устанавливают с помощью другого калибра аналогично вышеизложенному.

Наибольший диаметр имеющихся при станке калибров равен 30 мм.

В случае строгания цилиндрических поверхностей большого радиуса необходимо изготовить новые калибры.

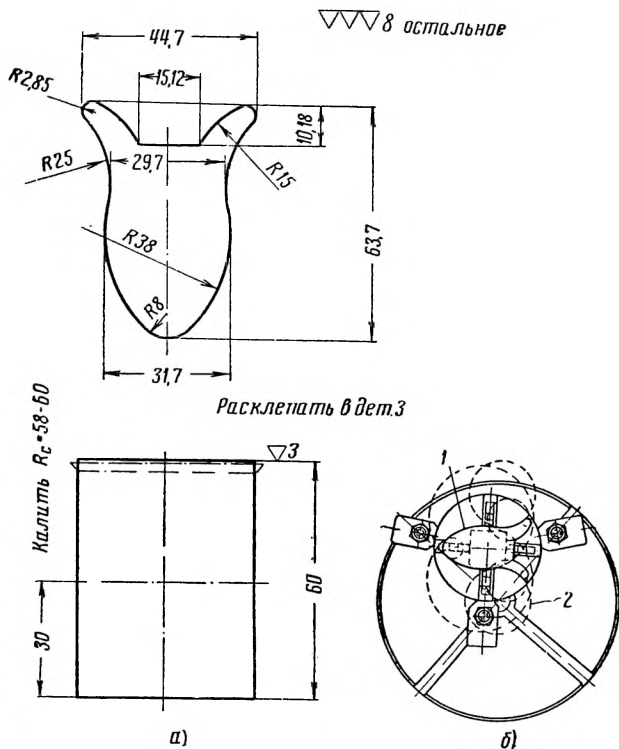


Рис. 140. Деталь сложного профиля (а), схема установки и обработки детали на круглом столе (б)

Благодаря наличию у резца качательного движения можно строгать самые разнообразные профили как одного сечения, так и с фланцами.

Режимы обработки различных металлов указаны в табл. 26.

Подачи при черновой обработке колеблются от 0,06 до 3 мм/дв. х, а при чистовой от 0,01 до 0,09 мм/дв. х; точность обработки +0,02 мм, а качество поверхности близко к ∇∇∇8. При указанной точности и чистоте поверхности можно обойтись без опиливания изделий или свести его к минимуму.

После каждой настройки, во избежание поломки станка, необходимо повернуть станок вручную маховичком (рис. 137).

Режимы обработки металлов

Предел прочности σ_B кг/мм ²	$n \frac{\text{дв. х}}{\text{мин}}$	$s \frac{\text{мм}}{\text{дв. х}}$	t мм
	Черновая обработка		
До 60	70	0,13	до 3
60—90	54	0,09	до 3
90	40	0,09	до 3
	Чистовая обработка		
до 90	70	0,03	0,02

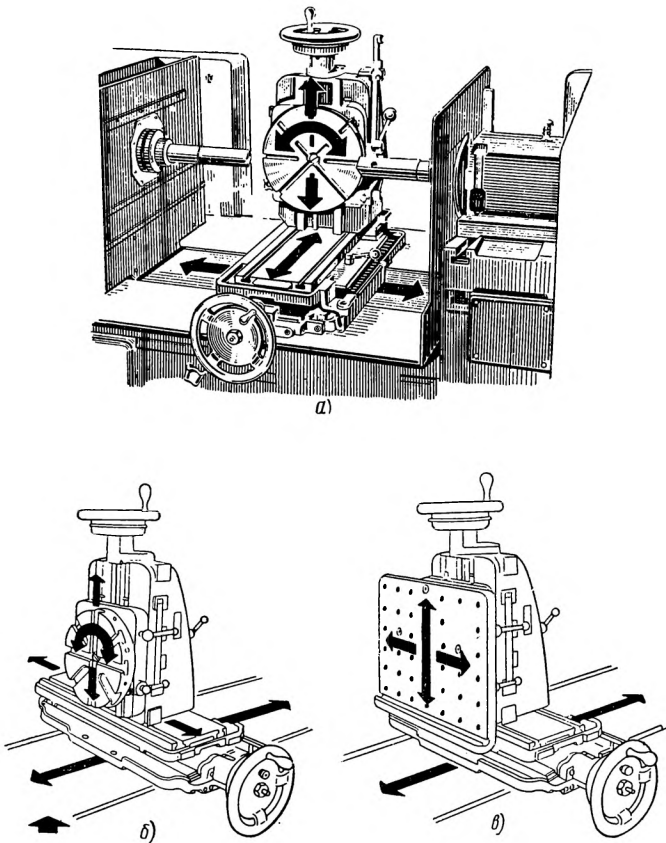


Рис. 141. Специальный суппорт к токарному станку:
 а — общий вид, б — суппорт с круглой планшайбой, в — суппорт с прямоугольной планшайбой

Приспособления. На рис. 141 представлен специальный суппорт для закрепления изделия (рис. 141, *а*), который легко установить на любом токарном станке. Суппорт может быть снабжен круглой (рис. 141, *б*) или прямоугольной (рис. 141, *в*) планшайбой. Ось планшайбы располагается по линии центров станка или перпендикулярно этой линии. Круглую планшайбу можно вращать вокруг ее оси, а весь суппорт перемещать в трех взаимно-перпендикулярных направлениях.

На рис. 142, *а* показана магнитная державка для закрепления индикатора, который используется, например, для проверки правильности установки обрабатываемого изделия на рабочем столе строгального станка (рис. 142, *б*).

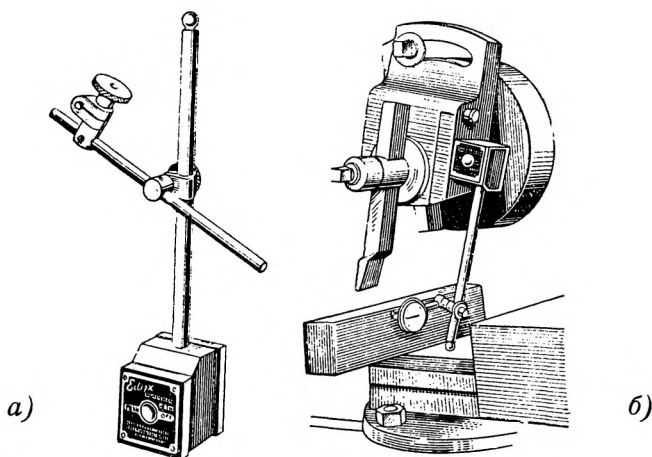


Рис. 142. Магнитная державка для закрепления индикатора:

а — общий вид, *б* — схема установки

На рис. 143 показан делительный аппарат с тремя рабочими шпинделями, установленный на универсально-фрезерном станке. Одновременно фрезеруются канавки у трех метчиков, благодаря чему машинное время уменьшается в три раза и значительно сокращается вспомогательное время.

На рис. 144 показаны тиски для шлифовальных станков, с помощью которых можно быстро устанавливать затачиваемые инструменты под различными углами к горизонтальной и вертикальной плоскостям.

На рис. 145 представлена электромагнитная синусная линейка с двойной установкой. Конструкция приспособления позволяет производить шлифовку с большей точностью, чем при обработке с помощью специальных призм, обычных призм и обычной электромагнитной плитки. Меняя эталонные измерительные плитки 1

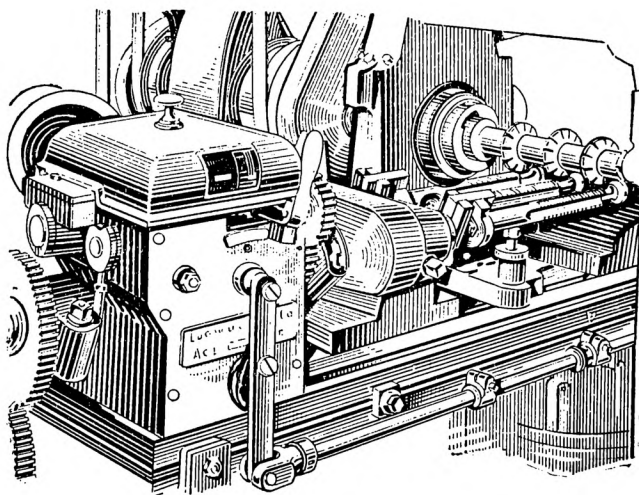


Рис. 143. Тройной делительный и фрезерный аппарат с автоматическим механизмом подачи, установленный на универсально-фрезерном станке

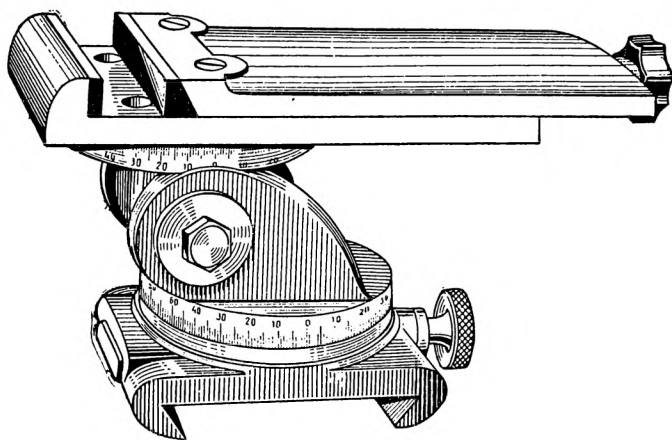


Рис. 144. Тиски для шлифовальных станков

и 2, легко установить обрабатываемое изделие под необходимым углом к рабочей поверхности стола станка.

Бесстружковые методы получения деталей. К числу бесстружковых, весьма производительных методов получения деталей относится холодное выдавливание деталей штампов и пресс-форм со сложной формой стенок и дна, которое осуществляется на гидравлических прессах мощностью 100—150 т. Сущность процесса состоит в том, что инструмент вдавливается прессом в заготовку и образует в ней полость, точно соответствующую форме и размерам рабочей части инструмента.

Применяются два способа холодного выдавливания: открытый и закрытый.

При открытом выдавливании (рис. 146, а) инструмент-пуансон 1, направляемый обоймой 2, вдавливается в заготовку 3, поставленную на опорную плоскость и не имеющую ограничений для течения металла в радиальном направлении.

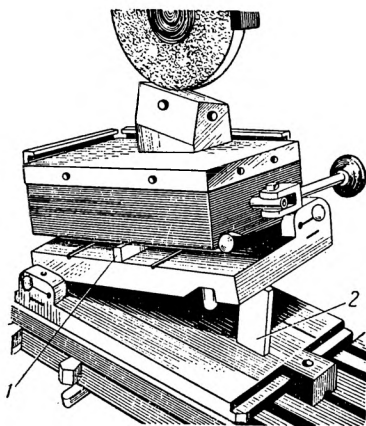


Рис. 145. Электромагнитная синусная линейка с двойной установкой

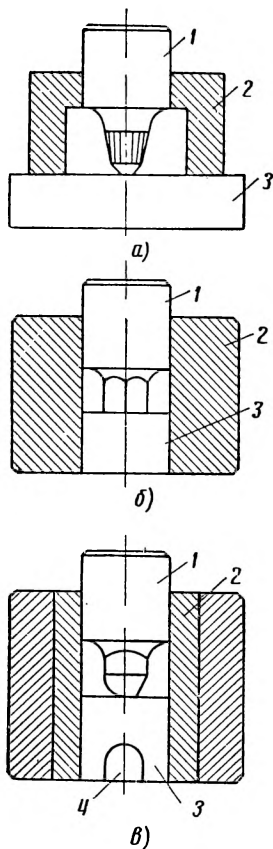


Рис. 146. Схема выдавливания:
а — открытым способом, б — закрытым способом, в — с облегчающей камерой

При закрытом выдавливании (рис. 146, б) инструмент-пуансон 1, направляемый обоймой 2, вдавливается в заготовку 3, которая ограничивается обоймой в радиальном направлении. Поэтому металл заготовки во время вдавливания течет только вверх, в сторону пуансона.

Для уменьшения усилия, прилагаемого при закрытом выдавливании, применяются облегчающие камеры 4 (рис. 146, в), которые снижают усилие в 2—2,5 раза.

Для выдавливания выемок глубиной до 10 мм обычно требуется около 3—5 мин., т. е. вдавливание инструмента в заготовку производится медленно.

Для выдавливания полостей простой конфигурации применяются инструменты из стали У10А или У12А твердостью $H_{RC} = 58—62$, а для полостей сложной конфигурации — инструменты из стали Х12М.

В качестве материала для матриц пресс-форм обычно применяются стали 10, 20 или лучше — Армко. После выдавливания эти стали цементируются и закаляются.

Для предохранения инструмента от налипания частиц металла и облегчения вдавливания рабочую часть инструмента покрывают насыщенным раствором медного купороса с 2—3% соляной кислоты.

Для получения высокой чистоты выдавливаемых поверхностей рабочие поверхности пуансона и поверхность заготовки матрицы, на которую будет давить пуансон, полируются до зеркального блеска.

При закрытом выдавливании возможно получить полости с точностью 2—3-го классов, а при открытом — с точностью 4—5-го классов ГОСТ.

Химико-механическая обработка изделий. Поверхностно активные вещества, входящие в состав паст ГОИ, как, например, сера, стеарин и др., способствуют образованию пленок и облегчают их удаление с поверхности обрабатываемой детали. Качество поверхности и производительность при этом значительно выше, чем при употреблении абразивных материалов. Например, 40-микронная паста обеспечивает чистоту поверхности 11-го класса и в четыре раза производительнее корундового порошка зернистостью М10.

В технологии обработки деталей пастами большую роль играют притиры. От правильного выбора материала притира зависит в значительной степени точность, чистота обработанной поверхности и производительность процесса.

Материал притира должен отличаться однородностью состава, структуры и твердости, а самое главное, должен мало изнашиваться под воздействием паст. Хорошее качество имеют притиры из стекла, чугуна, фибры, пробки.

Кроме материала притира, существенное значение имеет также качество его поверхности, от которого в значительной степени зависит качество поверхности изделия.

Химико-механические пасты в сочетании с малоизнашиваемыми притирами позволяют при усовершенствовании операций нанесения паст и удаления продуктов износа значительно ускорить процессы окончательной обработки изделий.

2. ОБЩЕЕ ПОНЯТИЕ О МЕХАНИЗАЦИИ ЛЕКАЛЬНЫХ РАБОТ

При серийном и массовом производстве детали машин и приборов должны быть взаимозаменяемыми. Взаимозаменяемость деталей требует повышения точности обработки и, как следствие, широкого применения измерительного инструмента, в частности калибров, шаблонов и лекал.

В результате пересмотра технологии и механизации лекальных работ наиболее трудоемкие работы начали выполнять на универсальных металлорежущих станках, снабженных специальными приспособлениями, на специальных станках и вручную с помощью вспомогательных приспособлений, значительно облегчающих ручной труд.

Процесс разметки калибров, шаблонов и лекал значительно упрощен в результате перенесения линий чертежа на заготовку методом копирования. Некоторые измерительные инструменты или совсем не размечаются или размечаются только частично, так как при дальнейшей обработке применяется режущий инструмент, профиль режущей кромки которого соответствует или всему профилю обрабатываемого измерительного инструмента или отдельным неразмеченным частям этого профиля.

Рубка, сверление отверстий и опилование в большинстве случаев заменены фрезерованием или строганием партиями в 10—60 шт.

При изготовлении измерительного инструмента на фрезерных и строгальных станках качество обработки настолько высоко, что нет необходимости в точном опиловании, а следовательно, и в изготовлении ряда дорогостоящих выработок, применяемых для измерения во время опилования.

3. ОПИЛИВАНИЕ КАЛИБРОВ, ШАБЛОНОВ И ЛЕКАЛ ПРИ ПОМОЩИ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Для упрощения и ускорения опилования различных плоских калибров и шаблонов слесари-лекальщики применяют несложные приспособления, называемые *наметками*.

На рис. 147 показана наметка для получения правильных прямолинейных поверхностей, расположенных под углом 90° . Наметка представляет собой закаленную пластинку, у которой рабочие поверхности *А*, *Б* и *В* точно отшлифованы и расположены под углом 90° друг к другу.

Заготовку шаблона вместе с наметкой слегка зажимают в тисках, как показано на рис. 147, *в*. Затем разметочную риску шаблона точно совмещают с верхней кромкой наметки, после чего тиски зажимают окончательно и лишний слой металла удаляют с заготовки шаблона драчевым напильником до тех пор, пока обрабатываемая поверхность шаблона не будет выступать на 0,2—0,3 мм над поверхностью *А* наметки.

Дальнейшую обработку ведут личным или бархатным напильником до тех пор, пока он не начнет касаться наметки. При проверке опиленной поверхности шаблона лекальной линейкой между поверхностью и линейкой не должно быть просвета.

Для опиливания другой рабочей поверхности шаблона, расположенной под углом 90° к только что обработанной, необходимо установить заготовку так, чтобы первая обработанная поверхность плотно прилегла к поверхности *В* наметки, а новая разметочная риска совпала с поверхностью *А*. Таким образом можно

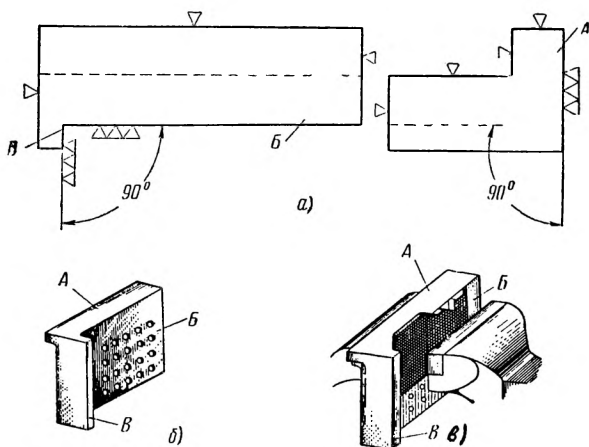


Рис. 147. Наметка для получения правильных прямолинейных поверхностей у шаблонов:

а — эскиз наметки, *б* — общий вид наметки, *в* — внешний вид установки для опиливания ребер шаблона с помощью наметки

опилить все четыре кромки шаблона под углом 90° друг к другу, не прибегая в процессе изготовления к проверке этих углов угольником.

С помощью наметки можно опилить отдельные прямолинейные участки различных шаблонов.

На рис. 148 показана наметка, которая имеет вид рамки и служит для обработки внутренних и наружных ребер углов шаблонов точно под углом 90° . Поверхности *А*, *Б*, *В* и *Г* закалены, прошлифованы и расположены под углом 90° по отношению друг к другу, как это показано на рисунке.

Для обработки ребер внутреннего прямого угла шаблона с помощью этой наметки заготовку прижимают винтами к поверхности *Г* и опиливают по поверхностям *А* и *Б*, а для обработки наружных ребер прямого угла заготовку прижимают к той же поверхности *Г* и опиливают по поверхностям *Б* и *В* приспособления.

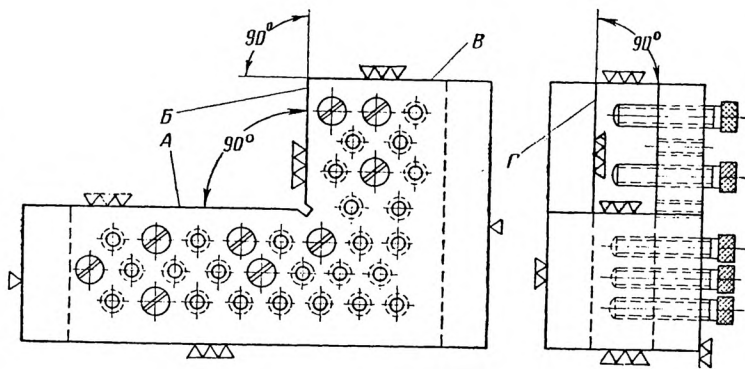


Рис. 148. Наметка для опилования внутренних и наружных ребер углов шаблонов

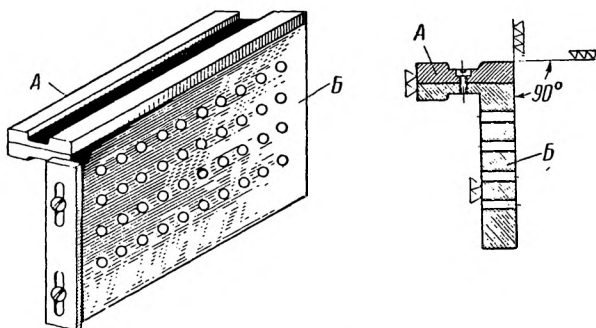


Рис. 149. Внешний вид и поперечный разрез наметки универсального типа

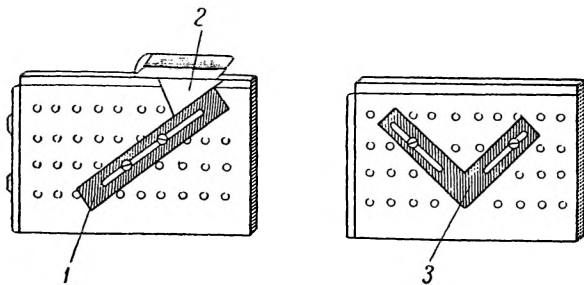


Рис. 150. Наметки с опорной планкой и с опорным угольником

На рис. 149 показана универсальная наметка, с помощью которой опиливают различные профильные шаблоны с выпуклыми и вогнутыми дугowymi участками профиля. Она применяется для чистового опиления личными напильниками и надфилями.

При помощи опорной планки 1 (рис. 150) и опорного угольника 3, прикрепляемых винтами к боковой поверхности наметки, производят опиление ребер шаблона, расположенных под различными углами друг к другу. Опорную планку или угольник

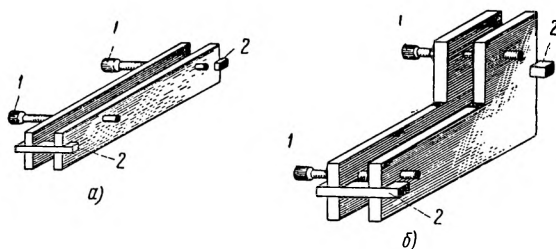


Рис. 151. Раздвижная наметка:

а — для опиления прямолинейных поверхностей,
б — для опиления ребер угольников

устанавливают с помощью угломерных плиток 2 так, чтобы верхняя кромка угловой плитки точно совпала с рабочей кромкой наметки, что проверяют лекальной линейкой на просвет.

На рис. 151 показаны приспособления для опиления плоских ребер шаблонов. Эти приспособления отличаются от наметок рамочного типа тем, что одна из боковых планок может перемещаться относительно другой при помощи винтов 1. Во время перемещения боковая планка направляется точными брусками 2, закрепленными в неподвижной боковой планке приспособления.

С помощью таких приспособлений можно одновременно обрабатывать до десяти шаблонов, собранных в пакет.

4. ШЛИФОВАНИЕ КАЛИБРОВ, ШАБЛОНОВ И ЛЕКАЛ НА ПЛОСКОШЛИФОВАЛЬНЫХ СТАНКАХ ПРИ ПОМОЩИ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Большие трудности для механизации работ представляет процесс изготовления калибров, шаблонов и лекал после термической обработки, так как к изделиям предъявляются весьма высокие требования в отношении точности и чистоты обработанной поверхности.

При помощи шлифовальных станков можно получать такую точность и чистоту рабочих поверхностей измерительных инструментов, которая допустима для многих из них без дальнейшей доводки и полировки. Шлифованные калибры, шаблоны и лека-

ла доводят и полируют только в тех случаях, когда к размерам и чистоте поверхности предъявляются самые высокие требования. С внедрением в лекальное производство процесса шлифования как окончательной операции доводку применяют лишь для того, чтобы удалить с обработанной поверхности мелкие штрихи и неровности, оставшиеся после шлифования.

Шлифование калибров, шаблонов и лекал можно выполнять на универсальных шлифовальных станках с применением специальных приспособлений или на специальных шлифовальных станках. На большинстве наших заводов при изготовлении калибров, скоб, шаблонов и лекал для механизации лекальных работ используют плоскошлифовальные станки со специальными приспособлениями.

Применяется четыре метода шлифования плоских калибров на плоскошлифовальных станках:

1) метод элементарных установок, при котором шлифуют отдельные элементы профиля шаблона или лекала непрофилированным кругом, причем изделие закрепляют в простом приспособлении;

2) метод копирования, при котором изделие обрабатывают шлифовальным кругом, причем профиль круга точно соответствует профилю окончательно обработанной поверхности;

3) координатный метод, при котором весь профиль изделия шлифуют непрофилированным кругом с одной установки в универсальном приспособлении, причем изделие перемещается по координатам точек профиля;

4) комбинированный метод, при котором изделие шлифуют различными способами.

Рассмотрим сущность каждого из методов, а также конструкции применяемых приспособлений.

5. ШЛИФОВАНИЕ ШАБЛОНОВ И ЛЕКАЛ ПРИ ПОМОЩИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ УСТАНОВОК

При шлифовании изделий методом элементарных установок применяют следующие приспособления: параллельные тиски; магнитные угловые призмы; синусные кубики; синусные линейки; радиусные приспособления.

П а р а л л е л ь н ы е т и с к и для шлифования шаблонов и лекал показаны на рис. 152, а. Они состоят из основания 1 с неподвижной губкой 2, подвижной губки 3, клина 5 и винта 4.

Основание и губки тисков делают из стали, закачивают и шлифуют в собранном виде с четырех сторон под углами 90° с допуском $\pm 30''$

Шаблон или пачку шаблонов крепят в губках тисков при помощи винта. Заготовку устанавливают и контролируют во время работы с помощью индикатора или мерных плиток и лекальной линейки, устанавливаемых на неподвижной губке.

Точная перпендикулярность боковых плоскостей и основания тисков дает возможность шлифовать взаимно-перпендикулярные стороны 1 и 2 изделия с одного зажима, как это показано на рис. 152, б. В неподвижной губке тисков имеется отверстие, куда вставляют мерную пробку, служащую для проверки положения обрабатываемой кромки шаблона как перед шлифованием, так и во время его.

Тиски устанавливают для работы на магнитном столе плоскошлифовального станка непосредственно с помощью магнитной

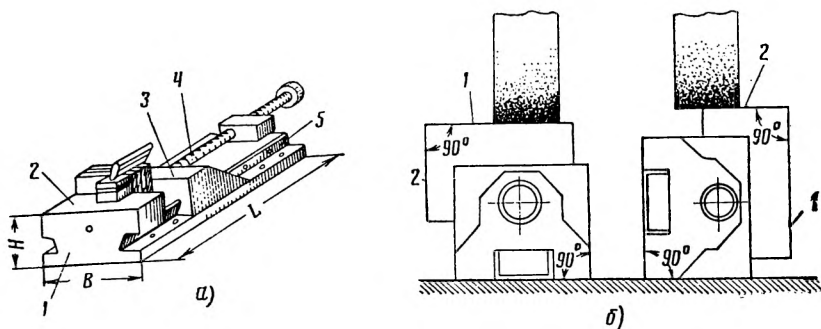


Рис. 152. Параллельные тиски для шлифования шаблонов и лекал (а) и примеры шлифования (б)

угловой призмы или синусной линейки, чем облегчается шлифование ребер шаблона, расположенных под различными углами друг к другу.

Магнитная угловая призма показана на рис. 153, а. Она состоит из бронзового корпуса 1, в котором впрессованы стальные сердечники 2. Сердечники являются проводниками магнитного потока, и при включении электрической цепи плита притягивает к себе стальное изделие, установленное на призму. Рабочие плоскости призмы точно прошлифованы и между ними выдерживается угол $90^\circ \pm 30''$. Призмы изготовляют с углами α , равными 15, 30, 45, 60 или 75° , но могут быть изготовлены с любым другим углом, в зависимости от обрабатываемых изделий.

Магнитные угловые призмы устанавливают на магнитном столе (рис. 153, б) плоскошлифовального станка. В прямоугольный вырез призмы помещают параллельные тиски, между губками которых зажат шаблон. Для шлифования одной из сторон шаблона, расположенной под углом α к линии АВ, необходимо установить призму с таким же углом α , какой имеется у шаблона.

Синусный кубик 9 (рис. 154) представляет собой четырехгранную стальную или чугунную призму, все плоскости которой прошлифованы точно под углом 90° друг к другу. С одной стороны этой призмы расточено шесть отверстий, в которые вставлены мерные втулки 8. Линия центров двух нижних отвер-

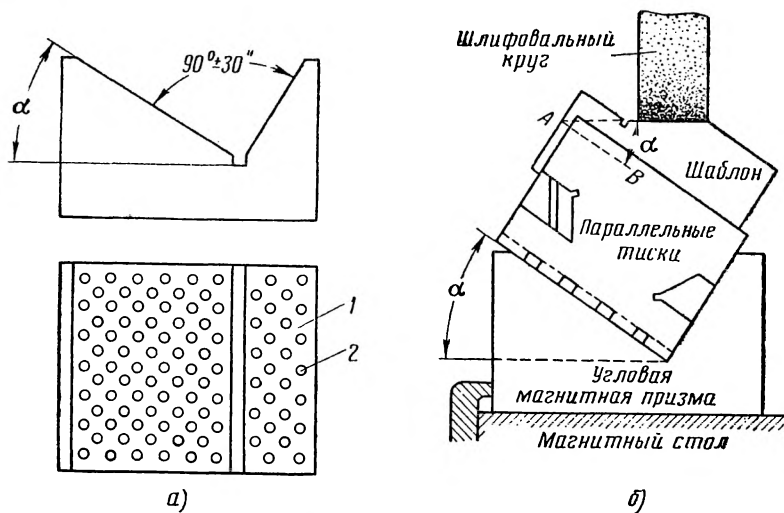


Рис. 153. Магнитная угловая призма (а) и пример шлифования (б)

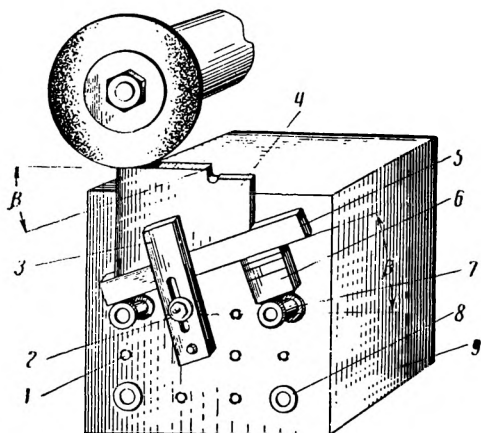


Рис. 154. Синусный кубик

стей расположена под углом, равным 0° , нижнего и противоположного среднего — под углом 30° , нижнего и противоположного верхнего отверстий — под углом 45° к основанию кубика. Расстояние между центрами двух нижних, средних или верхних отверстий обычно равно 100 мм. В отверстия мерных втулок вставляют установочные пальцы 7

Если на один из двух установочных пальцев поставить блок из плиток 6, затем установить планку 5 так, как это показано на рисунке, то она будет наклонена к основанию кубика под нужным углом.

Шлифуемый шаблон 4 устанавливают на планку 5 и прижимают специальным прихватом 3 с помощью болта 2, закручиваемого в одно из резьбовых отверстий 1 кубика. Благодаря такой установке верхняя плоскость шаблона будет вышлифована под таким же углом к нижней плоскости шаблона, под каким установлена планка 5 к основанию кубика. Угол наклона планки к основанию кубика может быть вычислен по формуле

$$\sin \beta = \frac{a}{b},$$

где a — размер блока плиток в мм;

b — расстояние между центрами используемых отверстий кубика в мм.

По справочнику определяют величину угла β .

Так как при определении угла β приходится иметь дело с синусом, то и кубик называется синусным.

Кубик с закрепленным на нем изделием устанавливают на магнитную плиту стола плоскошлифовального станка.

Угловое шлифование с помощью синусного кубика дает точность до $3'$

Синусная линейка (рис. 155) представляет собой плиту 2 с мерными валиками 3 и 1. Подкладывая под один из валиков блок из измерительных плиток, можно точно установить верхнюю плоскость плиты-линейки под нужным углом.

Синусные линейки бывают простые (рис. 155, а) и шарнирные (рис. 155, б); ими пользуются как при изготовлении шаблонов и лекал, так и при проверке их.

Изделия крепят к синусной линейке непосредственно при помощи тисков или угловой призмы и тисков.

Простая синусная линейка недостаточно устойчива, поэтому при установке на столе плоскошлифовального станка ее поддерживают дополнительной упорной планкой 4. Большею устойчивостью обладает шарнирная синусная линейка, так как она закрепляется специальной планкой 7

Синусную линейку устанавливают на требуемый угол α с помощью блока плиток 5, размер которого вычисляют по формуле

$$\sin \alpha = \frac{a}{b},$$

где a — размер блока плиток 5 в $мм$;

b — расстояние между центрами мерных роликов 6 и 8 в $мм$.

Расстояние между центрами мерных роликов обычно делают равным $100, 125, 150, 200$ и 250 $мм$ с допуском $\pm 0,002$ $мм$.

Синусная линейка дает необходимую точность при угле подъема α до 45° , при больших углах надо пользоваться синусной линейкой совместно с угловой призмой.

Приспособления для шлифования радиусных поверхностей. Для шлифования радиусных поверхностей непрофилированным кругом применяют приспособления, у которых

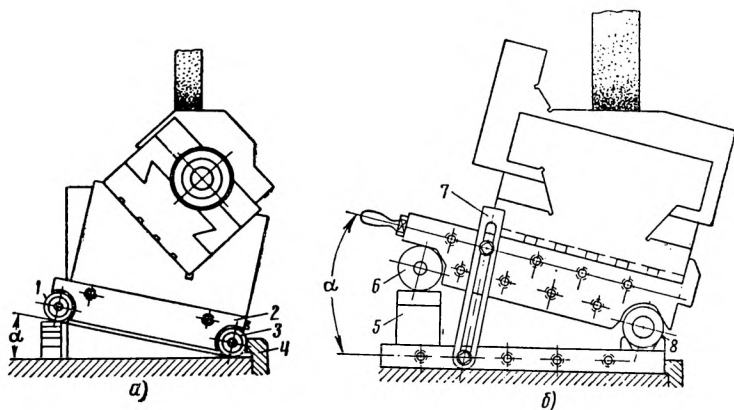


Рис. 155. Синусные линейки:

a — простая, b — шарнирная

шлифуемое изделие вращают вокруг определенной оси, причем цилиндрическая поверхность шлифуется периферией или торцом круга.

Эти приспособления могут быть разделены на две группы: для шлифования выпуклых цилиндрических поверхностей и для шлифования вогнутых цилиндрических поверхностей.

Приспособления для шлифования выпуклых цилиндрических поверхностей изготовляют для шлифования поверхностей как небольшого, так и большого радиуса.

На рис. 156, a показано приспособление для шлифования поверхностей небольшого радиуса. На кубике 6 расположен валик 4 , который может быть прижат к кубику прижимом 3 . На левом конце валика находятся тиски 2 , а на правом — рукоятка 5 , при помощи которой можно вращать валик 4 , тиски 2 и зажатые в них шаблоны 1 .

Приспособление устанавливают на магнитном столе станка. Шлифование выполняется периферией круга. Для подачи изделия на шлифовальный круг тиски с шаблонами поворачивают в мо-

мент изменения хода стола легкими ударами деревянного молотка по рукоятке 5. Наибольший радиус, который можно получить при этом приспособлении, зависит от величины подъема шлифовального круга над столом станка и обычно равен 200 мм.

Проверку радиуса производят индикатором, устанавливаемым на магнитном столе станка, или линейкой, помещаемой на блоке плиток, располагаемых также на магнитном столе станка.

С помощью указанного приспособления шлифуют цилиндрические поверхности, радиус которых может быть выдержан с точностью до 0,01 мм.

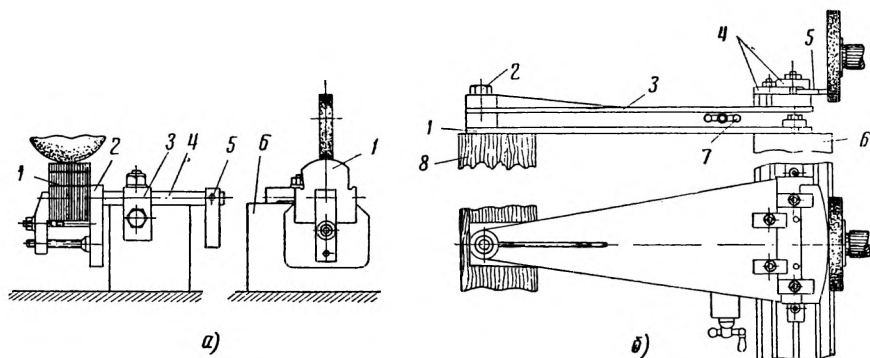


Рис. 156. Приспособление для шлифования выпуклых цилиндрических поверхностей:

а — небольшого радиуса, б — большого радиуса

На рис. 156, б показано приспособление для шлифования поверхностей большого радиуса. Оно состоит из основания 1, в котором закреплена ось 2, поворотной плиты 3 и зажимного устройства 4, в котором закрепляют шаблон 5. Приспособление устанавливают одним концом на подставку 8, другим крепят к столу плоскошлифовального станка.

Во время шлифования торцом круга плиту поворачивают вместе с изделием вокруг оси с помощью рукоятки 7. Глубина шлифования устанавливается поперечным перемещением стола или осевым перемещением шлифовального круга, в зависимости от конструкции плоскошлифовального станка.

Приспособление для шлифования вогнутых цилиндрических поверхностей (рис. 157) имеет сварную ферму 7 и суппорты 5 и 3. На салазках суппорта 5 закреплена ось 4, которую можно перемещать вместе с салазками по направляющим суппорта с помощью рукоятки 6. Вокруг оси 4 можно поворачивать ферму 7 с помощью суппорта 3, управляемого рукояткой 8. Шаблон 1 закрепляют на левом конце фермы с помощью прижимных планок 2.

Осью 4 пользуются для установки шаблона относительно шлифовального круга, а рукояткой 8 для осуществления подачи во время шлифования изделия.

Приспособление закрепляют на столе плоскошлифовального станка, у которого шлифовальный круг может быть установлен по высоте в нужном положении.

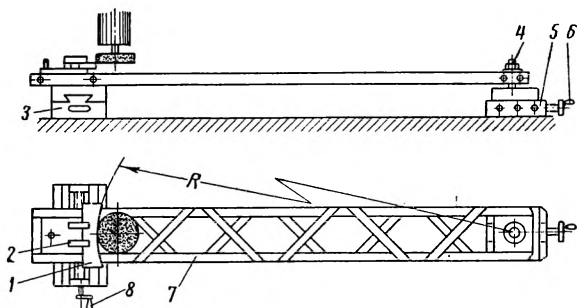


Рис. 157. Приспособления для шлифования вогнутых цилиндрических поверхностей

6. ШЛИФОВАНИЕ ШАБЛОНОВ И ЛЕКАЛ МЕТОДОМ КОПИРОВАНИЯ

Фасонный профиль шаблона или лекала можно получить шлифованием профилированным кругом, точно соответствующим профилю окончательно обработанной поверхности изделия. Профиль шлифовального круга быстро нарушается, поэтому его нужно периодически восстанавливать.

Профилирование шлифовального круга обычно производят алмазом, а иногда накатным роликом.

Для профилирования круга алмазом применяют следующие приспособления: для профилирования по дуге, для профилирования наклонных прямолинейных участков, универсальные и копирующие.

Приспособление для профилирования шлифовального круга по дуге (рис. 158) может быть использовано как для выпуклых, так и для вогнутых поверхностей шлифовального круга. Приспособление имеет основание 1 и поворотную стойку 9 с рукояткой 8. В поворотной стойке расположена оправка 7 с алмазом 3, а на оправке — кольцо 6.

Для профилирования выпуклых и вогнутых поверхностей шлифовального круга необходимо установить это приспособление на магнитной плите плоскошлифовального станка с таким расчетом, чтобы острие алмаза было расположено на одной высоте с осью шлифовального круга.

При настройке приспособления для профилирования выпуклых поверхностей шлифовального круга в приспособление

ставится контрольная оправка 2 радиуса r ; оправка 7 с алмазом 3 подводится так, чтобы острие алмаза коснулось поверхности оправки 2, и закрепляется в этом положении; кольцо 6 устанавливается с помощью измерительных плиток на некотором расстоянии L от вертикальной плоскости стойки 9 и закрепляется винтом 5; величина смещения l алмаза от первоначальной его установки для получения необходимого радиуса R профилируемой поверхности определяется из выражения $l = R - r$.

Затем оправка 7 устанавливается в новое положение с помощью блока измерительных плиток размером $L + l = L + R - r$ и закрепляется винтом 4; контрольная оправка 2 вынимается,

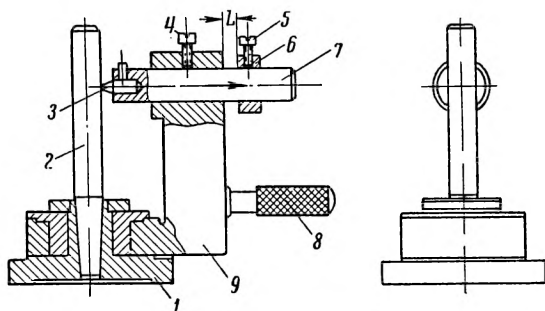


Рис. 158. Приспособление для профилирования шлифовального круга по дуге

острие алмаза подводится вручную к шлифовальному кругу перемещением рабочего стола станка, и шлифовальный круг заправляется на радиус.

При профилировании вогнутых поверхностей шлифовального круга поступают аналогично предыдущему со следующими изменениями: величина смещения l алмаза от первоначальной его установки будет направлена в сторону, противоположную стрелке (рис. 158) и ее можно найти из выражения $l = R + r$; оправка 2 установится в новое положение с помощью блока измерительных плиток размером $L - l = L - R - r$.

При профилировании шпиндель может иметь осевой люфт порядка 0,01—0,02 мм, а это искажает профиль изделия.

Приспособление для профилирования шлифовального круга по наклонной прямой. Если шлифование углового профиля шаблона или лекала не может быть выполнено на синусном кубике или линейке из-за невозможности подвода шлифовального круга к профилю изделия, профиль шлифуют профилированным кругом. Шлифовальный круг профилируют алмазом с помощью синусного кубика (рис. 159, а) или синусной линейки (рис. 159, б).

Универсальное приспособление для профилирования шлифовальных кругов применяют в тех случаях, когда один шлифовальный круг должен быть профилирован на весь профиль изделия.

Универсальное приспособление Андрианова и Шестова (рис. 160) имеет алмазную державку 2, которую крепят в стойке 3, установленной на салазках суппорта 4. Салазки можно перемещать рукояткой 8 и фиксировать в центральном положении

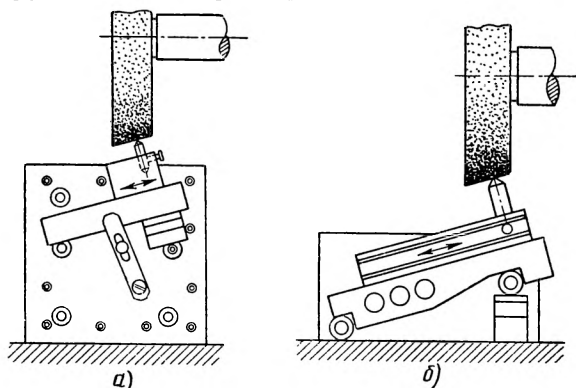


Рис. 159. Схемы установки для профилирования шлифовального круга:
а — с помощью синусного кубика, **б** — с помощью синусной линейки

штифтом 5. Суппорт установлен на поворотном столе 6, который можно вращать с помощью рукоятки 9 и фиксировать в нужном положении маховичком 10. Угол поворота стола определяют или по угловой шкале или с помощью линеек 11 и штифтов 15 набором измерительных плиток, устанавливаемых между соответствующей линейкой и штифтом.

Поворотный стол установлен на верхних салазках 14, перемещаемых маховичком 7. Нижние салазки 12 перемещаются винтом 17 и расположены на основании 18, укрепленном на столе станка. Таким образом, верхние и нижние салазки можно перемещать в направлениях, перпендикулярных друг к другу. Величина перемещения устанавливается точно при помощи блоков измерительных плиток, помещаемых между соответствующими упорами 13 и 16.

Конструкция приспособления позволяет профилировать шлифовальный круг: по дуге — в результате вращения стола 6; под углом — при повороте стола на требуемый угол и перемещении салазок суппорта 4, вдоль и перпендикулярно оси — в результате вращения маховичка 7 и винта 17.

Алмазную державку устанавливают по контрольной оправке 1 так же, как об этом было сказано раньше. Острие алмаза

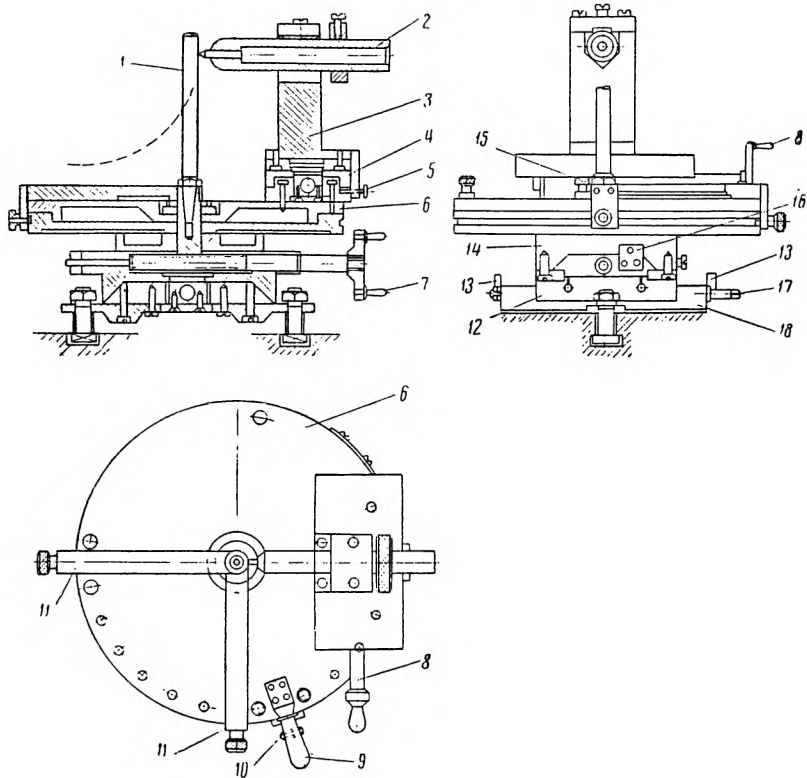


Рис. 160. Универсальное приспособление конструкции Андрианова и Шестова для профилирования шлифовального круга

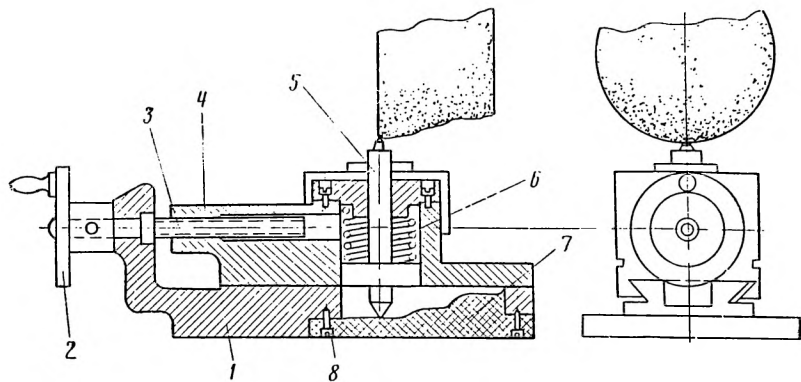


Рис. 161. Приспособление для профилирования шлифовального круга по копии

должно быть расположено точно в вертикальной плоскости, проходящей через оси контрольной оправки 1 и державки 2.

Приспособление для профилирования шлифовального круга по копиру (рис. 161) имеет основание 1, в направляющих которого могут перемещаться с помощью маховичка 2 и винта 3 салазки 4. Внутри салазок расположена алмазная державка 5, которую пружина 6 прижимает к копиру 7, прикрепленному винтами 8 к основанию приспособления.

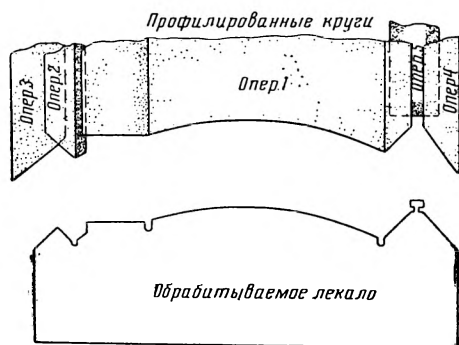


Рис. 162. Профиль шлифуемого шаблона и набор профилированных шлифовальных кругов

При вращении винта алмаз перемещается вместе с салазками и воспроизводит на рабочей поверхности шлифовального круга профиль, подобный копиру. Так как алмаз во время профилирования режет различными точками, то даже при наличии точно изготовленного копира профиль шлифовального круга будет получаться неточным. Этот способ применяется в тех случаях, когда к профилю шлифуемого изделия предъявляют пониженные требования, а угол наклона касательной в какой-либо точке профиля изделия не превышает 45° .

На рис. 162 показаны профиль шлифуемого шаблона и набор профилированных шлифовальных кругов, при помощи которых этот профиль может быть получен.

7. КООРДИНАТНЫЙ МЕТОД ШЛИФОВАНИЯ ШАБЛОНОВ И ЛЕКАЛ

На рис. 163 показано приспособление конструкции Андрианова (завод «Калибр») для координатного шлифования шаблонов и лекал, которое устанавливается на столе плоскошлифовального станка. Приспособление имеет чугунное основание 1 с вертикальными направляющими для каретки 2. Каретка перемещается винтом 3 при вращении маховичка 4. На оси каретки посажены не-

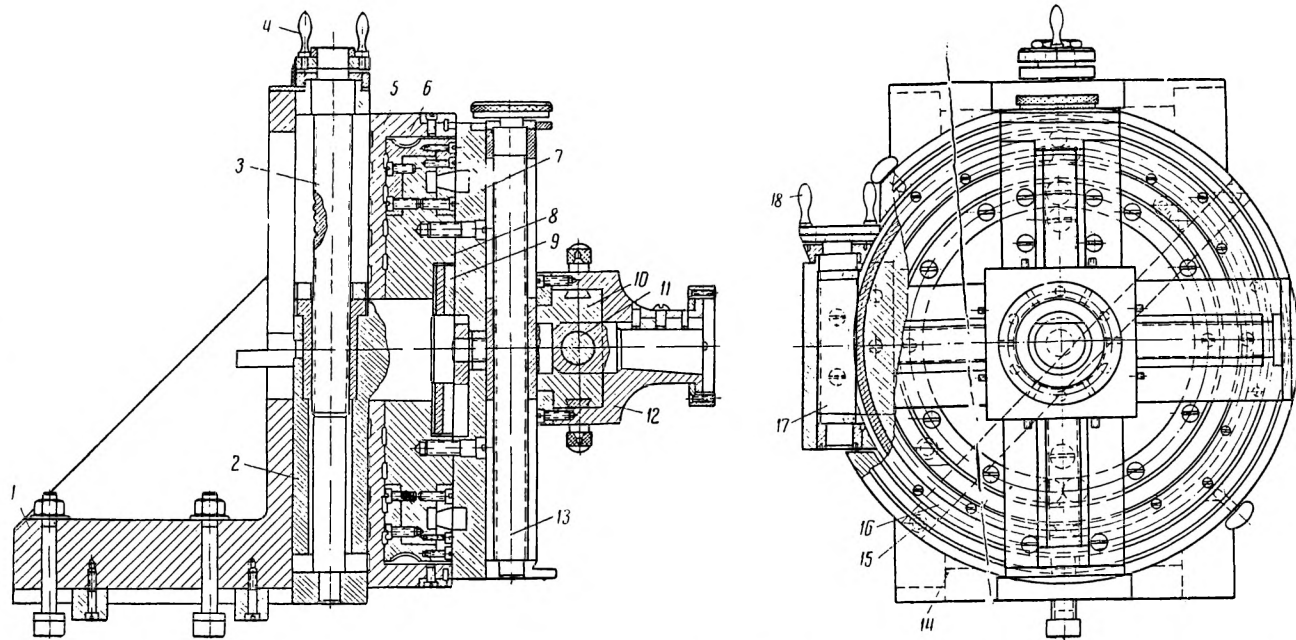


Рис. 163. Приспособление конструкции Андрианова для координатного метода шлифования шаблонов и лекал

подвижно корпус 5 и подвижно стол 8, который прижимается гайками 9 к внутренней торцевой поверхности корпуса 5. К столу прикреплено винтами бронзовое червячное колесо 6, с которым сцеплен червяк 17. Червяк можно выводить из зацепления с червячным колесом, когда требуется быстрый поворот стола вручную. Стол можно поворачивать маховичком 18 и устанавливать в нужном положении с помощью угловой шкалы на корпусе 5, делений на барабанчике у маховичка 18 и по нониусу, а также устанавливать с помощью синусной линейки 16, которую надевают на ось каретки 2 и закрепляют в требуемом положении винтами 15. Угол поворота стола определяют с помощью блока измерительных плиток, которые устанавливают между соответствующим ребром синусной линейки и роликом, закрепляемым винтом в кольцевом пазе 14 стола приспособления.

На столе 8 расположены направляющие 7, по которым можно перемещать винтом 13 направляющие 10 салазок 12. Последние, в свою очередь, винтом 11 можно перемещать по направляющим 10. Величину перемещения направляющих 10 и салазок 12 определяют по соответствующим шкалам и нониусам, расположенным на маховичках винтов. Более точное перемещение теми же винтами получают с помощью блоков измерительных плиток, устанавливаемых между упорами приспособления.

Салазки 12 снабжены устройством для закрепления оправки с тисками или другим каким-либо приспособлением для установки обрабатываемого шаблона или лекала.

Для обработки изделий большого габарита и шлифовании вогнутых дуг с радиусами больше 100 мм приспособление устанавливают на столе станка с помощью специальных подкладок. С помощью этого приспособления шлифуют профиль изделия непрофилированным кругом по координатам начальных и промежуточных точек частей профиля.

За начало прямоугольных координат приспособления, установленного на стол плоскошлифовального станка («фиксированных» осей координат), принимается точка пересечения двух прямых линий: вертикальной линии, проходящей в плоскости стола через его ось, и горизонтальной линии, совпадающей с рабочей плоскостью стола и направленной параллельно оси шпинделя, на котором закреплен шлифовальный круг.

Для того чтобы шлифовать профиль изделия по координатам начальных и промежуточных точек частей профиля, необходимо иметь специальный чертеж, на котором показаны расположение координатных осей изделия (так называемых «блуждающих») и величины координат необходимых точек шлифуемого профиля.

Шаблоны и лекала устанавливают на приспособлении так, чтобы «блуждающие» и «фиксированные» оси были строго параллельны. Зная начало координат обрабатываемого изделия и координаты различных точек этого изделия относительно «блуждающих» координат, легко установить обрабатываемое изделие

в необходимое для шлифования положение с помощью концевых мер длины, индикатора, ходовых винтов и червячной пары.

Кроме описанного, имеется еще ряд аналогичных приспособлений, например приспособления конструкторов Исаева, Черкашина и др. Все они отличаются только конструктивным оформлением заложенного в них одного и того же метода обработки.

С помощью этих приспособлений можно шлифовать углы с точностью до $30''$, если пользоваться шкалами и нониусами, и с точностью до $10''$, если работу производить при помощи измерительных плиток. Перемещение салазок возможно с точностью до $0,01$ мм.

8. КОМБИНИРОВАННЫЙ МЕТОД ШЛИФОВАНИЯ ШАБЛОНОВ И ЛЕКАЛ

Шлифование сложных профилей шаблонов и лекал можно выполнять комбинированным методом, т. е. последовательным применением ранее рассмотренных методов обработки. Комбинированное шлифование применяют в тех случаях, когда все участки

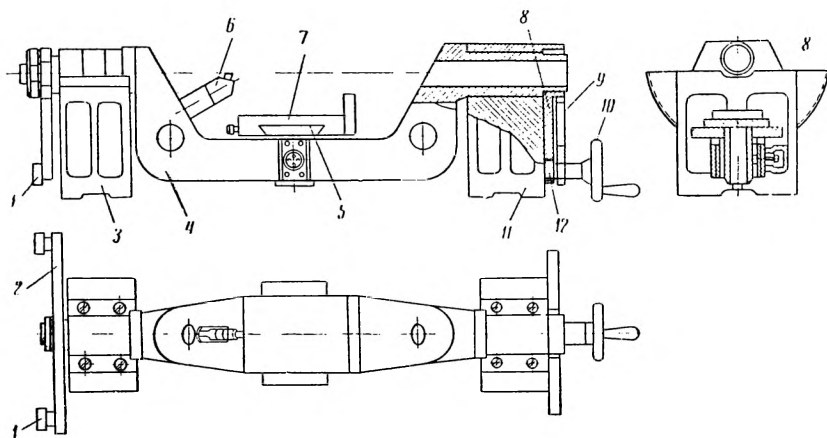


Рис. 164. Приспособление для шлифования шаблонов и лекал комбинированным методом

профиля шаблона не могут быть обработаны по одному какому-либо методу шлифования и когда комбинация нескольких способов обработки выгоднее какого-либо одного способа.

Для комбинированного шлифования шаблонов и лекал применяют специальные приспособления, на которых можно работать по методу координат непрофилированным кругом и по методу копирования профилированным кругом.

На рис. 164 показано приспособление в виде двух призм 3 и 11, на которых расположена скоба 4. В центре скобы помещается

столик 5 с направляющими, который можно переставлять по высоте. По направляющим перемещается плита 7; на ней закрепляют тиски для зажима шлифуемых изделий.

На левой цапфе скобы имеется синусная линейка 2 с роликами 1. На правой цапфе скобы закреплен зубчатый сектор 8, а в рычаге 9 расположен валик с зубчатым колесом 12 и маховичком 10. При вращении маховичка зубчатое колесо поворачивает зубчатый сектор и связанную с ним скобу. Угол поворота скобы можно определять набором измерительных плиток, которые помещают между верхней плоскостью стола станка и тем или другим роликом синусной линейки.

Вертикальное и горизонтальное перемещения плиты 7 можно замерять набором измерительных плиток.

Приспособление имеет части, которые нужны при координатном методе шлифования. Если же снять плиту с изделием и установить на столик 5 оправку с алмазом, то можно профилировать шлифовальный круг и работать им по методу копирования. Круг можно заправлять также и алмазом 6, точное положение которого по оси вращения скобы проверяют микроскопом.

Шлифованные шаблоны и лекала проверяют на этом же приспособлении с помощью миниметра и плиток, причем приспособление устанавливают на поверочную плиту.

9. ДОВОДКА КАЛИБРОВ, ШАБЛОНОВ И ЛЕКАЛ НА СПЕЦИАЛЬНЫХ ДОВОДОЧНЫХ СТАНКАХ И С ПОМОЩЬЮ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

При доводке измерительного инструмента применяют разнообразные станки и приспособления, во много раз ускоряющие рабочий процесс.

Станок для доводки гладких калибров-пробок по типу станка, указанного на рис. 67, имеет притирочные диски, отлитые из специального чугуна и притертые друг к другу, которые вращаются в противоположные стороны. Верхний диск шарнирно укреплен на шпинделе, поэтому может самоустанавливаться по нижнему диску. Изделия закладывают в обойму, которая приводится в движение кривошипами, вращающимися обойму эксцентрично оси дисков и несколько медленнее, чем притирочные диски. Абразивная эмульсия подается на детали насосом.

Количество одновременно обрабатываемых калибров-пробок колеблется от 8 до 28, в зависимости от их размеров и назначения (проходные или непроходные). Размеры изделий одной партии не должны отличаться более чем на 5 мк, иначе будут доводиться изделия только большего размера, а доводочные диски будут изнашиваться неравномерно.

На этом станке можно доводить также и плоские изделия.

На рис. 165 показан станок для доводки штихмасов. Шпиндель с притиром 1 приводится во вращение электродвигателем 2. Цанга, в которой закрепляется штихмас, вращается электродвигателем 5. Для осуществления малых подач притира на изделие служит маховичок 3, для быстрого перемещения — рукоятка 4. Колебательные движения штихмаса сообщаются в поперечном направлении вручную при помощи винта 6. На этом станке можно доводить штихмасы размером до 200 мм.

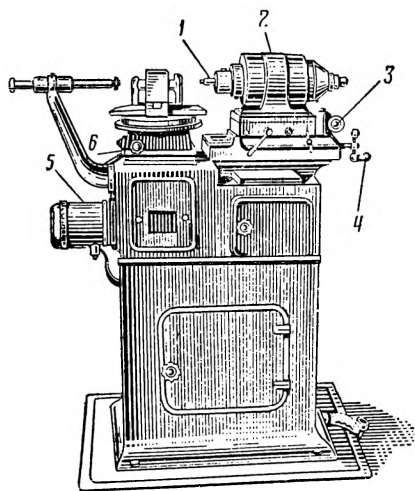


Рис. 165. Станок для доводки штихмасов

На рис. 166 показан общий вид станка конструкции И. И. Исаева и И. Ф. Макарова для доводки цилиндрических изделий диаметром 12 мм.

Станок состоит из верхней 4 и нижней 1 притирочных плит. К обеим плитам прикреплены доводочные стеклянные пластины 2 и 3, между которыми свободно помещается фанерная обойма 8 с рядом параллельных прорезей, куда закладывают обрабатываемые изделия. Нижняя плита неподвижна, а

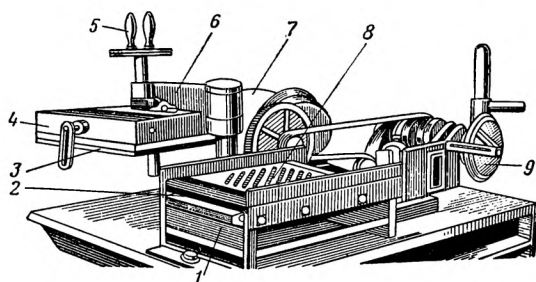


Рис. 166. Доводочный станок конструкции И. И. Исаева и И. Ф. Макарова

верхняя имеет возвратно-поступательные движения, сообщаемые ей двигателем 7 через кривошипный механизм 9. Верхняя плита может быть поднята маховичком 5 и отведена в сторону благодаря наличию кронштейна 6. Во время доводки необходимое давление создается маховичком 5.

На рис. 167 показан станок для доводки скоб. Он имеет два горизонтальных шпинделя. На левом шпинделе закреплен шлифовальный круг 1, который служит для шлифования скоб, а на правом — доводочный диск 4 для доводки скоб. На кожухе шлифовального круга установлено приспособление 2 для правки шлифовального круга. Поддача осуществляется поперечным перемещением стола или автоматически или вручную рукояткой 6. Продольное перемещение стола происходит в результате вращения маховичка 7; оно необходимо для быстрого перемещения скобы на доводку после шлифования.

Скоба закрепляется на суппорте станка, причем положение ее относительно шлифовального круга или доводочного диска регулируется маховичками 8 и 3, вращающими соответствующие винты поперечных и продольных салазок суппорта. Маховичок 9 служит для точной установки скобы относительно шлифовального круга. При помощи маховичка 5 можно поднять или опустить обрабатываемую скобу относительно оси шпинделей.

Во время обработки сначала шлифуют и доводят одну рабочую плоскость скобы, потом, базирясь на нее, устанавливают припуск на шлифование и доводку противоположной рабочей плоскости. Затем эту плоскость шлифуют и доводят. Обрабатывать скобы можно и в таком порядке: сначала прошлифовать обе рабочие плоскости с припуском на доводку, а затем довести эти плоскости до необходимого размера.

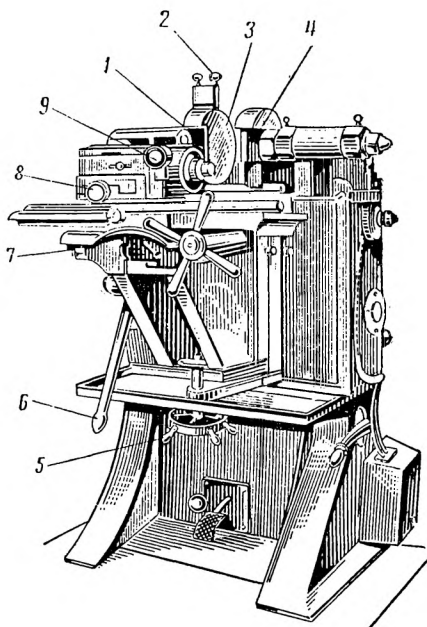


Рис. 167. Станок для доводки скоб

10. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

При высоких режимах резания процесс обработки протекает обычно с такой скоростью, что рабочий не успевает управлять станком вручную и вынужден работать при пониженных режимах. Чтобы избежать этого, процесс обработки автоматизируется. При автоматизации возможно управлять оборудованием с та-

кими скоростями, при которых будут наиболее полно использованы возможности режущего инструмента, а также станка.

В настоящее время, в зависимости от количества изготавливаемых изделий, применяются полуавтоматические или автоматические металлорежущие станки.

На полуавтоматических станках обрабатываемые изделия устанавливаются, снимаются и контролируются вручную, все же остальные переходы совершаются автоматически (например, зубофрезерный полуавтомат для нарезания цилиндрических и червячных зубчатых колес).

На автоматических станках все переходы при изготовлении изделий совершаются автоматически, за исключением контроля обрабатываемых изделий, который осуществляется, как правило, отдельно по окончании процесса обработки (например, одношпиндельный и многошпиндельный токарные автоматы).

В последнее время начали применяться автоматические станки, у которых контроль обрабатываемого изделия осуществляется также автоматически в процессе обработки и, в зависимости от результатов контроля, станок автоматически поднастраивается.

В тех случаях, когда для изготовления изделия требуется несколько различных станков, их устанавливают в одну линию.

Автоматические линии для обработки изделий могут быть следующих трех видов: 1) автоматические линии из отдельных технологически зависимых друг от друга станков, соединенных между собой для непосредственной передачи изделий от одного станка к другому; 2) автоматические линии из отдельных технологически независимых друг от друга станков, соединенных между собой для выдачи и приема изделий; 3) автоматические линии из отдельных групп станков, технологически зависимых друг от друга, причем эти группы связаны между собой сменными устройствами для выдачи и приема изделий.

Преимуществом автоматических линий перед обычными станками является обеспечение большей однородности изготавливаемых изделий, т. е. улучшение качества продукции за счет автоматизации установки, обработки и контроля изделий; повышение производительности труда за счет автоматизации загрузки изделий, подачи их в рабочую зону и выгрузки обработанных изделий; уменьшение стоимости изделий из-за отсутствия непроизводительных ручных приемов и из-за повышения равномерности выдачи обработанных изделий; повышение безопасности в работе и улучшение условий труда из-за исключения ручных операций.

МЕТОДЫ УВЕЛИЧЕНИЯ СРОКА СЛУЖБЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО И РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

1. МЕРОПРИЯТИЯ ПО СОХРАНЕНИЮ РАЗМЕРОВ И ФОРМЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

Неоднородность структуры закаленной стали, а также механическая и термическая обработка вызывает внутренние напряжения в изготовленном измерительном инструменте, который с течением времени теряет точность.

К мероприятиям, способствующим сохранению размеров и формы измерительного инструмента, необходимо отнести термическую обработку при температурах ниже нуля, старение, замену углеродистых сталей легированными и контрольную выдержку измерительного инструмента после его изготовления.

Термическая обработка при температурах ниже нуля. При температурах значительно ниже нуля (до -85°) инструменты после термической обработки сохраняют свои размеры и форму неизменными. Применяют следующие виды термообработки:

Первый: закалка и отпуск; охлаждение в течение 3—6 час. в холодильном аппарате с температурой -85° ; согревание на воздухе до комнатной температуры; повторный отпуск.

Второй: закалка; охлаждение в течение 3—6 час. в холодильном аппарате до -85° ; отпуск; охлаждение в холодильном аппарате до -85° ; согревание на воздухе до комнатной температуры; повторный отпуск.

Третий: нормальная термообработка и окончательная отделка инструмента; охлаждение в течение 3—6 час. в холодильном аппарате при -85° ; согревание на воздухе до комнатной температуры.

Старение. С течением времени калибры, шаблоны и лекала изменяют в небольших пределах первоначальные размеры из-за изменения внутренних напряжений, которые остались в них после механической и термической обработки.

Опыты показывают, что даже изделия, изготовленные из легированных сталей, иногда изменяют первоначальные размеры на 1—3 мк в течение 3—5 месяцев. Поэтому в тех случаях, когда к измерительному инструменту предъявляют высокие требования

в отношении сохранения его размеров, инструмент до его окончательной обработки подвергают процессу старения.

Старение бывает естественное и искусственное.

При естественном старении закаленный инструмент кладут на склад, где он в течение 6—12 месяцев подвергается воздействию температуры окружающей среды, а затем по истечении этого срока окончательно обрабатывается.

При искусственном старении инструмент после закалки выдерживают в течение 5—12 час. в масляной ванне при 120—150°, а затем охлаждают на воздухе. Наиболее благоприятные результаты получают при прогревании в течение 5—8 час. при температуре 120° инструментов из углеродистых сталей и при температуре 150° из хромистых.

Для получения инструмента, который с течением времени не менял бы своих размеров, применяют процесс, который заключается в попеременном нагревании и охлаждении, т. е. инструмент после нагревания до 760° и быстрого охлаждения снова последовательно нагревают до 40, 70, 130 и 200°; после каждого нагревания охлаждают до комнатной температуры в течение около 6 час.

Замена углеродистых сталей легированными. Название легированной стали определяется главной примесью, которая сообщает стали требуемые качества.

В результате присадки хрома в количестве 11—13% получают хромистую сталь, которая мало изменяет размеры (марки X12, X12M) и мало деформируется (марки XГ, X). Небольшая присадка хрома (0,9—1,2%) и марганца (0,8—1,1%) хорошо оправдала себя в отношении неизменяемости размеров (хромовольфрамовая сталь ХВГ). Хорошее качество имеют стали, в которых углерод и хром находятся в отношении 1 1,5.

Контрольная выдержка измерительного инструмента после его изготовления. Чтобы определить изменения рабочих размеров измерительного инструмента, необходимо делать контрольную выдержку после изготовления. Если изменения невелики и не превышают допускаемого износа инструмента за время выдержки, он может быть пущен в работу.

В тех случаях, когда измерительный инструмент претерпевает изменения, выходящие за пределы допустимых, необходимо его исправить соответствующей термообработкой, о которой было сказано выше.

2. МЕРОПРИЯТИЯ, ПОВЫШАЮЩИЕ ИЗНОСОУСТОЙЧИВОСТЬ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ИНСТРУМЕНТА

На износ калибров, шаблонов и лекал влияют многие причины, основные из которых приводятся ниже.

Допуск контролируемого изделия. Чем меньше допуск контролируемого изделия, т. е. чем меньше зазор между
240

проверяющим инструментом и контролируемым изделием, тем больше износ инструмента. При проверке изделий 3, 4 и 5-го классов точности износ инструмента может быть выражен соответственно следующими отношениями: 1,5 : 1 : 0,5.

Контролируемый размер изделия. Чем больше контролируемый размер изделия, тем больше вес инструмента, удельное давление при измерении и, следовательно, износ инструмента.

Материал контролируемого изделия. Наибольший износ измерительного инструмента бывает, как правило, при проверке размеров чугунных изделий, а наименьший — при контроле изделий из бронзы. Стальные изделия изнашивают поверочный инструмент скорее, чем латунные, и в отношении износа инструмента занимают среднее положение между чугуном и бронзой.

Методы окончательной обработки изделий. При контроле шлифованных изделий износ инструмента будет большим, чем при проверке изделий, обработанных резцом, так как на поверхности шлифованных изделий остается абразивный материал; кроме того, трение между доведенной поверхностью поверочного инструмента и шлифованной поверхностью изделия больше, чем между доведенной поверхностью инструмента и обработанной резцом.

Твердость измерительных поверхностей инструмента. Чем тверже измерительные поверхности инструмента, тем меньше они подвержены поверхностным повреждениям (забоинам, царапинам) и тем более долговечны. Твердость измерительных поверхностей поверочного инструмента должна быть, как правило, выше твердости измеряемого изделия; обычно ее берут в пределах $H_{RC} = 56—64$.

Качество отделки измерительных поверхностей инструмента. Поверхностные неровности являются основной причиной быстрого износа инструмента. Величины поверхностных неровностей инструмента колеблются в зависимости от класса точности в пределах 0,3—1 мк, а наименьший гарантированный запас на износ калибров диаметром 10 мм составляет для 1-го класса точности 1 мк.

К числу мероприятий, увеличивающих износоустойчивость измерительного инструмента, относятся: хромирование; нитрирование; наплавка рабочих поверхностей твердыми сплавами; применение износоупорных сталей.

Хромирование инструмента. Применением хромирования можно повысить износоустойчивость приблизительно в 8—10 раз, причем износоустойчивость зависит от толщины покрытия и технологии хромирования.

При покрытии измерительных поверхностей хромом необходимо стремиться к тому, чтобы толщина слоя хрома превышала запас на износ инструмента, так как это позволяет восстанавливать

рабочие размеры инструмента расхромиванием и повторным хромированием без повторения отделочных работ.

При доводке хромированных калибров надо придерживаться следующих правил: не допускать сильного нагревания калибров во время доводки; скорость вращения притира уменьшать в $2\frac{1}{2}$ раза по сравнению с обычной доводкой; применять электрокорундовые порошки не крупнее порошка М-10; притир покрывать абразивным порошком; окончательную доводку производить тонкой окисью хрома на стеклянном притире.

Нитрирование инструмента. Нитрирование — это поверхностное насыщение стали азотом, которое происходит при нагреве стали от 280 до 600°. Инструмент нагревают в герметически закрытом муфеле электрической печи с окисью азота или аммиаком. Азот проникает в сталь и образует очень твердые химические соединения с железом, придавая нитрируемой поверхности высокую твердость — $H_B = 900—1000$.

Обычные углеродистые стали нитрированию не подвергают, так как поверхностный слой при этом получается недостаточно твердым и в то же время хрупким. Для нитрирования лучше всего брать низколегированные стали, содержащие алюминий, ванадий, молибден, хром, вольфрам и марганец, так как при наличии этих элементов ускоряется процесс насыщения азотом и получается твердый и в то же время менее хрупкий поверхностный слой.

Перед нитрированием изделие рекомендуется подвергнуть закалке и отпуску. После нитрирования термообработки не требуется, так как свойства стали не нарушаются, инструмент не деформируется, а поверхностный слой получает высокую твердость даже при медленном охлаждении.

Нитрированный инструмент сохраняет твердость при нагреве до 500°, хорошо противостоит коррозии и обладает износоустойчивостью в 2—3 раза большей, чем инструмент из легированной стали, не подвергшийся нитрированию.

Наплавка рабочих поверхностей металлокерамическими твердыми сплавами. Повышенная твердость и износоустойчивость измерительного инструмента нужны только для небольшого поверхностного слоя металла, сердцевина должна быть по возможности вязкой и в то же время достаточно прочной. Поэтому такой инструмент может быть изготовлен из дешевых сортов машиноподелочных или инструментальных сталей при условии, что его рабочие поверхности будут иметь повышенную твердость и износоустойчивость.

К числу способов, повышающих твердость и износоустойчивость рабочих поверхностей измерительного инструмента, можно отнести наплавку их твердыми сплавами. Твердые сплавы наплавляют ацетилено-кислородным пламенем. При наплавке необходимо хорошо контролировать наложенный металл, избегать смешения наплавляемого металла с основным, вести процесс при

сравнительно низкой температуре, чтобы получить гладкую поверхность.

К недостаткам этого способа надо отнести сравнительно большой перегрев основного металла.

Наплавленный слой можно обрабатывать резцами из твердого сплава, шлифовальными кругами всухую или с обильным охлаждением. Измерительные поверхности инструмента, наплавленного твердыми сплавами, могут быть успешно доведены при помощи порошков алмаза и карбида бора.

В тех случаях, когда нет необходимости добиваться блестящей поверхности, доводку производят пастами из карбида бора последовательно, начиная с марки М-28 и кончая маркой М-7. Пасты из карбида бора состоят из 65% зерен карбида бора и 35% парафина (по весу). Притир смачивают предварительно керосином или бензином, а затем покрывают тонким слоем пасты. Для окончательной блестящей доводки надо применять притиры, покрытые алмазной крошкой, измельченной в ступке и просеянной через сито № 325.

Стойкость наплавленных металлокерамическими твердыми сплавами измерительных поверхностей увеличивается в 35—40 раз по сравнению с поверхностями инструментов из углеродистых сталей.

3. МЕРОПРИЯТИЯ, ПОВЫШАЮЩИЕ СРОК СЛУЖБЫ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

К числу мероприятий, повышающих срок службы режущего инструмента, относятся: доводка режущих граней инструмента; цианирование; нитрирование; хромирование; электрополирование; электроискровое упрочнение режущего инструмента.

Доводку режущих граней инструмента применяют для удаления тонких поверхностных слоев металла, твердость которых уменьшилась на глубину от 0,02 до 0,04 мм в результате процессов шлифования и заточки, обычно сопровождающихся нагревом обрабатываемой поверхности. Доводку применяют в тех случаях, когда доступ к режущим граням инструмента удобен, как, например, у резцов. Однако доступ к режущим граням ряда инструментов сложной формы затруднен, и доводка режущих граней с помощью притира в таких случаях нерентабельна. Вопрос о доводке с помощью притира достаточно подробно освещен в предыдущих главах, поэтому в настоящей главе не рассматривается.

Цианирование режущих граней инструмента — это процесс одновременного насыщения поверхностных слоев стали углеродом и азотом. В качестве твердого карбюризатора берут смесь из 30—40% желтой кровяной соли, 10% соды и 50—60% древесного угля. Цианирование можно применять только для инструментов, изготовленных из быстрорежущих сталей. Режущий ин-

струмент после механической и термической обработки укладывают в железные ящики, как при цементации, устанавливают в печь, где выдерживают в течение 1,5—4 час. при температуре 540—570°, вынимают из печи, охлаждают в ящиках до 200—100°, распаковывают, очищают проволочными щетками и охлаждают на воздухе до комнатной температуры.

Нитрирование режущих граней инструмента — это поверхностное насыщение стали азотом. Нитрирование было рассмотрено ранее в этой же главе.

Хромирование. Инструмент, подлежащий хромированию, очищают предварительно от грязи и обезжиривают. Сильно загрязненный инструмент промывают в бензине. Обезжиривание производят электролитическим путем в ванне с водным раствором NaOH, Na₂CO₃ и декстрина. Обезжиренный инструмент тщательно промывают сначала в холодной, а затем в горячей проточной воде. Хромирование производят в гальванической ванне, содержащей 750 г/л хромового ангидрида и 7,5 г/л серной кислоты. Температура ванны 65°, а плотность тока 22 а/дм². Инструмент подключают к отрицательному полюсу. Положительный полюс, в зависимости от формы инструмента, может быть плоским, цилиндрическим или фигурным. Для получения хромированного слоя толщиной 0,001—0,003 мм необходимо 5 мин., а толщиной 0,01 мм — 15—20 мин. Хромированный инструмент промывают в воде, сушат и подвергают старению в течение часа в масляной ванне при 180°. Обычно хромируют инструменты, применяемые для чистовой обработки, как, например, резьбонарезной инструмент, долбяки, зубострогальные резцы, протяжки и т. п. Стойкость хромированного инструмента возрастает на 50—200%.

Электрополирование — это процесс снятия дефектного слоя металла, полученного после шлифования и заточки режущего инструмента, а также процесс сглаживания микронеровностей, оставшихся в результате предыдущей обработки.

Сущность процесса электрополирования заключается в том, что под действием постоянного электрического тока на поверхности инструмента, помещенного в ванну с электролитом в качестве анода, образуется вязкая пленка из металлических солей, плохо проводящая электрический ток. Этой пленкой покрываются впадины и микровыступы поверхности инструмента. Так как толщина пленки на микровыступах меньше, чем во впадинах, то микровыступы продолжают растворяться в то время, как процесс растворения во впадинах уже прекратился, т. е. происходит процесс сглаживания поверхности.

Перед электрополированием инструмент промывают и обезжиривают, а затем помещают в ванну с электролитом. Ванна изготавливается из фарфора или стекла, а при больших установках — из стали с облицовкой внутренних стенок свинцом. Для электролита берут 65% H₃PO₄, 25% H₂SO₄ и 10% дистиллированной воды.

Полируемый инструмент подключают к положительному полюсу, т. е. к аноду (рис. 168); в качестве катода берут угольные или свинцовые пластины. Последние более удобны, так как легко изготавливаются любой формы. При электрополировании плоских и цилиндрических режущих инструментов диаметром до 80 мм пользуются плоскими катодами. В противном случае изготавливают катоды фасонного профиля соответствующей формы.

Инструменты подвешивают в ванне на анодные штанги рядами с помощью латунной проволоки. Свинцовые пластины-катоды помещают между рядами инструментов с зазором 25—40 мм. С

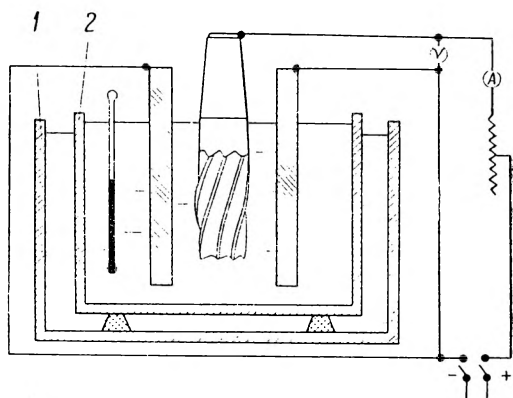


Рис. 168. Схема установки для электрополирования

внешней стороны крайних анодов помещены также катоды. Таким образом, возможно одновременное электрополирование партия одинаковых инструментов.

Для электрополирования применяют постоянный ток напряжением 3,5—5 в и плотностью 6—10 а/дм². Температура электролита 50°. Продолжительность процесса 15—30 мин. Глубина снимаемого слоя 20—50 мк.

Температура электролита в ванне поддерживается постоянной благодаря пропусканию холодной или горячей воды между стенками ванны 2 и рубашки 1. Электролит для более равномерного полирования перемешивают. Вредные пары, выделяющиеся из электролита, отсасываются специальной установкой.

Обработанный инструмент промывают сначала в холодной, а затем в горячей воде и сушат на сушильном столе при температуре 100—120°

Электрополирование может применяться для обработки любых видов инструмента и увеличивает его стойкость на 10—15%.

Электроискровое упрочнение режущего инструмента. Сущность этого процесса заключается в том, что если в электрическую цепь постоянного тока, имеющую батарею

конденсаторов, включить в качестве катода упрочняемый инструмент и в качестве анода электровибратор с пластинкой твердого сплава или графита, то при приближении вибратора к упрочняемому инструменту произойдет электрической разряд, который пробьет тонкую воздушную прослойку и перенесет микрочастицы твердого сплава или графита с положительного полюса на отрицательный, т. е. на поверхность упрочняемого инструмента. В результате стойкость инструмента возрастет на 50—300%, в зависимости от вида инструмента и условий его работы.

Для упрочнения инструментов и штампов электроискровым способом имеется специальное приспособление. Это приспособление питается постоянным током. Отрицательный полюс — катод — подключен к обрабатываемому инструменту, а положительный — анод — к упрочняющему электроду. Параллельно электродам включены три секции конденсаторной батареи. Для питания электромагнитного вибратора используется переменный ток напряжением 12 в. При упрочнении твердыми сплавами различных инструментальных сталей применяют следующий режим: емкость конденсаторов 1—200 мкф, сила тока 0,25—3 а, напряжение 50—220 в.

Упрочнение можно производить различными металлами, их сплавами, металлокерамическими материалами и графитом. Наилучшие результаты получаются при сплавах Т15К6, Т30К4 и графитах ЭГ-2 и ЭГ-4.

Твердым сплавом упрочняют все резцы, сверла, зенкеры, острозубые фрезы, пальцевые и крупномодульные черновые червячные фрезы. Графитом упрочняют инструменты для чистовой обработки, расточные пластины, развертки, чистовые зенкеры и зубодолбежные гребенки.

При упрочнении твердыми сплавами толщина слоя не превышает 0,07 мм, и на такую же глубину некоторые составные части сплава проникают в основную массу металла упрочняемого инструмента. Чистота упрочняемой поверхности, в зависимости от режима обработки, соответствует 5—7-му классу чистоты ГОСТ 2789—51.

Почти все виды инструментов можно упрочнять по задним граням. По передним граням режущие инструменты упрочняют в тех случаях, когда затылочная поверхность имеет сложный по форме профиль и не поддается правильному упрочнению.

Инструменты с затылованными зубьями упрочняют по всей длине задних граней на ширину 4—5 мм. После стачивания этого слоя процесс упрочнения повторяют. Инструмент с остроконечными зубьями упрочняют по задним граням после каждой заточки.

РЕМОНТ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТРАБОТАННОГО РЕЖУЩЕГО И ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В целях экономии дорогостоящего материала все основные виды режущего и измерительного инструмента необходимо после износа восстанавливать для дальнейшего их использования.

При многократном восстановлении и использовании отработанного инструмента поступают следующим образом:

1) восстанавливают инструмент полностью, т. е. сохраняют его назначение, рабочие размеры и эксплуатационные характеристики, что является наиболее желательным в использовании отработанного инструмента;

2) переделывают инструмент на другие размеры или на другой тип, что не дает возможности использовать полностью материал отработанного инструмента;

3) используют отработанный инструмент в качестве заготовки для нового инструмента, что менее целесообразно, чем при первом и втором способах;

4) используют отработанный инструмент для шихты при изготовлении литого инструмента и других изделий.

При выборе наиболее целесообразного варианта для дальнейшего применения и использования отработанного инструмента руководствуются следующими соображениями:

1) инструменты из быстрорежущей стали и твердых сплавов должны восстанавливаться в обязательном порядке;

2) инструменты из углеродистой и других сталей восстанавливают только в том случае, если стоимость восстановленного инструмента будет ниже или в крайнем случае равной стоимости изготовления нового инструмента;

3) инструменты следует восстанавливать только в том случае, если после восстановления они будут иметь прежние эксплуатационные качества;

4) инструменты следует переделывать на другие размеры и виды, если не могут быть сохранены их прежние эксплуатационные качества.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Для того чтобы организовать на заводе восстановление и использование отработанного режущего инструмента, необходимо при центральном инструментальном складе завода создать приемно-сортировочный пункт, на котором отработанный инструмент будут сортировать, а затем направлять на специальный участок инструментальной мастерской для восстановления или переделки на другие размеры и виды или же на склад в качестве заготовки или материала для нового инструмента.

Правильная организация восстановления может быть осуществлена только в том случае, если установлен твердый порядок использования отработанного инструмента. На чертежах режущего инструмента должно быть указано: из какого отработанного инструмента может быть изготовлен данный инструмент; каковы пределы нормального износа изготавливаемого инструмента, по достижении которых он должен быть забракован; на какой инструмент может быть переделан изготавливаемый инструмент, когда он будет забракован.

Пользуясь этими данными, составляют карточки эксплуатационных циклов инструмента. В карточках помещаются сведения, необходимые для сортировки инструмента при отбраковывании, для определения характера восстановления и для планирования специального участка инструментального цеха, занимающегося восстановлением инструмента.

Чтобы как можно полнее восстановить эксплуатационные свойства отработанного инструмента и использовать остродефицитный материал, а также свести затраты на восстановление к минимуму, необходимо заранее разработать наиболее экономичный технологический процесс восстановления режущего инструмента.

Кроме того, необходимо разработать специальные технические условия на восстановленный инструмент с допускаемыми отклонениями от требований, предъявляемых к новому инструменту.

3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАРШРУТЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Технологические маршруты восстановления и использования отработанного инструмента весьма разнообразны и зависят главным образом от типа инструмента, характера его дефектов и степени износа.

Рассмотрим технологические маршруты восстановления и использования следующих отработанных режущих инструментов: резцов, спиральных сверл и зенкеров, концевых и насадных фрез, разверток и напильников.

Резцы — наиболее распространенный и легко поддающийся восстановлению и использованию тип инструмента.

Если державки не повреждены, а пластинки быстрорежущей стали откололись или отпаялись, то резцы могут быть восстановлены приваркой новых пластинок. Если державки были ранее повреждены, то у них отрезаются головки и фрезеруются новые, т. е. получаются укороченные державки, или поврежденные державки перековываются на другие — для резцов меньшего размера.

Остатки пластинок из быстрорежущей стали дробятся и используются для наплавки вновь изготавливаемых резцов.

Наплавка смеси из отходов быстрорежущей стали в виде крупинок и 5—7% алюминиевой стружки осуществляется при помощи земляных или графитовых форм и угольных электродов. В качестве флюсов для наплавки применяется смесь, состоящая из 4% графита, 20% плавикового шпата, 45% мрамора, 6% ферросилиция и 25% жидкого стекла. Смесь просушивается, прокаливается в печи, дробится и перемешивается с 80—85% быстрорежущей стали.

Остатки пластинок из металлокерамических твердых сплавов используются для изготовления мелких пластинок, а также алмазозаменителей.

Спиральные сверла и зенкеры выходят из строя из-за повреждения хвостовой или режущей части, а также полного износа режущей части.

Свернутая или отломанная лапка исправляется в результате наплавки металла и последующей механической обработки.

Коническая поверхность хвостовика исправляется шлифованием и последующим хромированием, если размеры хвостовика вышли за пределы допуска на изготовление. Диаметр конической поверхности хвостовика можно увеличить с помощью газовой или электрической металлизации.

Крупные повреждения режущей части инструмента исправляются наплавкой быстрорежущей стали с последующей механической обработкой. Инструменты с мелкими дефектами на режущей части перешлифовываются на меньший размер, причем при необходимости снимается шлифовальным кругом металл со стороны затылочных поверхностей инструмента.

Инструменты, у которых полностью износилась режущая часть, переделывают на другие.

Концевые фрезы выходят из строя из-за повреждения хвостовой части резьбы хвостовика, износа винтовых и торцовых зубьев по высоте, поломки зубьев, дефектов в месте сварки режущей и хвостовой частей инструмента. Повреждения хвостовой части инструмента исправляются так же, как у спиральных сверл и зенкеров. Резьба может быть исправлена резьбовыми притирами или после отжига метчиками.

Высота винтовых зубьев восстанавливается одновременно с

заточкой инструмента после его затупления. После многократного восстановления фрезы подвергаются отжигу и переделываются на меньшие размеры.

Высота торцовых зубьев восстанавливается в известной мере шлифованием во время заточки инструмента. Если для восстановления высоты торцовых зубьев требуется значительное врезание в торец инструмента, то фрезу отжигают, углубляют центровое отверстие и выточку и фрезеруют новые торцовые зубья.

Отдельные выломленные места у зубьев фрез восстанавливаются наплавкой.

Если режущая часть концевой фрезы отделилась от хвостовика в месте сварки, то ее подвергают отжигу, подрезают со стороны сварки, сваривают в стык с новой заготовкой хвостовика, отжигают и затем окончательно обрабатывают.

Насадные фрезы выходят из строя из-за износа посадочного отверстия, износа зубьев по высоте, поломки отдельных зубьев.

При износе посадочного отверстия оно расшлифовывается или доводится, а затем хромируется.

При износе зубьев по высоте у острозаточенных насадных фрез углубляют канавки заточкой. Зубья же шлицевых и прорезных фрез сначала сошлифовывают, а затем шлифовальным кругом нарезают вновь. Дефекты в виде поломки отдельных зубьев устраняют наплавкой нового металла.

Развертки выходят из строя в результате износа рабочей части по наружному диаметру или износа заборной части.

Изношенные в рабочей части по наружному диаметру развертки восстанавливают только в том случае, если они изготовлены из быстрорежущей стали. В остальных случаях развертки перешлифовывают на ближайший меньший размер. Незначительно изношенные в рабочей части по наружному диаметру развертки хромируются, а затем доводятся.

В случае износа заборной части разверток сначала на анодно-механическом станке отрезается излишняя длина заборной части, затем на электроискровом станке восстанавливается центровое отверстие; после этого шлифуются центровые отверстия с обеих сторон и, наконец, выполняются все шлифовальные, заточные и доводочные операции, предусмотренные для изготовления новых разверток.

При шлифовании конического хвостовика с него снимают минимальный припуск, а затем хвостовик хромируют.

Напильники восстанавливают следующими способами: химическим, пескоструйным, электрохимическим и перенасечкой.

При химическом восстановлении старые напильники очищают в соляной кислоте, обезжиривают кипячением в водном растворе едкого натра и травят в растворе азотной и серной кислот. Работоспособность восстановленных напильников по сравнению с новыми 50—75%.

При пескоструйном восстановлении струю песка направляют в спинку зубьев старого напильника и таким образом затачивают их. Пескоструйный метод дает удовлетворительные результаты при индивидуальной заточке. Работоспособность не выше 50% по сравнению с новым напильником.

При электрохимическом восстановлении старые напильники обрабатываются методом электрополирования, в результате которого стойкость восстановленных напильников повышается до 80%.

При перенасечке старые напильники отжигаются, насечка у них снимается, после чего насекаются новые зубья.

4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ

Все отходы быстрорежущей стали и твердых сплавов, которые не могут быть использованы для восстановления и переделки, сортируются по категориям, группам и классам согласно ГОСТ 2787—44. Отходы, используемые для литья инструмента, сортируются по маркам сталей.

Разделка сварного инструмента на углеродистую и быстрорежущую сталь осуществляется на анодно-механических отрезных станках без предварительного отжига. Разделку можно также производить и на установках ГЛЭ-612, использующих токи высокой частоты для расплавления металла в месте сварки.

Отходы твердых сплавов размельчаются молотом в специальной ступе, сортируются по номерам зернистости и используются при изготовлении алмазозаменителей.

5. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА ВОССТАНОВЛЕННЫЙ РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

Качество восстановленного инструмента должно соответствовать чертежам и техническим условиям на новый инструмент. Однако для восстановления инструмента допускаются некоторые отклонения (табл. 27), не влияющие на его эксплуатационные свойства.

Внешние дефекты хвостовиков, как, например, следы заварки, риски и т. п., не должны превышать 10% общей поверхности хвостовика данного инструмента. Линейное перемещение восстановленного конуса инструмента в калибре-втулке не должно превышать 1,5 мм для конуса Морзе № 2 и 2 мм для конуса Морзе № 3 и более.

На рабочих частях режущего инструмента могут оставаться отдельные черновины при условии, что они отсутствуют на режущих лезвиях. В местах наплавки режущих лезвий допускаются отдельные раковины диаметром не более 2—3 мм и глубиной не

свыше 1 мм при условии, что они расположены на расстоянии не менее 3—5 мм от режущей кромки и количество их на длине 100 мм не превышает 3—4.

Увеличение шага спирали у восстановленного инструмента по сравнению с шагом нового возможно не более чем на 40%.

Т а б л и ц а 27

Допускаемые отклонения на восстанавливаемый инструмент

Наименование восстановленного инструмента	Размер в мм	Допуски в мм	
		на наружный диаметр	на длину рабочей части
Резцы призматические	Все размеры	—	10—15% ₀ от общей длины резца
Сверла и зенкеры	Все размеры	—	—30
Развертки	Все размеры	—	—10
Концевые фрезы	Диаметр 14—20	+1	+5 —2
	Диаметр 20—40	+1 —2,5	+7 —3
	Диаметр 40—60	+2 —3,5	+10 —3
	Диаметр свыше 60	+3	+15 4

Уменьшение глубины впадины зуба развертки, переделанной на меньший размер, не должно превышать 0,5 мм. Укорочение длины рабочей части напильника не должно превышать 15%. Остатки поверхности со сработанными зубьями не должны превышать 3 см².

Срок службы восстановленного инструмента должен быть таким же, как и нового инструмента.

6. РЕМОНТ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

В результате эксплуатации измерительный инструмент изнашивается, ломается и после определенного срока службы не может быть использован по назначению.

Восстановление инструмента до прежних размеров и точности осуществляется обычно или путем хромирования или же слесарно-лекальными приемами.

Переделка инструмента на другой размер или тип производится обычными методами механической и слесарно-лекальной обработки.

Ненормальный износ инструмента, а также наличие у него ржавчины, забоин и других местных дефектов говорит о том, что данный инструмент изношен преждевременно из-за небрежного к нему отношения в период эксплуатации. Чтобы избежать таких случаев в дальнейшем, необходимо принять соответствующие меры.

7. РЕМОНТ ГЛАДКИХ И РЕЗЬБОВЫХ КАЛИБРОВ-ПРОБОК, СКОБ, РЕЗЬБОВЫХ КОЛЕЦ, ШАБЛОНОВ И ЛЕКАЛ

Рассматриваемый инструмент в отношении ремонта можно разбить на две группы, из которых первая включает цилиндрические (гладкие и резьбовые) пробки, а также резьбовые кольца, а вторая листовые пробки, скобы, шаблоны и лекала.

Инструменты первой группы. Для восстановления у инструментов первой группы рабочих размеров в настоящее время широко применяется размерное хромирование.

При восстановлении рабочих размеров цилиндрических гладких пробок придерживаются, например, следующего порядка: сначала шлифуют рабочие поверхности пробок до диаметра меньше рабочего на 0,05—0,10 мм, затем хромируют слоем толщиной 0,10—0,15 мм, считая на диаметр, и, наконец, шлифуют и доводят их до рабочего размера.

Для измерительного инструмента вполне достаточна толщина слоя хрома в 0,025—0,030 мм, так как она обеспечивает увеличение срока службы инструмента. На доводку надо оставлять слой хрома не менее 0,006 мм на сторону.

При шлифовании хромированных калибров применяются электрокорундовые круги твердостью СМ₁ и зернистостью 46, 60, 80 и 120. Окружная скорость шлифовального круга 15—20 м/сек, а изделия 18—36 м/мин.

Для доводки берут притиры из серого чугуна, меди и стекла. Доводочным материалом служат карбид кремния и окись хрома зернистостью М-28, М-20 и М-14. Сильное нагревание инструмента во время доводки ни в коем случае не допускается.

Практика доводки пастами ГОИ показывает, что во время доводки хром «сползает», поэтому применять эту пасту для доводки хромированных поверхностей не рекомендуется.

Инструменты второй группы. При ремонте листовых пробок, скоб, шаблонов и лекал поступают так же, как и при

ремонте инструментов первой группы, или производят рихтовку инструмента, при помощи которой и получают необходимые рабочие размеры.

В качестве примера рассмотрим технологический процесс ремонта скобы с применением рихтовки, который состоит из следующих операций: отжига губок, рихтовки, припиловки губок, закалки, предварительной и окончательной доводки измерительных поверхностей.

После отжига скобу рихтуют, чтобы уменьшить размер между измерительными поверхностями. Рихтовку производят слесарным молотком. На рис. 169 показана измерительная скоба. На ней отмечены места, по которым наносят удары молотком при рихтовке. При перекосе боковых плоскостей губок скобы удары наносят по той или иной ее стороне около места 4. Для уменьшения обоих размеров скобы ударяют по месту 3, а для увеличения — по месту 2. Для уменьшения одного только проходного размера скобы ударяют по месту 5.

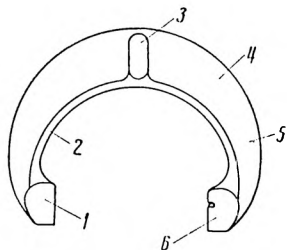


Рис. 169. Эскиз измерительной скобы

В результате рихтовки стремятся получить припуск на припиловку рабочих поверхностей скобы 0,5 мм. Сначала припиливают плоскость губки 1, затем непроходную сторону губки 6 и, наконец, проходную сторону этой же губки. Припиливаемые плоскости должны быть перпендикулярны боковым плоскостям губок. На предварительную и окончательную доводку после закалки оставляют припуск от 0,05 до 0,1 мм. Предварительную доводку производят корундовыми брусками, а окончательную доводку — абразивным материалом или пастой ГОИ.

8. РЕМОНТ ШТАНГЕНЦИРКУЛЕЙ

Ремонт штангенциркулей разделяется на работы по восстановлению точных и простых штангенциркулей.

У точного штангенциркуля обычно встречаются следующие дефекты: сломана губка штанги или губка рамки; сильно сточены острые концы губок; изношены или перекошены измерительные плоскости; неправильно движется рамка по штанге; неправильно показание нониуса.

Поломанную или сильно сточенную губку штанги заменяют новой. При этом придерживаются следующего порядка (рис. 170, а):

1) отжигают всю ремонтируемую часть губки и охлаждают ее на воздухе;

2) отрезают ножовкой сломанный или сточенный конец губки;
3) прорезают гнездо двумя ножовочными полотнами, сложенными вместе, или фрезой, как это указано на рис. 170, б, а затем опиливают плоскости гнезда тонким плоским напильником с таким расчетом, чтобы ширина гнезда равнялась примерно $\frac{1}{3}$ толщины губки;

4) изготавливают новую губку из стали У8А и пригоняют ее по гнезду с припуском 1 мм у измерительной поверхности;

5) сверлят два отверстия под заклепки и раззенковывают их;

6) склепывают губку с ножкой штанги и зачеканивают все швы (рис. 170, в);

7) опиливают новую губку и шлифуют ее абразивным бруском, оставляя припуск у измерительной поверхности 0,05—0,08 мм;

8) закаливают измерительную часть губки и дают ей отпуск;

9) зачищают губку и ножку штанги мелким абразивным полотном;

10) доводят измерительную поверхность губки, затачивают ее острый конец и регулируют штангенциркуль.

При ремонте обеих губок штанги удаляют всю ножку и вместо нее ставят новую. Ремонт проводят в такой последовательности:

1) выбивают бородком заклепки, соединяющие ножку со штангой;

2) из стали У8А делают новую ножку, аналогичную старой;

3) высверливают в новой ножке окно и точно пригоняют его по штанге;

4) размечают отверстия в ножке точно по отверстиям в штанге с учетом припуска у измерительных плоскостей губок 0,7—1 мм;

5) устанавливают ножку перпендикулярно плоскости одного из ребер штанги и в случае несовпадения отверстий под заклепки раззенковывают их, а затем раззенковывают под потайные заклепки;

6) ставят и расклепывают заклепки, после чего зачеканивают место соединения у торца штанги;

7) отделяют и пригоняют измерительные плоскости губок штанги по измерительным плоскостям губок рамки, оставляя припуск на доводку 0,05—0,08 мм;

8) закаливают измерительные плоскости губок штанги, а затем подвергают их отпуску;

9) зачищают ножку штанги мелким абразивным полотном;

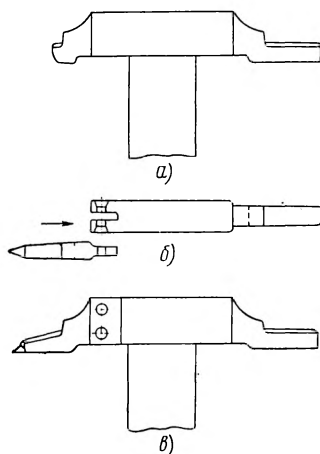


Рис. 170. Схема ремонта губки штанги точного штангенциркуля

10) доводят измерительные плоскости губок штанги, затачивают их острые концы и регулируют штангенциркуль.

Ремонт губок рамки штангенциркуля проводят так же, т. е. выбивают заклепки, делают новую ножку рамки по образцу старой, пригоняют ее по рамке, сверлят через рамку и зенкуют отверстия под заклепки, ставят и расклепывают заклепки, пригоняют окончательно, закаливают и доводят измерительные плоскости губок.

При износе и перекосе измерительных плоскостей губок штангенциркулей, а также при окончательной отделке вновь установленных губок применяют предварительную и окончательную доводку.

Доводку губок начинают с рамки, для чего рамку снимают со штанги и обрабатывают измерительные поверхности обеих ее губок одновременно, добиваясь точного их расположения в одной плоскости.

После этого рамку надевают на штангу и проверяют перпендикулярность измерительных поверхностей губок к штанге. В противном случае неперпендикулярность исправляют доводкой, сохраняя их расположение в одной плоскости.

Губки штанги доводят по губкам рамки. Работу заканчивают после того, как измерительные поверхности губок штанги и рамки будут прилегать друг к другу без всякого просвета.

Доводка измерительных поверхностей губок осуществляется чугунами или медными притирами, имеющими форму кружков с накаткой по цилиндрической поверхности. Диаметр таких притиров от 20 до 30 мм, толщина 5—10 мм. Рабочие плоскости притиров строго параллельны.

Штангенциркуль зажимают за ножку штанги в тиски с мягкими прокладками, заводят между губками штангенциркуля покрытый тонким слоем абразива или пасты ГОИ притир, слегка зажимают его между губками и, перемещая притир, доводят измерительные поверхности губок.

Можно одновременно доводить обе пары губок, работая правой и левой руками.

Иногда грани штанги исправляют доводкой по плите с кубиком. Кривизна штанги исправляется при помощи небольшого ручного пресса или слесарных тисков.

Отремонтированную штангу проверяют или лекальной линейкой на просвет или на плите при помощи кубика на краску.

Если пружина не ложится на штангу тремя точками и ее средняя вогнутая часть не расположена точно под стопорным винтом, то рамка станет перекашиваться и движение ее по штанге будет неправильным. Чтобы выправить пружину, ее кладут на слесарные тиски и с помощью молотка и бородка устраниают изгиб.

При неправильном показании нониуса, когда нулевой штрих шкалы штанги не совпадает с нулевым штрихом нониуса, последний необходимо сместить, для чего спиливают торец пластинки нониуса и распиливают отверстия под винты, а затем закрепляют пластинку соответствующим образом.

Износ и непараллельность измерительных поверхностей губок простого штангенциркуля устраняют с помощью рихтовки этих губок, добиваясь совпадения нулевого штриха штанги с нулевым штрихом нониуса, так как штрихи нониуса нанесены непосредственно на рамке.

Так как губки простого штангенциркуля не калятся, то после рихтовки их сразу же припиливают и доводят.

При подгонке измерительных поверхностей губок для внутренних измерений помещают между губками для наружных измерений мерную плитку, устанавливают на такой же размер другой штангенциркуль и в процессе пригонки производят им измерение.

Стержень для измерения глубины исправляют и удлиняют рихтовкой, а затем припиливают торец в размер и зачищают.

9. РЕМОНТ ШТАНГЕНЗУБОМЕРОВ И УГЛОМЕРОВ

Ремонт штангензубомеров проводят в основном теми же методами, что и штангенциркулей. Особое внимание надо обратить на равенство расстояний от торца каждой из губок до торца линейки высотомера. Если линейки перпендикулярны, равенства не будет. Правильность положения торцов губок и линейки высотомера проверяется на просвет плитками, расположенными, как показано на рис. 171.

Ремонт угломеров в основном проводится так же, как и ремонт штангенциркулей.

Забойны и погнутость полудиска и линейки устраняются соответственно мелким напильником, абразивным полотном и рихтовкой. Износ измерительных поверхностей линейки устраняется притиркой на чугунной плите при помощи кубика.

Положение нулевого штриха определяют по точному угольнику; в случае несовпадения нулевых штрихов шкалы и нониуса смещают нониус так, чтобы штрихи совпали. Отверстия под винты в пластинке нониуса могут быть распилены.

Испорченные винты угломера заменяют новыми.

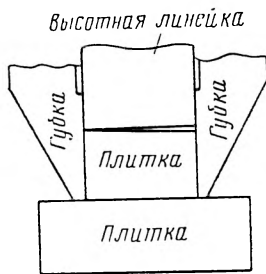


Рис. 171. Проверка положения торцов губок и высотной линейки штангензубомера с помощью плиток

10. РЕМОНТ МИКРОМЕТРОВ

Износ и непараллельность измерительных поверхностей обнаруживают на просвет между сдвинутыми поверхностями или блоком плиток, помещаемых между измерительными поверхностями в четырех диаметрально противоположных местах этих поверхностей.

При устранении непараллельностей и износа измерительных поверхностей микрометра с интервалом измерения от 0 до 25 мм сначала исправляют измерительную поверхность шпинделя, шлифуют ее абразивным бруском, затем доводят на чугунной плитке мелким абразивным порошком или пастой ГОИ. После этого переходят к исправлению измерительной поверхности пятки.

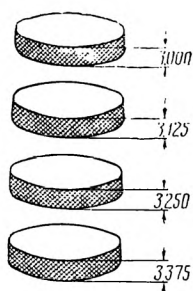


Рис. 172. Комплект притиров для доводки измерительных поверхностей микрометра

К пятке подводят шпиндель и проверяют правильность ее измерительной поверхности относительно исправленной измерительной поверхности шпинделя. Дефекты исправляют сначала шлифованием при помощи абразивного бруска, а затем доводкой на чугунной плите, причем периодически проверяют обрабатываемую плоскость по измерительной плоскости шпинделя.

После индивидуального исправления плоскостей шпинделя и пятки производят совместную доводку этих плоскостей при помощи комплекта из четырех притиров. Притиры чугунные или медные диаметром 20—25 мм и толщиной 3—5 мм имеют строго параллельные плоскости и накатку по цилиндрической поверхности. Толщина притиров в комплекте берется чаще всего такой, какая указана на рис. 172. Делается это

для того, чтобы при шаге микрометрического винта в 0,5 мм обеспечить параллельность измерительных поверхностей в любом положении шпинделя микрометра. Для доводки применяется самый мелкий абразивный порошок или паста ГОИ.

При доводке микрометр зажимают в тиски, и между измерительными поверхностями помещают притир толщиной 3 мм. Шпиндель слегка поджимают к притиру и стопорят тормозным кольцом. Во время доводки притир поворачивают через некоторые промежутки времени, чтобы он равномернее изнашивался.

После доводки первым притиром производят доводку тремя остальными, для чего каждый раз при заводе притира между измерительными плоскостями освобождают тормозное кольцо, затем поджимают шпинделем притир и стопорят шпиндель тормозным кольцом. Шпиндель при этом будет занимать каждый раз новое положение, смещенное относительно предыдущего на $\frac{1}{4}$

оборота. В результате измерительные поверхности микрометра будут параллельны при любом положении его шпинделя.

Правильность доведенных поверхностей контролируется или на просвет или блоком плиток, как об этом было сказано раньше. В тех случаях, когда пятка выкрошилась или сильно изношена, ее заменяют новой. Для удаления пятки микрометр зажимают в тисках, снабженных мягкими губками. После этого вывертывают регулировочный винт и при помощи бородка аккуратно выбивают пятку из скобы. Затем по образцу старой изготавливают новую пятку из стали У8А или У10А с припуском на высоту головки.

Пятку забивают в скобу и припиливают ее плоскость по плоскости шпинделя с припуском под доводку, замечают положение в скобе, выбивают из нее пятку, которую затем закалывают и запрессовывают в скобу согласно замеченному ранее положению. Запрессовку производят с помощью тисков, снабженных мягкими губками. После этого доводят измерительную поверхность пятки так, как было указано раньше.

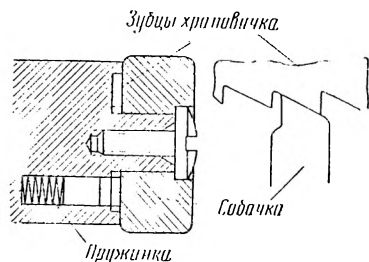


Рис. 173. Схематический разрез трещотки микрометра

При неравномерном (с заеданиями или люфтом) ходе винта необходимо очистить резьбу винта от грязи и промыть его в бензине. Люфт между нитками микрометрического винта и гайки устраняют осевым перемещением конусной гайки, надетой на гайку винта. Это делают специальным ключом.

Если микрометрический винт имеет неравномерный износ, что легко обнаружить во время вращения, то лучше всего старый винт заменить новым.

При отсутствии нового винта резьбу старого доводят с помощью разрезанного резьбового притира или свинцовой пластинки и притирочного материала.

В случае ослабления трещотки ее разбирают, затем увеличивают длину пружинки растягиванием, наконец, запиливают зубцы храповичка, как показано на рис. 173. После этого трещотку собирают.

При ненормальной работе тормозного кольца, когда оно или совсем перестает стопорить шпиндель микрометра, или начинает работать после нескольких холостых оборотов, или же, наконец, имеет осевой люфт, необходимо его снять.

Причиной первых двух неисправностей является износ ролика и канавки внутреннего кольца (рис. 174). Изношенный ролик надо заменить новым с таким расчетом, чтобы при вращении наружного кольца по стрелке 1 ролик утопал в канавке, касаясь на-

ружного кольца, и по стрелке 2 сразу катился по наклонной плоскости канавки и стопорил шпиндель микрометра.

Осевой люфт появляется вследствие износа бокового выступа внутреннего кольца. Для устранения люфта необходимо выступ кольца раздать с помощью оправки на тисках, а затем запилить в размер по месту.

При несовпадении нулевых штрихов шкалы и нониуса в момент соприкосновения измерительных поверхностей микрометра необходимо повернуть барабан с нониусом относительно микрометрического винта. Для этого измерительные поверхности приводят в нормальное соприкосновение и, поворачивая барабан, устанавливают нулевые штрихи в надлежащем положении.

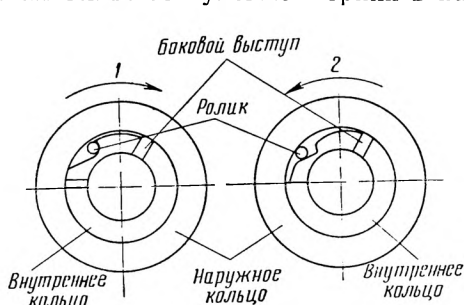


Рис. 174. Схема тормозного устройства микрометра

Если торец барабана с нониусом во время соприкосновения измерительных поверхностей микрометра переходит за нулевой штрих шкалы, эту неисправность устраняют перемещением пятки в осевом направлении при помощи регулировочного винта, которым пятка перемещается до тех пор, пока барабан не займет нужного положения.

Если регулировочного винта у микрометра нет, а шкала нанесена на стебле, то стебель поворачивают специальным ключом и спиливают с его торца столько, сколько нужно для совпадения торца барабана с нулевым штрихом шкалы. Иногда для этой цели ставят под буртик пятки специальную подкладку.

Микрометры с интервалами измерения от 25 до 50 мм, от 50 до 75 мм и т. д., у которых измерительные поверхности не соприкасаются, ремонтируются при износе этих поверхностей следующим образом.

Если имеется микрометр с интервалом измерения от 0 до 25 мм, то в скобу этого микрометра вставляют шпиндель и пятку ремонтируемого микрометра, а затем исправляют измерительные поверхности последнего так, как об этом было сказано в отношении ремонта микрометра с интервалом измерения 0—25 мм.

Измерительные поверхности больших микрометров могут быть отремонтированы без разборки самих микрометров, причем доводка каждой измерительной поверхности осуществляется отдельно. Контроль параллельности плоскостей производится измерительной плиткой подходящего размера в четырех диаметрально противоположных местах обрабатываемых плоскостей. Плитка

должна входить во всех контролируемых местах с совершенно одинаковыми усилиями.

При ремонте больших микрометров иногда применяют рихтовку стальных скоб.

11. РЕМОНТ МИКРОМЕТРИЧЕСКИХ ШТИХМАСОВ И ГЛУБИНОМЕРОВ

Так как детали и узлы микрометрического штихмаса аналогичны соответствующим деталям и узлам микрометра, то ремонт микрометрического штихмаса в основном подобен ремонту микрометра.

При неравномерном (с заеданиями или люфтом) ходе винта его промывают в бензине. Для устранения люфта вращают регулирующую гайку, надетую на гайку винта.

Повреждения головки и других частей штихмаса устраняются правкой, зачисткой и, наконец, постановкой новых частей.

При неправильных показаниях размеров барабан со шкалой ставят в новое положение следующим образом. Блок плиток определенного размера устанавливают в прибор (см. рис. 26, 27) и между его ножками помещают штихмас так, чтобы его измерительные поверхности точно касались внутренних поверхностей ножек. После этого замечают, как расположится нулевой штрих нониуса относительно нулевого штриха шкалы стебля. Затем разъединяют барабан и винт, поворачивают барабан со шкалой, так, чтобы штрихи нониуса и шкалы совпали, и закрепляют барабан в этом положении.

В тех случаях, когда торец барабана не доходит или перекрывает необходимый штрих шкалы стебля, микрометрический винт подают относительно стебля в ту или другую сторону до тех пор, пока торец барабана не совпадет с нужным штрихом шкалы стебля. Таким же образом регулируются и штихмасы с удлинителями.

При износе или искривлении измерительной плоскости траверсы микрометрического глубиномера последняя рихтуется. Затем измерительная плоскость доводится на чугунной плите, покрытой абразивным материалом или пастой ГОИ. Доводка производится с помощью кубика. Поверхность проверяется лекальной линейкой, располагаемой по длине и ширине траверсы.

Изогнутый измерительный стержень выправляется свинцовым или медным молотком. Износ измерительной поверхности стержня выправляется при помощи доводки, а правильность расположения этой поверхности — лекальной линейкой и угольником.

При ненормальном ходе винта и неправильных показаниях размеров поступают так же, как и при ремонте микрометра. При нулевом положении стержня его измерительная поверхность должна точно совпадать с измерительной плоскостью траверсы, что устанавливается лекальной линейкой на просвет.

ОРГАНИЗАЦИЯ И ЭКОНОМИКА ПРОИЗВОДСТВА В ИНСТРУМЕНТАЛЬНОМ ЦЕХЕ

1. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И УПРАВЛЕНИЯ ЦЕХОМ

Центральным звеном во всей деятельности промышленного предприятия и, следовательно, цеха является производственный процесс.

Организация производственного процесса включает в себя всю систему мероприятий, направленных на повышение производительности труда, лучшее использование производственных возможностей — мощностей и других ресурсов и улучшение на этой основе экономических результатов работы цеха.

В зависимости от масштаба выпуска однородной продукции в цехе организуется массовое, серийное или индивидуальное изготовление продукции. В связи с этим производственный процесс может быть поточным, позаказным или единичным.

Поточное производство в условиях советской социалистической промышленности является наиболее передовым методом организации производственного процесса.

Организация производственного процесса определяет в значительной степени и структуру цеха.

Во главе цеха стоит начальник, который является единоличным руководителем цеха и подчиняется директору и главному инженеру предприятия. Начальник цеха средних и крупных предприятий имеет следующий аппарат: 1) техническое бюро; 2) планово-распределительное бюро; 3) бюро труда и заработной платы.

В крупных цехах в распоряжении начальника цеха имеется бюро инструментального хозяйства и механик цеха. В очень крупных цехах имеются также бухгалтерия и планово-экономическое бюро.

Во главе технического бюро находится заместитель начальника цеха, на обязанности которого лежит уточнение технологического процесса, контроль за технологической дисциплиной, обеспечение цеха приспособлениями и инструментами. В распоряжении заместителя начальника цеха имеется технологическая группа.

Начальник планово-распределительного бюро подчиняется на-

чальнику цеха. Бюро составляет суточные, недельные, месячные задания, наблюдает за загрузкой оборудования, обеспечивает работой и ведет учет выполнения заданий.

Механик цеха имеется в крупных цехах. Он подчиняется начальнику цеха и руководит ремонтом оборудования. В мелких и средних цехах ремонтом оборудования руководит заместитель начальника цеха.

Первичным звеном предприятия является производственный участок, отделение, пролет, поточная линия цеха. Производственный участок объединяет часть цеха, имеющую однородное оборудование, изготавливающую определенную продукцию или же просто территориально обособленную.

Во главе производственного участка стоит мастер, который является полноправным руководителем участка и отвечает за выполнение плана, расстановку и использование рабочей силы, использование материалов и фондов заработной платы, а также за охрану труда и технику безопасности.

Мастер имеет право налагать взыскания и представлять к премированию за хорошую работу.

Партийные организации мобилизуют массы для выполнения производственных планов, укрепления трудовой дисциплины и развития социалистического соревнования, заботясь в то же время об улучшении культурно-бытовых условий жизни трудящихся.

Профсоюзные организации поддерживают инициативу передовиков, популяризируют их опыт, руководят социалистическим соревнованием и помогают рабочим в выполнении социалистических обязательств.

Социалистическое соревнование развивается под непосредственным руководством профсоюзных организаций, которыми руководят и которым оказывают помощь партийные организации.

2. ПОНЯТИЕ О ПЛАНИРОВАНИИ, СЕБЕСТОИМОСТИ И ХОЗРАСЧЕТЕ

План предприятия называется техпромфинпланом. Он состоит из следующих основных разделов: 1) плана по выпуску продукции; 2) плана по труду; 3) плана использования основных фондов; 4) планов использования сырья, материалов, топлива и электроэнергии; 5) плана ввода в действие новых производственных мощностей; 6) финансового плана.

План по выпуску продукции — производственная программа предприятия.

План по труду касается повышения производительности труда, численности рабочих, инженерно-технических работников и служащих, подготовки и повышения квалификации кадров, роста средней заработной платы и лимита по фонду заработной платы всех работников.

Одним из ведущих разделов техпромфинплана предприятия является план по себестоимости продукции, который рассматривает затраты, связанные с процессом производства, и определяет качество работы предприятия, так как разница между заданной и фактической себестоимостью качественной продукции является основным показателем успешной работы предприятия.

Основными показателями, определяющими общий уровень и оценку работы предприятия, являются: 1) выпуск товарной продукции в натуральном выражении; 2) выпуск валовой продукции; 3) трудоемкость продукции; 4) рост производительности труда; 5) расход фонда заработной платы; 6) оборачиваемость оборотных средств; 7) снижение себестоимости; 8) рентабельность.

Себестоимость — это индивидуальные затраты каждого предприятия на изготовление отдельного вида продукции. В себестоимость продукции включаются в денежной форме все расходы, прямо или косвенно связанные с изготовлением продукции.

Себестоимость отражает уровень технической оснащенности производства и его особенности на данном предприятии.

Себестоимость может быть цеховой, фабрично-заводской и коммерческой.

Цеховая себестоимость продукции включает в себя затраты, связанные с работой цеха.

Снижение себестоимости планируется государством, которое обязывает руководство и коллектив предприятия лучше использовать все его материальные и людские ресурсы, лучше организовать процесс труда и производства, шире использовать опыт передовых предприятий и этим добиться более высокого уровня производительности труда.

Хозяйственный расчет — это большевистский метод планового ведения хозяйства, свойственный социалистической экономике, когда государственный план является законом общественного развития и осуществляется в условиях товарно-денежных отношений.

При хозяйственном расчете предприятия должны быть налажены весьма четко: 1) система планирования всей деятельности предприятия, вытекающая из заданий государственного плана, и 2) оперативный учет, обеспечивающий своевременный контроль за выполнением плана предприятия и его участков.

Перевод цехов, участков и бригад на хозрасчет дополняет систему хозрасчета предприятия и обеспечивает заинтересованность и ответственность работников за результаты работы всех звеньев предприятия.

Основными статьями, по которым следует организовать учет и контроль работы цеха, являются: 1) номенклатура продукции, выпускаемой цехом, и объем его производства; 2) расход фондов заработной платы; 3) расход материалов и полуфабрикатов; 4) все прочие затраты по цеху.

В результате учета должен иметься материал для анализа работы цеха и для оперативного вмешательства в работу с целью ее улучшения, т. е. учет должен быть действенным.

Перевод на хозяйственный расчет отдельных производственных участков и бригад способствует выполнению плана, а также более экономному расходованию топлива, основных и вспомогательных материалов, инструмента и т. д.

3. ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ И ЗАРАБОТНАЯ ПЛАТА

Количество продукции, создаваемой одним рабочим в единицу времени, служит показателем производительности труда. Уровень производительности труда характеризуется количеством затраченного времени. Чем меньше времени затрачивается на изготовление единицы продукции, тем выше уровень производительности труда.

Оплата труда рабочему осуществляется в зависимости от его квалификации и нормы выработки.

Установленная норма выработки соответствует определенной квалификации рабочего, необходимой для выполнения данной работы. Очень важно правильно оценить и определить квалификацию работы или ее разряд и распределить работы в соответствии с квалификацией рабочих.

Отнесение той или иной работы к соответствующему разряду производится с помощью тарифно-квалификационного справочника.

Оплата труда может быть: повременная, повременно-премиальная, сдельная, прогрессивно-сдельная.

При повременной оплате труда размер заработка определяется, исходя из количества проработанного времени, без учета качества и объема выполненной работы, т. е. она может быть почасовая, поденная или месячная.

При повременно-премиальной оплате труда размер заработка определяется, исходя из количества проработанного времени, а также объема и качества выполненной работы. Эта система применяется там, где результаты работы могут быть измерены количественными и качественными показателями, например при выполнении задания в срок, при отсутствии брака и т. п.

При сдельной оплате труда размер заработка определяется, исходя из сдельной расценки и количества качественной продукции, выработанной и сданной рабочим. Сдельная расценка умножается при этом на количество изготовленных изделий.

При прогрессивно-сдельной оплате труда размер заработка определяется, исходя из нескольких сдельных расценок, прогрессивно увеличивающихся в зависимости от перевыполнения рабочим установленных норм выработки и количества сданной им продукции.

Благодаря увеличению расценки за каждую единицу изделия сверх установленного задания у рабочего создается действительный стимул к увеличению роста производительности труда, так как при этом увеличивается и его заработок.

Прогрессивно-сдельная оплата труда — наиболее совершенная система оплаты труда.

Сдельная форма оплаты труда — мощное средство борьбы за непрерывный рост производительности труда и основная, наиболее распространенная в настоящее время система заработной платы в социалистической промышленности.

Сдельная система оплаты труда требует установления: 1) нормы времени на заданный объем работы или нормы выработки за определенное время; 2) размера вознаграждения за установленный нормой объем работы.

Сдельная расценка за единицу работы, например за штуку, рассчитывается по следующей формуле:

$$P = \frac{C_u \cdot K}{60} T,$$

где C_u — тарифная ставка сдельщика в час по первому разряду тарифной сетки;

K — тарифный коэффициент разряда выполняемой работы по тарифной сетке;

T — норма времени в минутах на выполнение оплачиваемой единицы работы;

$C_u \cdot K$ — тарифная стоимость сдельного часа при выполнении работы данного разряда.

Из формулы следует, что размер вознаграждения за труд зависит от двух величин: 1) стоимости одного часа при выполнении работы данного разряда и 2) нормы времени.

Тарифные сетки, тарифные коэффициенты и ставка за один час работы первого разряда устанавливаются правительством и Всесоюзным советом профессиональных союзов в целях государственного регулирования заработной платы и потому не подлежат каким-либо изменениям на местах.

Тарифный же разряд работы и величина нормы времени зависят от той организации, где осуществляется процесс труда.

Для правильного определения расценки необходимо строго обосновывать и определять нормы времени.

Под техническим нормированием понимается установление расчетных норм времени после тщательного анализа и проверки производственных возможностей рабочего места на базе наиболее рационального технологического процесса и эффективной организации труда.

Техническая норма времени — минимально необходимое время для выполнения операции — устанавливается с учетом правильного использования оборудования и инструмента, с учетом применения передового опыта новаторов.

Техническая норма времени включает: 1) оперативное время — T_{on} ; 2) время обслуживания рабочего места — $T_{об}$; 3) время на перерывы для отдыха и личных надобностей — T_n ; 4) подготовительно-заключительное время — $T_{нз}$.

Оперативное время — это время на изменение структуры и свойства металла, формы и размеров заготовки или обрабатываемой детали, качества поверхности или внешнего вида детали, взаимного расположения деталей изделия. Оперативное время может быть ручным, машинно-ручным и машинным.

Время обслуживания рабочего места — это время на уход за рабочим местом на протяжении всей смены.

Время обслуживания рабочего места может быть техническое, например на смену режущих инструментов, и организационное, например на передачу станка сменщику.

Время для перерывов на отдых и личные надобности. Перерывы на отдых предусматриваются при физически тяжелых работах. Перерывы для личных надобностей полагаются при всех видах работ.

Подготовительно-заключительное время — это время на подготовку оборудования к изготовлению всей партии деталей и на сдачу их техническому контролю. Изготовление партии деталей может продолжаться несколько рабочих дней подряд.

Подготовительно-заключительное время не зависит от размера заданной партии деталей и входит в состав нормы времени только при серийном производстве.

Норма штучного времени $T_{шт}$ при единичном производстве состоит из оперативного времени, времени обслуживания рабочего места и времени на перерывы для отдыха и личных надобностей, т. е.

$$T_{шт} = T_{on} + T_{об} + T_n.$$

Норма штучного времени $T'_{шт}$ при серийном производстве может быть выражена так:

$$T'_{шт} = T_{шт} + \frac{T_{нз}}{n},$$

где n — количество обрабатываемых деталей в партии.

Если известна норма штучного времени $T_{шт}$ в минутах, то норма выработки за восьмичасовой рабочий день в штуках $N_{выр}$ может быть определена по следующей формуле:

$$N_{выр} = \frac{480}{T_{шт}}.$$

С изменением технологического процесса и механизацией ручных работ затраты времени на изготовление изделий уменьшаются. Поэтому существующие нормы времени и выработки периодически пересматриваются как устаревшие обычно один раз в год.

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА В ЦЕХЕ

В механических цехах изделия обрабатываются с помощью разнообразных инструментов и приспособлений. Поэтому рациональная организация инструментального хозяйства в этих цехах имеет большое значение.

Организация инструментального хозяйства оказывает влияние на важнейшие показатели работы цеха. От полного и своевременного обеспечения рабочих мест производительным инструментом зависит качество выпускаемой продукции, равномерное выполнение и перевыполнение плана, рост производительности труда и уровень себестоимости продукции. В то же время затраты на изготовление приспособлений и инструмента составляют от 12 до 25% общих затрат цеха.

К числу основных задач инструментального хозяйства цеха относятся: полное и своевременное обеспечение рабочих мест нужным и качественным инструментом и устранение простоев рабочих из-за несвоевременного получения инструмента; освобождение основных рабочих от работ по заточке и ремонту инструмента; внедрение рациональной эксплуатации инструмента; своевременный ремонт и организация работ по восстановлению отработанного инструмента.

Инструментальным хозяйством крупных цехов руководит начальник бюро инструментального хозяйства, в состав которого входят плановая группа, инструментально-раздаточная кладовая, мастерская по ремонту инструмента и мастерская по заточке инструмента.

В небольших цехах работу по обеспечению цеха инструментом выполняет техник по инструменту, числящийся за технологическим бюро цеха.

Годовой план выпуска всех необходимых инструментов и приспособлений составляется на основании квартальных планов, а последние — на основании месячных. При составлении месячных планов выпуска используются установленные нормы расхода инструментов и приспособлений.

Механическому цеху выдается лимитная книжка, в которой записывается потребность цеха в инструментах и приспособлениях. Цех получает необходимые инструменты и приспособления из центрального инструментального склада завода. Выдача инструментов и приспособлений записывается в лимитную книжку, что позволяет цеху контролировать их поступление согласно установленным нормам расхода.

5. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ИНСТРУМЕНТАЛЬНО-РАЗДАТОЧНОЙ КЛАДОВОЙ

Инструментально-раздаточная кладовая предназначена для хранения запасов инструментов и приспособлений, выдачи их на рабочие места, проверки и сортировки после работы, передачи

инструмента в переточку и ремонт, учета наличия, пополнения запасов, а также для списания отработанных инструментов и приспособлений.

Таким образом, от того, как работает инструментально-раздаточная кладовая, зависит бесперебойное снабжение рабочих мест инструментами и приспособлениями.

Небольшие цехи имеют одну кладовую, которая располагается поближе к рабочим местам.

Размеры кладовой зависят от количества хранимых в ней запасов: для мелкосерийного производства требуется площадь 0,75 м² на каждый металлорежущий станок, а для массового производства — 0,35 м².

Стеллажи для хранения должны быть не выше 2 м, чтобы можно было доставать инструменты и приспособления без лестницы.

Инструменты и приспособления должны храниться вполне пригодными для работы и в тех ячейках, которые предназначены для их хранения. Инструмент и приспособления необходимо протирать и смазывать перед укладкой, предохранять от ударов о металлические части полок и друг о друга; мерительный инструмент надо хранить особенно тщательно.

Инструменты и приспособления могут выдаваться рабочим во временное и постоянное пользование.

Выдача во временное пользование учитывается инструментальными марками с номером, который закреплен соответственно за каждым рабочим. Для учета выданных инструментов и приспособлений в кладовой имеется контрольная доска с номерами всех обслуживаемых рабочих. На эту доску вывешиваются марки инструментов, которые выданы тому или иному рабочему.

Инструменты и приспособления, выданные для постоянного пользования, записываются в инструментальную книжку рабочего.

Инструментально-раздаточная кладовая передает инструменты в заточку и в ремонт.

Штат кладовой состоит из заведующего, раздатчиков и учетчика. Расчет штата производится по нормам времени на выдачу, прием и размещение инструмента: время на 1 инструмент 0,4 мин., на 10 инструментов — 3 мин.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИИ

1. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Для того чтобы пешеходы-рабочие не подвергались опасности от проходящего транспорта, на территории предприятия устроены специальные дороги для транспорта и отдельно для пешеходов.

Пешеходные дорожки или тротуары должны как можно меньше пересекаться с транспортными дорогами, быть чистыми, а зимой посыпаны песком.

При небольшом движении транспорта на перекрестках вывешиваются предупредительные надписи, устанавливаются светофоры и даже шлагбаумы.

При большом движении транспорта над транспортными путями устраиваются переходы в виде мостов.

При расположении транспортных путей около выходов из помещения необходимо устанавливать специальные ограждения.

2. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ В МЕХАНИЧЕСКИХ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ЦЕХАХ

Каждый слесарь-инструментальщик-лекальщик, поступающий работать на предприятие, должен хорошо изучить правила безопасной работы и строго их выполнять.

Нельзя проходить и стоять под подъемными механизмами, когда они нагружены, так как груз может упасть и причинить увечье.

При работе на различных станках надо быть осторожным. Причинами несчастных случаев при работе на станках могут быть:

- 1) отсутствие ограждений, закрывающих подвижные части станков;
- 2) неудобное расположение пусковых и останавливающих устройств;
- 3) отсутствие на станках заземления при работе с электрическим током;
- 4) отсутствие подъемных приспособлений при установке и снятии тяжелых изделий;

5) ненадежное закрепление обрабатываемой детали или режущего инструмента на станке;

6) неисправный режущий и крепежный инструмент;

7) отсутствие предохранительных экранов и очков при работе с отлетающей стружкой;

8) отсутствие специальных крючков и щеток для удаления стружки со станка;

9) отсутствие у работающего рабочего костюма;

10) установка и снятие обрабатываемой детали и режущего инструмента на ходу при отсутствии быстросменных патронов.

Чтобы исключить несчастные случаи, необходимо:

1) обучить рабочего безопасным приемам работ и правилам техники безопасности;

2) ознакомить рабочего с организацией безопасного рабочего места;

3) проводить обстоятельный инструктаж перед работой с новым оборудованием;

4) прививать рабочему строгую производственную дисциплину;

5) овладеть в совершенстве своей профессией.

3. ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ В НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЯХ

При всяком несчастном случае, который обычно происходит неожиданно, теряется время на немедленную помощь пострадавшему из-за растерянности как самого пострадавшего, так и окружающих.

При потере сознания в случае поражения электрическим током или сильного кровотечения необходимо немедленно оказать помощь на месте, для чего быстро доставить необходимые материалы из цеховой аптечки и вызвать дежурного по здравпункту. При всех других несчастных случаях необходимо немедленно отправить пострадавшего в здравпункт.

Обо всех несчастных случаях надо немедленно сообщать начальнику цеха или дежурному по цеху.

При всяком несчастном случае, сопровождающемся даже временной потерей трудоспособности, необходимо вызвать в цех ответственного по технике безопасности для расследования обстоятельств на месте.

ЛИТЕРАТУРА

- Алексеев Б. А., Розин А. И. Инструментальное дело, Машгиз, 1952.
- Барсов А. И. Технология режущего инструмента, Машгиз, 1957.
- Ведмидский А. М. Технология производства измерительных приборов, Машгиз, 1953.
- Грановский Г. И. Металлорежущий инструмент, конструкция и эксплуатация, Машгиз, 1952.
- Коростелева Е. М. Экономика, организация и проектирование механических цехов, Машгиз, 1957.
- Космачев И. Г. Прогрессивные методы заточки и доводки инструмента, Лениздат, 1957.
- Кувачин Д. А. Слесарное дело с основами материаловедения, Сельхозгиз, 1952.
- Лукин О. А. Опыт новатора Г. М. Брюханова по механизации слесарно-лекальных работ, Лениздат, 1951.
- Макаревич Б. К., Михеев В. М., Тихвинский В. И. Восстановление режущего инструмента, Машгиз, 1948.
- Оселедчик Б. М. Слесарь-инструментальщик, Машгиз, 1948.
- Розин А. И. Слесарь-лекальщик, Машгиз, 1953.
- Федоров Б. Ф., Москалев С. М. Механизация слесарно-сборочных работ, Машгиз, 1950.
- Чугунов А. М. Слесарно-лекальное мастерство, Машгиз, 1952.
- Шатин В. П., Кузьмин В. В. Восстановление режущего инструмента из быстрорежущей стали, Коиз, 1952.
- Яхин А. Б. Автоматизация станочных операций, Трудрезервиздат, 1957.
-

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
<i>Глава первая. Организация труда и рабочего места</i>	
1. Рабочее место слесаря-инструментальщика-лекальщика	5
2. Оснащение рабочего места	7
3. Планирование рабочего места . . .	8
4. Организация труда на рабочем месте .	8
5. Квалификация и тарификация рабочих	9
<i>Глава вторая. Точность изготовления и измерения изделий; допуски и посадки; рабочие, приемные и контрольные калибры</i>	
1. Точность изготовления и измерения изделий	11
2. Допуски и посадки	14
3. Рабочие, приемные и контрольные калибры	24
<i>Глава третья. Инструменты и приборы для измерения размеров и твердости изделий</i>	
1. Классификация измерительных инструментов и приборов	30
2. Масштабный инструмент	30
3. Концевой инструмент	36
4. Поверочный инструмент	45
5. Угломерный инструмент	47
6. Индикаторные инструменты и приборы, их классификация	51
7. Оптические приборы и их классификация .	55
8. Уход за измерительным инструментом и приборами	67
9. Приборы для определения твердости металлов	67
<i>Глава четвертая. Шлифование</i>	
1. Понятие о шлифовании и шлифовальных станках	71
2. Устройство плоскошлифовального станка .	72
3. Балансировка и крепление шлифовальных кругов	74
4. Уход за станком	76
5. Назначение шлифовальных кругов	77
6. Материалы для шлифовальных кругов	78
7. Классификация шлифовальных кругов по твердости и зернистости	80
8. Выбор шлифовального круга	82
9. Установка изделий на столе станка	84
10. Правка шлифовальных кругов	86
11. Режимы резания при работе на плоскошлифовальных станках	89
12. Приемы шлифования плоскостей	91
13. Брак при плоском шлифовании и меры борьбы с ним	93
14. Техника безопасности при работе на плоскошлифовальных станках	94
15. Устройство оптического профильношлифовального станка	95
16. Работы, выполняемые на оптическом профильно-шлифовальном станке	98

Глава пятая. Доводка и припасовка

1. Назначение доводки	100
2. Притиры	101
3. Материалы для притиров	104
4. Абразивно-доводочные материалы	105
5. Смазывающие вещества	107
6. Режимы, применяемые при доводке	108
7. Приспособления, применяемые при доводке	109
8. Подготовка притиров, абразивов и смазки	110
9. Покрытие притира абразивным порошком	111
10. Общие сведения о процессе доводки	112
11. Доводка больших плоскостей	112
12. Доводка небольших плоскостей	113
13. Доводка тонких плиток	114
14. Доводка внешних поверхностей круглых изделий	115
15. Доводка цилиндрических отверстий	116
16. Доводка конусных отверстий и резьбы	116
17. Способы доводки поверхности до зеркального блеска	117
18. Тепловые явления при доводке	118
19. Приемы проверки обрабатываемых изделий	118
20. Техника безопасности при работе на доводочных станках	118

Глава шестая. Термическая обработка инструмента

1. Общие сведения	120
2. Нагрев стали	120
3. Виды термической обработки	126
4. Брак при термической обработке и меры борьбы с ним	132

Глава седьмая. Технологический процесс изготовления режущего инструмента

1. Основные понятия	134
2. Технологическая документация	136
3. Припуски на обработку	136
4. Технологическая дисциплина	139
5. Обработка технологических базовых поверхностей	140
6. Токарная обработка режущего инструмента	141
7. Фрезерная обработка режущего инструмента	143
8. Затывание инструмента	145
9. Шлифование, заточка и доводка режущего инструмента	147

Глава восьмая. Технологический процесс изготовления калибров-пробок, скоб, шаблонов, угольников и лекал

1. Технические требования, предъявляемые к калибрам	156
2. Изготовление калибров-пробок	157
3. Изготовление калибров-скоб	160
4. Изготовление шаблонов для длин и высот	164
5. Изготовление угольников	165
6. Изготовление шаблонов	170
7. Изготовление лекал	176
8. Нанесение делений на шкалах	181
9. Маркировка измерительных инструментов	186
10. Брак, его причины, меры предупреждения и устранения	189

Глава девятая. Механизация инструментально-лекальных работ

1. Механизация инструментальных работ	192
2. Общее понятие о механизации лекальных работ	217
3. Опилвание калибров, шаблонов и лекал при помощи специальных приспособлений	217
4. Шлифование калибров, шаблонов и лекал на плоско-шлифовальных станках при помощи специальных приспособлений	220
5. Шлифование шаблонов и лекал при помощи элементарных установок	221
6. Шлифование шаблонов и лекал методом копирования	227
7. Координатный метод шлифования шаблонов и лекал	231
8. Комбинированный метод шлифования шаблонов и лекал	234
9. Доводка калибров, шаблонов и лекал на специальных доводочных станках и с помощью специальных приспособлений	235
10. Основные сведения по автоматизации технологического процесса	237

Глава десятая. Методы увеличения срока службы измерительного и режущего инструмента

1. Мероприятия по сохранению размеров и формы измерительного инструмента	239
2. Мероприятия, повышающие износоустойчивость измерительных поверхностей инструмента	240
3. Мероприятия, повышающие срок службы режущего инструмента	243

Глава одиннадцатая. Ремонт и использование отработанного режущего и измерительного инструмента

1. Общие положения	247
2. Организация восстановления режущего инструмента	248
3. Технологические маршруты восстановления режущего инструмента	248
4. Использование отходов	251
5. Технические условия на восстановленный режущий инструмент	251
6. Ремонт измерительного инструмента	252
7. Ремонт гладких и резьбовых калибров-пробок, скоб, резьбовых колец, шаблонов и лекал	253
8. Ремонт штангенциркулей	254
9. Ремонт штангензубомеров и угломеров	257
10. Ремонт микрометров	258
11. Ремонт микрометрических штихмасов и глубиномеров	261

Глава двенадцатая. Организация и экономика производства в инструментальном цехе

1. Организация производства и управления цехом	262
2. Понятие о планировании, себестоимости и хозрасчете	263
3. Техническое нормирование и заработная плата	265
4. Организация инструментального хозяйства в цехе	268
5. Организация работы инструментально-раздаточной кладовой	268

Глава тринадцатая. Техника безопасности на предприятии

1. Техника безопасности на территории предприятия	270
2. Техника безопасности в механических и инструментальных цехах	270
3. Первая помощь в несчастных случаях	271
Литература	272



Николай Павлович Соболев
ИНСТРУМЕНТАЛЬНО-ЛЕКАЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Научный редактор С. А. Чихачев

Редактор В. А. Лукашук

Переплет художника Дейч Г. Л.

Технический редактор А. М. Токер

Корректор *М. М. Добрянская и Н. Н. Иш*

А-05140. Сдано в набор 8/IV-1959 г. Подп. в печ. 16/VI-1959 г.
Формат бум. 60×92₁₆—17,25 п. л. В 1 п. л. 36 400 зн.
Уч.-изд. л. 15,73. Уч. № 10/4097. Тираж 25 000. Цена 4 р 95 к.

Тип. Трудрезервиздата, Москва, Хохловский, 7. Зак. 448.

О П Е Ч А Т К И

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать
100	2 сверху	Доводка и припасовка	Доводка
102	Рис. 65	<i>б</i> — регулируемый для наружной резьбы, <i>в</i> — регулируемый для внутренней резьбы	<i>б</i> — регулируемый для внутренней резьбы, <i>в</i> — регулируемый для наружной резьбы
113	Рис. 71	внутренней резьбы	внутреннего ребра