

Ш.А.Красильщиков

РАЗМЕТОЧНЫЕ РАБОТЫ

Одобрено

Ученым советом Государственного комитета СССР
по профессионально-техническому образованию
в качестве учебного пособия для средних
профессионально-технических училищ

75659



ЛЕНИНГРАД
«МАШИНОСТРОЕНИЕ»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
1986



ББК 34.67я7
К78
УДК 683.3 (075)

Рецензенты

Е. Я. Самсонов и канд. техн. наук Ю. А. Вальчихин

Красильщиков Ш. А.

К78 Разметочные работы: Учеб. пособие для ПТУ.— Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1986.— 231 с., ил.

В пер.: 70 к.

В книге изложена технология плоскостной, пространственной, точной, групповой и фотопроекционной разметки. Дано описание используемого оборудования, инструмента и приспособления для разметки, а также рабочего места разметчика. Приведены сведения по допускам и измерениям. Рассмотрены основные приемы работы разметчика, а также вопросы охраны труда.

Книга предназначена для подготовки разметчиков 2-го и 3-го разрядов и может быть использована при профессиональном обучении рабочих на производстве.

К $\frac{2704080000-274}{038 (01)-86}$ 274-86

ББК 34.67я7
6П4.7

В постановлениях Партии и Правительства систематически отмечается необходимость дальнейшего развития машиностроения и металлообработки, являющихся базой для улучшения материального благосостояния советского народа, укрепления экономики и обороноспособности нашей страны. В настоящее время нет ни одной отрасли народного хозяйства, в которой не использовали бы машины и механизмы.

Развитие машиностроения требует постоянного совершенствования выпускаемых машин и технологических процессов, интенсификации производства, снижения затрат ручного труда и себестоимости. Решить эти вопросы могут только квалифицированные кадры инженеров, техников и рабочих.

Среди многих профессий в машиностроении одной из самых трудоемких является профессия разметчика. Количество операций разметки имеет тенденцию к снижению, но одновременно возрастают требования по снижению затрат ручного труда, повышению точности и коэффициента использования расходовемых материалов.

Для повышения своей квалификации разметчик должен хорошо знать геометрию и тригонометрию, технологические процессы изготовления деталей, в которых предусмотрены операции разметки; уметь использовать в работе новую технологическую оснастку.

Процессу обучения разметчиков и их самостоятельной работе должна помочь учебная и справочная литература. Изданные по этой теме книги уже в значительной степени устарели и не отражают современную технологию разметки.

Настоящее учебное пособие написано по программе «Специальная технология» для подготовки разметчиков в системе профессионально-технического образования и посвящено описанию современной технологии машиностроительной разметки и используемых при этом средств технологического оснащения. Рассмотрены также вопросы организации рабочего места и охраны труда разметчика.

Разметка является технологической операцией, входящей в состав технологических процессов изготовления деталей и металлоконструкций. Она заключается в нанесении на заготовках линий (рисок), точек и центровых знаков, которые накернивают, т. е. наносят небольшие конические углубления, способствующие сохранению разметки для последующей обработки резанием. Разметка в основном используется для указания контуров поверхностей, подлежащих обработке.

Длительное время разметка была исключительно трудоемкой ручной операцией. В последние 10—12 лет в промышленности получили применение специальные инструменты, приспособления и машины, что позволило снизить затраты ручного труда и повысить производительность и точность разметки. Используются также машины для вырезания листовых деталей сложного контура без разметки. В ряде случаев разметка заменяется использованием специальных металлорежущих станков и станков с числовым программным управлением (ЧПУ). Однако полностью исключить разметку еще невозможно, так как она экономически оправдана при изготовлении сложных и крупногабаритных деталей в единичном и мелкосерийном производстве. Доля такого производства в общем выпуске машин составляет примерно 70 % и продолжает увеличиваться.

Разметка и в настоящее время остается трудоемкой операцией, поэтому совершенствование средств технологического оснащения для разметки является одним из вопросов научно-технического прогресса машиностроения.

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О МАШИНАХ И ПРОЦЕССАХ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Глава I

МАШИНЫ, МЕХАНИЗМЫ И ДЕТАЛИ МАШИН

§ 1. Понятие о машинах и их классификация

Любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению предприятием, называется *изделием*.

Основными изделиями промышленности являются машины.

Машиной называется механическое устройство, выполняющее движения для преобразования энергии, материалов или информации. Машина предназначена для частичной или полной замены производственных, физических и умственных функций человека с целью облегчения труда и повышения его производительности.

Разнообразие и количество новых машин, изготавливаемых в СССР, непрерывно возрастает. Улучшаются также конструкции ранее выпущенных машин.

Все машины в зависимости от выполняемых ими функций делятся на три группы: энергетические, рабочие и информационные.

Энергетические машины предназначены для преобразования энергии одного вида в другой. Например, электродвигатель преобразует электрическую энергию в механическую, которая используется для передвижения электропоезда или привода металлорежущего станка и т. д.

Рабочие машины осуществляют изменение размеров, формы, свойств, состояния и положения предмета. Они разделяются на три вида: машины-орудия или технологические машины, транспортные и транспортирующие машины.

К *технологическим машинам* относятся металлорежущие станки, прессы, сельскохозяйственные и другие машины.

К *транспортным машинам* относятся машины для перевозки людей и грузов (автомобили, самолеты, космические корабли и др.). *Транспортирующие машины* (подъемники, эскалаторы и др.) предназначены для перемещения людей и грузов.

Информационные машины (вычислительные, шифровальные, накопители информации и др.) служат для сбора, переработки и использования информации.

В каждой группе машин возрастает использование автоматов и комбинированных машин. *Автоматом* называется устройство, кото-

рое самостоятельно, без непосредственного участия человека, выполняет рабочие и вспомогательные функции. Например, на токарном автомате загрузка заготовками, обработка деталей, а затем передача их на другое устройство осуществляются без участия человека.

В *комбинированных машинах* ряд агрегатов (обрабатывающих, транспортирующих и контролирующих) расположен в технологической последовательности и автоматически воздействует на предмет труда.

Из автоматов и комбинированных машин образуются автоматические линии, которые изготовляют полностью или частично отдельные детали и узлы машин.

Конструкции машин разных групп существенно различаются, поэтому их проектируют и изготовляют специализированные организации, заводы и цехи.

При проектировании новых машин очень важно обеспечить их надежность и технологичность. Надежностью называется свойство машины выполнить заданные функции с сохранением эксплуатационных показателей (скорости, прочности и др.) в течение требуемого отрезка времени. Конструкция считается технологичной, если ее изготовление и эксплуатация характеризуются минимальными затратами.

§ 2. Механизмы, их состав и классификация

Машина состоит из одного или нескольких связанных между собой механизмов.

Механизм — это система тел, предназначенная для преобразования движения одного или нескольких тел в требуемые движения других тел. Например, в упрощенном двигателе внутреннего сгорания (рис. 1, а) поршень (тела) под действием силы, вызванной давлением газов (тела), совершает возвратно-поступательное движение относительно цилиндра (тела). Движение поршня преобразуется во вращательное движение коленчатого вала (тела) при помощи шатуна (тела) и кривошипа (тела). Этот двигатель представляет собой кривошипно-шатунный механизм.

Тела, входящие в состав механизма, называются *звеньями*. Звенья бывают подвижные (поршень, шатун) и неподвижные (цилиндр двигателя). Звенья в зависимости от материала, из которого они изготовлены, могут быть твердыми (металлические и др.), гибкими (ремни, цепи и т. д.), жидкими (вода, масло) и газообразными (воздух, горячая смесь и др.). Каждое твердое звено представляет собой одну деталь или неподвижное соединение двух или нескольких деталей (например, коленчатый вал с кривошипом).

Деталь — изделие, изготовленное из однородного материала без применения сборочных операций (например, поршень из одного куска металла, литой корпус, отрезок кабеля заданной длины и т. д.).

Соединение двух соприкасающихся звеньев, допускающих их относительное движение, называется *кинематической парой*.

Таким образом, рассмотренный механизм состоит из четырех кинематических пар: цилиндр—поршень, поршень—шатун, шатун—кривошип с коленчатым валом и коленчатый вал — неподвижная опора цилиндра.

В машинах используются разнообразные механизмы, которые по назначению разделяют на передачи, тормозные механизмы, механизмы управления и др. Наиболее распространены механические передачи.

Передача — механизм, служащий для передачи движения, как правило, с преобразованием скорости и соответственным изменением вращающего момента.

Широкое применение передач вызвано следующими причинами. Во-первых, вал электродвигателя имеет угловую скорость значительно большую, чем требуется для ведомого вала рабочей машины. Во-вторых, вал электродвигателя вращается с постоянной частотой, а частоту вращения ведомого вала во многих случаях необходимо изменять. В-третьих, для некоторых машин вращение ведущего вала следует преобразовать в поступательное или возвратно-поступательное движение ведомого вала. В-четвертых, по условиям безопасной работы и удобства обслуживания часто не допускается прямое соединение валов двигателя и рабочей машины.

В зависимости от выполняемых функций передачи разделяются на передачи между валами (передачи вращательного движения) и механизмы преобразования движения.

§ 3. Кинематические схемы

В механизме и машине отдельные звенья и кинематические пары связаны в единую систему, которая называется кинематической цепью. В машине может быть несколько взаимосвязанных кинематических цепей. Рассматривая

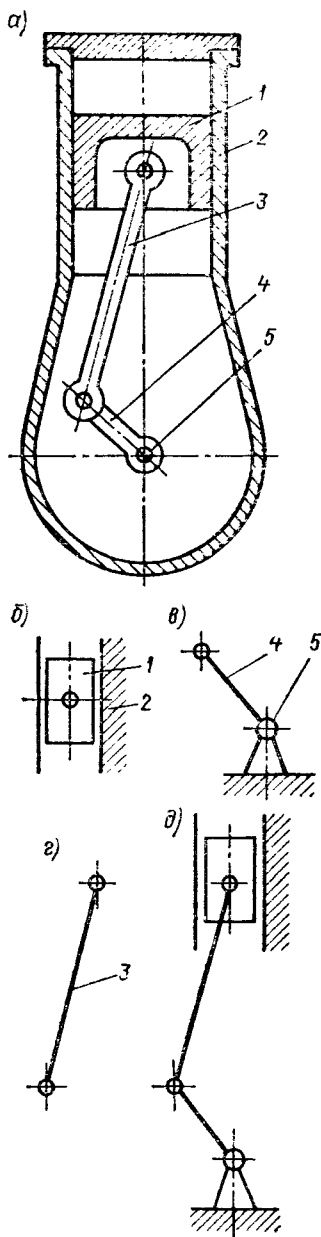
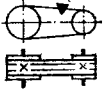
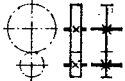
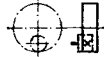
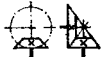
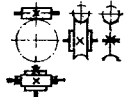
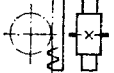
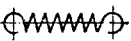


Рис. 1
Кинематическая схема одноцилиндрового двигателя внутреннего сгорания:
1 — поршень; 2 — цилиндр с опорами; 3 — шатун; 4 — кривошип; 5 — вал

Т а б л и ц а 1. Условные обозначения на кинематических схемах
(по ГОСТ 2.770—68)

Наименование	Обозначение
Вал, ось, стержень	
Подшипник скольжения и качения:	
общее обозначение без уточнения типа	
подшипник скольжения	
подшипник качения радиальный шариковый	
Соединение детали с валом:	
свободное при вращении	
подвижное без вращения	
глухое	
Соединение двух валов:	
глухое	
глухое с предохранением от перегрузки	
Муфты сцепления кулачковые:	
односторонняя	
двусторонняя	
Муфты включения фрикционные (общее обозначение без уточнения типа)	
Передачи плоским ремнем:	
прямая	
прямая с натяжным роликом	

Наименование	Обозначение
Передача клиновидными ремнями	
Передачи зубчатые цилиндрические:	
внешнее зацепление (общее обозначение)	
внутреннее зацепление	
Передачи зубчатые конические (общее обозначение)	
Передачи червячные с цилиндрическим червяком	
Передачи зубчатые реечные (общее обозначение)	
Винт, передающий движение	
Гайка на винте, передающем движение:	
неразъемная	
разъемная	
Пружины:	
цилиндрическая сжатия	
цилиндрическая растяжения	

Наименование	Обозначение
Рукоятка	 
Электродвигатели:	
на лапках	
фланцевый	
встроенный	

возможные движения кинематических пар в их связи со всей кинематической цепью, можно изучить устройство механизмов и машин. Конструкцию отдельных звеньев при этом рассматривать необязательно.

Для лучшей наглядности кинематическая цепь представляется в виде *кинематической схемы*. На этой схеме с помощью условных обозначений (табл. 1) изображаются звенья и кинематические пары. Здесь же часто приводятся данные (диаметры шкивов, частота вращения, число зубьев и др.), необходимые для расчета скоростей, длины хода и других элементов перемещения звеньев.

Рассмотрим последовательность построения кинематической схемы простейшего двигателя внутреннего сгорания (см. рис. 1). Кинематическая пара поршень—цилиндр условно изображена на рис. 1, б. Кривошип и коленчатый вал соединены жестко и представляют собой одно звено, совершающее вращательное движение относительно корпуса двигателя. Пара кривошип — корпус условно изображена на рис. 1, в. Объединив кинематические пары с шатуном (рис. 1, г), получаем кинематическую схему двигателя (рис. 1, д).

§ 4. Передачи между валами

Передачи между валами подразделяют на передачи между параллельными валами, между пересекающимися и между скрещивающимися валами.

Основной характеристикой любой передачи является *передаточное число i* , которое показывает, во сколько раз частота вращения n одного вала больше частоты вращения второго вала, поэтому всегда $i \geq 1$.

Если частота вращения ведущего вала меньше частоты вращения ведомого вала, то передача называется повышающей, или кинематической, а если больше — понижающей, или силовой.

Передачи между параллельными валами приведены на рис. 2.

В *ременной передаче* (рис. 2, а) при вращении ведущего шкива 1 силы трения, возникающие на поверхности контакта шкива с ремнем, приводят в движение ремень, который заставляет вращаться ведомый шкив 2. Для надежной передачи энергии ремень должен быть предварительно натянут. Со временем ремень вытягивается, что приводит к его проскальзыванию на шкивах, снижению работоспособности и неравномерности передаточного числа.

Клиновидные ремни 4 имеют повышенный коэффициент полезного действия (КПД) и позволяют передавать большую мощность, но с меньшей скоростью по сравнению с плоским ремнем 3. Круглые ремни 5 используются для передач малой мощности, например ручных.

Ременная передача работает нормально, если угол обхвата α на ведущем шкиве не менее 120° . Для этого расстояние между шкивами должно удовлетворять соотношению: $L = 2(D_1 + D_2)$, а передаточное число для плоскоремной передачи должно быть не более 5, для клиноремной — не более 7. Увеличить угол обхвата и натянуть ремень можно при помощи натяжного ролика (рис. 2, б).

Достоинства передачи: невысокая стоимость, простота конструкции, плавность хода, малый шум при работе, малая чувствительность к динамическим нагрузкам.

Основные недостатки передачи — переменность передаточного числа, снижение долговечности ремня с повышением скорости его движения, значительные нагрузки на опоры валов.

Фрикционная передача (рис. 2, в) основана на использовании силы трения, развивающейся между соприкасающимися катками. Повышение работоспособности передачи достигается увеличением силы трения. Для этого один каток изготовляют из закаленной стали, а второй — из серого чугуна или пластмассы либо катки прижимают друг к другу с достаточным усилием.

Достоинства передачи — простота конструкции, плавность и бесшумность работы, основные недостатки передачи — переменность передаточного числа из-за проскальзывания ведомого катка, низкий КПД (0,85), большие нагрузки на валы и подшипники.

Цилиндрическая зубчатая передача (рис. 2, г) наиболее широко применяется в технике. По сравнению с другими передачами она имеет значительные преимущества: постоянство передаточного числа, высокий КПД (до 0,99), возможность использования в широком интервале скоростей (до 150 м/с) и мощностей (от долей до многих тысяч киловатт), компактность, высокая надежность и долговечность работы в различных условиях эксплуатации.

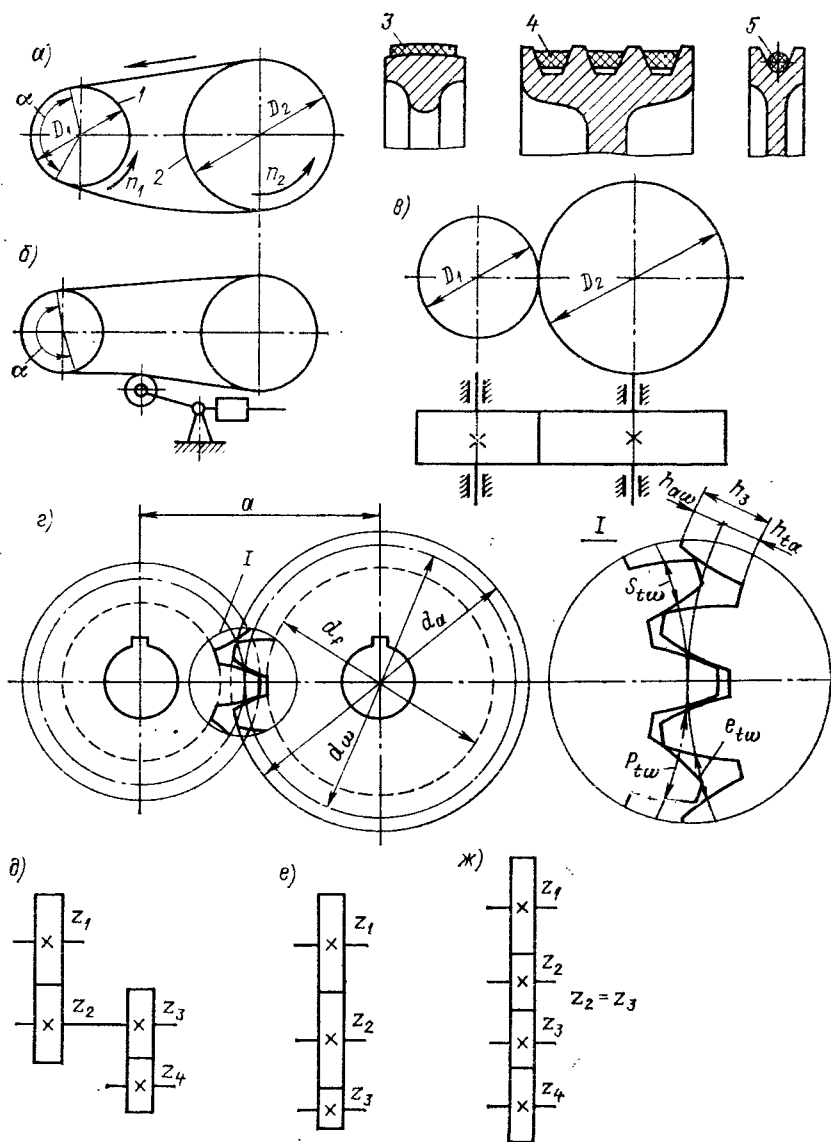


Рис. 2

Схемы передач между параллельными валами: а — ременной; б — ременной с натяжным роликом; в — фрикционной; г — зубчатой; д — двухступенчатой зубчатой; е — зубчатой с одной шестерней; ж — зубчатой с двумя промежуточными шестернями

Зубья колес чаще всего имеют эвольвентный профиль. Различают следующие геометрические характеристики зубчатого колеса: наружный диаметр d_a , внутренний диаметр d_f , начальный диаметр d_w , высоту зуба h_s , высоту головки зуба h_{aw} , высоту ножки зуба h_{ta} , шаг зацепления P_{tw} , толщину зуба S_{tw} , ширину впадины e_{tw} , межосевое расстояние a , модуль m , число зубьев z и длину зуба b .

Шаг зубчатого зацепления P_{tw} — это длина пути начальной окружности между двумя аналогичными точками соседних зубьев.

Основной характеристикой зубчатого зацепления является модуль m (мм), равный отношению шага зацепления к числу π : $m = P_{tw}/\pi$. Размеры остальных характеристик зубчатого колеса с прямыми зубьями выражаются через модуль, например, $d_a = m(z + 2)$; $d_w = mz$ и т. д.

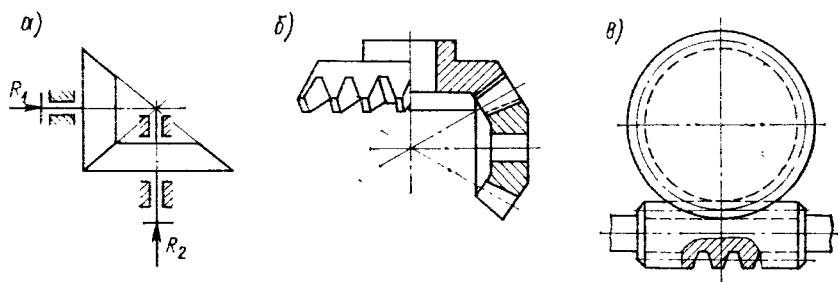


Рис. 3

Схемы передач между пересекающимися и скрещивающимися валами

Для простой зубчатой передачи (рис. 2, а) передаточное число определяется по формуле $u = z_{\max}/z_{\min}$ и практически может быть не более 7. Большее передаточное число получают при помощи многоступенчатой передачи. Например, для двухступенчатой передачи (рис. 2, б) $u = \frac{z_1}{z_2} \frac{z_3}{z_4}$.

Широко используются передачи с расположением колес в одной плоскости, для которых $u = \frac{z_1}{z_2} \frac{z_2}{z_3} = \frac{z_1}{z_3}$ (см. рис. 2, в) и $u = \frac{z_1}{z_2} \frac{z_2}{z_3} \frac{z_3}{z_4} = \frac{z_1}{z_4}$ при $z_2 = z_3$ (см. рис. 2, г). Для таких передач колеса z_2 и z_2 — z_3 являются промежуточными. Передача с промежуточными колесами применяется в двух случаях: при увеличенном расстоянии между ведущим и ведомым валами и при необходимости изменения направления вращения ведомого вала.

Схемы передач между пересекающимися и скрещивающимися валами приведены на рис. 3.

Фрикционная коническая передача (рис. 3, а) имеет диски по форме усеченных конусов с общей вершиной. Передаточное число равно отношению диаметров оснований конусов.

Для передачи с коническими зубчатыми колесами (рис. 3, б) передаточное число определяется так же, как и для передачи с цилиндрическими зубчатыми колесами.

Червячная передача (рис. 3, в) состоит из червячного колеса и червяка (винта с трапецеидальной резьбой). Для обеспечения зацепления шаг червяка должен быть равен окружному шагу червячного колеса. Червяк может быть одно- и многозаходным. Передаточное число передачи равно отношению числа зубьев колеса (z_k) к числу заходов червяка (z_q). При малом угле подъема винтовой линии червяка (при числе заходов 1—2) передача оказывается самотормозящей, т. е. ведущим звеном может быть только червяк.

Достоинства передачи — возможность получения больших передаточных чисел (до 300), плавность и бесшумность работы. Недостатком передачи является низкий КПД (0,6) из-за большой потери мощности на трение.

§ 5. Механизмы преобразования движения

Схемы основных механизмов приведены на рис. 4.

Зубчато-реечный механизм (рис. 4, а) используется в двух вариантах. При вращении зубчатого колеса относительно неподвижной рейки ось вместе с колесом получает прямолинейное поступательное движение. Если вращать зубчатое колесо относительно неподвижной оси, то рейка получит поступательное перемещение. Скорости

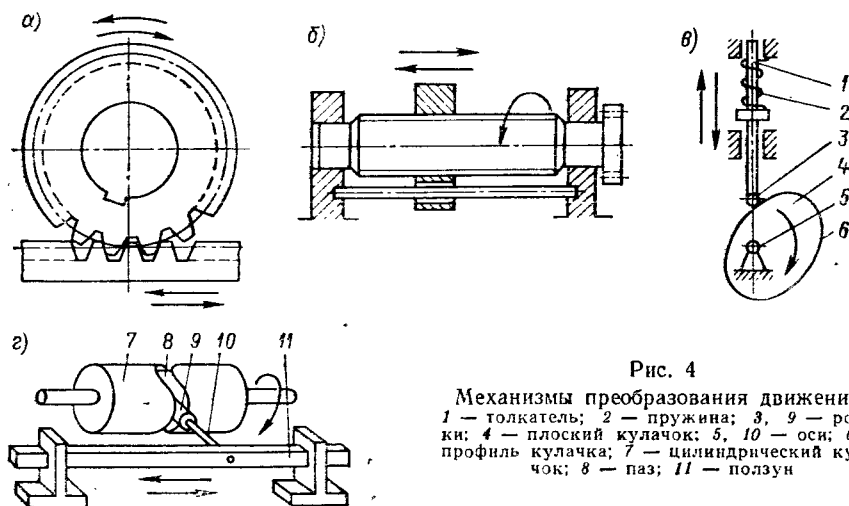


Рис. 4

Механизмы преобразования движения:
 1 — толкатель; 2 — пружина; 3, 9 — ролики; 4 — плоский кулачок; 5, 10 — оси; 6 — профиль кулачка; 7 — цилиндрический кулачок; 8 — паз; 11 — ползун

движения обоих звеньев механизма одинаковы, поэтому передаточное отношение равно 1. К достоинствам передачи относятся простота устройства и плавность хода.

Винтовой механизм применяется главным образом для преобразования вращательного движения в поступательное. Возможны четыре варианта механизма: 1) гайка неподвижна, винту сообщается вращение и одновременно с этим он получает поступательное перемещение; 2) винту, лишенному продольного перемещения, сооб-

щается вращение, а гайка, лишенная вращения, перемещается поступательно (рис. 4, б); 3) гайка только вращается, а винт только перемещается поступательно и 4) гайка или винт совершают только поступательное движение, второе звено получает соответственно только вращение. Последний вариант используется редко и возможен при большом угле подъема винтовой линии.

В винтовых механизмах используется, как правило, трапецидальная резьба. За один оборот винта или гайки происходит линейное перемещение второго звена, равное ходу резьбы, т. е. произведению шага на число заходов.

Основными достоинствами винтовых механизмов являются возможность передачи больших усилий и создания большого передаточного числа, возможность быстрых перемещений за счет применения винта с большим числом заходов.

Кривошипно-шатунный механизм (см. рис. 1) используется для преобразования возвратно-поступательного движения во вращательное и наоборот.

Кулачковый механизм (рис. 4, в, г) предназначен для преобразования непрерывного равномерного вращения ведущего звена в любой закон линейного перемещения ведомого звена.

В плоском кулачковом механизме (рис. 4, в) к кулачку (диску) прижат пружиной толкатель с роликом. При вращении вала кулачок давит на толкатель и заставляет его совершать возвратно-поступательное движение. Изменением профиля кулачка можно создавать требуемый закон движения толкателя.

В пространственном кулачковом механизме (рис. 4, г) используется цилиндрический кулачок с замкнутым пазом на поверхности. В паз входит ролик, расположенный на оси. Ось закреплена в ползуне. При вращении кулачка ползун совершает возвратно-поступательное движение.

§ 6. Типы соединений

Изделие, составные части которого подлежат соединению между собой сборочными операциями, называется *сборочной единицей* (например, вал—шестерня, поршень—шатун и т. д.).

Соединения деталей машин делятся на две группы: неразъемные и разъемные. Неразъемные соединения могут быть разобраны только путем разрушения соединяемых деталей или соединяющего материала, разъемные — можно многократно разбирать и собирать без разрушения деталей.

Неразъемные соединения приведены на рис. 5. Основным элементом *заклепочного соединения* (рис. 5, а) является заклепка с головкой. Заклепку вводят в отверстия соединяемых деталей, чаще всего листов, а затем ее выступающий конец деформируют (расклепывают) до образования второй, замыкающей, головки. При пластическом деформировании заклепка заполняет отверстия и стягивает детали. Обычно детали скрепляют несколькими заклепками. Вместе с соединенными деталями заклепки образуют заклепочные швы. Заклепоч-

ные соединения применяют для трудносвариваемых металлов и разнородных материалов (например, металла и текстолита), в конструкциях, подверженных действию вибрационных и ударных нагрузок.

Сварные соединения (рис. 5, б—г) образуют местным нагревом деталей в зоне их соединения. Используют несколько различных способов сварки, выбор которых зависит от материалов свариваемых деталей, их толщины и других факторов. Из ряда сварных соединений наиболее распространены соединения встык (рис. 5, б) и внахлестку (рис. 5, в). Стыковой шов используют при растягивающих усилиях, а швы внахлестку или валиковые швы применяют

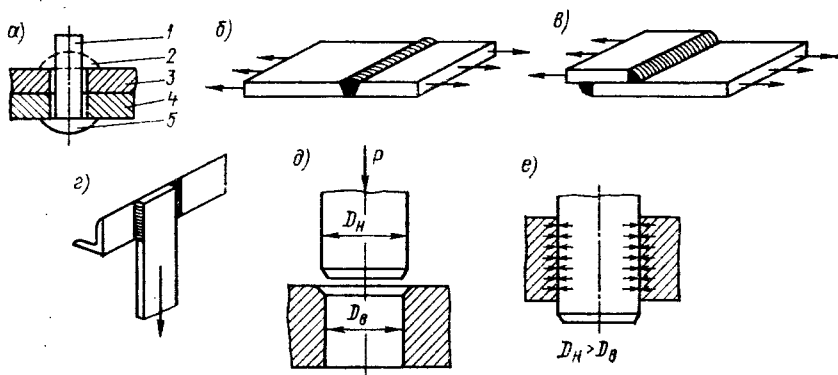


Рис. 5
Неразъемные соединения:

1 — заклепка; 2 — замыкающая головка; 3, 4 — соединяемые детали; 5 — головка заклепки

при сдвиге. Валиковые швы, расположенные перпендикулярно к направлению действия нагрузки, называются лобовыми (рис. 5, в), а расположенные параллельно направлению действия нагрузки (рис. 5, г) — фланговыми.

К достоинствам сварки относятся применяемость для соединения деталей любой конфигурации и протяженности, высокая прочность, экономичность. Существенным недостатком ее является деформация сварной конструкции.

Соединения с гарантированным натягом (рис. 5, д—е) — это напряженные соединения, в которых натяг ϵ создается разностью посадочных диаметров (рис. 5, д) сопрягаемых деталей ($\epsilon = D_n - D_b$). Осуществляются соединения (рис. 5, е) прессованием, нагревом втулки или охлаждением вала. Достоинствами соединений являются способность выдерживать большие нагрузки, надежное центрирование, простота конструкции.

Разъемные соединения приведены на рис. 6. Наиболее распространенные из них — резьбовые (рис. 6, а—в). Надежность резьбового соединения во многом зависит от силы трения, действующей на поверхности резьбы. Наибольшая сила трения развивается тре-

угольной резьбой, которая поэтому чаще применяется. В СССР широко применяется стандартная метрическая резьба с углом 60° при вершине профиля и основными размерами — наружным диаметром и шагом в миллиметрах.

Болт с гайкой (рис. 6, а) используют для соединения деталей небольшой толщины и при наличии в конструкции места для размещения гайки. *Винт* (рис. 6, б) применяется для соединения деталей, одна из которых имеет значительную толщину, и при отсутствии

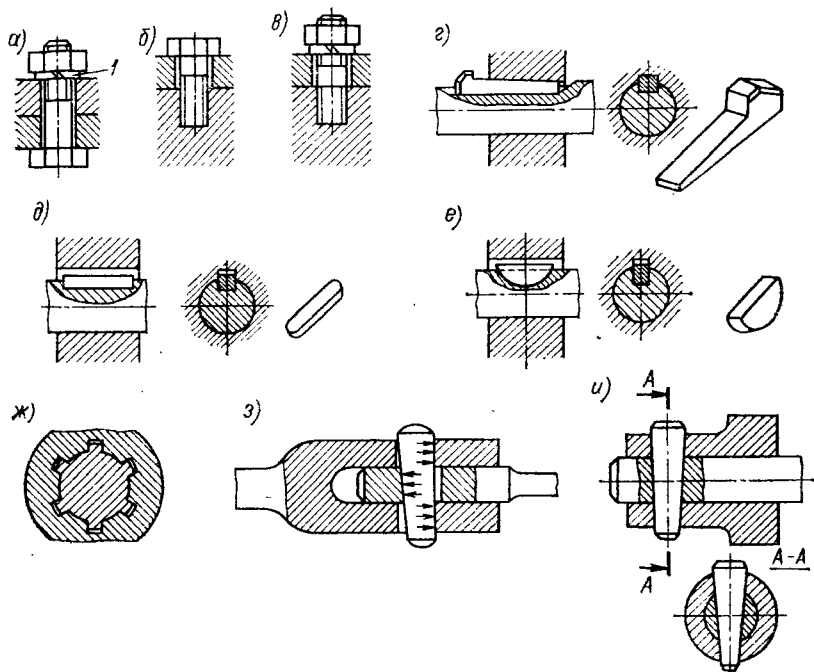


Рис. 6
Разъемные соединения

места для гайки. *Соединение шпилькой* (рис. 6, в) используют для деталей значительной толщины и в тех случаях, когда частая разборка приводит к ускоренному изнашиванию резьбы.

Для предотвращения самоотвинчивания резьбовых деталей при динамических нагрузках и вибрациях применяют контргайки, шплинты, пружинные шайбы и другие устройства.

Соединения шпонкой в основном предназначены для передачи вращающего момента. *Клиновое шпонка* (рис. 6, г) забивается между валом и насаженной на него деталью до упора. Недостаток такого соединения — неизбежный перекос детали и смещение центра тяжести всего соединения, при вращении которого развивается центробежная сила. Поэтому клиновое шпонка применяется, как правило, в тихоходных передачах. *Призматическую шпонку* (рис. 6, д) не забивают, а закладывают без напряжения в паз вала. В соедине-

ниях, где требуется перемещение детали по валу, призматическая шпонка крепится к валу винтами. Сегментные шпонки (рис. 6, е), закладываемые в паз вала, применяются для передачи небольших усилий. Все типы шпонок стандартизованы.

Зубчатые (шлицевые) соединения (рис. 6, ж) представляют собой многошпоночные соединения, в которых шпонки выполнены заодно с валом. Эти соединения бывают подвижные и неподвижные. Зубчатые соединения по сравнению со шпоночными имеют следующие преимущества: более точное центрирование на валу, повышенную прочность вала и возможность передачи больших вращающих моментов.

Клиновые (рис. 6, з) и *штифтовые* (рис. 6, и) соединения используют для правильной взаимной установки деталей, передачи небольших поперечных сил и моментов. Клиновое соединение состоит из тяги, муфты и соединяющего их клина. Соединение быстро собирается и разбирается. Штифтовое соединение имеет соединительный цилиндрический или конический штифт (стержень). Оно технологичнее клинового соединения.

§ 7. Типовые детали и узлы машин

Механически обрабатываемые детали классифицируют на классы, подклассы, виды, подвиды, группы, подгруппы и типы. Основой классификации служат признаки геометрической формы, размерная характеристика, точность, исходная форма заготовки. При этом от класса к типу эти признаки и характеристики деталей все более конкретизируются и сужаются.

В классе деталей тел вращения выделено несколько типов осей и валов.

Оси — это детали, которые несут на себе только вращающиеся части машин (например, оси с колесами вагона). Они бывают вращающиеся и невращающиеся. В нагруженном состоянии оси подвергаются только изгибу.

Валы — детали, которые не только несут на себе части машин, но и передают вращающий момент (например, шпиндель токарного станка). Валы в работе подвергаются одновременно изгибу и кручению.

Сборочная единица, которую можно собирать отдельно от других составных частей изделий или изделия в целом, выполняющая определенную функцию в изделиях одного назначения только совместно с другими составными частями, называется узлом.

Узлом, например, является *неподвижная опора (подшипник)*, на которую опирается вращающаяся ось или вал. В зависимости от характера трения между вращающимися и неподвижными деталями различают подшипники скольжения и подшипники качения.

Из ряда конструкций подшипников скольжения наиболее часто применяется *подшипник с разрезной втулкой* (рис. 7, а), состоящий из корпуса, разъемного вкладыша (втулки), крышки и болтов. В отверстие крышки устанавливают масленку. Такой подшипник можно

ставить на любой участок вала. Существенный недостаток подшипника — большие потери мощности на преодоление трения скольжения.

Более широкое применение получили *подшипники качения*, которые отличаются небольшими потерями на трение. Подшипник (рис. 7, б) состоит из внутреннего 3 и наружного 1 колец, тел качения 2 и сепаратора 4. Телами качения могут быть шарики, ролики, иглы. Сепаратор удерживает тела качения на постоянном друг от друга расстоянии. В зависимости от формы тел вращения различают шариковые, роликовые и игольчатые подшипники. По характеру воспринимаемой нагрузки подшипники разделяют на радиальные,

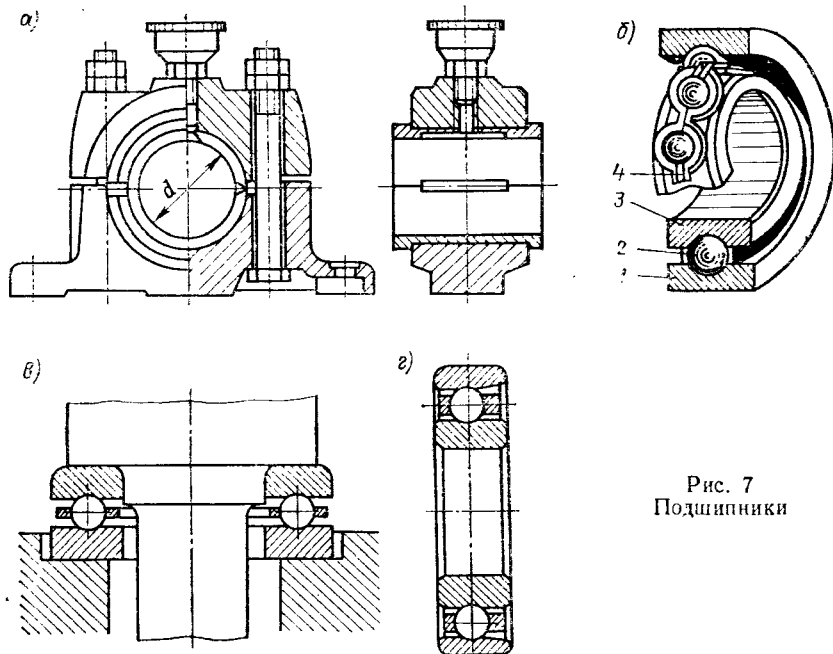


Рис. 7
Подшипники

упорные и радиально-упорные. Радиальные подшипники (рис. 7, б) воспринимают силы, которые направлены перпендикулярно к продольной оси вала. Упорные (осевые) подшипники (рис. 7, в) удерживают вал от осевых (продольных) перемещений. Радиально-упорные подшипники (рис. 7, г) воспринимают одновременно радиальные и осевые усилия. Все подшипники стандартизованы.

Муфты — устройства, предназначенные для соединения валов и других вращающихся деталей и передачи вращающего момента без изменения направления. Часто встречающиеся конструкции муфт приведены на рис. 8.

Фланцевая нерасцепляемая муфта (рис. 8, а) стягивается болтами, которые устанавливают с зазором (исполнение 1) или без зазора (исполнение 2). В первом случае вращающий момент передается силами трения, возникающими на торцах полу муфт от затяжки бол-

тов, а во втором — непосредственно болтами, работающими на срез и смятие. Эта муфта требует строгой соосности валов и не допускает их разъединения в процессе работы машины.

В *нерасцепляемой упругой втулочно-пальцевой муфте* (рис. 8, б) фланцы полумуфт не касаются друг друга, они разделены резиновыми шайбами, а вращающий момент передается пальцами и резиновыми втулками. Эта муфта обеспечивает плавную работу и допускает небольшое угловое и осевое смещение валов.

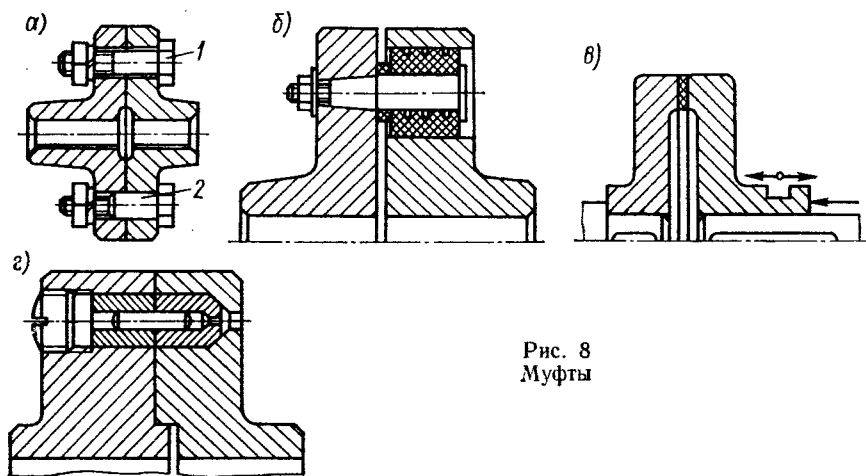


Рис. 8
Муфты

Управляемая дисковая фрикционная муфта (рис. 8, в) позволяет сцеплять и расцеплять валы как на ходу, так и во время остановки ведущего звена. Одна полумуфта укреплена на валу неподвижно, а вторая — подвижна в осевом направлении. Между торцами полумуфт ставят прокладку из материала, повышающего коэффициент трения (например, текстолита). Сцепление валов осуществляется приложением к подвижной полумуфте достаточного усилия. Для передачи больших вращающих моментов увеличивают в муфте число прокладок (дисков) трения.

Самодействующая муфта (рис. 8, г) состоит из двух дисковых полумуфт, которые соединяют металлическим штифтом, вставленным в стальные термически обработанные втулки. Если при работе нагрузка превышает расчетную, то штифт срезается, и машина выключается. Для возобновления работы штифт необходимо заменить.

Контрольные вопросы

1. В чем различие энергетических и рабочих машин?
2. Дайте определение механизма.
3. В каких целях используется кинематическая схема механизма или машины?
4. Каково назначение передач?

5. Дайте определение передаточного отношения и передаточного числа.
6. Для каких целей используются зубчатые передачи?
7. Приведите примеры использования винтовых механизмов.
8. Укажите достоинства сварных соединений.
9. В каких случаях используются резьбовые соединения?
10. Какая разница между осью и валом?

Глава 2

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ

§ 8. Сущность обработки резанием

Изготовление деталей машин производится многими способами (штамповкой, литьем, резанием и др.), из числа которых наиболее широко используется резание. Обработка резанием заключается в образовании новых поверхностей путем деформирования и последующего отделения поверхностных слоев материала с образованием стружки.

Резание осуществляют на металлорежущих станках или вручную в результате согласованных между собой движений инструмента и заготовки: главного — движения резания и движения подачи, которое добавляется к главному движению в целях распространения зоны обработки. Известны несколько видов резания металлов.

Токарная обработка (рис. 9, а) — обработка резцом наружных и внутренних поверхностей тел вращения (цилиндрических, фасонных, конических, винтовых и др.). Заготовка имеет вращательное движение (движение резания), а резец — поступательное (подачу).

Растачивание (рис. 9, б) — обработка резцом внутренних поверхностей вращения в невращающихся заготовках. Резец вращается (совершает движение резания), а поступательное движение (подачу) совершает резец или заготовка.

Сверление (рис. 9, в) — образование снятием стружки сквозного или глухого цилиндрического отверстия в сплошном материале сверлом. Сверлу сообщается вращение (движение резания) и поступательное движение (подача) вдоль своей оси.

Фрезерование (рис. 9, г) — обработка фрезой плоскостей, зубьев зубчатых колес, различных пазов и других поверхностей. Фрезе сообщается вращение (движение резания), а заготовке — поступательное движение (подача).

Строгание (рис. 9, д, е) — обработка резцом плоскостей, канавок и фасонных поверхностей с прямолинейной образующей. Воз-

вратно-поступательное прямолинейное движение (движение резания) осуществляет резец или заготовка, а перпендикулярную к нему перодическую подачу — заготовка или резец.

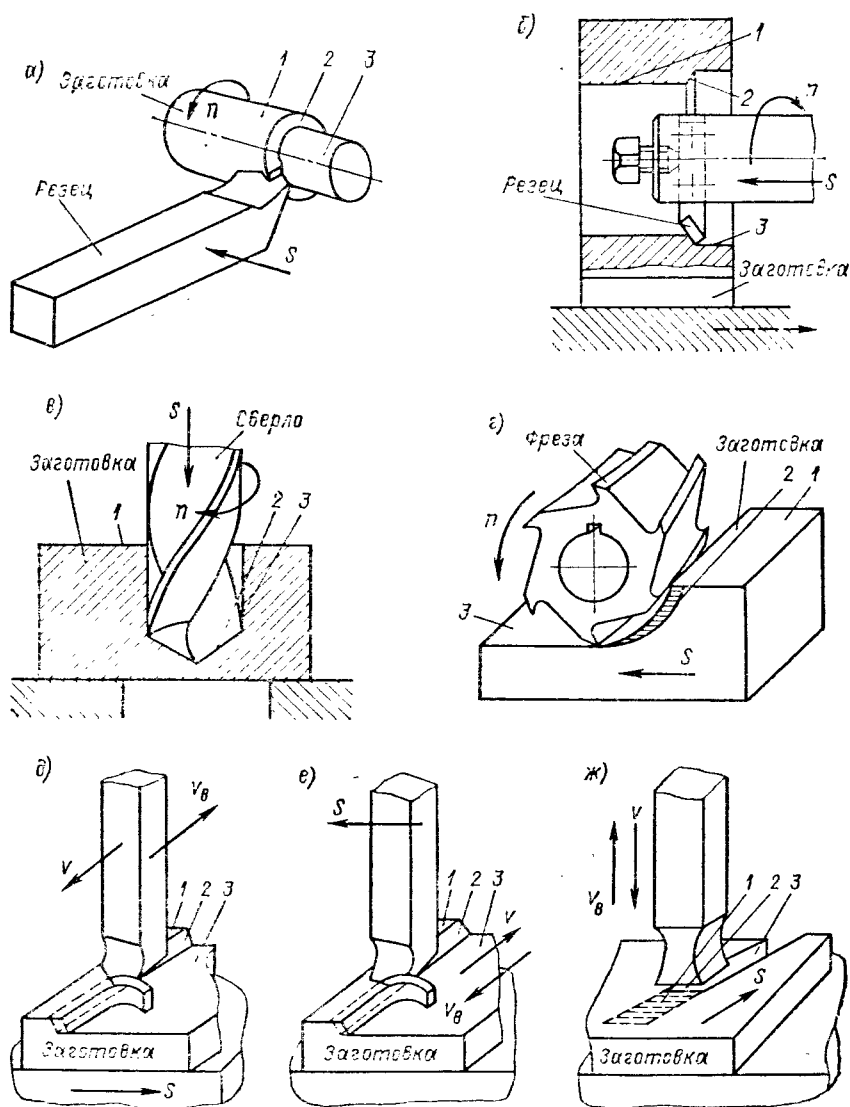


Рис. 9
Виды резания

Долбление (рис. 9, ж) — обработка канавок, шпоночных пазов и других поверхностей аналогично строганию. Резец имеет возвратно-поступательное прямолинейное движение (движение резания), в вер-

тикальном направлении, а заготовка — периодическую подачу в горизонтальной плоскости.

Каждый вид резания выполняется, как правило, на металло-режущих станках определенной группы: токарных, расточных, фрезерных и др.

На обрабатываемой заготовке (рис. 9) различают обрабатываемую поверхность 1, с которой должен быть срезан слой металла; поверхность резания 2 (временную), воспроизводимую режущей кромкой инструмента в процессе резания, и обработанную поверхность 3, образованную после каждого рабочего хода инструмента.

§ 9. Элементы резца, сверла и фрезы

Основным элементом любого режущего инструмента является режущий клин (рис. 10, а). Количество и конфигурация клиньев зависят от конструкции инструмента.

Резец (рис. 10, б) состоит из головки 7, или режущей части и державки 8, или стержня. Державка служит для закрепления резца

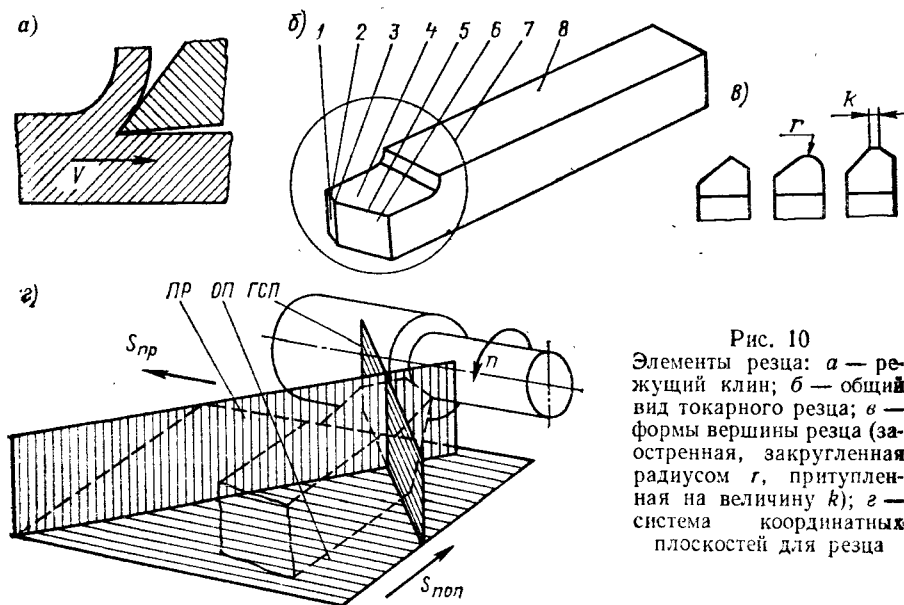


Рис. 10
Элементы резца: а — режущий клин; б — общий вид токарного резца; в — формы вершины резца (заостренная, закругленная радиусом r , притупленная на величину k); г — система координатных плоскостей для резца

в резцедержателе станка. На головке различают переднюю поверхность 4, по которой сходит стружка; главную заднюю поверхность 6, которая обращена к поверхности резания; вспомогательную заднюю поверхность 1, которая обращена к обработанной поверхности; главную режущую кромку 5, образованную пересечением передней и главной задней поверхностями; вспомогательную режущую кромку 2, образованную пересечением передней и вспомогательной

задней поверхностями; вершину резца $З$ — место сопряжения главной и вспомогательной режущих кромок.

Положение резца на станке относительно обрабатываемой заготовки условно определяется основной плоскостью $ОП$, плоскостью резания $ПР$ и главной секущей плоскостью $ГСП$ (рис. 10, $з$).

Основная плоскость параллельна продольной ($S_{пр}$) и поперечной ($S_{пов}$) подачам. Для резца с призматическим сечением державки основной плоскостью считается нижняя опорная поверхность резца.

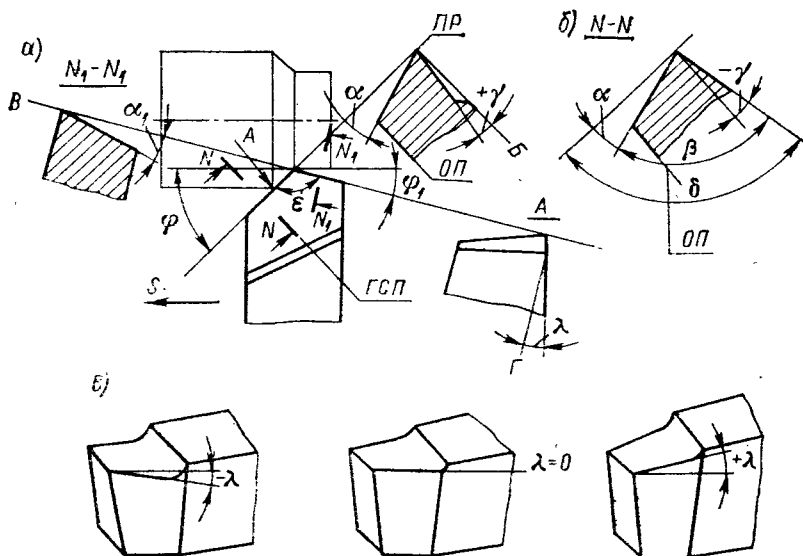


Рис. 11

Углы или геометрия токарного резца: a — углы резца в секущих плоскостях и в плане; $б$ — вариант резца с отрицательным углом γ ; $в$ — варианты углов λ

Плоскость резания касательна к поверхности резания и проходит через главную режущую кромку.

Главная секущая плоскость проходит через главную режущую кромку и перпендикулярна к ее проекции на основную плоскость.

В этой системе плоскостей определяют углы резца (рис. 11), образуемые заточкой, в главной секущей плоскости: *главный передний угол* γ — между передней поверхностью и плоскостью $В$, перпендикулярной к плоскости резания $ПР$; *главный задний угол* α — между главной задней поверхностью и плоскостью резания; *угол заострения* β — между передней и главной задней поверхностями; *угол резания* δ — между передней поверхностью и плоскостью резания; во вспомогательной секущей плоскости: *вспомогательный задний угол* α_1 — между вспомогательной задней поверхностью и плоскостью $В$, проходящей через вспомогательную режущую кромку перпендикулярно к основной плоскости; в основной плоскости: *главный угол в плане* ϕ и *вспомогательный угол в плане*

φ_1 — между проекциями соответствующих режущих кромок на основную плоскость и направлением подачи; *угол при вершине в плане* ε — между проекциями режущих кромок на основную плоскость.

Угол наклона главной режущей кромки λ измеряется между режущей кромкой и плоскостью Г, проведенной через вершину резца параллельно основной плоскости.

Угол γ влияет на сопротивление резанию, шероховатость обработанной поверхности и прочность головки резца. Большой угол принимается при обработке мягких металлов. Чем тверже обрабатываемый материал, тем меньше должен быть угол γ . Отрицательный угол γ используется в твердосплавных резцах для черновой обработки стали.

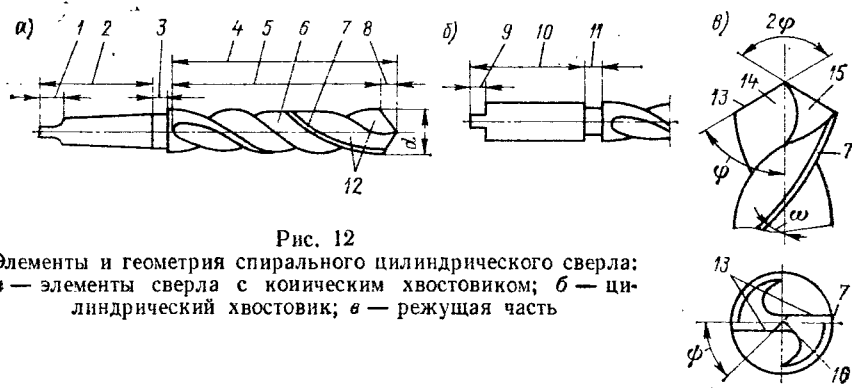


Рис. 12

Элементы и геометрия спирального цилиндрического сверла:
а — элементы сверла с коническим хвостовиком; б — цилиндрический хвостовик; в — режущая часть

При увеличении угла α уменьшается трение главной задней поверхности инструмента о поверхность резания, но при этом снижается прочность режущей кромки.

При увеличении углов φ и φ_1 уменьшается сопротивление резанию, однако чрезмерное увеличение их ведет к ускорению затупления инструмента. Угол λ определяет направление схода стружки.

Спиральное сверло (рис. 12) состоит из рабочей части 4, хвостовика 2 или 10 и шейки 3, 11. На рабочей части образованы два зуба 12, которые затачивают по торцам 15 (затылкам). При этом образуются два режущих клина с режущими кромками 13. Торце 8 называется режущей частью. Между режущими кромками образуется угол при вершине сверла 2φ . Режущие кромки соединены поперечной кромкой 16 (перемычкой) под углом φ . Каждый зуб имеет переднюю 14 и заднюю 15 поверхности. Две винтовые канавки 6 с углом наклона ω облегчают выход стружки. Шлифованные спиральные ленточки 7 образуют направляющую часть 5, которая значительно уменьшает увод сверла при работе. Диаметр d по ленточкам называется диаметром сверла. Хвостовики предусмотрены для установки сверл.

Сверла с цилиндрическим хвостовиком ($d = 0,1 \div 20$ мм) закрепляются в сверлильном патроне, который устанавливают в шпинделе

станка, сверла с коническим хвостовиком ($d = 6 \div 80$ мм) — непосредственно или через переходную втулку в коническом отверстии шпинделя станка.

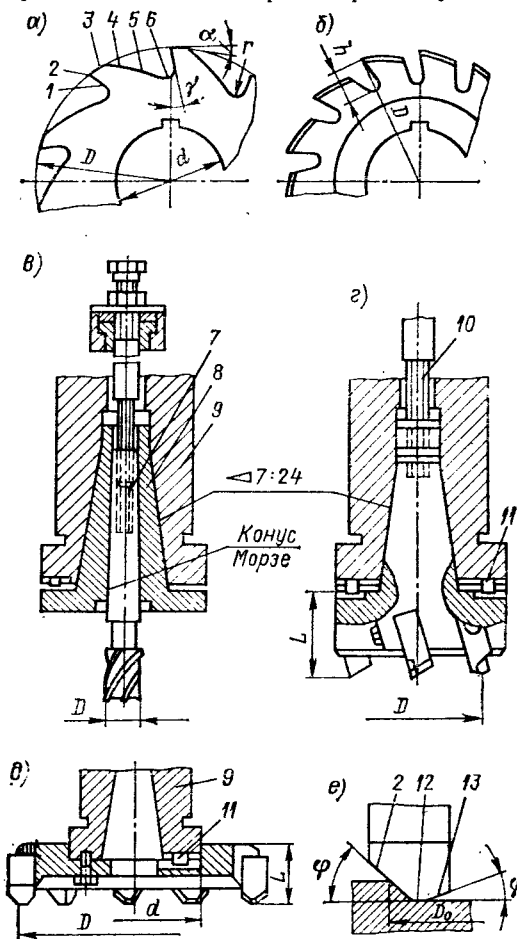


Рис. 13

Элементы и геометрия фрезы: а — цилиндрическая фреза с остроконечными зубьями; б — цилиндрическая фреза с затупленными зубьями; в — концевая цельная фреза, установленная с переходной втулкой в шпинделе станка; г — торцовая фреза со вставными ножами и конусным хвостовиком, установленная в шпинделе; д — торцовая насадная фреза со вставными ножами, установленная на шпинделе; е — режущие кромки ножа насадной фрезы

Лапка 1 предназначена для предохранения сверла от проворачивания при резании и для облегчения выталкивания сверла из шпинделя клином. Поводок 9 предотвращает проворачивание сверла при повышенных скоростях резания. Для выхода шлифовального круга в процессе изготовления сверл предусмотрены шейки.

Фреза (рис. 13) — многозубый инструмент, каждый зуб которого представляет собой резец. Фрезы бывают цельные и, чаще, — со вставными ножами. Наиболее распространенными видами фрез являются цилиндрические, концевые и торцовые.

Цилиндрическая фреза (рис. 13, а, б) имеет отверстие и шпоночный паз для установки на цилиндрической оправке. Концевую фрезу 7 при помощи хвостовика с резьбовым отверстием устанавливают непосредственно в коническое отверстие шпинделя 9 или вместе с переходной втулкой 8 (рис. 13, в). Торцовые фрезы по способу крепления на шпинделе разделяются на фрезы с конусным хвостовиком (рис. 13, г) и насадные фрезы (рис. 13, д). Крутящий момент торцовым

фрезам передается шпонками 11. Затягивают фрезу шомполом 10.

Элементами зуба фрезы являются передняя поверхность 1, по которой сходит стружка; задняя поверхность 3, обращенная к по-

верхности резания; спинка зуба 4, 5; главная режущая кромка 2; вспомогательная режущая кромка 13; переходная режущая кромка 12; высота зуба h . Зуб цилиндрической фрезы имеет только главную режущую кромку. Между зубьями проходит канавка 6 с закругленным дном r для отвода стружки.

В зависимости от формы зуба различают фрезы остроконечные (рис. 13, а), которые затачивают только по задней поверхности, и затылованные (рис. 13, б), которые затачивают только по передней поверхности.

§ 10. Понятие о режиме и силе резания

Работа режущим инструментом производится с определенным режимом резания. Элементами режима резания являются (рис. 14): глубина резания t , подача S , скорость резания v и ширина фрезерования B .

Глубина резания — это расстояние в миллиметрах между обрабатываемой и обработанной поверхностями, измеряемое по перпендикуляру к последней. Например, при токарной обработке (рис. 14, а—в) глубина резания для точения численно равна полуразности диаметров обрабатываемой и обработанной поверхностей, $t = (D - d)/2$; для подрезания — толщине фаски ($t = c$); при отрезке — ширине отрезного резца ($t = a$).

Подача — это перемещение инструмента (заготовки) за один оборот (рабочий ход) заготовки (инструмента).

При токарной обработке (рис. 14, а—д) подача определяется перемещением резца в миллиметрах за один оборот заготовки (S , мм/об). В зависимости от направления движения резца относительно оси вращения различают подачи: продольную (рис. 14, а), поперечную (рис. 14, б—в), угловую (рис. 14, г) и по криволинейной траектории (рис. 14, д).

При сверлении (рис. 14, е) подача определяется перемещением сверла в миллиметрах на один его оборот (S , мм/об).

При фрезеровании (рис. 14, ж—и) различают подачу на зуб (S_z , мм/зуб) — перемещение заготовки или фрезы за время ее поворота на один зуб; подачу на один оборот фрезы (S_o , мм/об) — перемещение заготовки или фрезы за время одного оборота фрезы и минутную подачу (S_m , мм/мин) — перемещение заготовки или фрезы за одну минуту. Между этими подачами имеются зависимости: $S_o = S_z z$; $S_m = S_o n = S_z n z$, где z — число зубьев фрезы, n — частота вращения фрезы, об/мин.

Ширина фрезерования (B) — размер обрабатываемой поверхности в миллиметрах по направлению оси фрезы (рис. 14, з—и).

Скорость резания — это отношение перемещения режущей кромки инструмента относительно обрабатываемой поверхности ко времени, выраженное по СИ в метрах в секунду (м/с). В металлообработке это отношение принято выражать в метрах в минуту (м/мин).

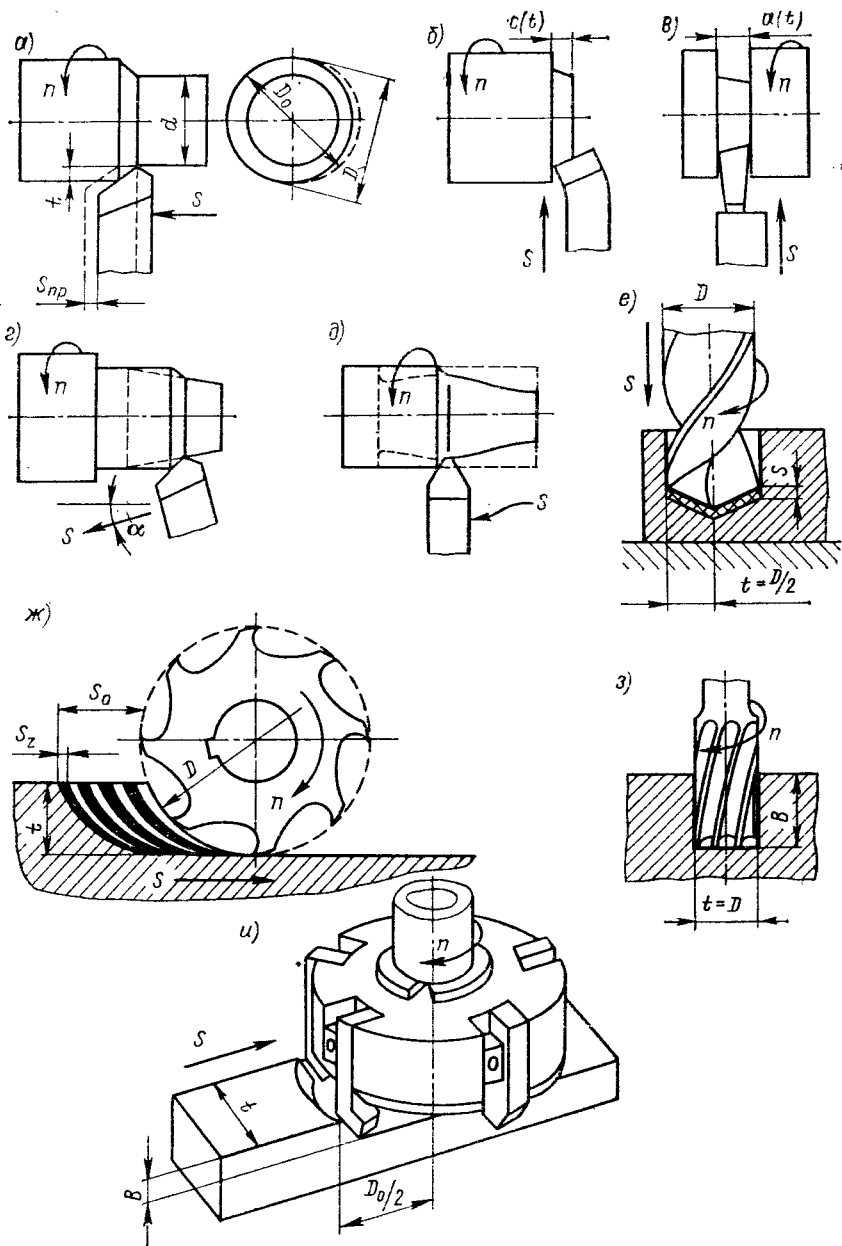


Рис. 14

Элементы режима резания: а — точение; б — подрезание; в — отрезание; г — точение конуса; д — точение фасонной поверхности; е — сверление; ж — фрезерование плоскости цилиндрической фрезой; з — фрезерование канавки концевой фрезой; и — фрезерование плоскости торцевой насадной фрезой

Для определения скорости резания (м/мин) пользуются формулой

$$v = \pi D_0 n / 1000,$$

где n — частота вращения заготовки (при токарной обработке), сверла (при сверлении), фрезы (при фрезеровании), об/мин; D_0 — диаметр окружности, описываемой наиболее удаленной точкой обрабатываемой поверхности при токарной обработке, диаметр сверла, диаметр окружности, описываемой наиболее удаленной точкой главной режущей кромки фрезы (см. рис. 13, e и 14, u), мм.

В процессе резания с заготовки срезается слой металла, называемый *припуском*. Толщина припуска должна быть возможно меньшей, но достаточной для удаления поверхностных дефектов заготовки (вмятин, трещин, литейной корочки и др.) и погрешностей ее формы и размеров.

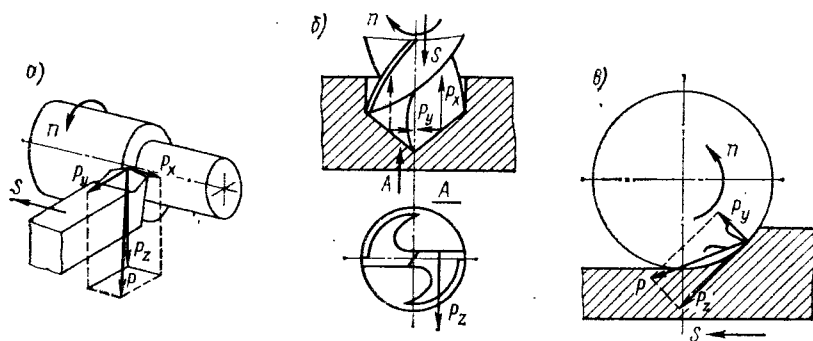


Рис. 15
Схемы действия составляющих силы резания

В зависимости от величины припуска и требований к обработанной поверхности весь припуск удаляют за один или несколько рабочих ходов. Часто припуск срезают за несколько операций, например чернового фрезерования с максимально допустимыми по условиям обработки глубиной резания и подачей на зуб и чистового фрезерования с подачей, глубиной резания и скоростью резания, обеспечивающими требуемую точность обработки и шероховатость обработанной поверхности.

Для отделения стружки при выбранном режиме резания главное движение должно развить достаточное усилие, называемое силой резания. Сила резания измеряется динамометром или рассчитывается по формулам теории резания. Знание величины силы резания необходимо для расчетов потребной мощности привода станка, прочности слабых звеньев передач и точности обработки.

При точении и растачивании (рис. 15, a) сила резания P рассматривается в трех взаимно перпендикулярных направлениях.

Сила P_z (вертикальная составляющая) действует при всех видах токарной обработки. Она определяет действующую мощность реза-

ния N_d , нагружает механизм коробки скоростей и режущий инструмент. Сила P_y (радиальная составляющая) отжимает резец от заготовки и вызывает прогиб последней в горизонтальной плоскости. Сила P_x (осевая составляющая) определяет нагрузку на механизм подачи.

Величина составляющих силы резания зависит от физико-механических свойств обрабатываемого материала, площади среза (St) и геометрии режущей части инструмента.

Приблизительно силу P_z (Н) при токарной обработке определяют по формуле $P_z = kSt$, где k — коэффициент резания. Для сталей $k = 1470 \div 2500$, для чугунов — 980—1180, для алюминия — 390. С повышением твердости и предела прочности (σ_b) материала коэффициент резания возрастает.

Сила резания, действующая на режущую кромку сверла (рис. 15, б), также рассматривается в трех направлениях. Сила P_x направлена вдоль оси сверла в направлении, обратном подаче. Сила P_z , определяющая действующую мощность резания, стремится повернуть сверло в сторону, противоположную его вращению. Радиальные силы P_y , связанные с сопротивлением трения на задней поверхности режущей части сверла, взаимно уравниваются.

При фрезеровании цилиндрической прямозубой фрезой сила резания P (рис. 15, в), действующая на все одновременно режущие зубья, рассматривается в двух направлениях. Сила P_z , действующая по касательной к окружности зубьев фрезы в направлении, обратном ее вращению, определяет действующую мощность главного движения. Сила P_y (радиальная составляющая) отжимает фрезу от заготовки, изгибает оправку и оказывает давление на подшипники шпинделя.

Действующая мощность (кВт) для рассмотренных способов резания определяется по формуле: $N_d = P_z v / 6120$ или по нормативам режимов резания [9].

§ 11. Образование стружки и ее типы

В процессе резания вязкой стали движущийся резец после соприкосновения с заготовкой (рис. 16, а) вдавливаются в нее, вызывая значительное сжатие (пластическую деформацию) срезаемого слоя (рис. 16, б), а затем — скалывание первого элемента стружки (рис. 16, в) и далее — последующих элементов (рис. 16, г). Механизм образования стружки при резании хрупких материалов еще полностью не раскрыт.

Образующаяся при резании стружка разделяется на четыре типа. *Элементная стружка* (рис. 16, д) состоит из отдельных элементов приблизительно одинаковой формы, не связанных между собой или связанных очень слабо. Такая стружка образуется при обработке твердых и маловязких материалов с невысокой скоростью резания. У *суставчатой* стружки (рис. 16, е) деление на элементы только намечилось. Она легко разделяется при упоре в препятствие. Такая стружка возникает при резании пластичных материалов со

средней скоростью резания. *Сливная стружка* (рис. 16, ж) сходит в виде непрерывной ленты или спирали, пока ее часть не отламывается под действием собственной массы или упора в препятствие. Она имеет место при обработке мягких сталей и цветных металлов с высокой скоростью резания. *Стружка надлома* (рис. 16, з) состоит из отдельных кусочков различной формы и размеров. Она образуется при обработке хрупких материалов.

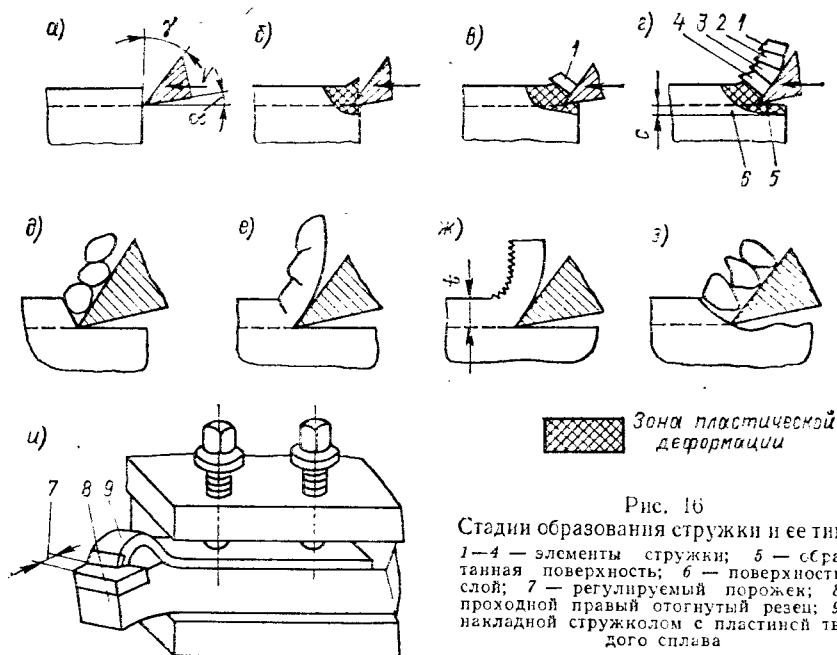


Рис. 16
Стадии образования стружки и ее типы:
1—4 — элементы стружки; 5 — сработанная поверхность; 6 — поверхностный слой; 7 — регулируемый порожек; 8 — проходной правый отогнутый резец; 9 — накладной стружколом с пластиной твердого сплава

Стружки надлома, элементные и суставчатые, легко удаляются из зоны резания и реже травмируют станочника. Образование сливной стружки часто удается избежать подбором геометрии заточки инструмента и режима резания особенно углов γ и λ , подачи и скорости резания. В некоторых случаях удается измьчать стружку с помощью резцов со стружколомом (рис. 16, и).

§ 12. Процессы, происходящие при стружкообразовании

Наклеп и упрочнение поверхностного слоя 6 (рис. 16, г) обработанной поверхности 5 происходит вследствие его сжатия при образовании сливной, суставчатой и элементной стружки. Твердость поверхностного слоя, имеющего толщину $s = 0,05$ мм, может превысить твердость нижних слоев заготовки в 1,2—2 раза. Твердость и глубина наклепанного слоя возрастают с повышением пластичности обрабатываемого материала, увеличением подачи, снижением ско-

рости резания и особенно — с уменьшением главного переднего угла γ вплоть до его притупления. В ряде случаев наклеп определенной величины повышает износостойкость, прочность при знакопеременной нагрузке и некоторые другие свойства деталей. Такой наклеп достигается отделочной обработкой поверхности детали при определенных условиях резания или пластической обработкой.

Теплообразование при резании вызывается трением сходящей стружки по передней поверхности инструмента, деформацией сдвига стружки при ее отделении, трением задней поверхности инструмента о поверхность резания. Нагреваются при этом стружка, заготовка

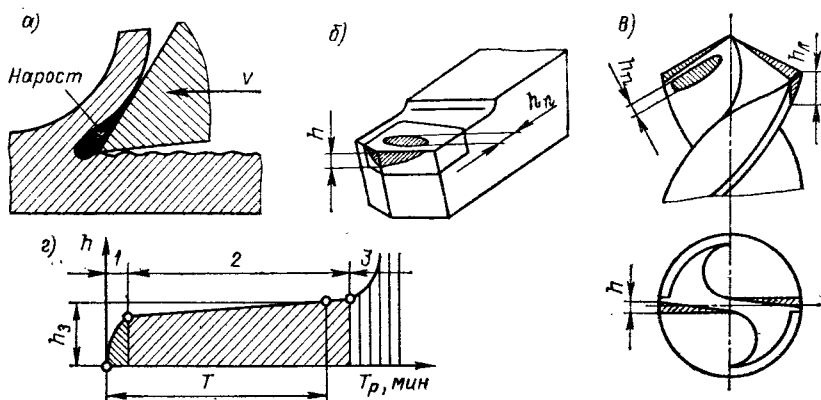


Рис. 17

Общий вид нароста и износа: *а* — нарост на передней поверхности резца; *б* — износ по задней (h) и передней (h_n) поверхностям резца; *в* — износ по задней и передней поверхностям и по ленточке (h_n) сверла; *г* — график износа по задней поверхности инструмента в зависимости от продолжительности его работы (T_p):

1 — зона приработки; 2 — зона нормального износа; 3 — зона разрушения

и инструмент. Наибольшее внимание уделяется нагреву инструмента. Средняя температура нагрева его контактных поверхностей, называемая температурой резания, достигает 800°C и выше. Такой нагрев приводит к снижению твердости и износостойкости инструмента, т. е. к потере его режущих свойств. Снижение температуры резания достигается подачей смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) в зону резания на инструмент и уменьшением скорости и глубины резания.

Нарост на инструменте представляет собой клиновидную массу обрабатываемого материала, расположенную на передней поверхности возле режущей кромки инструмента (рис. 17, *а*). Нарост чаще всего образуется при обработке конструкционных сталей и алюминия и совсем не образуется при обработке закаленных сталей, меди, бронзы и некоторых других материалов. Нарост, образуемый при черновой обработке, полезен, так как он предохраняет инструмент от изнашивания. При чистовой обработке нарост оставляет на обработанной поверхности задиры. Образование нароста в ряде случаев удается избежать подбором СОЖ и скорости резания, а также уменьшением подачи и увеличением угла γ .

Износ инструмента характеризуется образованием на передней поверхности лунки, а на задней — площадки износа h (рис. 17, б). Утвердосплавного инструмента при износе часто происходит осыпание и выкрашивание режущих кромок. По мере эксплуатации износ нарастает и может привести к повышению шероховатости обработанной поверхности и даже к разрушению инструмента. Поэтому эксплуатацию инструмента необходимо вести до определенной величины износа по задней поверхности h_z , которая называется допустимым износом (рис. 17, в), а затем инструмент перетачивать. Величину допустимого износа определяют по заводским нормативам в зависимости от вида обработки, обрабатываемого материала, материала инструмента. Например, для проходного и подрезного резцов при обработке углеродистых и легированных сталей h_z принимается 1,0—1,4 мм для твердосплавного резца и 1,5—2,0 мм — для резца из быстрорежущей стали. При чистовой обработке — соответственно 0,4—0,6 мм и 1,5—2,0 мм.

Время сохранения работоспособности инструмента, т. е. время его работы между двумя переточками, называется стойкостью. Она зависит от свойств обрабатываемого материала, геометрических параметров и материала инструмента, режимов резания и применяемой смазочно-охлаждающей жидкости. Экономически выгодной стойкостью резцов считается 30—60 мин. Исходя из этого назначаются режимы резания, главным образом скорость резания. В некоторых случаях стойкость принимают равной 120—180 мин, чтобы сократить время на наладку станка.

§ 13. Понятие о качестве обработки резанием

Оценка качества детали, обработанной резанием, производится по следующим основным показателям: точность обработки и шероховатость обработанной поверхности.

Точность обработки определяется величинами отклонений (погрешностями) размеров, формы и расположения поверхностей обрабатываемой детали от их теоретических значений. Нет таких способов обработки, которые бы обеспечивали получение абсолютно точных деталей с идеально гладкими поверхностями. Например, при obtачивании цилиндрической поверхности имеют место отклонения от заданного номинального размера диаметра, круглости в поперечном сечении, цилиндричности, перпендикулярности торца и оси цилиндра и т. д.

Погрешности обработки образуются по многим причинам, из которых одни являются систематическими, а другие — случайными. Например, невозможно заточить сверло так, чтобы его режущие кромки были абсолютно симметричны относительно оси хвостовика. Ось хвостовика не совпадает абсолютно точно с осью вращения шпинделя, который также изготовлен с некоторой погрешностью. В результате диаметр просверленного отверстия оказывается больше диаметра сверла. Возможны также погрешности обработки при небрежной работе (например, при загрязнении хвостовика сверла,

перекосе заготовки при установке и т. д.). В этом примере погрешности изготовления станка и сверла являются систематическими, а небрежность работника — случайной.

Шероховатость (высота и шаг неровностей микропрофиля) поверхности зависит от способа резания, подачи, скорости резания, геометрии заточки инструмента, СОЖ, материала заготовки и других факторов.

Требования к показателям качества обработки конструктор представляет на чертеже детали в виде допусков на размеры и формы и знаков шероховатости на обработанных поверхностях. Показатели качества должны удовлетворять условиям эксплуатации машины и не вызывать излишних затрат на обработку. Требуемые показатели качества с учетом повышения производительности труда достигаются прежде всего обоснованным выбором способа обработки.

Каждый способ резания в нормальных условиях производства характеризуется следующими основными показателями качества: экономически достижимой точностью обработки, параметрами шероховатости R_a или R_z обработанной поверхности (табл. 2).

Таблица 2. Точность и шероховатость обработанной поверхности при различных видах резания

Виды резания	Квалитеты	Параметры шероховатости, мкм	
		R_a	R_z
Отрезка приводной пилой	17—15	50—25	200—100
» резцом	17—14	100—25	400—100
» фрезой	17—14	50—25	200—100
Строгание черновое	14—12	40—20	160—80
» чистовое	13—10	30—10	40—20
Долбление черновое	15—14	50—25	200—100
» чистовое	13—12	12,5—3,2	50—12,5
Фрезерование черновое	12—9	40—20	160—80
» чистовое	11—8	25—10	40—20
Обтачивание обдирочное	17—15	100—25	400—100
» черновое	14—12	20—10	80—40
» чистовое	11—9	5—3,2	20—10
Сверление в сплошном металле	12—11	40—10	160—40
Рассверливание	12—11	50—10	160—20
Зенкерование чистовое	11—10	6,3—3,2	25—12,5
Развертывание полуступенчатое	10—9	12,5—6,3	50—25
» чистовое	8—7	3,2—1,6	12,5—6,3
Растачивание черновое	17—15	100—50	400—200
» полуступенчатое	14—12	25—12,5	100—50
» чистовое	9—8	3,2—1,6	12,5—6,3

Повышению качества обработки резанием способствуют: повышение однородности механических свойств заготовок, содержание станка в исправном состоянии, надежное закрепление инструмента на станке, своевременная переточка инструмента, аккуратное пользование измерительным инструментом, порядок и чистота на рабочем месте и другие меры.

§ 14. Применение смазочно-охлаждающей жидкости при резании

Применение СОЖ способствует повышению качества обработки и производительности труда. В ряде случаев обработка резанием без СОЖ чрезвычайно затруднена, а иногда невозможна.

Основными свойствами СОЖ являются охлаждающее, смазывающее и моющее действия. Охлаждающее действие проявляется в снижении температуры резания, поэтому на черновых операциях с высокими скоростями резания следует применять СОЖ на водной основе (марок АВК, ТУН и др.).

Смазывающее действие проявляется в образовании между сходящей стружкой и поверхностями инструмента тонких и прочных пленок. Пленки уменьшают трение на поверхностях инструмента и исключают налипание стружки на обработанную поверхность. На чистовых операциях с пониженными скоростями резания следует применять СОЖ с повышенным смазочным действием (минеральные масла, СОЖ МР и др.). При чистовой обработке с высокими скоростями резания рекомендуются 5—10 %-ные эмульсии из эмульсолов (НГЛ-205, Укринол-1, Э-2 и др.).

Марка СОЖ выбирается по справочникам в зависимости от вида резания (сверление, фрезерование и т. д.), обрабатываемого материала, материала инструмента и режима резания.

Скорость подачи СОЖ и ее расход должны быть достаточными для отвода тепла и смывания с поверхности инструмента и обработанной поверхности мелкой стружки и продуктов износа инструмента. На станках чаще всего струя СОЖ подается в зону резания специальным устройством с использованием насоса.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается сущность токарной обработки?
2. Каковы основные элементы и углы токарного резца?
3. Назовите основные элементы сверла.
4. Перечислите элементы режима резания.
5. Каковы составляющие усилия резания при точении?
6. Назовите типы стружки.
7. Что такое допустимый износ режущего инструмента?
8. Дайте определение стойкости режущего инструмента.
9. Что такое качество обработки резанием?
10. Для чего используется СОЖ при резании?

§ 15. Классификация и обозначение станков

Станки отечественного производства классифицируются по виду обработки на десять групп (токарная, фрезерная и т. д.), каждая группа подразделяется на десять типов, а каждый тип — на десять типоразмеров. Тип станка определяют его основные признаки: технологическое назначение (сверлильно-отрезные, карусельные и т. д.); расположение главных рабочих органов (горизонтально-фрезерные консольные, радиально-сверлильные и т. д.) и их количество (одношпиндельные, многошпиндельные); степень автоматизации (автоматы, полуавтоматы, станки с ЧПУ и т. д.). Типоразмер станка определяется основными параметрами, например, токарные станки — наибольшим диаметром и длиной обрабатываемой заготовки над станиной, фрезерные — длиной и шириной стола и т. д.

Группы станков условно обозначаются цифрами от 0 до 9, например, токарные — 1; сверлильные и расточные — 2 и т. д. Типы станков также обозначаются цифрами, например, в группе 1 карусельные — 5; токарные и лобовые — 6 и т. д.

Все станки в зависимости от достигаемой точности обработки разделяются на пять классов точности: нормальной (Н), повышенной (П), высотой (В), особо высокой (А) и особой (С). Станки классов Н и П широко используются в механических цехах, а остальные — в инструментальных.

На каждом станке есть табличка с шифром модели станка. Первая цифра в шифре обозначает группу, вторая — тип, третья (иногда и четвертая) — типоразмер станка. Буква после первой или второй цифры означает основную (базовую) модель станка или его усовершенствование (модернизацию). Буква в конце шифра указывает изменение конструкции базовой модели, класса точности¹ или особенности станка.

Примеры расшифровки моделей станков: 1К62 — 1 — группа токарная; К — базовая модель; 6 — токарно-винторезный (тип); 2 — высота центров 200 мм; 16К20 — токарно-винторезный, усовершенствованный (0) на основе базовой модели 1К62; 2А620Ф2 — группа сверлильно-расточная (2); усовершенствованная модель (А); станок горизонтально-расточной (6); диаметр шпинделя 90 мм и размеры стола 1120×1250 мм (20); имеется позиционная система ЧПУ (2).

Станки каждой группы разделяются по степени специализации на универсальные, специализированные и специальные. На универсальных станках возможно выполнение многих видов обработки деталей широкой номенклатуры (например, станок 16К20). Специализированные станки предназначены для выполнения ограниченного количества видов обработки деталей одного наименования (напри-

¹ Класс точности Н в шифре не ставится.

мер, вальцетокарный 1А825). Специальные станки предназначены для обработки деталей одного типоразмера (например, токарный для обработки железнодорожных колесных пар 1836Б).

Наряду с указанными станками в настоящее время увеличивается производство станков основных групп (токарных, фрезерных, расточных) с ЧПУ. Для них по чертежу или операционному эскизу обрабатываемой детали программист рассчитывает программу (последовательность) перемещений исполнительных механизмов (шпинделя, суппорта, стола и др.) относительно заготовки в виде чисел. Затем числовое изображение программы переносят на перфокарту, бумажную, магнитную или киноленту. Перфокарту или ленту вводят в считывающее устройство станка, которое через ряд механизмов преобразует числовые обозначения в привод исполнительных механизмов.

Станки с ЧПУ по сравнению со станками с ручным управлением имеют ряд преимуществ: сокращение времени на переналадку станка, удобство хранения перфокарты или ленты, сокращение потребности станочников высокой квалификации и др. Использование станков с ЧПУ экономически наиболее эффективно при обработке сложных деталей средней партияности.

Ниже описано устройство универсальных станков и работы, выполняемые на них в условиях единичного и мелкосерийного производства.

§ 16. Технологическая терминология

Производственный процесс — совокупность всех действий (транспортировки заготовок изделий, учета изготовленной продукции, изготовления деталей и др.) людей и орудий производства на данном предприятии для изготовления или ремонта выпускаемых изделий.

Технологический процесс — часть производственного процесса, содержащая действия по изменению и последующему определению состояния предмета производства.

По методу исполнения различают следующие части технологических процессов: литье, формообразование, обработку резанием, давлением, термическую и др.: сварку, пайку, клепку, контроль качества продукции, ремонт и т. д.

Рабочее место — часть пространства (площади), приспособленная для выполнения работником (группой работников) производственного задания. Рабочее место включает основное и вспомогательное оборудование, технологическую и организационную оснастку и (на ограниченное время) предметы производства.

Заготовка — предмет производства, из которого путем изменения формы, размеров, шероховатости поверхности и свойств материала изготавливают деталь или неразъемную сборочную единицу.

Технологическая операция — законченная часть технологического процесса, выполненная на одном рабочем месте.

Установ — часть технологической операции, осуществляемая при неизменном закреплении обрабатываемой заготовки (группы заготовок) или собираемой сборочной единицы.

Позиция — фиксированное положение, занимаемое неизменно закрепленной обрабатываемой заготовкой (или собираемой сборочной единицей) совместно с приспособлением относительно инструмента или неподвижной части оборудования, для выполнения определенной части операции.

Технологический переход — законченная часть технологической операции, характеризующаяся постоянством применяемого инструмента и поверхностей (детали), образуемых обработкой или соединяемых при сборке.

Вспомогательный переход — законченная часть технологической операции, состоящая из действия человека и (или) оборудования, которые не сопровождаются изменением формы, размеров, шероховатости поверхности и свойств заготовки, но необходимы для выполнения технологического перехода.

Рабочий ход — законченная часть технологического перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемого изменением формы, размеров, шероховатости поверхности или свойств заготовки.

Вспомогательный ход — законченная часть технологического перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, не сопровождаемого изменением формы, размера, шероховатости поверхности или свойств заготовки, но необходимого для выполнения рабочего хода.

§ 17. Понятие об установке заготовки

Достижение требуемого качества обработки, высокой производительности и безопасности труда во многом зависит от правильной и надежной установки заготовки на технологическом оборудовании.

Установка — это процесс базирования и закрепления заготовки или изделия. *Базирование* — придание заготовке или изделию требуемого положения относительно выбранной системы координат. *Закрепление* — приложение сил и пар сил к заготовке или изделию для обеспечения постоянства их положения, достигнутого при базировании.

Установка заготовок на станке производится при помощи дополнительного устройства, которое называется *приспособлением*.

Поверхность или выполняющее ту же функцию сочетание поверх-

ностей, ось, точка, принадлежащая заготовке или изделию и используемая для базирования, называется *базой*. В процессе обработки базы разделяют на технологические и измерительные; технологиче-

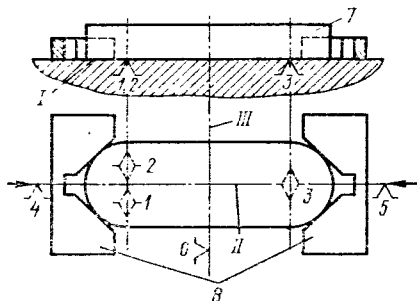


Рис. 18

Схема базирования заготовки:

I — явная база; II—III — скрытые базы;
1—6 — опорные точки; 7 — заготовка; 8 —
губки самоцентрирующих тисков

ская используется для определения положения заготовки или изделия в процессе изготовления или ремонта, измерительная — для нахождения относительного положения заготовки или изделия и средств измерения.

По характеру проявления (рис. 18) база может быть скрытой — в виде воображаемой плоскости, оси или точки, или явной — в виде реальной поверхности, разметочной риски или точки пересечения рисок.

Технологические базы разделяют на черновые, чистовые и промежуточные. Черновая база — поверхность заготовки, которая не подлежит обработке или ее размер задан с наибольшим допуском. Черновую базу используют при обработке один раз. Чистовая база — окончательно обработанная поверхность. Промежуточная база — предварительно обработанная поверхность, которая после использования в качестве базы подлежит дополнительной обработке.

§ 18. Токарные станки и инструмент

Из токарной группы наиболее широкое распространение имеют универсальные токарно-винторезные станки. Их устройство рассмотрим на примере станка 16К20 (рис. 19). На базовой детали 18,

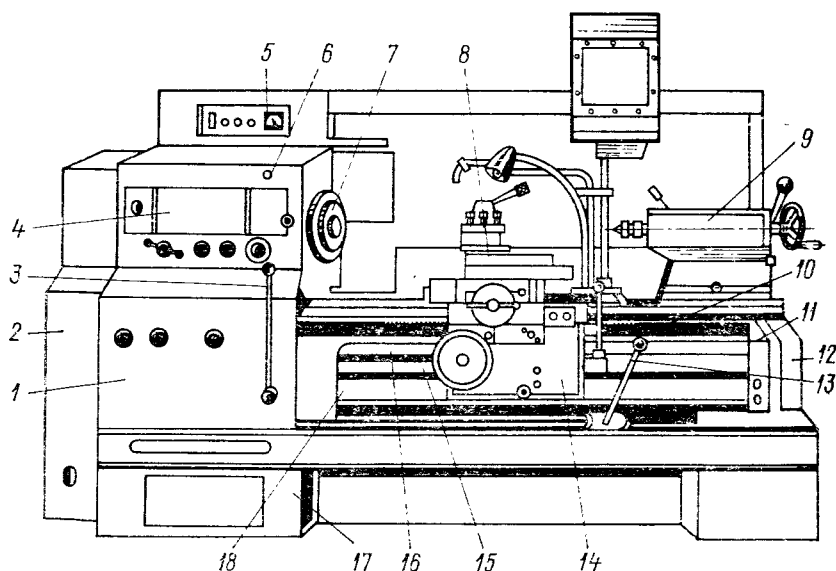


Рис. 19
Токарно-винторезный станок 16К20

называемой станиной, смонтированы главные сборочные единицы и механизмы: передняя бабка 4, задняя бабка 9, суппорт 8.

Передняя бабка установлена на станине неподвижно. В ней расположен шпиндель 7 с механизмами коробки скоростей, которые

передают ему вращение с требуемой частотой. В отверстие шпинделя можно установить центр.

Задняя бабка может быть перемещена по направляющим станины. Она предназначена для поддержания длинных заготовок с помощью центра. Вместо центра в бабке можно установить инструмент для обработки отверстия (сверло, зенкер и др.).

Обрабатываемую заготовку устанавливают в приспособлении, смонтированном на шпинделе, или в центрах станка.

Суппорт предназначен для установки резца и обеспечения движения подачи (продольной и поперечной) вручную или механически. К нижней части суппорта (каретке) прикреплена корпусная деталь — фартук 14. В нем смонтированы механизмы включения продольного перемещения суппорта; поперечного перемещения поперечных салазок, расположенных на суппорте, и устройство для нарезания резьбы резцом. Поперечные салазки имеют поворотную часть, на которой установлены верхние салазки с резцедержателем.

Механическая продольная подача суппорта осуществляется от коробки скоростей через сменные зубчатые колеса (гитару) 2, расположенные под кожухом; коробку подач 1; ходовой вал 15 или ходовой винт 16, закрытые щитками. От ходового вала вращение получает зубчатое колесо, соединенное с фартуком, которое перекачивается по неподвижной зубчатой рейке 10 и увлекает за собой суппорт. Для нарезания резьбы зубчатое колесо выводится из зацепления с рейкой, а невращающаяся разъемная гайка, соединенная с фартуком, сводится и, соединяясь с вращающимся ходовым винтом, передает суппорту продольное перемещение. Необходимая величина этого перемещения, равная шагу нарезаемой резьбы, настраивается рукоятками коробки подач и сменными зубчатыми колесами гитары.

Механическая поперечная подача передается поперечным салазкам на суппорте от того же ходового вала через свой зубчатый механизм, вращение шпинделю — от главного электродвигателя, расположенного в тумбе 17, через клиноременную передачу и коробку скоростей. Пуск и остановку шпинделя, а также реверсирование его вращения осуществляют дублирующими рукоятками 3 и 13, быстрые перемещения суппорта в продольном направлении и поперечных салазок в поперечном направлении — от отдельного электродвигателя, соединенного с ходовым валом. Механизм электродвигателя закрыт кожухами 11 и 12.

Нагрузку на главный электродвигатель определяют по указателю 5. Постоянное вращение диска маслоуказателя 6 при включенном электродвигателе свидетельствует о нормальной работе смазочной системы механизмов передней бабки.

Токарные станки предназначены в основном для обработки валов, дисков и втулок. При этом используют разнообразные токарные резцы и, реже, — другие инструменты.

Стандартные резцы различают следующих видов: на рис. 20 — проходные прямые 3 и отогнутые 9 с углом $\varphi = 30^\circ \div 60^\circ$; проходные упорные 4 с углом $\varphi = 90^\circ$; чистовые широкие 17, у которых $l = (2 \div 3) S$; подрезные 5; прорезные 10; канавочные 20; резьбовые

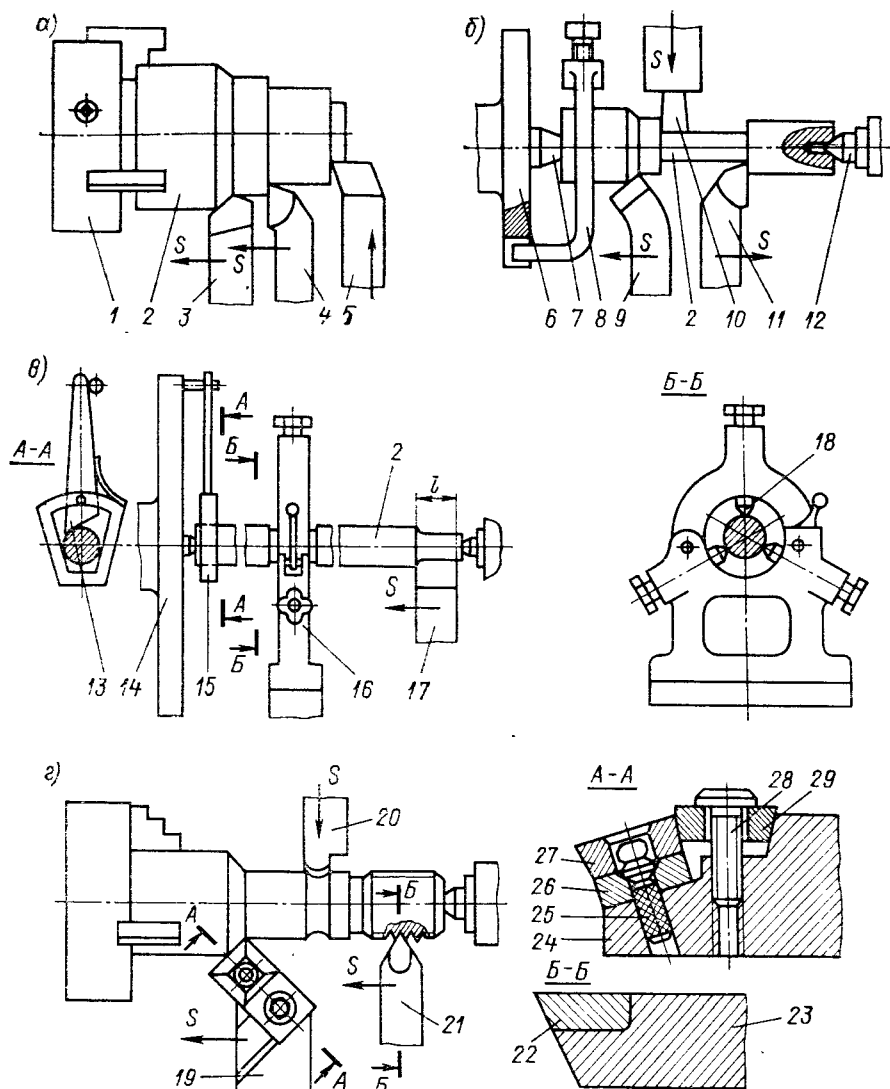


Рис. 20

Схемы точения наружных цилиндрических поверхностей: а — в трехкулачковом самоцентрирующем патроне; б — в центрах; в — в центрах с неподвижным люнетом; г — в патроне и заднем центре;

1 — патрон; 2 — заготовка; резцы; 3 — прямой проходной правый; 4 — проходной упорный правый; 5 — подрезной; 6 — поводковая планшайба; 7 — жесткий центр; 8 — хомутик; резцы; 9 — отогнутый проходной правый; 10 — прорезной; 11 — проходной упорный левый; 12 — жесткий центр; 13 — заклинивающий кулачок; 14 — поводковая планшайба; 15 — самозахватывающий хомутик; 16 — неподвижный люнет; 17 — резец широкий проходной; 18 — кулачок; резцы; 19 — сборный проходной отогнутый правый; 20 — канавочный; 21 — резбовой; 22 — твердосплавная напайная пластина; 23, 24 — державки; 25 — штифт; 26 — опорная пластина; 27 — четырехгранная твердосплавная неперетачиваемая пластина; 28 — винт; 29 — клиновидная планка

для наружных резьб 21 и для внутренних резьб; отрезные (см. рис. 14, в); для контурного точения (см. рис. 14, д); расточные стержневые и державочные.

Резцы проходные, подрезные и для контурного точения изготавливают двух типов: правые и левые. У правых резцов 3, 4, 9 (рис. 20) главная режущая кромка направлена в сторону передней бабки, у левого 11 — в сторону задней бабки. Левые резцы работают в направлении от передней бабки к задней; их используют в тех случаях, когда невозможно применить правые.

Резцы и другие режущие инструменты разделяются по способу изготовления на следующие основные виды: цельные; с напаянной режущей пластиной (пластинами) из быстрорежущей стали или твердого сплава 21; с механическим креплением 19 твердосплавной пластины (пластин).

Цельные инструменты из инструментальных низколегированных сталей (например, ХВ4, 9ХС и др.) имеют небольшую стойкость. Они применяются в основном для обработки заготовок с низкими режимами резания и для заготовок из цветных металлов и некоторых марок пластмасс.

Инструменты цельные и с пластинами из быстрорежущих сталей (например, Р9, Р12, Р18, Р6М5, Р6М5К5) применяют для обработки деталей из углеродистых и низколегированных сталей ($HB \leq 250$), серого чугуна и цветных металлов.

Наиболее широкое применение имеют инструменты, оснащенные пластинами твердого сплава. Твердые сплавы имеют большую стойкость и допускают высокопроизводительную обработку деталей из различных материалов, включая труднообрабатываемые стали и сплавы. Для обработки углеродистых и низколегированных сталей рекомендуются твердые сплавы ТТ32К8, ТНМ-20; для высокопрочных сталей — Т15К6, Т5К10, Т14К8, Т5К12В, ВК6-ОМ; для цветных металлов и твердых чугунов — ВК6М.

В последние годы расширяется использование стандартных сборных резцов (проходных, подрезных, расточных, для контурного точения и резьбовых) с механическим креплением многогранных твердосплавных пластин. Ряд конструкций резцов оснащается неперетачиваемыми пластинами, например проходные 19 (см. рис. 20). При затуплении такого резца режущая пластина 27 раскрепляется винтом 28 и поворачивается вокруг штифта 25, который запрессован в державку 24, на следующую режущую кромку. Затем винтом 28 и клиновой планкой 29 пластина 27 надежно прижимается к опорной твердосплавной пластине 26.

Сборный инструмент по сравнению с инструментом с напаянными режущими пластинами имеет повышенную долговечность и более удобен в эксплуатации.

В единичном и мелкосерийном производстве станочнику часто приходится изменять геометрические параметры режущего инструмента (форму передней поверхности, углы заточки), исходя из условий обработки. Для этого надо уметь заточить и довести резец и, реже, сверло.

Заточка — обработка рабочих поверхностей инструмента шлифовальными кругами на заточном станке с целью получения необходимой геометрии. **Доводка** — обработка тех же поверхностей мелкозернистыми шлифовальными кругами после заточки для повышения остроты режущих кромок, достижения требуемой шероховатости и образования фасок на передней и задней поверхностях. Доводка существенно повышает режущие свойства и стойкость инструмента.

На токарных станках используют следующий мерный стандартный инструмент для обработки отверстий: сверла, зенкеры, развертки, зенковки, метчики и плашки. Спиральные сверла (рис. 21) следующих типов: с цилиндрическим и коническим хвостовиками; цилиндрические; центровочные комбинированные и конические. Для сверления отверстий в деталях из труднообрабатываемых сталей и чугуна применяют сверла, оснащенные пластиной твердого сплава (см. рис. 27, а). Основным элементом заточки сверла является угол 2φ (см. рис. 12), который принимают равным 50° для сверления пластмасс; 90° — для легких сплавов; 118° — для конструкционных сталей; 135° — для коррозионно-стойких сталей и чугунов.

Зенкер (рис. 21, з) отличается от сверла отсутствием поперечной перемычки, наличием трех-четырех перьев. Им можно обработать только имеющееся отверстие. Применяют в основном следующие типы зенкеров: цилиндрические и конические; хвостовые и насадные; цельные; оснащенные пластинами твердого сплава и сборные со вставными ножами из быстрорежущей стали или твердого сплава.

Зенковка (рис. 21, а) — многолезвийный инструмент, разновидность зенкера, используемый для снятия фасок в отверстиях.

Развертка работает подобно зенкеру, но снимает меньший припуск при большем числе зубьев и увеличенной длине режущей части. По форме рабочей части различают цилиндрические и конические развертки; по способу использования — ручные (рис. 21, е) и машинные (рис. 21, ж) развертки. Первыми обрабатывают отверстия малого диаметра вручную во вращающейся заготовке. Вторые используют при механической подаче; они разделяются на хвостовые и насадные, цельные и сборные, быстрорежущие и оснащенные твердым сплавом, постоянного диаметра и регулируемые.

На токарных станках зенкеры и развертки применяют редко из-за их высокой стоимости.

Метчик — инструмент для нарезания в основном треугольных резьб диаметром до 20 мм. Он представляет собой винт (рис. 22, а), резьба которого перерезана канавками, образующими режущие кромки на перьях. При вращении заготовки метчик под действием осевого усилия (рук рабочего или подачи) ввинчивают в отверстие режущей частью, высота зубьев которой постепенно увеличивается, и нарезает в нем две-три нитки резьбы. Далее метчик самозатягивается, и его необходимо удерживать от проворота. После прохода режущей части резьба получает полный профиль. При дальнейшем продвижении калибрующая часть направляет метчик по резьбе и зачищает ее. После нарезания резьбы метчик вывинчивают.

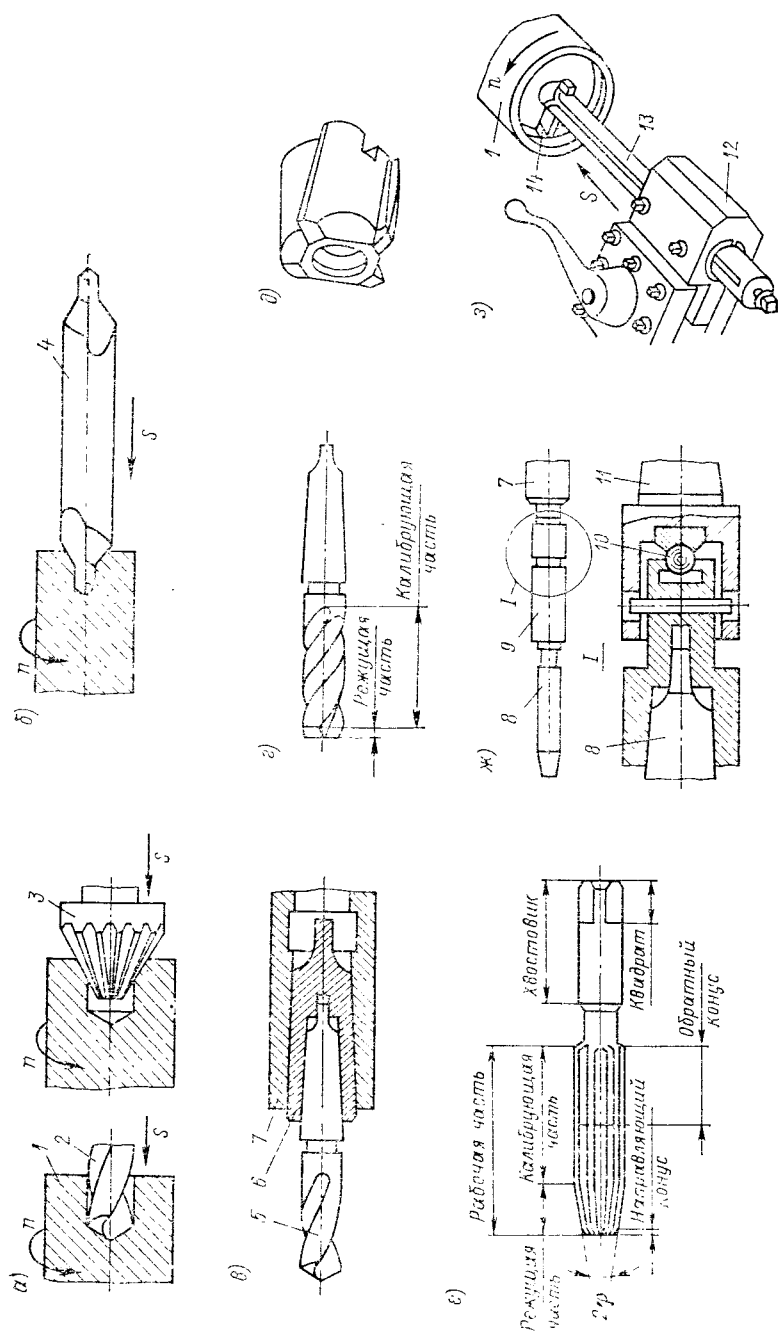


Рис. 21

Инструменты для обработки отверстий на токарном станке: а, б — инструменты для центрования; в — установка сверла в пинноли-
шинная развертка в плавающем патроне; д — ручная цилиндрическая развертка; ж — ма-
шинная развертка в плавающем патроне; з — расточной резец в оправке;
и — заостренная цилиндрическая сверла; 3 — центрирующее сверло; 4 — цилиндрическое сверло; 5 — цилиндрическое спи-
ральное сверло с коническим хвостовиком; 6 — переходная конусная втулка; 7 — пинноли-
шинная развертка; 8 — машинная развертка; 9 — пла-
вающая оправка; 10 — опорный шарик; 11 — хвостовик патрона; 12 — держатель; 13 — расточная оправка; 14 — расточной резец

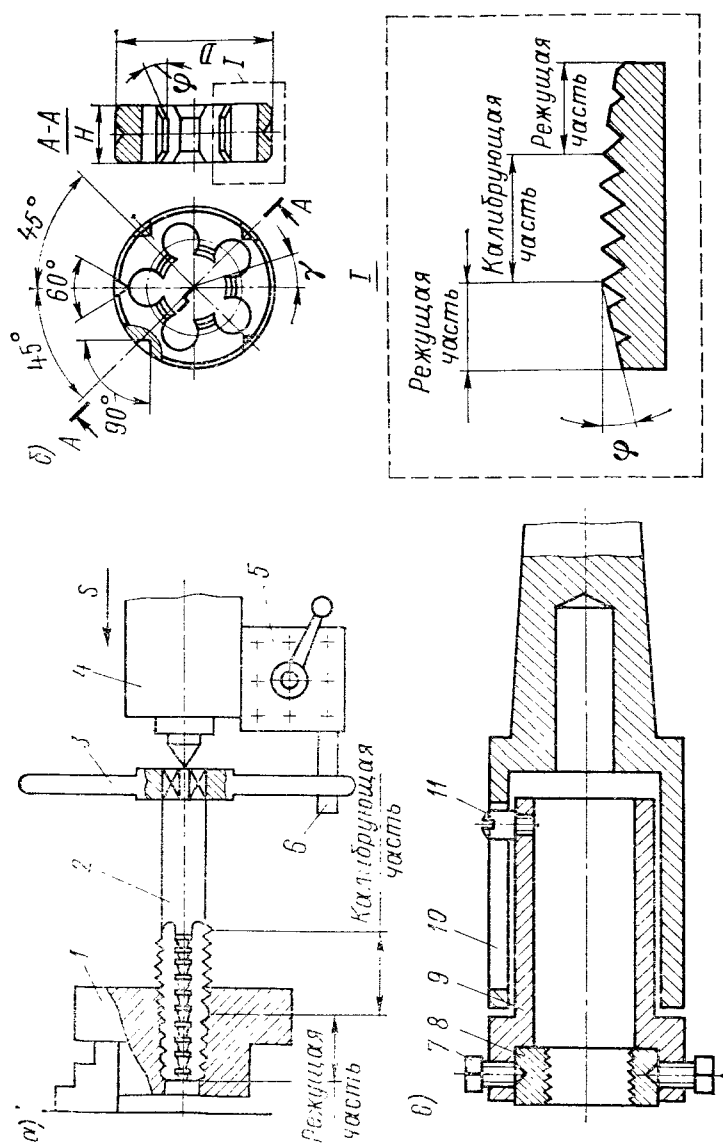


Рис. 22

Нарезание крепящей резьбы и используемый при этом инструмент: *а* — нарезание метчиком; *б* — круглая планка; *в* — выдвигной качающийся плашкодержатель;

1 — заготовка; *2* — метчик; *3* — вороток; *4* — держатель; *5* — резцедержатель; *6* — планка; *7* — винт; *8* — плашка; *9* — сменный держатель; *10* — корпус; *11* — стопор

Стандартные метчики разделяются на ручные, машинно-ручные, машинные, гаечные (с удлиненным хвостовиком) и для конической резьбы. Ручные метчики применяют комплектно из двух или трех штук, между которыми распределяют припуск на обработку. Порядковый номер метчика определяется числом кольцевых рисок на хвостовике.

Плашка круглая (рис. 22, б) — инструмент для нарезания наружной треугольной резьбы в шагом до 2 мм. Иногда плашкой калибруют резьбу крупного шага после нарезания резцом.

Режущие гребенки плашки образуются в пересечении ее внутренней резьбы с 3—8 отверстиями, смещенными относительно оси. Круглые плашки изготавливают двух типов: для цилиндрических и конических резьб. Конические углубления на боковой поверхности плашки предусмотрены для ее закрепления винтами в воротке. Угловой паз (60°) используется для разрезки плашки и регулирования ее размера на 0,1—0,3 мм при помощи винта. После износа режущей части с одной стороны плашку переворачивают и нарезание ведут другой ее стороной. После нарезания резьбы плашку свинчивают.

§ 19. Работы, выполняемые на токарных станках

Обтачивание цилиндрических поверхностей (см. рис. 20) производят при установке по следующим основным схемам.

Установку в патроне (см. рис. 20, а) применяют для заготовок с длиной выступающей части из патрона, равной двум-трем диаметрам заготовки. Обычно используют стандартные трехкулачковые самоцентрирующие патроны. Заготовки с предварительно обработанной наружной поверхностью диаметром до 60 мм рекомендуется устанавливать в цанговом патроне, который не повреждает поверхность заготовки.

Установку в центрах (см. рис. 20, б) используют для заготовок длиной более трех диаметров. Торцы заготовки следует предварительно подрезать и зацентровать с помощью короткого сверла и зенковки (см. рис. 21, а) или центрального комбинированного сверла (см. рис. 21, б). При частоте вращения заготовки до 150 об/мин используют жесткие центры; для более высокой частоты вращения — вращающийся задний центр. Передачу крутящего момента заготовке производят при помощи поводкового устройства. Наиболее простое из них (см. рис. 20, б) состоит из поводковой планшайбы 6 с пазом, закрепленной на шпинделе, и хомутика 8 с отогнутым хвостовиком. Заготовка и хомутик скрепляются болтом. Более совершенный самозахватывающий хомутик 15 (рис. 20, в) передает вращение заготовке заклинивающим кулачком 13.

Установка в патроне и заднем центре (см. рис. 20, г) является наиболее надежной и применяется при черновом точении валов длиной до 10—12 диаметров.

Установку в центрах с поддерживающим устройством, люнетом 16 (см. рис. 20, в) используют для нежестких валов, во избежание их

прогиба и вибрации при резании. Неподвижные люнеты устанавливают на станине и применяют при обработке тяжелых заготовок с большими усилиями резания. Подвижные люнеты устанавливают на суппорте станка и поэтому они имеют меньшую жесткость. Ими срезают небольшой припуск при чистовом точении.

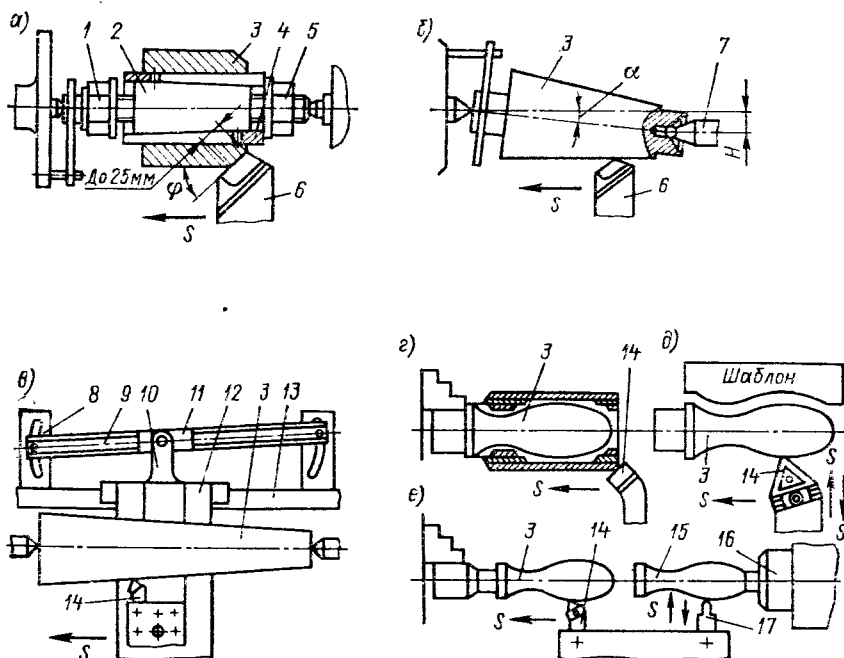


Рис. 23

Точение конических и фасонных поверхностей: а — точение короткого конуса; б — точение конуса при поперечном смещении задней бабки; в — точение конуса при помощи копировальной линейки; г — ступенчатое точение (предварительное) фасонной поверхности; д — чистовое точение фасонной поверхности одновременно на двух подачах; е — точение фасонной поверхности по эталону;

1, 5 — гайки; 2 — конусная оправка; 3 — заготовка; 4 — цанга; 6 — прямой правый проходной резец; 7 — шариковый центр; 8 — кронштейн; 9 — копирная линейка; 10 — тяга; 11 — ползун; 12 — салазки; 13 — станина; 14 — правый резец для контурного точения; 15 — эталон; 16 — пинцет задней бабки; 17 — шуп

Установка на оправке (рис. 23, а) позволяет обточить наружную поверхность соосно предварительно обработанному отверстию.

Обтачивание жестких деталей производят прямыми 3 и отогнутыми 9 проходными резцами (см. рис. 20). Последние можно применять в менее доступных для обработки местах и на поперечных подачах (см. рис. 14, б). Ступенчатые и нежесткие детали следует обтачивать проходными упорными резцами, так как при этом $P_v \approx 0$. Для чернового точения радиус при вершине резца принимают около 0,5 мм, для получистового точения — 1,5—2,0 мм, для чистового точения — 3—5 мм. Чистовое точение с высокой производительностью особо жестких деталей и при установке в неподвижном

люнете производят широкими резцами. Полуцистовое точение применяют в тех случаях, когда после чернового точения заготовка деформируется или образуется неравномерный припуск на дальнейшую обработку.

Если при точении на станках нормальной точности не обеспечиваются требования чертежа по точности обработки и шероховатости обработанной поверхности, то после чистового точения выполняют 1—3 дополнительные отделочные операции (например, тонкое точение, шлифование и др.).

Подрезание торцов и уступов (см. рис. 20, а, б) производят подрезным 5 или проходным упорным резцом 4, 10 для обеспечения плоскостности (допускается только вогнутость), перпендикулярности к оси центров, определенного расположения по длине детали и шероховатости. Подрезание часто можно совместить в одной операции с обтачиванием.

Прорезание наружных канавок (см. рис. 20, б, г) производят прорезными резцами 10 после обтачивания поверхности. Канавки шириной до 5—12 мм обычно прорезают за один рабочий ход. При низкой жесткости заготовки или большой ширине канавка прорезается за несколько рабочих ходов узким резцом.

Отрезание (или разрезку) применяют для разделения длинной заготовки на части или для отделения обработанной детали (см. рис. 14, в) от заготовки. Отрезные резцы подобны прорезным, но имеют головку большей длины и меньшей ширины. Отрезание рекомендуется вести при установке заготовки в патроне.

Сверление и рассверливание цилиндрических отверстий производят невращающимся сверлом, установленным в пинולי задней бабки (см. рис. 21, в) или в оправке резцедержателя. Подача ручная или механическая. Уменьшение отклонения оси отверстия от оси вращения достигается подрезанием торца заготовки до сверления и образованием на нем небольшого центрального углубления коротким сверлом или резцом. Для уменьшения усилия резания отверстия диаметром 30 мм и больше сверлят последовательно двумя сверлами: вначале сверлом диаметром 12—20 мм и затем — сверлом нужного диаметра.

Растачивание цилиндрических отверстий (см. рис. 21, з), имеющих в отливках и поковках, а также после сверления производят для увеличения диаметра, устранения поверхностных дефектов и уменьшения отклонения прямолинейности оси отверстия.

Отверстия диаметром до 60 мм растачивают стержневым резцом, закрепленным в резцедержателе; отверстия большего диаметра — державочным резцом 14. Для повышения точности измерения глубины отверстия перед растачиванием торец заготовки необходимо подрезать.

Зенкерование, т. е. обработку отверстия зенкером (см. рис. 21, г, д) применяют для уменьшения шероховатости, повышения точности обработки, частичного исправления оси отверстия, полученного литьем, ковкой, сверлением. Часто зенкерование является технологическим переходом после сверления и предшествует развертыванию.

Зенкер устанавливают неподвижно в пиноль задней бабки или на оправку, закрепленную в резцедержателе. Подачу сообщают вручную или механически. Зенкерование производится в тех случаях, когда затруднено растачивание.

Развертывание, т. е. обработку отверстия разверткой, производят после зенкерования или чистового растачивания с целью повышения точности обработанного отверстия по диаметру и уменьшения шероховатости. Ручная развертка (см. рис. 21, *е*) устанавливается в воротке, как метчик (см. рис. 22, *а*), а машинная — в плавающем патроне 9 (см. рис. 21, *ж*), так как нормальная работа развертки возможна при срезании равномерного припуска. Обычно используется одна развертка, а для получения 7-го качества точности — последовательно две развертки (черновая и чистовая).

Нарезание крепежной (треугольной) резьбы с невысокими требованиями соосности с другими поверхностями детали производят метчиками и плашками. При нарезании метчики диаметром до 8 мм поджимают вручную задним центром в отверстие вращающейся заготовки, а второй рукой удерживают метчик от проворота слесарным воротком 3 (см. рис. 22, *а*). Метчики большего диаметра (до 20 мм) поджимают вручную центром держателя 4, а удерживают их от проворота планка 6. Держатель и планку закрепляют в резцедержателе.

Нарезание наружной резьбы круглой плашкой производят вручную воротком. Наиболее совершенным и безопасным устройством для установки метчика или плашки является качающийся выдвижной патрон (см. рис. 22, *в*), который устанавливают в пиноль задней бабки. В зависимости от выполняемой работы в патрон ставят держатель для метчика или плашки.

Диаметр сверла под нарезание метрической резьбы метчиком и диаметр стержня под нарезание резьбы плашкой определяют соответственно по ГОСТ 19257—73 и ГОСТ 19258—73. Перед нарезанием резьбы в отверстии или на стержне протачивают фаску для захода инструмента.

Нарезание точной (ходовой) резьбы, а также с большим шагом и соосной другим поверхностям детали, производят резьбовыми резцами 21 (см. рис. 20, *г*). В процессе резания резец должен перемещаться на величину шага или хода (при многозаходной резьбе) резьбы за один оборот заготовки. Согласование частоты вращения шпинделя и продольной подачи суппорта с резцом достигается настройкой станка при помощи соответствующих рукояток и в случае необходимости — установкой на гитаре шестерен с определенным числом зубьев.

Резьбу нарезают за несколько черновых и один-два чистовых рабочих хода. В конце каждого хода резец отводится от заготовки и возвращается в исходное положение. Перед каждым новым рабочим ходом резец устанавливают на определенную глубину резания. Для черновых рабочих ходов используют высокопроизводительные резцы повышенной стойкости; для чистовых рабочих ходов — резцы, обеспечивающие требуемые точность и шероховатость резьбы.

Точение конических поверхностей производят несколькими способами. Наружные и внутренние поверхности длиной до 25 мм (см. рис. 23, а) обрабатывают широким проходным резцом на продольной или поперечной подаче.

Длинные наружные поверхности с углом 2α не более 20° (см. рис. 23, б) обтачивают проходным (прямым или отогнутым) резцом на продольной подаче при поперечном смещении задней бабки на величину H , соответствующей требуемой конусности. При этом используют поводковое приспособление с хомутиком, центровые отверстия формы R и шариковые центры.

Наружные и внутренние поверхности длиной до 160—180 мм с различными углами при вершине конуса обтачивают проходным резцом с поворотом верхних салазок суппорта при ручной подаче (см. рис. 14, з). На станке 16К20 возможна механическая подача.

В серийном производстве наружные поверхности с углом наклона α до 12° (см. рис. 23, в) обтачивают при помощи конусной (копировальной) линейки, которую имеют многие модели станков. Линейку 9 устанавливают под требуемым углом неподвижно на кронштейнах 8, прикрепленных к станине 13. Поперечные салазки 12 освобождают от поперечного ходового винта и при помощи тяги 10 и ползуна 11 шарнирно соединяют с конусной линейкой. Это устройство преобразует механическую продольную подачу суппорта в подачу резца под углом к оси центров.

Точение наружных фасонных поверхностей шириной до 60 мм производят при поперечной подаче фасонными резцами 20 (см. рис. 20, з) из быстрорежущей стали. Твердосплавные резцы упрощенного профиля применяются только для предварительной обработки.

Поверхности шириной свыше 60 мм предварительно обтачивают ступенями (см. рис. 23, з), а затем резцом для контурного точения при одновременных продольной и поперечной ручных подачах (см. рис. 23, д). С большей производительностью и лучшим качеством обтачивают поверхности при помощи эталона и щупа (см. рис. 23, е) на двух подачах: продольной механической и поперечной ручной. В серийном производстве фасонные поверхности обтачивают при помощи механических копиров (подобно схеме рис. 23, е), гидравлических устройств и на станках с программным управлением.

Обработка наружных и внутренних поверхностей методами поверхностной пластической деформации (ППД) одним или несколькими твердыми шариками или роликами с некоторым радиальным усилием P (рис. 24, а) производится с целью уменьшения шероховатости, повышения точности и, чаще, — повышения эксплуатационных свойств детали (износостойкости, динамической прочности и др.). Например, шероховатость стальной детали, обточенной до $Ra = 2,5 \div 1,5$ мкм, после накатывания шариком за один-два двойных рабочих хода при механической подаче может снизиться до $Ra = 0,63$ мкм.

Рифление поверхности детали (рис. 24, б) является разновидностью пластической обработки. Оно осуществляется вдавливанием

с усилием P в поверхность вращающейся детали 1—3 профильных роликов (накаток), находящихся на одной оправке, с одновременной продольной подачей. Обточенная поверхность под рифление должна иметь диаметр меньше диаметра по рифлям на 0,5 их шага. Оправку с роликами устанавливают в резцедержателе. Рифли образуются за два-три двойных рабочих хода при постепенном вдавливании роликов после каждого хода.

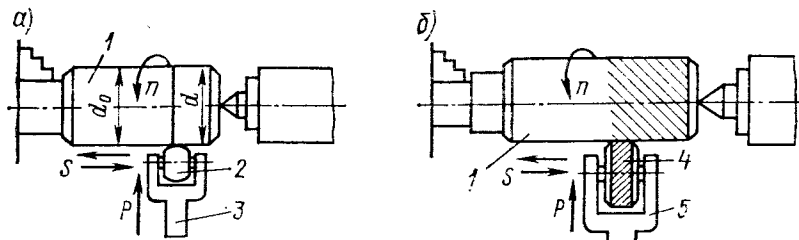


Рис. 24

Примеры пластической обработки: а — обкатывание цилиндрической поверхности; б — накатывание рифлей;
1 — заготовка; 2 — накатный ролик; 3, 5 — державки; 4 — накатка для наклонных рифлей

Пластическую обработку производят при обильной подаче минерального масла в зону контакта инструмента с заготовкой.

Кроме описанных основных видов обработки на токарных станках производят и ряд других простых (опиливание напильником, полирование шлифовальной шкуркой) и сложных с применением специальной оснастки (обработка шлифовальными брусками и др.).

§ 20. Расточные станки и инструмент

Горизонтально-расточные станки применяют для обработки сложных и громоздких заготовок, которым трудно сообщить вращательное движение.

Общее устройство станков рассмотрим на примере базовой модели 262Г (рис. 25, а), которая характеризуется наличием неподвижной передней стойки 9, задней подвижной стойки 1 и стола 6 с двумя взаимно перпендикулярными перемещениями $S_{пр}$ и $S_{п}$.

Передняя стойка закреплена на чугунной станине 3. По ее вертикальным направляющим перемещается ($S_{в.б}$) шпиндельная бабка 11, в которой расположены механизмы главного движения ($n_{шп}$) и осевого перемещения ($S_{ш.о}$) выдвижного шпинделя 7, механизм главного движения ($n_{пл}$) планшайбы 8¹ и другие механизмы. Шпиндель проходит сквозь планшайбу и имеет независимое от нее вращение. На планшайбе смонтирован радиальный суппорт 15 (рис. 25, б) с резцедержателями 16, который может перемещаться ($S_{р.с}$) по направляющим 13 планшайбы.

Обрабатываемую заготовку устанавливают на стол, который состоит из собственно поворотного стола 6, нижних и верхних са-

¹ Планшайбу имеют не все модели станков.

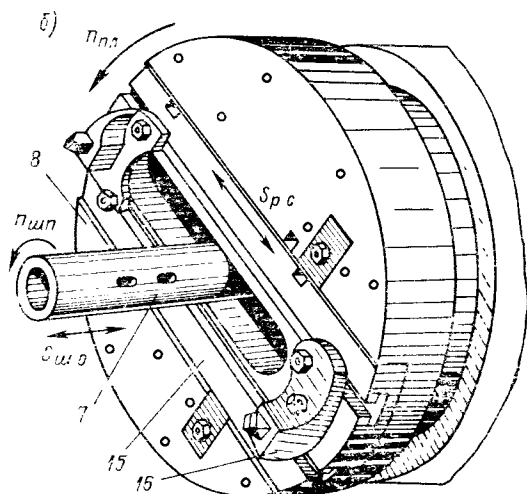
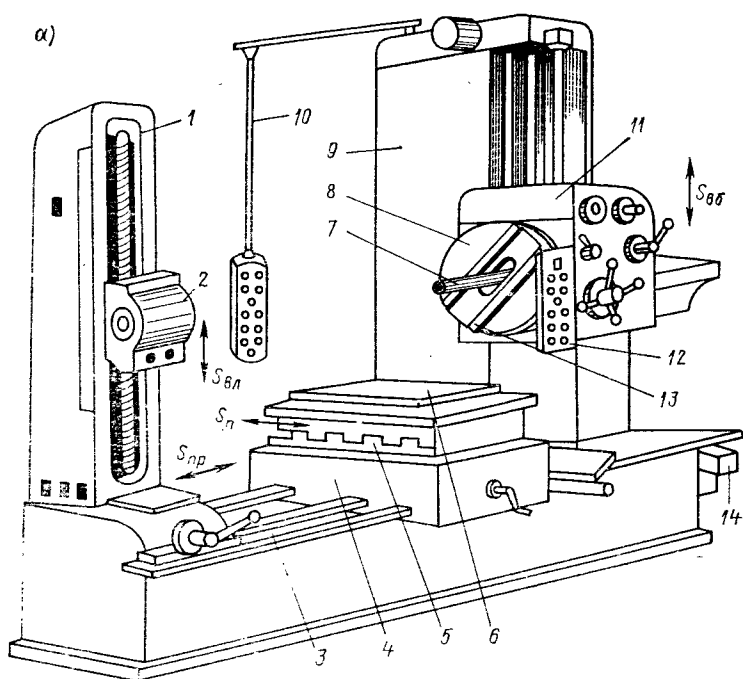


Рис. 25
Горизонтально-расточный станок I типа: а — общий вид; б — план-
шайба со шпинделем

ней 4 и 5. Поворотный стол имеет свой электропривод для вращения с частотой около 2,5 об/мин, которое необходимо для изменения позиции заготовки относительно шпинделя. Верхние сани перемещаются в поперечном направлении по нижним саням, а последние — по направляющим станины.

Справа от станины расположен привод подачи 14; слева — задняя стойка 1 с люнетом 2, который имеет вертикальное перемещение ($S_{в.л}$).

Режущий инструмент устанавливают в шпиндель непосредственно (сверло, зенкер и др.), вместе с оправкой (резцы, фрезы) или борштангой (резцы, зенкеры и др.) и в резцедержатель радиального суппорта (резцы). Борштанга — это гладкий цилиндрический вал с окнами для расточного инструмента, который используется для обработки поверхностей, отдаленных от шпиндельной бабки. Один конец борштанги соединяется со шпинделем, а второй — поддерживается люнетом.

Кинематическая схема станка обеспечивает бесступенчатое регулирование главных движений и подач в широком интервале. На станке предусмотрены быстрые установочные и ручные перемещения подвижных органов. Управление станком производят с основного 12 и подвесного 10 пультов без больших усилий.

Основной характеристикой расточного станка является диаметр выдвижного шпинделя, с которым связаны общая компоновка и размеры станка.

Станки выпускаются трех типов. Станки I типа, к которому относится рассмотренный выше, имеют диаметр шпинделя 50—125 мм. Они предназначены для обработки сравнительно небольших заготовок. Станки II типа имеют диаметр шпинделя 150—200 мм, стол с одним поперечным перемещением, переднюю и заднюю стойки, перемещающиеся параллельно оси шпинделя. Они предназначены для обработки средних и крупных заготовок. Станки III типа имеют диаметр шпинделя 150—320 мм, переднюю и заднюю стойки, перемещающиеся в поперечном направлении, и вместо стола — неподвижную плиту. Они предназначены для обработки особо тяжелых неподвижных заготовок.

Некоторые модели станков выполняют с укороченной станиной без задней стойки.

Обработка на станках выполняется главным образом стандартными (расточными, державочными) резцами, сверлами, зенкерами, развертками. Реже используются стандартные фрезы и метчики.

Расточные резцы различают следующих видов: проходные с углом $\varphi = 90^\circ$ — для растачивания сквозных и глухих отверстий и подрезки торцов; проходные с углом $\varphi = 60^\circ$ и $\varphi = 45^\circ$ — для чистового растачивания отверстий и снятия фасок; подрезные односторонние (рис. 26, а) с удлиненной пластиной — для растачивания отверстий и подрезки торцов; двусторонние (рис. 26, б) — для растачивания отверстий диаметром до 300 мм и подрезки торцов при малой жесткости борштанги; канавочные; фасочные; отрезные; резьбовые и расточные блоки (рис. 26, г).

Прходные, фасочные, подрезные и резбовые резцы и блоки, как правило, имеют напаянные пластинки твердого сплава. Расширяется применение сборных проходных и подрезных резцов с механическим креплением твердосплавной пластинки. Остальные виды резцов наплавляют пластинками из быстрорежущей стали

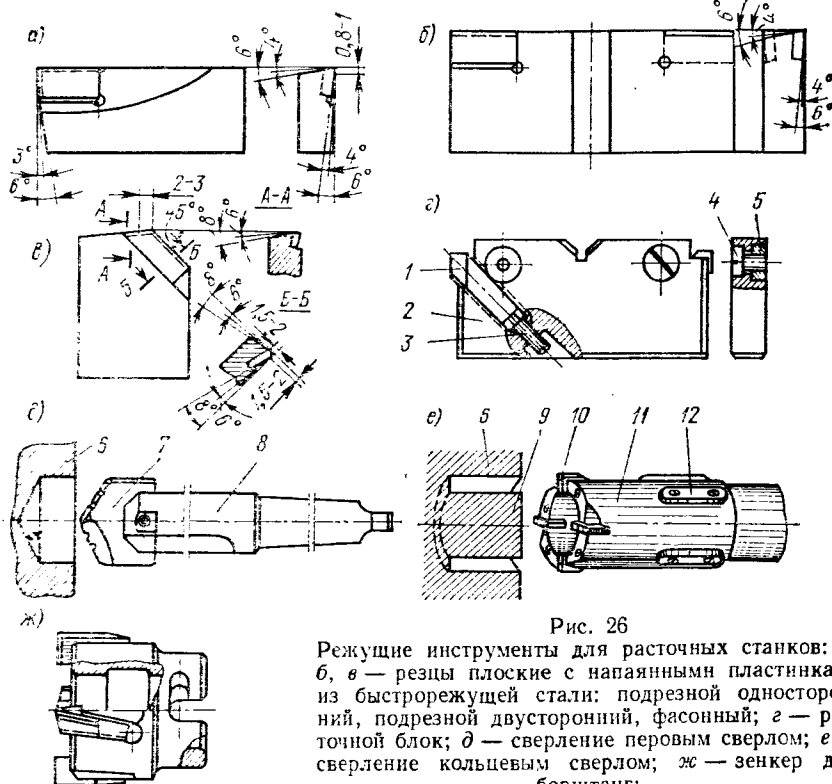


Рис. 26

Режущие инструменты для расточных станков: а, б, в — резцы плоские с напаянными пластинками из быстрорежущей стали: подрезной односторонний, подрезной двусторонний, фасонный; г — расточной блок; д — сверление перовым сверлом; е — сверление кольцевым сверлом; ж — зенкер для борштанг;

1 — регулируемый резец; 2 — корпус блока; 3 и 4 — винты; 5 — зажимной сухарь; 6 — заготовка; 7 — перовое сверло (пластина); 8 — державка; 9 — высверливаемый стержень; 10 — нож; 11 — корпус кольцевого сверла; 12 — направляющая планка (шпонка)

Расточной блок имеет ограниченное поперечное перемещение в борштанге; используется для чистового растачивания отверстий диаметром более 130 мм и при этом отклонение от прямолинейности и положение оси отверстия не исправляет.

Сверление и рассверливание отверстий диаметром до 80 мм производят сверлами следующих видов: спиральными цилиндрическими с коническим хвостовиком; спиральными с пластинкой твердого сплава; перовыми (рис. 26, д) и кольцевыми (рис. 26, е). Перовые и кольцевые сверла применяют для глубоких отверстий ($l^1 > 5 \div 10d$). При кольцевом сверлении ($d > 60$ мм) уменьшается действу-

¹ l — длина отверстия.

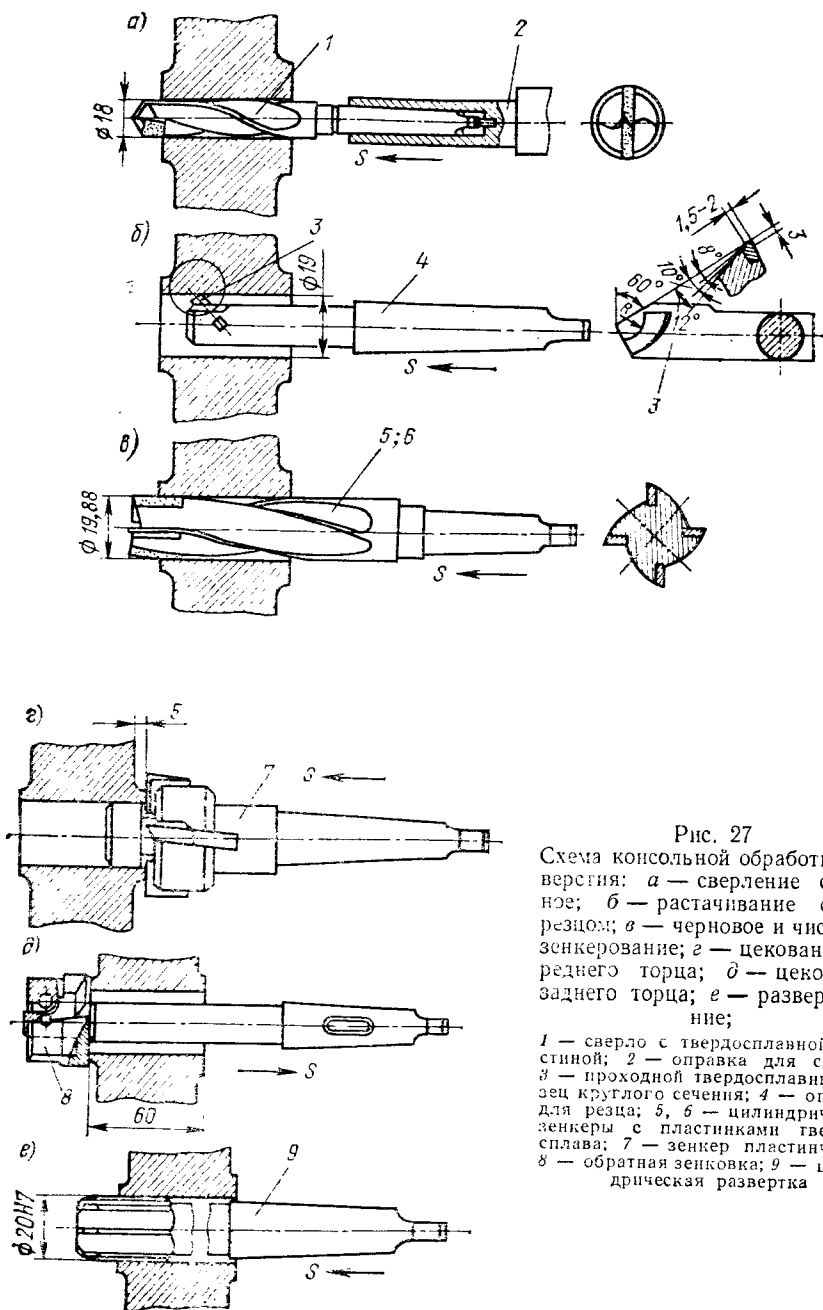


Рис. 27
Схема консольной обработки отверстия: а — сверление сквозное; б — растачивание одним резцом; в — черновое и чистовое зенкерование; г — цекование переднего торца; д — цекование заднего торца; е — развертывание;

1 — сверло с твердосплавной пластиной; 2 — оправка для сверла; 3 — проходной твердосплавный резец круглого сечения; 4 — оправка для резца; 5, 6 — цилиндрические зенкеры с пластинками твердого сплава; 7 — зенкер пластинчатый; 8 — обратная зенковка; 9 — цилиндрическая развертка

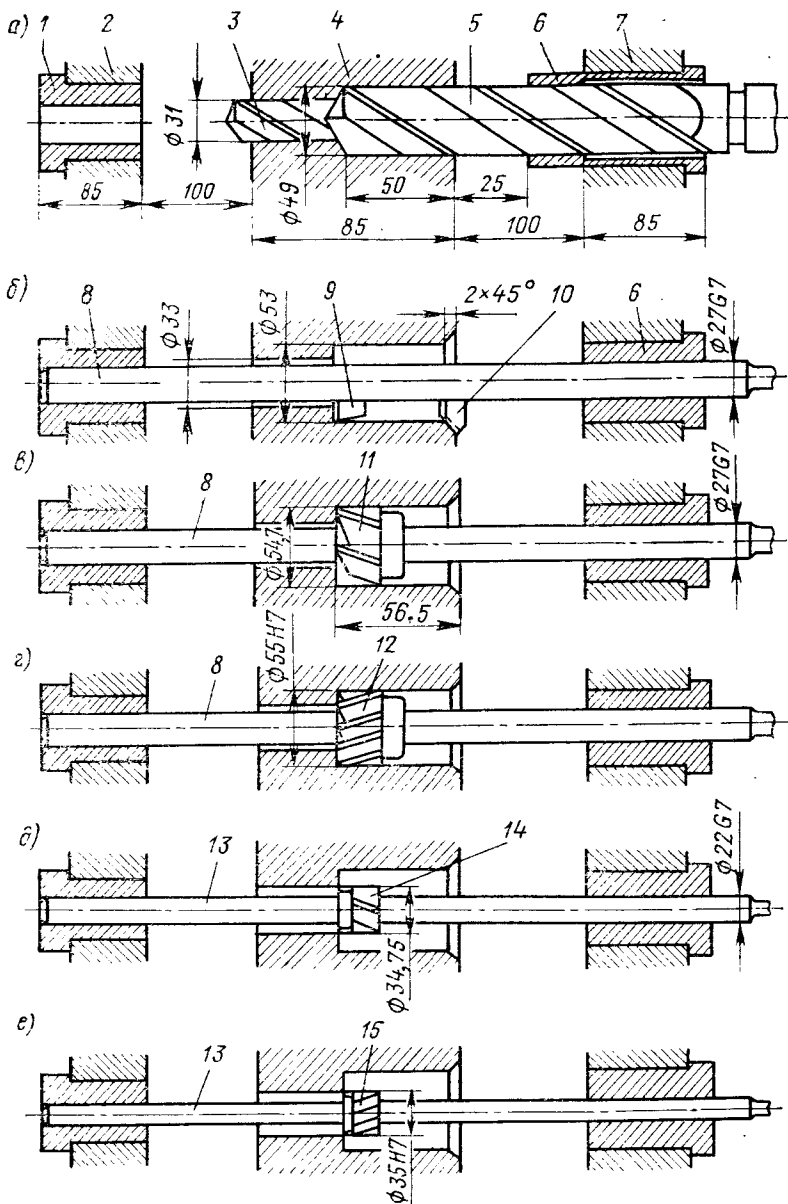


Рис. 28

Схема обработки двух соосных отверстий в одной стенке: а — сверление двух отверстий; б — растачивание большого отверстия с подрезкой дна и снятие фаски; в — зенкерование большого отверстия (переход б); г — развертывание большого отверстия; д — сквозное зенкерование; е — сквозное развертывание малого отверстия; ж — сквозное зенкерование; з — сквозное развертывание большого отверстия;

1 — задняя направляющая втулка; 2 — люнет; 3, 5 — сверла; 4 — заготовка; 6 — передняя направляющая втулка; 7 — накладная плита или корпус приспособления; 8, 13 — борштанги; 9 — расточной резец; 10 — фасонный резец; 11, 14 — зенкеры; 12, 15 — развертки для борштанг

ющая мощность и образуется стержень, который может быть в дальнейшем использован.

На расточных станках используют зенкеры тех же видов, что и на токарных, а также зенкеры для цилиндрических (рис. 27, *в*) и конических углублений, для цекования (зачистки) торцов (рис. 27, *г*), зенковки обратные (рис. 27, *д*) и специальные зенкеры для борштанг (см. рис. 26, *ж*).

Развертки применяют следующих основных видов: цельные с цилиндрическим или коническим хвостовиком (см. рис. 27, *е*), насадные (рис. 28, *г*, *е*), конические, специальные для борштанг и плавающие регулируемые с двумя ножами.

Для нарезания внутренних резьб размером от М6 до М52, а также трубных, дюймовых и конических примерно этих же размеров применяют стандартные машинные метчики, которые соединяют при помощи метчикодержателя со шпинделем станка. Для резьбы длиной более двух диаметров применяют комплект из двух-трех метчиков. Резьбы большего диаметра нарезают резьбовыми резцами или специальными сборными регулируемыми метчиками.

Наружные резьбы нарезают резцами, которые устанавливают на планшайбе или вместе с оправкой в шпинделе станка. Возможная величина шага резьбы, образуемая резцом, указана в руководстве по эксплуатации станка.

На расточных станках на операции обработки отверстий в некоторых случаях (когда нерационально использовать другие станки) производят фрезерование открытых горизонтальных и вертикальных плоскостей, прямоугольных, Т-образных и угловых пазов теми же фрезами, которые используют на фрезерных станках (см. пп. 22, 23).

Расширения технологических возможностей на операции растачивания достигают применением дополнительных инструментальных головок (шлифовальной, полировальной и др.), устанавливаемых на шпинделе станка. Это особенно важно для единичного производства, так как позволяет повысить загрузку станка.

§ 21. Работы, выполняемые на расточных станках

На расточных станках обрабатывают главным образом отверстия в корпусных заготовках (отливках, сварных конструкциях и поковках). Можно обработать отверстия с параллельными осями в одной стенке заготовки, в противоположных стенках; соосные отверстия; отверстия ступенчатые и отверстия с взаимно перпендикулярными осями. Основные отверстия получают с точностью 6—7-го квалитетов и шероховатостью $R_a = 2,5 \div 0,32$ мкм; крепежные отверстия под болты, винты и шпильки — с точностью 9—11-го квалитетов и шероховатостью $R_a = 6,3 \div 1,6$ мкм.

До операции растачивания необрабатываемые поверхности заготовки необходимо зачистить шлифовальным кругом и окрасить; обрабатываемые поверхности — предварительно разметить. Плоскости и крепежные отверстия, которые используют в качестве технологических баз на станке, часто обрабатывают по разметочным

рискам на фрезерных, строгальных и радиально-сверлильных станках.

Базирование заготовки обычно производят способом выверки по технологическим базам, которыми могут быть поверхности и разметочные риски. Точность установки заготовки длиной до 3 м с выверкой по разметке составляет $\pm 0,5$ мм, с выверкой по обработанным плоскостям — $\pm 0,1$ мм. При базировании заготовки ставят на плоскость стола, подставки, мерные подкладки, домкраты, призмы или другие принадлежности. Закрепление заготовок осуществляют прижимами, прихватами, распорными винтами и другими устройствами. Приспособления, обеспечивающие базирование без выверки, из-за громоздкости и высокой стоимости применяются только в крупносерийном производстве и при высокой точности обработки.

Выверку заготовки производят относительно трех взаимно перпендикулярных направлений: осевой подачи шпинделя, поперечной подачи стола и вертикального перемещения шпиндельной бабки. Инструмент для выверки (чертилка для грубой и индикатор для точной выверки) закрепляется на шпинделе.

Кроме базирования, точность обработки отверстий существенно зависит от координации инструмента, которая в общем случае состоит в достижении соосности шпинделя, борштанги, подшипника задней бабки и обрабатываемого отверстия. Выверку соосности осуществляют методом пробных проточек, индикаторными устройствами, накладными шаблонами или специальными приспособлениями.

Сверление применяют для образования в сплошном материале отверстий точностью до 11-го качества и шероховатостью до $R_a = 50 \div 25$ мкм. Сверло устанавливают в переднюю втулку или удлинитель (см. рис. 27, а), а последние — в шпиндель станка. Направление сверла в начале обработки достигается предварительной подрезкой торца заготовки и зацентровкой отверстия коротким сверлом диаметром до 30 мм. Для обеспечения точного расположения или при отношении длины сверла к диаметру более 5 сверло направляют через втулку, установленную в приспособлении, или предварительно обработанное отверстие в ближайшей к шпиндельной бабке стенке заготовки.

Одним сверлом производят рассверливание отверстий диаметром более 30 мм и двумя сверлами — диаметром более 50 мм. Припуск на сторону для каждого сверла принимают примерно 10—12 мм.

Сверление осуществляют при механической осевой подаче шпинделя относительно неподвижной заготовки или стола с заготовкой относительно шпинделя. Основные дефекты сверления — отклонение оси отверстия от оси вращения, «разбивка» отверстия по диаметру и значительная шероховатость поверхности отверстия.

Причины отклонения оси отверстия — продольный изгиб сверла, неплотная посадка хвостовика сверла в шпинделе или удлинителе, отклонение от параллельности оси шпинделя направляющим станка и отклонение от перпендикулярности торца заготовки направлению подачи.

«Разбивка» отверстия вызывается несоосностью осей хвостовика и режущей части, неравной длиной режущих кромок сверла и чрезмерным биением оси шпинделя.

Значительная шероховатость вызывается указанными выше причинами, а также низким качеством заточки сверла (шероховатостью режущих кромок и ленточек).

Зенкерование отверстий на расточных станках производят в тех же случаях, что и на токарных. Кроме того, зенкеруют цилиндрические и конические углубления для установки впотай головок болтов или винтов и торцы бобышек для опоры шайб.

После зенкерования следует обычно окончательная обработка (развертывание или чистовое растачивание и др.). Окончательное зенкерование после сверления производится только в тех случаях, когда не требуется высокая точность межцентровых осей отверстий в корпусе.

Развертывание применяют для получения окончательной формы отверстия диаметром до 300 мм точностью 6—7-го квалитетов и шероховатостью поверхности $R_a = 3,2 \div 1,6$ мкм. Развертки с коническим хвостовиком и насадные устанавливают в «плавающих» патронах, а развертки для борштанг закрепляют жестко.

Растачивание цилиндрических отверстий по сравнению с рассверливанием и зенкерованием позволяет получить более точные прямолинейность оси и размеры отверстия. А по сравнению с развертыванием растачивание менее производительно и обеспечивает меньшую точность.

В общем виде на расточном станке при обработке отверстий принята следующая последовательность основных технологических переходов: сверление, рассверливание, зенкерование, растачивание, развертывание.

В зависимости от конкретных условий схема обработки уточняется. Например, консольная обработка сквозного отверстия диаметром 20Н7 в сплошном материале (см. рис. 27) состоит из следующих технологических переходов: сверление, растачивание, черновое и чистовое зенкерование, цекование переднего и заднего торцов и развертывание. Это отверстие можно также обработать одним зенкером и двумя развертками (предварительной и чистовой).

На рис. 28 приведена схема обработки двух соосных отверстий диаметрами 55Н7 и 35Н7, фаски $2 \times 45^\circ$. Для обеспечения соосности отверстий применено двустороннее направление борштанг в смежных втулках.

§ 22. Фрезерные станки и инструмент

Из фрезерных станков наиболее широкое применение имеют консольно-фрезерные, которые разделяются на горизонтальные и вертикальные. В качестве режущих инструментов на них используют фрезы.

Горизонтально-фрезерные станки 6Р82 и 6Р83 (рис. 29, а) характеризуются горизонтальным расположением шпинделя 7 и тремя

взаимно перпендикулярными движениями стола 8: продольным (S), поперечным (S_{Π}) и вертикальным (S_v). Эти станки подразделяются на простые и универсальные. На универсальных станках стол имеет дополнительное движение — поворот вокруг вертикальной оси на угол от 0 до 45° в каждую сторону.

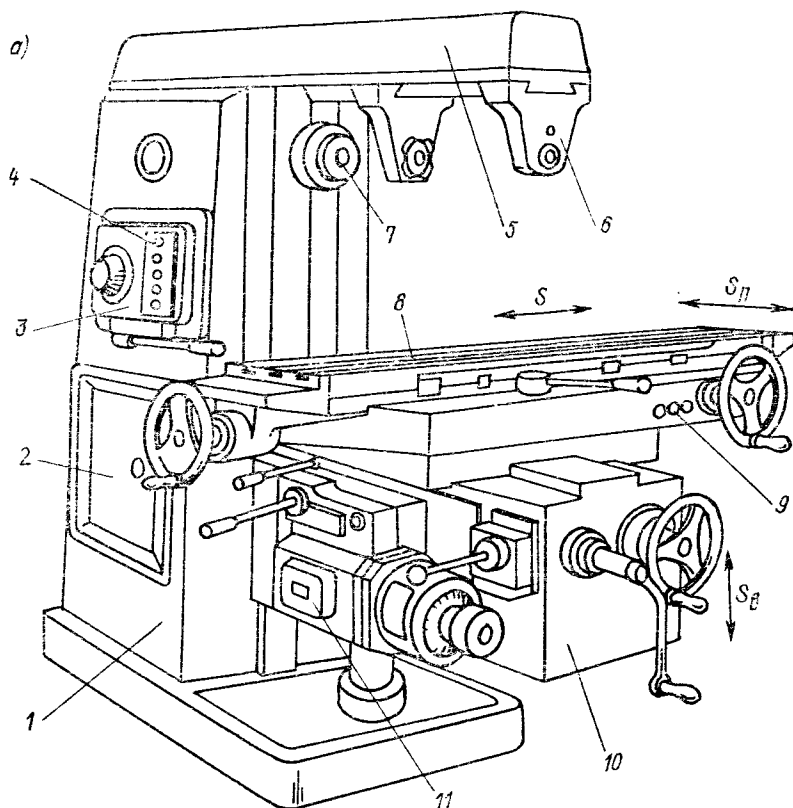


Рис. 29 Консольно-фрезерные станки:
1 — станина; 2 — шкаф для электрооборудования; 3 — коробка скоростей;
10 — консоль; 11 — коробка

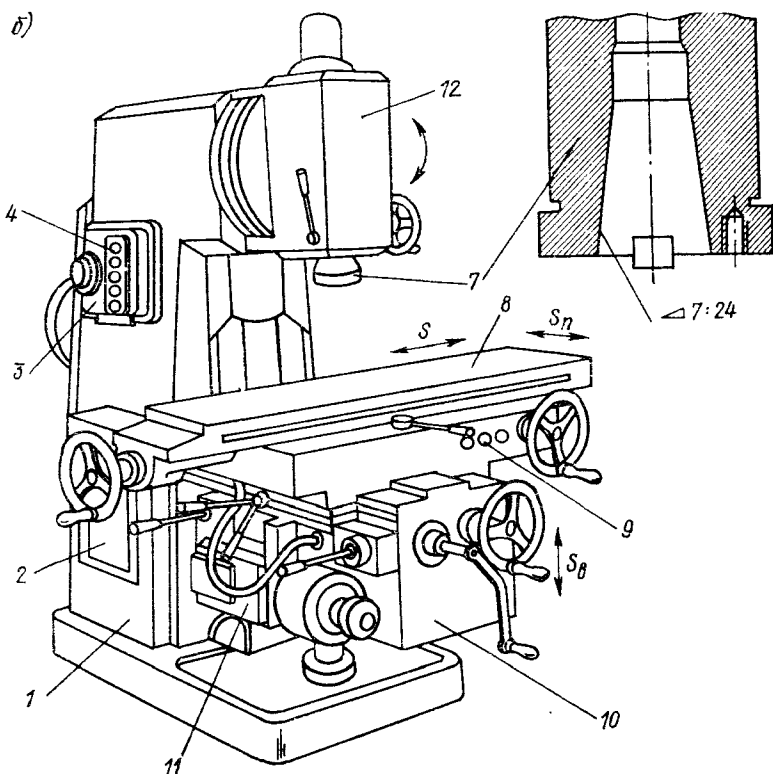
Кроме шпинделя и стола основными частями станка являются станина 1, шкаф для электрооборудования 2, коробка скоростей 3, хобот 5, консоль 10 и коробка подачи 11.

Станина — основная базовая деталь, на которой смонтированы все узлы и механизмы станка.

Консоль — корпусная деталь с вертикальными и горизонтальными направляющими, которая поддерживается стойкой с телескопическим винтом. Винт служит для вертикального перемещения консоли. Вертикальные направляющие соединяют консоль со станиной, а по горизонтальным направляющим перемещаются салазки. Внутри

консоли смонтированы узлы продольной, поперечной и вертикальной подачи.

Стол станка, на котором устанавливают заготовки и необходимые приспособления, монтируется на направляющих салазках и перемещается по ним в продольном направлении. Нижняя часть салазок



a — горизонтальный; *b* — вертикальный;

4, 9 — пульты управления; 5 — хобот; 6 — серьга; 7 — шпиндель; 8 — стол; 10, 11 — салазки; 12 — поворотная головка

вместе со столом перемещается в поперечном направлении по направляющим консоли. Вертикальное перемещение стола осуществляется совместно с консолью.

Коробка подач обеспечивает рабочие подачи и быстрые перемещения стола, салазок и консоли.

Шпиндель предназначен для передачи вращения фрезе (рис. 30) от электродвигателя через коробку скоростей, которая находится внутри станины и управляется с помощью коробки переключения скоростей. При установке в шпинделе длинной фрезерной оправки (рис. 30, *в*) второй ее конец поддерживается серьгой хобота. Хобот

можно перемещать по направляющим и закреплять с нужным вылетом.

Вертикально-фрезерные станки 6Р12, 6Р13 (см. рис. 29, б) характеризуются вертикальным расположением шпинделя 7. Движения стола и большинства узлов такие же, как и у горизонтально-фрезерных станков. В некоторых моделях станков шпиндель распо-

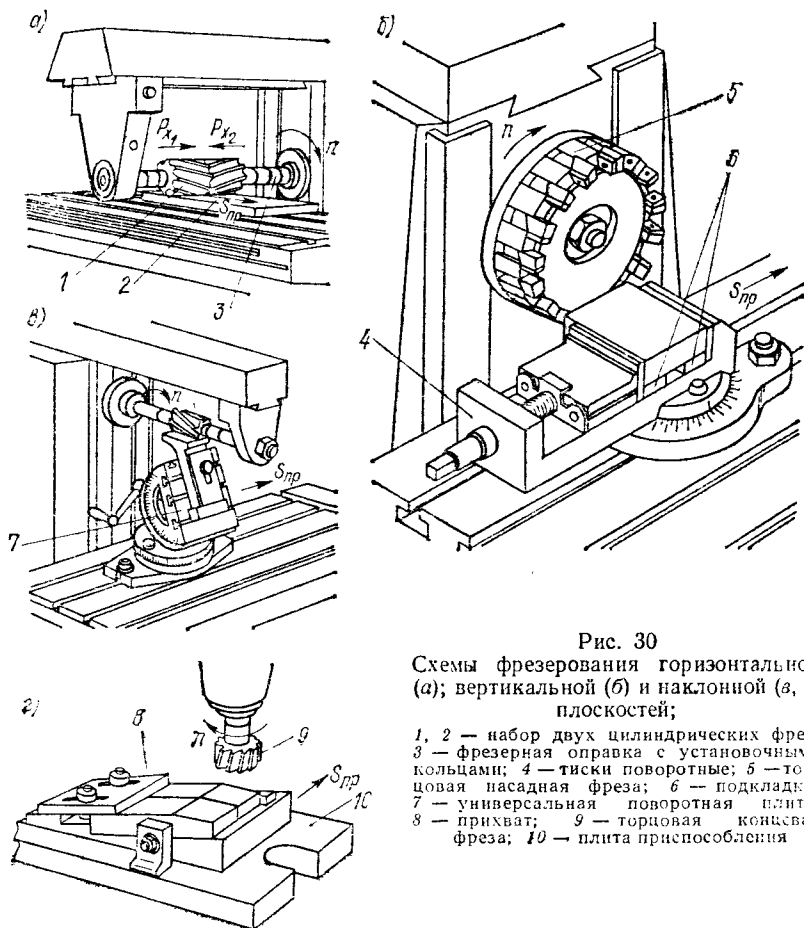


Рис. 30

Схемы фрезерования горизонтальной (а); вертикальной (б) и наклонной (в, г) плоскостей;

1, 2 — набор двух цилиндрических фрез; 3 — фрезерная оправка с установочными кольцами; 4 — тиски поворотные; 5 — торцовая насадная фреза; 6 — подкладки; 7 — универсальная поворотная плита; 8 — прихват; 9 — торцовая концевая фреза; 10 — плита приспособления

жен в головке 12, которая может поворачиваться в вертикальной плоскости на угол от 0 до 45° в обе стороны.

Управление станками кнопочно-рукояточное. Основными движениями можно управлять с двух пультов — спереди 9 и сбоку 4 станка.

На всех фрезерных станках базой для установки фрезы служит коническое отверстие или цилиндрический поясик и торец шпинделя (см. рис. 13, в—д). Для некоторых видов фрез используют оправки, которые устанавливают в шпинделе. Отверстие в шпинделе выпол-

няется с конусом Морзе 3 или 4 (для небольших станков) или с конусностью 7 : 24. Шпиндель с конусностью 7 : 24 имеет на торце два паза под торцовые шипы и резьбовые отверстия (см. рис. 13, в—д). Шипы передают фрезе крутящий момент, а резьбовые отверстия используются для закрепления насадной фрезы винтами.

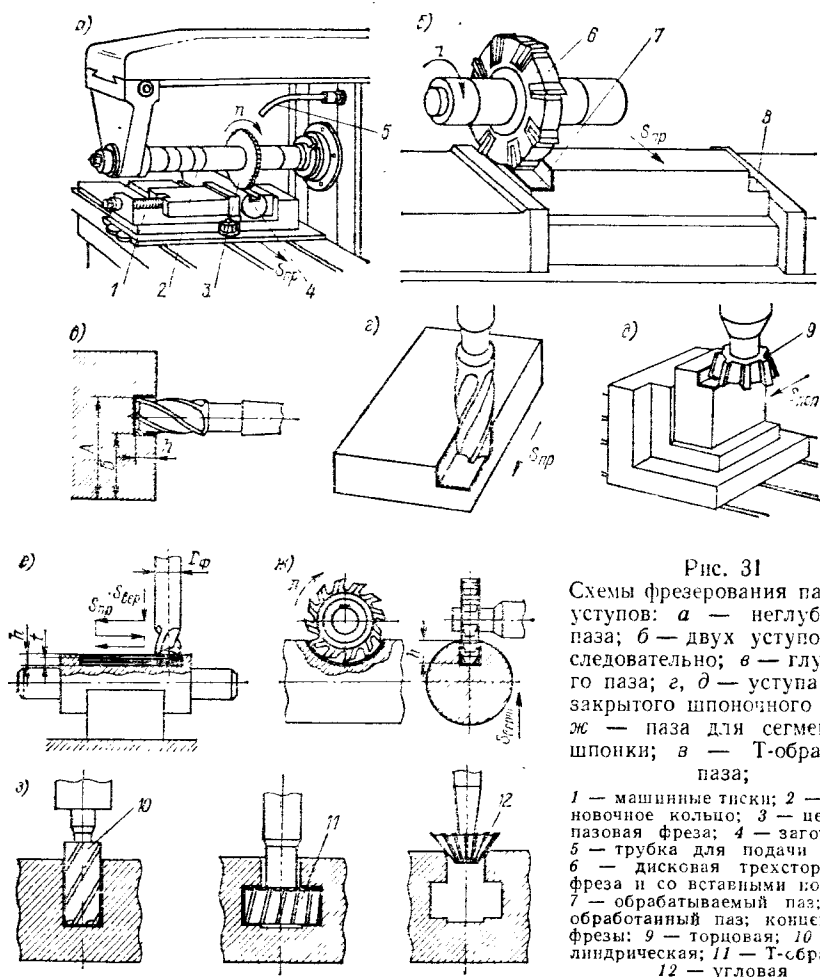


Рис. 31

Схемы фрезерования пазов и уступов: а — неглубокого паза; б — двух уступов последовательно; в — глубокого паза; г, д — уступа; е — закрытого шпоночного паза; ж — паза для сегментной шпонки; з — Т-образного паза;

1 — машинные тиски; 2 — установочное кольцо; 3 — цельная пазовая фреза; 4 — заготовка; 5 — трубка для подачи СОЖ; 6 — дисковая трехсторонняя фреза и со вставными ножами; 7 — обрабатываемый паз; 8 — обработанный паз; концевые фрезы: 9 — торцовая; 10 — цилиндрическая; 11 — Т-образная; 12 — угловая

На станках применяют преимущественно стандартные фрезы следующих основных видов: цилиндрические, торцовые, дисковые, концевые. Цилиндрические фрезы 1, 2 (рис. 30, а) изготавливают цельными из быстрорежущей стали или оснащают винтовыми пластинами из твердого сплава. Они используются на горизонтально-фрезерных станках.

Торцовые фрезы (рис. 30, б, г) в отличие от цилиндрических имеют зубья с режущими кромками на торце и цилиндрической по-

верхности. Применяют их на горизонтально- и вертикально-фрезерных станках. Основные преимущества торцовых фрез по сравнению с цилиндрическими: более жесткое крепление на шпинделе, плавная и одновременная работа большего числа зубьев. Поэтому производительность их выше. Торцовые фрезы изготавливают двух видов: насадные (рис. 30, б) и концевые (рис. 30, г), цельные и со вставными ножами из быстрорежущей стали и сборные с механическим креплением неперетачиваемых твердосплавных пластин.

Дисковые фрезы (рис. 31, а—б) применяют на горизонтально-фрезерных станках. Их изготавливают цельными и со вставными ножами, оснащенными пластинами из быстрорежущей стали или твердого сплава. Основные типы цельных фрез — пазовые и трехсторонние. Пазовые имеют зубья только на цилиндрической части, а трехсторонние — на цилиндрической части и обоих торцах. Фрезы со вставными ножами изготавливают двусторонние (зубья на одном торце и на цилиндрической части) и трехсторонние. Последние применяются наиболее широко, так как они обеспечивают меньшую шероховатость обработанных поверхностей.

Большим достоинством фрез со вставными ножами является возможность восстановления их основных размеров (диаметра и ширины) перемещением ножей до переточки.

Концевые фрезы (рис. 31, в—г), которые используют на вертикально- и горизонтально-фрезерных станках, изготавливают нескольких типов: цилиндрические; шпоночные; для Т-образных пазов; для пазов под сегментные шпонки; одноугловые; копировальные; цилиндрические; конические и др.

§ 23. Работы, выполняемые на фрезерных станках

Фрезерование плоскостей (рис. 30) производят цилиндрическими, торцовыми фрезами и набором фрез на горизонтально-фрезерных станках и, чаще — торцовыми фрезами на вертикально-фрезерных станках. При черновом фрезеровании цилиндрической фрезой получают шероховатость обработанной поверхности $R_z = 200 \div 100$ мкм, торцовой фрезой $R_z = 50 \div 25$ мкм; точность обработки заготовок из стали — 14—12-го kvalitетов, из чугуна — 11-го kvalitета. При чистовом фрезеровании фрезами обоих видов получают шероховатость $R_z = 25 \div 12,5$ мкм и точность 11 — 10-го kvalitетов. Для чернового фрезерования используют фрезы с крупными зубьями, для получистового и чистового фрезерования — с мелкими зубьями.

Заготовки на станках крепят при помощи прихватов (рис. 30, г), универсальных прижимов, машинных тисков (рис. 31, а) и других устройств. Базирование заготовок обеспечивают выверкой по разметочным рискам или обработанным плоскостям, при помощи угловых плит, поворотного стола, подкладок (рис. 30, г), поворотной головки вертикально-фрезерного станка, делительной головки и т. д.

Цилиндрическую фрезу следует устанавливать ближе к шпинделю, чтобы оправка имела минимальный прогиб.

Набор фрез (рис. 30, а) применяют для одновременной обработки широкой поверхности, нескольких поверхностей или загото-

вок. При этом фрезы следует устанавливать так, чтобы осевые усилия резания R_x были направлены навстречу друг другу. Определенное расстояние между фрезами и фрезы от шпинделя достигается установкой на оправку жестких или регулируемых установочных колец, прилагаемых к станку.

Наклонные плоскости и скосы на горизонтально-фрезерном станке обрабатывают цилиндрической фрезой и при этом заготовку ставят на требуемый угол в универсальных тисках, на универсальной поворотной плите (рис. 30, в) или в специальном приспособлении.

На вертикально-фрезерном станке наклонные плоскости фрезеруют торцевой фрезой с наклоном заготовки (рис. 30, г) при помощи указанных устройств или поворотом шпинделя в вертикальной плоскости.

Фрезерование неглубоких прямоугольных пазов (рис. 31, а) производят пазовыми фрезами, глубоких пазов и уступов с обеих сторон заготовки — дисковыми трехсторонними фрезами (рис. 31, б). Набором пазовых и дисковых фрез можно обрабатывать с высокой производительностью два и более пазов или уступов в одной или нескольких заготовках.

Фрезерование легкообрабатываемых материалов следует производить фрезами с крупными зубьями на большой глубине резания, а труднообрабатываемых материалов — фрезами с мелкими зубьями на небольшой глубине резания. Диаметр дисковой фрезы рекомендуется выбирать возможно меньшим, что повышает ее жесткость и виброустойчивость.

Фрезерование пазов и уступов, но с меньшей производительностью и точностью по ширине производят на горизонтально- и вертикально-фрезерных станках концевыми фрезами (рис. 31, в, г). Для повышения точности обработки используют две фрезы: для чернового рабочего прохода — концевую обдирочную фрезу с затупленными зубьями, для чистового рабочего прохода — концевую фрезу с нормальными зубьями.

Уступ с одной стороны заготовки или последовательно с двух сторон можно фрезеровать торцевой фрезой на горизонтально- и вертикально-фрезерных станках (рис. 31, д) с повышенной производительностью.

Фрезерование шпоночных пазов на валах производят после окончательной обработки цилиндрической поверхности. В зависимости от длины вал устанавливают на одну или две призмы и закрепляют прихватом или другими устройствами.

Сквозной и открытый пазы с выходом по окружности, радиус которой равен радиусу фрезы, обрабатывают дисковой фрезой. При этом ширина фрезы должна быть меньше ширины паза не менее чем на 0,1 мм, так как при обработке паз «разбивается».

Закрытые пазы обрабатывают на горизонтально- или вертикально-фрезерных станках шпоночной фрезой одним из двух способов: врезанием вручную на полную глубину паза (для фрез диаметром более 12—14 мм) и дальнейшей продольной механической подачей

на всю длину паза или врезанием вручную (для фрез диаметром менее 14 мм) на определенную глубину t (рис. 31, е) и продольной механической подачей, в конце которой — снова врезание на ту же глубину и продольная подача, но в обратном направлении, и т. д.

Пазы для сегментных шпонок обрабатывают хвостовыми или насадными фрезами под сегментные шпонки на горизонтально-фрезерных станках (рис. 31, ж).

Фрезерование фасонных пазов осуществляют фрезами, режущая часть которых имеет соответствующий пазу профиль.

Радиусные (полукруглые) и угловые канавки обрабатывают дисковыми насадными фрезами на горизонтально-фрезерных станках за один технологический переход.

Т-образные пазы фрезеруют обычно за три технологических перехода (рис. 31, з). Сначала концевой цилиндрической фрезой прорезают прямоугольную канавку, затем концевой фрезой для Т-образных пазов обрабатывают нижнюю часть паза и угловой концевой фрезой — фаски.

Паз «ласточкин хвост» фрезеруют за два технологических перехода концевыми фрезами: сначала — прямоугольный паз цилиндрической фрезой, а затем — одноугольной фрезой типа «ласточкин хвост» соответствующего размера.

Фрезерование фасонных поверхностей незамкнутого профиля чаще всего осуществляется на горизонтально-фрезерных станках. Поверхности с криволинейной образующей и прямолинейной направляющей (рис. 32, а) обрабатывают фасонными быстрорежущими фрезами (цельными или со вставными ножами). Этот способ наиболее эффективен для узких и длинных поверхностей.

Поверхности с прямолинейной образующей и криволинейной направляющей (рис. 32, б) можно обработать цилиндрической фрезой (насадной или концевой) с помощью копира, являющегося деталью специального устройства.

Фрезерование фасонных поверхностей замкнутого профиля обычно производят несколькими способами на вертикально-фрезерных станках. Фрезерование с помощью ручного управления (рис. 32, в) заключается в том, что предварительно размеченную заготовку устанавливают на столе станка (на подкладках или в приспособлении) и затем производят обработку концевой фрезой путем одновременного перемещения стола в продольном и поперечном направлениях так, чтобы снять слой металла по намеченному контуру. Фрезерование ведут обычно за два технологических перехода: черновой и чистовой. На чистовой переход оставляют припуск 1—2 мм.

Фрезерование по накладному копиру (рис. 32, г) осуществляется концевой фрезой, которая получает траекторию движения в соответствии с контуром обработанной поверхности. Это соответствие достигается при помощи накладного копира, устанавливаемого вместе с заготовкой на оправке, закрепленной на поворотном столе. На хвостовик фрезы ставят закаленный ролик, диаметр которого обычно равен диаметру фрезы. Фрезерование производят при одновременном вращении стола (вручную или от механического привода) и

ручных продольной и поперечной подач. Эти три движения необходимо координировать так, чтобы обеспечить постоянный контакт ролика с копиром.

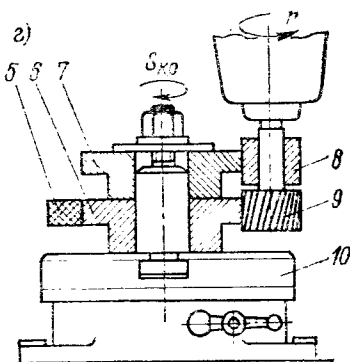
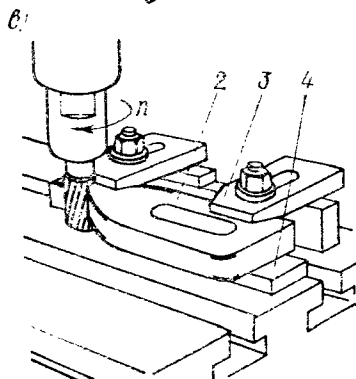
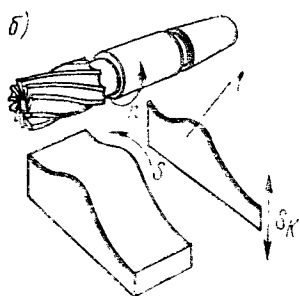
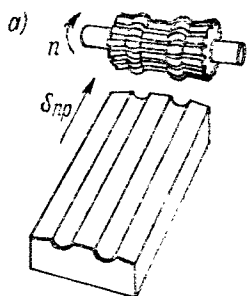


Рис. 32

Схемы фрезерования фасонных поверхностей: а — незамкнутой при помощи фасонной фрезы; б — незамкнутой при помощи цилиндрической фрезы; в — замкнутой при помощи концевой фрезы по разметке; г — замкнутой при помощи накладного копира;

1 — копир; 2 — заготовка; 3 — прихват; 4 — подкладка; 5 — припуск; 6 — заготовка; 7 — накладной копир; 8 — ролик; 9 — концевая фреза; 10 — поворотный стол

§ 24. Строгальные и долбежные станки

Строгальные станки используют для обработки заготовок, которые невозможно или неэкономично обработать на более производительных фрезерных или других станках. К таким заготовкам можно, например, отнести тонкостенные заготовки из легких сплавов и др., которые легко деформируются под действием усилий резания и закрепления.

Долбежные станки предназначены для обработки пазов в труднодоступных местах, а также коротких плоских и фасонных поверхностей.

Строгальные станки общего назначения подразделяют на поперечно- и продольно-строгальные. На поперечно-строгальных станках (рис. 33) движение резания сообщается ползуну 5 с резцом, а подача (поперечная) при строгании горизонтальных плоскостей — столу 1, на котором установлена заготовка. При строгании вертикальных и наклонных поверхностей подача осуществляется пере-

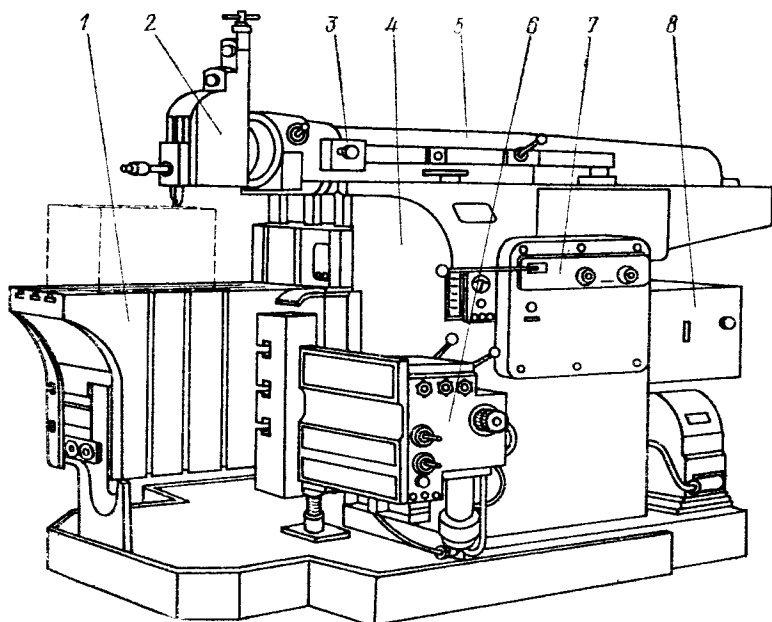


Рис. 33

Гидрофицированный поперечно-строгальный станок:

1 — стол; 2 — суппорт; 3 — механизм поперечной подачи суппорта; 4 — стоп; 5 — ползун; 6 — коробка подачи; 7 — гидропривод; 8 — электрооборудование

мещением салазок с резцом по направляющим поворотной части суппорта 2. Эти станки имеют рабочую поверхность стола с размерами от 200×180 до 1000×560 мм. Они предназначены для обработки заготовок сравнительно небольших размеров. Наиболее совершенные модели станков имеют гидрофицированные устройства, обеспечивающие бесступенчатое (плавное) регулирование числа двойных ходов и подач.

На продольно-строгальных станках движение резания сообщается столу, а подача (вертикальная и горизонтальная) — суппортам (вертикальным и боковому). Эти станки предназначены для обработки крупных заготовок, имеющих размеры ширина $\times$ длина от 1000×3000 до 2000×6000 мм.

Процессы строгания и долбления имеют много общего. Движение резания на долбежном станке (рис. 34) сообщается долбяку 3 с резцом, а движение подачи — столу 1, на котором установлена заготовка. В отличие от строгального станка, стол долбежного станка помимо подач в продольном и поперечном направлениях имеет круговую подачу, которая позволяет долбить криволинейные участки поверхности заготовки. Модель станка минимального размера имеет прямоугольную рабочую поверхность стола с размерами 310×180 мм, другие модели — рабочую поверхность стола диаметром от 500 до 1250 мм. На многих станках возможен поворот долбяка на угол до 5—10°.

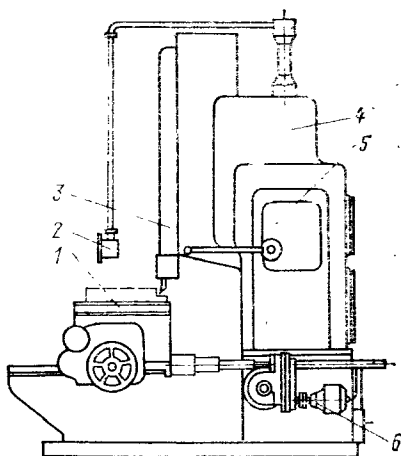


Рис. 34
Долбежный станок с гидроприводом:
1 — стол; 2 — подвесной пульт управления; 3 — долбяк с резцовой головкой; 4 — станина; 5 — гидроконтроль; 6 — привод подачи

§ 25. Работы, выполняемые на строгальных и долбежных станках

Базирование заготовки на строгальном станке в горизонтальном положении обычно выполняют при помощи рейсмаса, установленного на столе станка, по риску 1 (рис. 35, а), а в продольном направлении — чертилкой, зажатой в резцедержателе, по риску 2. При несовпадении острия чертилок с рисками легкими ударами свинцового или латунного молотка или регулированием высоты подкладок подправляют положение заготовки. Базирование в вертикальном положении производят по риску 3 или по обработанной плоскости 4 (рис. 35, б) с помощью чертилки, поверочного угольника или индикатора.

Базирование заготовок на долбежном станке осуществляют аналогичным образом. Заготовки закрепляют прихватами, тисками или другими принадлежностями.

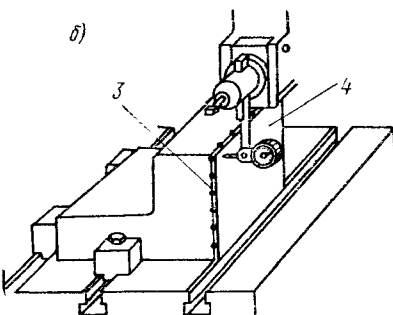
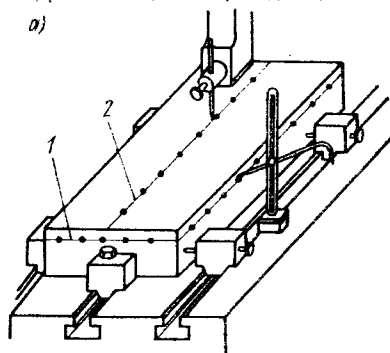


Рис. 35

Схемы базирования заготовки по разметке на строгальном станке: а — выверка горизонтального и продольного положения; б — выверка вертикального положения

Для строгания используют в основном стандартные резцы, оснащенные пластинками быстрорежущей стали или твердого сплава следующих типов: проходные прямые и изогнутые с углом $\varphi = 45^\circ$,

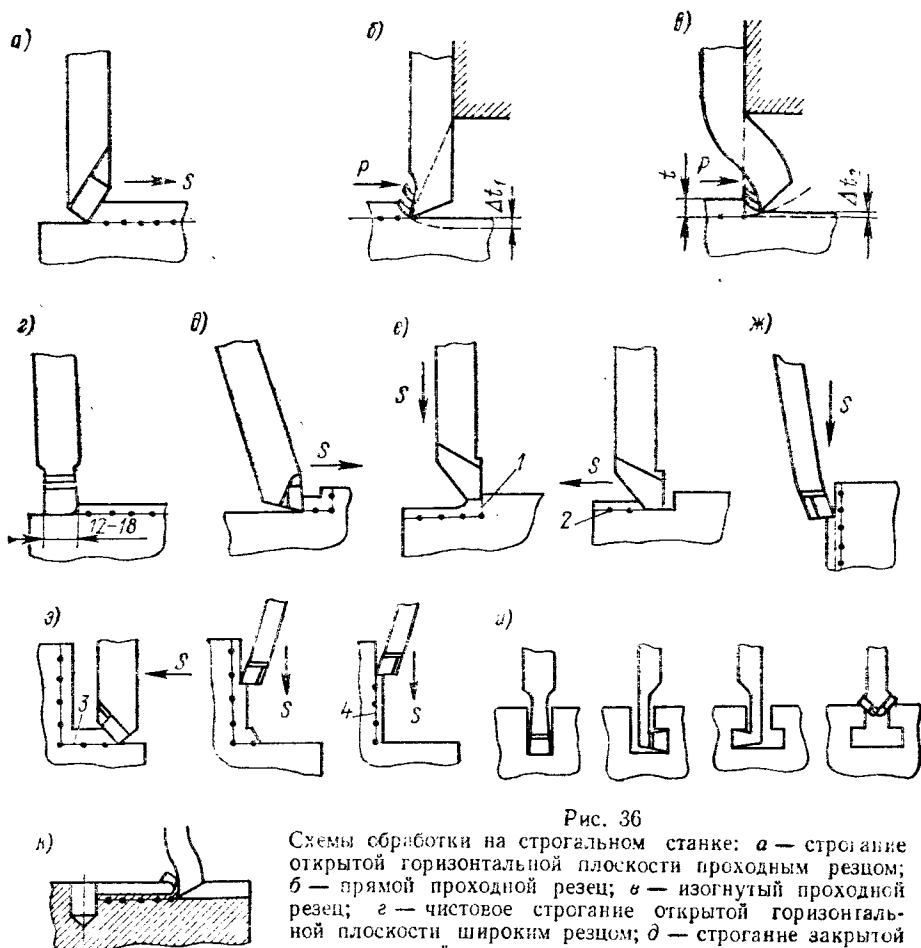


Рис. 36

Схемы обработки на строгальном станке: а — строгание открытой горизонтальной плоскости проходным резцом; б — прямой проходной резец; в — изогнутый проходной резец; г — чистовое строгание открытой горизонтальной плоскости широким резцом; д — строгание закрытой горизонтальной плоскости проходным резцом; е — строгание закрытой горизонтальной плоскости комбинированным резцом; ж — строгание вертикальной плоскости подрезным резцом; з — строгание прямоугольного уступа; и — строгание прямоугольного и Т-образного пазов; к — строгание закрытого паза

правые и левые; чистовые широкие изогнутые; подрезные прямые и изогнутые, правые и левые; отрезные и прорезные изогнутые.

Для долбления также используются главным образом стандартные резцы, оснащенные пластинками быстрорежущей стали, трех типов: проходные двусторонние; прорезные и для шпоночных пазов.

Строгание горизонтальных плоскостей производят в несколько приемов. Черновое строгание открытых плоскостей ведут прямыми

или изогнутыми резцами с углом $\varphi < 90^\circ$ (рис. 36, а—в). Прямые резцы под действием усилия резания P отжимаются и образуют вырывы на обработанной поверхности глубиной Δt_1 . Изогнутые резцы также отжимаются при строгании, но обработанную поверхность не повреждают, а несколько (на величину Δt_2) уменьшают глубину резания. Их применяют преимущественно для чистовой обработки. Чистовое строгание следует производить широкими изогнутыми резцами (рис. 36, г) с подачей, вдвое большей, и глубиной резания, вдвое меньшей, по сравнению с обработкой проходными резцами. При этом увеличивается производительность обработки и уменьшается шероховатость обработанной плоскости.

Закрытые (не имеющие свободного выхода резца в направлении подачи) плоскости обрабатывают проходным резцом с углом $\varphi = 90^\circ$ (рис. 36, д). Повышение точности обработки достигается последовательным строганием комбинированным резцом (рис. 36, е) сначала на вертикальной подаче плоскости 1, а затем на горизонтальной подаче плоскости 2.

Строгание вертикальных плоскостей осуществляется подрезными прямыми и изогнутыми резцами (рис. 36, ж): черновая обработка — за один технологический переход, чистовая — за два-три.

Строгание прямоугольных уступов с большим участком вертикальной поверхности (рис. 36, з) начинают с обработки проходным резцом при горизонтальной подаче поверхности 3. Затем подрезным резцом в технологических переходах обрабатывают поверхность 4.

Строгание прямоугольных пазов производят при вертикальной подаче прорезным резцом (рис. 36, и). Пазы большой ширины в сплошном металле вначале прорезают узким резцом, оставляя небольшой припуск по его дну, а затем — мерным резцом зачищают дно паза.

Строгание Т-образных пазов (рис. 36, и) начинают с прорезания прямоугольного паза, на втором и третьем технологических переходах специальными резцами прорезают правый и левый боковые пазы, на четвертом — двухлезвийным резцом строгают фаски.

Строгание пазов, не имеющих свободного выхода резца (рис. 36, к), начинают после сверления отверстия в конце паза. Диаметр отверстия должен быть равен ширине паза, а глубина — несколько больше его глубины. Строгание производят прорезным резцом.

Для строгания паза, не имеющего входа и выхода резца, сверлят предварительно два отверстия по его концам.

Строгание фасонных поверхностей с прямолинейной образующей осуществляют за два технологических перехода или две операции; предварительное строгание по разметке проходными и при необходимости — фасонными резцами и чистовое строгание по шаблону или с помощью копировального устройства.

Доблание вертикальных и наклонных открытых поверхностей производят проходными двусторонними резцами.

При долблении шпоночных пазов необходимо установить заготовку так, чтобы направление хода резца совпадало или было параллельно оси отверстия заготовки. Эта задача решается с помощью самоцентрирующего патрона или специальных приспособлений. При этом под ступицу и обод заготовки необходимо ставить мерные подкладки, чтобы избежать деформации заготовки при долблении паза.

Для долбления поверхностей сложного контура заготовку следует установить на столе так, чтобы прямые разметочные риски совпали с направляющими продольной или поперечной подачи, а радиусные — с вершиной резца при вращении стола.

В пп. 19—25 описаны основные виды работ, выполняемых на станках общего назначения. Иногда выполняют при помощи дополнительных устройств и другие работы (например, обработку шлифовальными брусками, полирование и др.), которые расширяют технологические возможности и загрузку станков. Это особенно важно в единичном и мелкосерийном производстве.

Контрольные вопросы

1. Назовите признаки, по которым классифицируются металлорежущие станки.
2. Дайте определение технологического процесса и технологической операции.
3. Что такое установка заготовки и ее составные части?
4. Каково назначение токарного станка?
5. Перечислите особенности обтачивания различных наружных цилиндрических поверхностей и используемые для этого резцы.
6. Каковы способы обработки отверстий на токарном станке и их особенности?
7. Каково назначение расточного станка?
8. Перечислите основные режущие инструменты, используемые на расточных станках.
9. Для каких видов работ используют фрезерные станки?
10. Для каких целей предназначены строгальные станки?
11. Для каких целей предназначены долбежные станки?
12. Разберите схемы базирования заготовок с выверкой по разметке на строгальном и долбежном станках.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕХНОЛОГИИ РАЗМЕТКИ

Глава 4 СУЩНОСТЬ РАЗМЕТКИ

§ 26. Операция разметки и ее назначение

Разметочные риски наносят остро заточенными металлическими чертилками вручную, при помощи специальных устройств или чертилками, закрепленными в державках станков. Риски накернивают, т. е. на них наносят небольшие конические углубления при помощи инструмента, называемого кернером, и молотка. Центровые знаки наносят кернером в точках пересечения осевых рисков.

Разметка, указывающая контуры подлежащих механической обработке поверхностей, используется в тех случаях, когда неэкономично применение специальных приспособлений, обеспечивающих требуемую установку заготовок, т. е. в единичном и мелкосерийном производстве.

Разметку часто применяют с целью выкраивания из заготовок крупных и сложных деталей таким образом, чтобы на их обработанных поверхностях не оставалось дефектов заготовок (трещин, углублений и др.). Риски, ограничивающие обработанные поверхности, используются в качестве технологических баз при базировании заготовок на станках (см. рис. 35).

В ряде случаев разметкой проверяют основные размеры ответственных отливок, сварных конструкций и поковок.

При изготовлении крупных и сложных по конфигурации деталей на металлорежущих станках часто используют накладные плиты, копиры и другие приспособления, которые устанавливают по разметочным рискам на заготовках. Иногда по рискам устанавливают режущие инструменты (фрезы, резцы и др.).

Операция разметки является составной частью некоторых технологических процессов, например сборки металлоконструкций, механической обработки, сборки механизмов или машин и др.

Разметка наиболее часто требует затраты ручного высококвалифицированного труда, но это не исключает пока использования ее даже на предприятиях массового производства (для периодической проверки размеров и формы моделей для литья и штампов, при ремонте оборудования и изготовлении деталей для него и в других случаях).

Разметка, которая предшествует механической обработке, называется первичной. После черновых операций (строгания, фрезерования и др.) многие заготовки (отливки, сварные) деформируются настолько, что необходима вторичная разметка для уточнения положения и размеров поверхностей, которые получают обработкой резанием на последующих операциях.

Работу разметчика обычно не контролируют и ошибки, допускаемые им, выявляются почти всегда на готовых деталях. Исправить ошибки разметчика бывает очень трудно, а чаще невозможно. Поэтому разметчик должен систематически повышать свою квалификацию и использовать в работе новые приемы и оснастку с целью повышения точности и производительности разметки.

§ 27. Виды разметки

В зависимости от требований и особенностей технологии разметки различают два ее вида: плоскостную и пространственную.

Плоскостная разметка применяется при обработке листового, полосового и профильного проката, поверхностей плоских заготовок, риски на которых не связаны между собой размерами и соотношениями (например, взаимная перпендикулярность и т. д.). При плоскостной разметке используются приемы и инструменты, близкие к чертежным. Но их невозможно применить для разметки даже простой заготовки, если ее поверхности неплоские. Например, для нанесения круговых рисок на боковой поверхности цилиндра, перпендикулярных к его оси, плоскостная разметка непригодна.

Пространственная разметка используется для нанесения на отдельных поверхностях заготовки рисок, связанных между собой размерами и соотношениями (например, параллельных и т. д.). При этом применяют разметочную плиту или иное оборудование, приспособления и инструменты, существенно отличающиеся от используемых при плоскостной разметке.

§ 28. Типы размечаемых заготовок и требования к ним

Первичной разметке обычно подвергают заготовки следующих типов: отливки; поковки, получаемые свободной ковкой и горячей штамповкой; сварные конструкции; прокат различного профиля и плоские заготовки, вырезанные из листа.

Отливки, полученные в песчаных формах по деревянным моделям, по сравнению с отливками других видов имеют самую низкую точность и большой разброс по размерам.

Поковки свободнойковки отличаются упрощенной формой и повышенными припусками.

Поверхностный слой отливок и поковок по сравнению с поверхностным слоем других заготовок отличается большей толщиной и твердой коркой, наличием трещин, неметаллических включений и других дефектов.

Заготовки, полученные горячей штамповкой, имеют на поверхностях заштампованную окалину, глубокие риски, сдвиг в плоскостях разреза штампа и другие дефекты.

Прокат и заготовки, вырезанные из него, используют обычно для деталей, поперечное сечение которых приближается к профилю проката.

Сварные заготовки кроме дефектов, свойственных составляющим заготовкам, получают в результате сварки значительные деформации (изгиб, кручение). Эти дефекты часто не удается исправить и удаляют их при механической обработке, предусматривая для этого припуски.

Процессы изготовления заготовок завершают операции обрубки, очистки, правки и контроля. Механизированной или ручной обрубкой зубилом удаляются литники, заусенцы, неровности, пузыри, трещины и другие дефекты. Чисткой (гидропескоструйной, дробеструйной, пламенной, стальными щетками) снимают окалину, пригоревшую формовочную смесь, масло и грязь.

После очистки заготовки правят: легкие — на плите при помощи гладилки и кувалды; тяжелые — под прессом, пламенной горелкой или специальными приспособлениями. Листовой, полосовой и профильный прокат правят на правильных машинах, под прессом, а иногда — вручную при помощи кувалды и специального ломика.

Контроль заготовок включает внешний осмотр с целью выявления наружных дефектов (трещин, раковин и др.), проверку основных размеров и иногда — примерную разметку. Ответственные заготовки контролируют на наличие внутренних дефектов (раковин, неметаллических включений, трещин и др.) по звуку, издаваемому заготовкой при ударах по ней молотком, и более объективными способами (рентгеновским, пневматическим, ультразвуковым и др.). В некоторых случаях техническими условиями (ТУ) допускается исправление отдельных дефектов путем их вырубания и наплавки металла, привариванием дополнительных деталей. Контроль наружных и внутренних дефектов заготовок производят контролеры ОТК. Проверку размеров сложной заготовки и примерную разметку выполняет разметчик.

§ 29. Припуски на обработку

Разметка выполняется по чертежу детали (сборки) или по карте эскизов на операцию разметки. На карте эскизов (рис. 37), которую выполняет технолог, изображают заготовку, установленную на разметочной плите или другом оборудовании. На заготовке утолщенными линиями вычерчивают все риски, подлежащие разметке на данной операции. Номер риски проставляют в окружности диаметром 6—8 мм. Буквами отмечают поверхности (технологические базы), которые должны быть определенным образом расположены относительно рабочей плоскости разметочной плиты. Например, поверхность А (см. рис. 37) при базировании должна быть параллельна плоскости разметочной плиты.

При разметке по чертежу детали разметчик самостоятельно решает вопросы базирования заготовки, последовательности нанесения осей и разметочных рисок, размеров до них и диаметров размечаемых окружностей, добиваясь получения годной детали из имеющейся заготовки.

В любом случае разметчик должен иметь достаточное представление о назначении размечаемой детали и каждой ее поверхности, процесса ее изготовления и припусках на обработку.

Поверхности детали в зависимости от назначения разделяют на сопрягаемые и несопрягаемые. Сопрягаемые поверхности входят

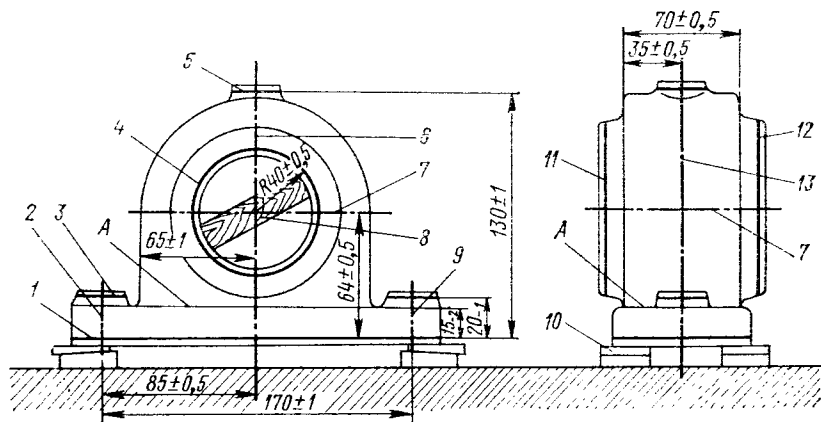


Рис. 37

Карта эскизов для операции разметки заготовки опоры:

- 1, 3—5, 11, 12 — риски, ограничивающие припуски на механическую обработку;
2, 6, 7, 9, 13 — осевые риски; 8 — центровая планка; 10 — регулируемая опора

в соединения с поверхностями других деталей, а несопрягаемые — не входят. Точность обработки сопрягаемых поверхностей обычно выше и зависит от характера сопряжения и эксплуатационных требований к поверхностям, детали и машине. Шероховатость сопрягаемой поверхности определяется этими же требованиями и зависит от качества и размеров поверхности. Шероховатость несопрягаемой поверхности зависит от эксплуатационных требований и требований внешнего вида и техники безопасности. Так, например, поверхность рукоятки часто выполняют полированной или рифленой. Точность и параметры шероховатости поверхностей детали (сборки) задаются ее чертежом.

Размечая заготовку, следует знать, что как бы аккуратно ни наносились разметочные риски и как бы тонки они ни были, точность разметки в машиностроении невелика. Она равна $(\pm 0,3) \div (\pm 0,5)$ мм. К тому же обработка на металлорежущих станках абсолютно точно по рискам невозможна. Погрешности разметки необходимо учитывать при назначении припуска на предварительную обработку по разметочным рискам и на последующую, более точную, обработку (получистовую, чистовую и отделочную).

Различают *общий* и *промежуточный* (или *операционный*) *припуск*. Общим припуском называют слой материала, удаляемый в процессе выполнения всех операций обработки данной поверхности детали. Он равен разности размеров заготовки и детали. Промежуточным припуском называют слой материала, оставленный после выполнения данной операции, для удаления на последующей операции.

Величину припусков в некотором интервале (например, 3—5 мм) определяют по таблицам справочников [6, 7] или по нормативным таблицам, принятым на предприятии. Исходными данными для определения общих припусков являются материал детали, способ получения, класс или группа точности и наибольший габаритный размер заготовки, номинальный размер, точность обработки и шероховатость поверхности, для которой определяется припуск, положение заготовки при ее формировании (при заливке или штамповке) и некоторые дополнительные условия. Способ получения и особенности заготовки существенно влияют на величину общих припусков. Для отливки, полученной ручной формовкой, припуск значительно больше, чем для отливки, изготовленной машинной формовкой. Припуск для отливки в песчаную форму больше, чем для отливки в металлическую форму.

Сложные по конфигурации заготовки должны иметь повышенные припуски, так как для отливок затруднено заполнение форм жидким металлом, а для штамповок — течение металла при их формообразовании. Для крупных отливок увеличивают припуски из-за неравномерной усадки металла при остывании.

Заготовки, выполненные свободной ковкой, по сравнению со штамповкой для одних и тех же деталей должны иметь значительно большие припуски.

Повышение сложности конфигурации заготовки и увеличение ее размеров вызывают необходимость увеличения припусков на обработку из-за возможных перекосов, взаимного сдвига поверхностей и других дефектов заготовки.

Методы механической обработки, используемые после разметки, иногда влияют на размеры заготовок. Так, например, для тел вращения в ряде случаев заготовки необходимо удлинять, чтобы было возможным устанавливать их в центрах или в патроне станка. В конце обработки детали излишняя часть заготовки отрезается. При термической обработке и сварке заготовок происходит их деформация, а на поверхностях образуется окалина, что вызывает необходимость увеличить припуски и размеры заготовок.

Назначая общие припуски, величину их необходимо по возможности принимать минимальной, чтобы сократить расход металла, инструмента, электроэнергии и других затрат при изготовлении деталей.

Для каждой операции по обработке детали должны быть оставлены свои операционные припуски. Определив припуски на все операции (при разметке по чертежу), рассчитывают операционные размеры, т. е. размеры обработанных поверхностей на каждой операции. При этом расчет начинают с готовой детали, наслаивая опера-

ционные припуски и допуски один за другим на все обработанные поверхности.

Затем наносят поверхностный слой. Если при этом отдельные размеры заготовки окажутся такими, что на обработанных поверхностях останутся недопустимые дефекты (например, следы заготовки или черновой обработки), то производят смещение разметочных рисок, т. е. выкраивание детали. Для сложных и крупных деталей выкраивание может производиться несколько раз, пока на обрабатываемых поверхностях не окажутся необходимые припуски для окончательной обработки.

Контрольные вопросы

1. В каких случаях используется операция разметки?
2. Чем отличается пространственная разметка от плоскостной?
3. Перечислите требования к размечаемым заготовкам.
4. Когда используется вторичная разметка?
5. Как контролируют размечаемые заготовки?
6. Что такое операционный эскиз разметки?
7. Дайте определение общего и промежуточного припуска.
8. Как определяется общий припуск при выкраивании детали из заготовки?

Глава 5

ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ПРИЕМЫ РАЗМЕТКИ

§ 30. Технологическая операция разметки и ее состав

Наиболее часто разметка является самостоятельной операцией технологического процесса механической обработки определенной детали. Она выполняется на специально оборудованном рабочем месте в механическом цехе. В некоторых случаях заготовки размечают после их установки для обработки на металлорежущем станке. Такая разметка является частью станочной операции, например токарной, фрезерной и т. д. В любом случае разметка состоит из таких же частей, как и каждая технологическая операция — установов, позиций, технологических переходов (нанесение рисок) и т. д.

В начале операции разметки для повышения ее точности и производительности выполняют следующие вспомогательные переходы: 1) очистку заготовки от пыли, грязи и следов коррозии стальной

проволочной щеткой или шлифовальным кругом на гибком гаду; 2) контрольный осмотр заготовки на отсутствие поверхностных дефектов (раковин, трещин и др.) и измерение их размеров (протяженности и глубины) и 3) определение измерительных баз заготовки (при разметке по чертежу), от которых следует откладывать размеры до рисок и центров.

Для ответственных заготовок операцию разметки предварительно разрабатывает технолог и фиксирует ее на технологических картах. Отступление от заданной информации (последовательность переходов, размеры и т. д.) допускается только по специальному решению.

При разметке по чертежу детали разметчик должен уделить особое внимание выбору измерительных баз, прибегая при этом к выкраиванию детали.

§ 31. Окрашивание заготовок и установка опоры для ножи циркуля

Первыми технологическими переходами разметки являются окрашивание заготовки и установка в необходимых случаях опоры для ножи циркуля.

Поверхности, на которые наносят разметочные риски, предварительно окрашивают, чтобы от чертилки оставался заметный след. Тяжелые заготовки обычно окрашивает маляр по всем поверхностям грунтовой масляной краской вдали от разметочной плиты. В остальных случаях окрашивание производит разметчик на своем рабочем месте, но не на разметочной плите. Докрашивание частично размеченной заготовки во избежание попадания краски на поверхность разметочной плиты производят, подложив под заготовку фанеру или тонкий стальной лист. Разметчик окрашивает только те участки заготовок, где будут нанесены разметочные риски. Ширина окрашенной полосы находится в пределах 20—50 мм. Краску наносят малярной кистью или пульверизатором. Использование последнего ускоряет работу и обеспечивает наложение равномерного и прочного слоя краски.

Окрашивание необработанных и грубообработанных поверхностей производят меловой краской. Для ее приготовления растворяют 1 кг мела на 8 л воды. Затем раствор кипятят. Отдельно растворяют кипячением в воде 50 г столярного клея. Клеевой раствор выливают в кипящий меловой раствор и всю смесь снова кипятят. Клей предохраняет краску от стирания, но летом через короткое время он издает дурной запах. Поэтому лучше вместо клея в меловой раствор добавить по 25—50 г льняного масла и сиккатива и смесь прокипятить. При грубой разметке небольших заготовок поверхности натирают обыкновенным сухим мелом.

Небольшие чисто обработанные поверхности обезжиривают раствором гидроксида натрия или каустической соды (100 г на 1 л воды), а затем окрашивают раствором медного купороса (25—30 г купороса на 200 г воды). В результате на поверхности остается тонкий

и прочный слой меди, на котором хорошо видны разметочные риски. Заготовки из цветных металлов и горячекатаную сталь окрашивают меловой краской или натирают мелом.

В некоторых случаях при разметке необходимо находить центры отверстий заготовок, а затем использовать их для опоры ножки

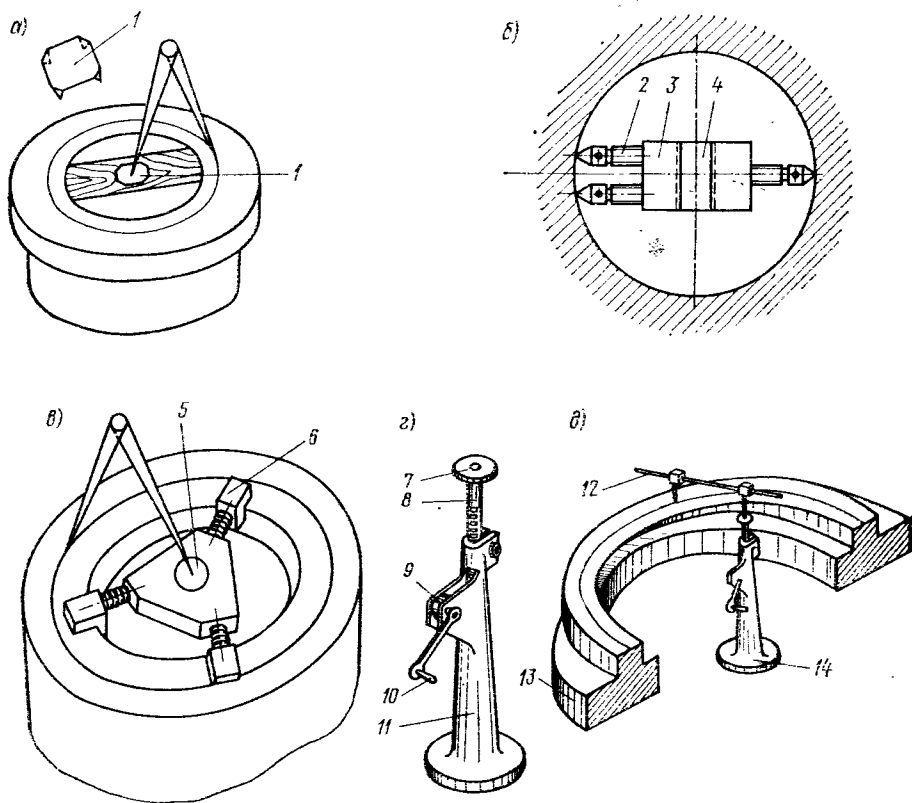


Рис. 38

Центровые опоры для ножки циркуля: *а* — деревянная планка; *б* — раздвижная металлическая планка; *в* — раздвижная опора; *г* — выдвижной центр; *д* — пример использования выдвижного центра;

1 — центровая стальная пластинка; *2* — установочный винт; *3* — корпус; *4*, *5* — свинцовые заливки; *6* — раздвижной кулачок; *7* — плоская головка с углублением для ножки циркуля; *8* — шпindel с зубчатой рейкой; *9* — зубчатое колесо; *10* — рукоятка; *11* — корпус; *12* — разметочный штангенциркуль; *13* — заготовка; *14* — выдвижной центр

циркуля. Наиболее простая опора — деревянная или свинцовая планка (рис. 38, *а*), которую плотно вставляют в отверстие до окрашивания заготовки. Наружная поверхность планки должна лежать в одной плоскости с размечаемой поверхностью. В середину деревянной планки забивают пластинку размерами примерно 35×35 мм из мягкой стали толщиной 1,0—1,5 мм с загнутыми уголками, которая служит опорой для ножки циркуля. Без пластинки центровое

углубление в дереве быстро портится от ножки циркуля и получаются неправильные окружности при разметке.

Значительно уменьшает затраты времени и материалов применение раздвижных металлических планок и выдвижных опор. Раздвижную планку (рис. 38, б) используют для отверстий небольших диаметров. Она состоит из корпуса, установочных винтов и свинцовой накладки, которую заливают в паз, имеющий форму ласточкина хвоста. В отверстия большого диаметра вставляют опору (рис. 38, в) с раздвижными кулачками или выдвижной центр (рис. 38, г, д). В отличие от центровых планок выдвижной центр устанавливают на разметочной плите после установки на ней размечаемой заготовки. Такой центр удобно использовать для разметки концентрических окружностей на различной высоте заготовки и заготовок с незамкнутыми отверстиями. Место установки центра находят пробным проведением круговых рисок до окрашивания поверхности.

§ 32. Приемы использования чертилки и кернера

Окрашенные заготовки в зависимости от вида разметки устанавливают на столе, разметочной плите или другом оборудовании так, чтобы можно было легко пользоваться измерительными базами. При плоскостной разметке измерительными базами могут быть ровно обработанные стороны (кромки) листового материала или плоских заготовок, которые должны быть проверены по линейке. Две взаимно перпендикулярные кромки необходимо обработать под прямым углом. Измерительными базами могут быть также линии (центровые, горизонтальные, вертикальные и др.), нанесенные на плоскую поверхность заготовки.

Пользуясь измерительными базами, вначале наносят все горизонтальные риски, затем — вертикальные, наклонные и в последнюю очередь — окружности, дуги и закругления.

Прямые риски наносят чертилкой, которая должна иметь двойной наклон (рис. 39, а, б): в сторону от линейки и по направлению перемещения чертилки. Углы наклона (75° — 80°) не должны изменяться при проведении рисок, так как в противном случае риски будут непараллельны линейке. Чертилку необходимо все время прижимать к линейке, которая должна плотно прилегать к заготовке. Каждую риску следует проводить только один раз, тогда она получается правильной и чистой. При повторном проведении невозможно чертилкой точно попасть в то же место и в результате получается несколько рисок. Если риска получилась плохой, ее следует закрасить и провести вновь. После проведения на заготовке всех рисок производят их накернивание (рис. 39, в—г).

Кернер берут тремя пальцами левой руки и ставят острым концом строго на середину риски. Сначала кернер наклоняют в сторону от себя, оставляя прижатым к намечаемой точке, затем быстро переводят его в вертикальное положение и наносят по нему легкий удар стандартным (ГОСТ 2310—77) или специальным разметочным молотком массой 100—200 г.

Центры кернов должны располагаться точно на разметочных рисках, чтобы после обработки на поверхности заготовки оставались половины кернов. Керны обязательно ставят на пересечениях рисок и закруглениях. На длинных прямых рисках керны наносят с шагом 20—100 мм, на коротких рисках, перегибах, закруглениях и в углах — с шагом 5—10 мм. Линию окружности достаточно накернить

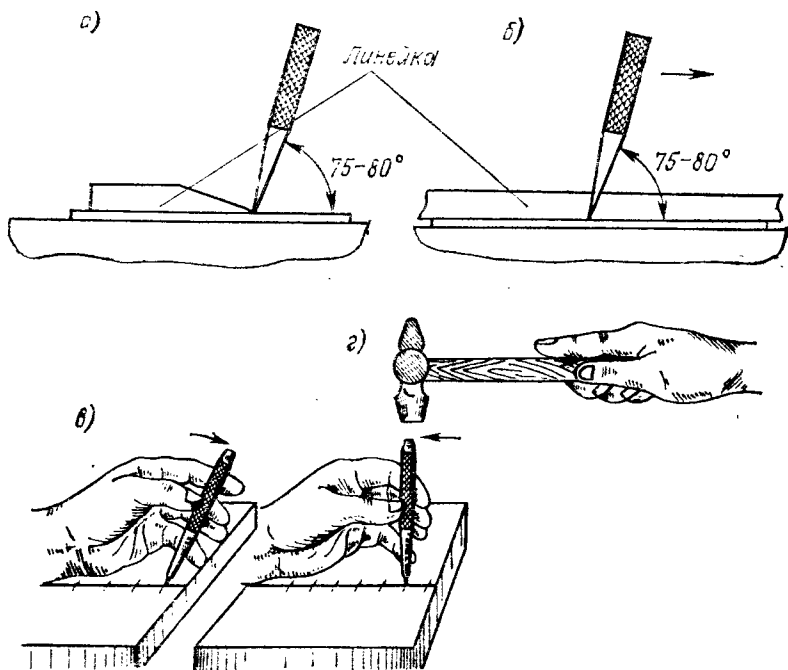


Рис. 39

Нанесение рисок чертилкой и их кернение: а — наклон чертилки в сторону от линейки; б — наклон чертилки по направлению ее перемещения; в — установка кернера; г — кернение

в четырех точках — на пересечении осей. Керны, нанесенные неравномерно, а также не на самой риске, не обеспечивают возможности контроля. На обработанных поверхностях заготовки керны наносят только на концах рисок. Иногда на обработанных поверхностях риски не накернивают, а продолжают их на боковые поверхности и накернивают там.

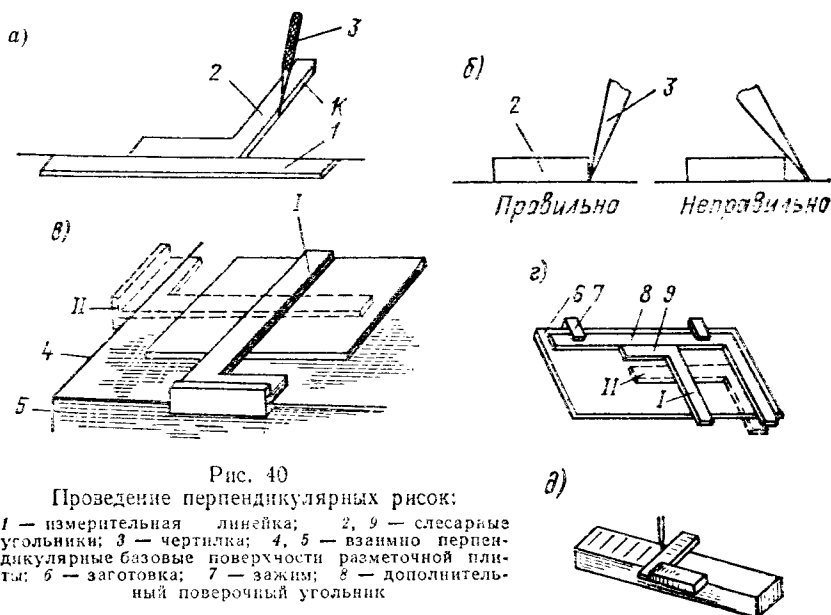
§ 33. Элементарные приемы плоскостной разметки

Различают приемы грубой разметки и разметки нормальной точности. Грубая разметка характеризуется приложением (касанием) измерительной линейки и ножки циркуля к рискам на заготовке. При разметке нормальной точности используют геометрические построения.

Рассмотрим приемы грубой разметки.

Нанесение перпендикулярных рисок на заготовках с необработанными кромками производят тремя способами: при помощи измерительной линейки и слесарного угольника (рис. 40, а, б); угольником с полкой или с широким основанием (рис. 40, в) и дополнительным поперечным слесарным угольником (рис. 40, г), прикрепленным к размечаемой заготовке.

Первым способом сначала проводят чертилкой риску по линейке. Затем несколько выше точки на риске, к которой необходимо восстановить перпендикуляр, накернивают точку К. К линейке, при-



ложенной к риске, прикладывают полку угольника так, чтобы его вторая полка проходила через точку К. Вдоль этой полки проводят риску, которая будет перпендикулярна к первой.

При втором способе заготовку кладут в угол разметочной плиты и слегка прижимают к ней грузом. Первую риску проводят по угольнику, полку которого прикладывают к боковой поверхности плиты (положение I угольника). Затем угольник переносят в положение II, прикладывая полкой ко второй боковой поверхности плиты, и проводят вторую риску. Обе риски будут взаимно перпендикулярны.

При третьем способе к внутренней стороне дополнительного угольника прикладывают второй угольник (положение I) и проводят первую риску. Вторую риску проводят после перестановки угольника в положение II.

На заготовке с двумя взаимно перпендикулярными обработанными кромками перпендикулярные риски проводят при помощи угольника с полкой (рис. 40, д).

Нанесение параллельных рисок производят тремя способами: измерительной линейкой (рис. 41, а); разметочным циркулем и измерительной линейкой и линейкой и угольником с полкой (рис. 41, б).

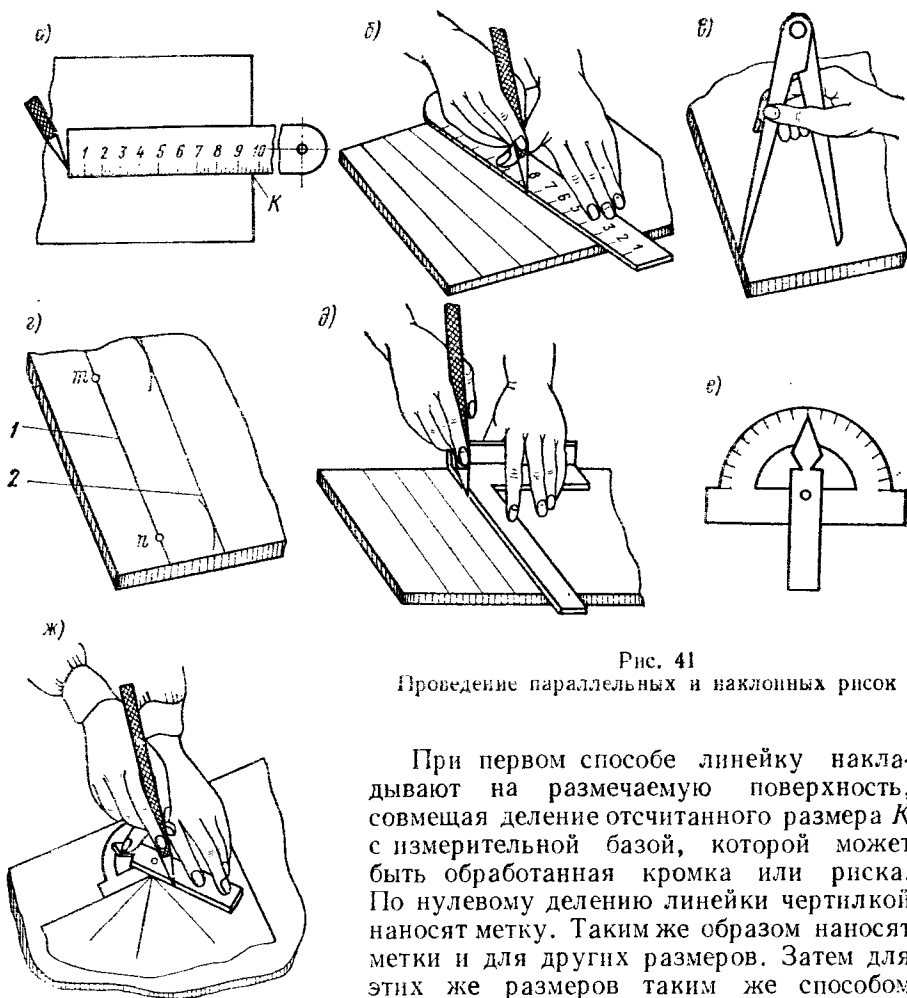


Рис. 41
Проведение параллельных и наклонных рисок

При первом способе линейку накладывают на размечаемую поверхность, совмещая деление отсчитанного размера K с измерительной базой, которой может быть обработанная кромка или риска. По нулевому делению линейки чертилкой наносят метку. Таким же образом наносят метки и для других размеров. Затем для этих же размеров таким же способом наносят метки с противоположной стороны заготовки. Противоположные метки соединяют прямыми рисками при помощи той же линейки и чертилки (рис. 41, б).

При втором способе раствор ножек циркуля устанавливают по линейке на необходимый размер. Затем одну из ножек подводят к измерительной базе (рис. 41, в), а острием второй делают последовательно две засечки (дуги). При помощи линейки и чертилки проводят риску 1, касательную к дугам. На риске 1 выбирают две произвольные точки m и n , из которых заданным радиусом делают

две новые засечки (рис. 41, *г*) и проводят касательную к ним риску 2.

Третьим способом наносят ряд меток на заданных расстояниях, используя линейку. Затем последовательно через метки по угольнику проводят параллельные риски.

Проведение наклонных рисков под заданным углом производят чертилкой при помощи разметочного транспорта (рис. 41, *е*). Для этого линейку со стрелкой поворачивают на нужный угол по шкале и закрепляют винтом. Затем транспорт совмещают с измерительной базой заготовки и проводят вдоль линейки наклонную риску (рис. 41, *ж*). Этим способом можно также разделить угол между рисками на заданное число частей.

Повышение точности разметки при использовании геометрических построений достигается тем, что измеряемый отрезок накернивают в крайних точках. В эти керны (точки) заводят ножки циркуля и затем его прикладывают к измерительной линейке.

В практике разметки нормальной точности используют следующие основные геометрические построения.

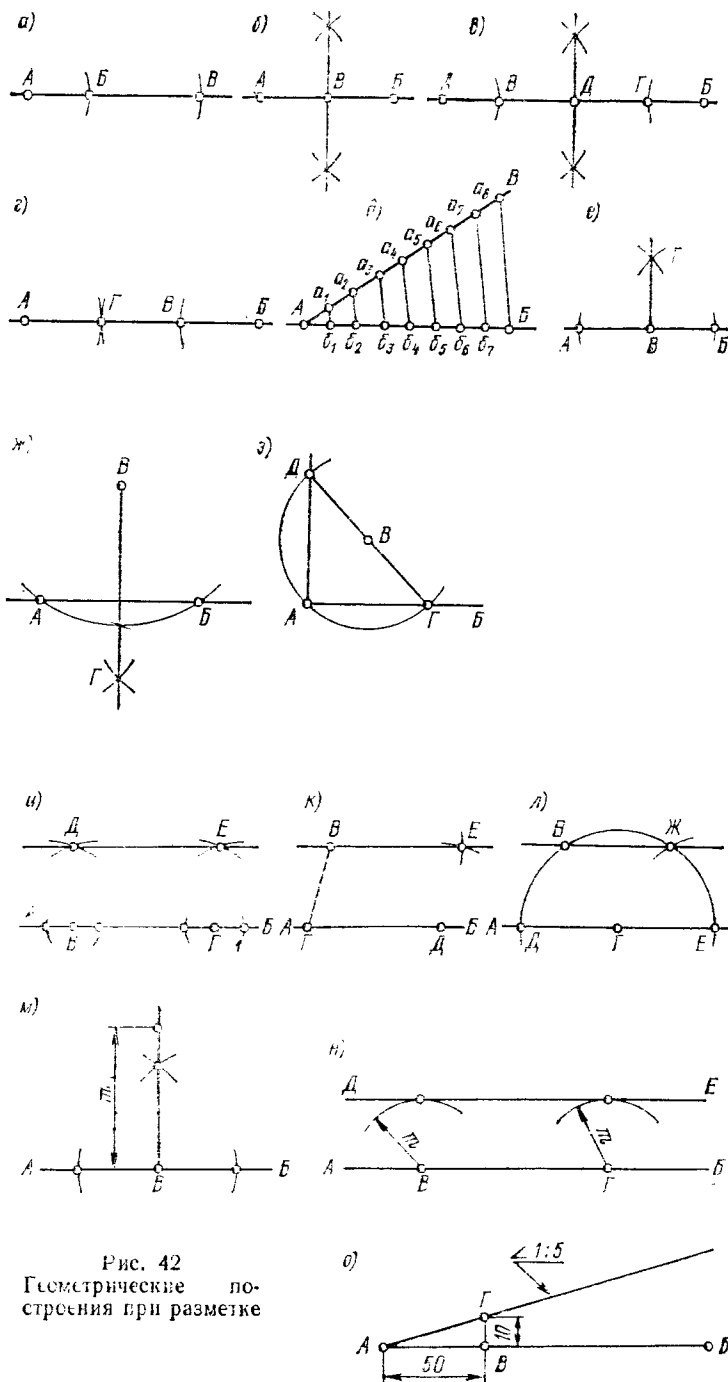
Откладывание длин на риске, проведенной при помощи линейки (рис. 42, *а*), производят в следующей последовательности. Намечается точка *А*, от которой требуется отложить размер, а в ней наносится неглубокий керн¹. В керн *А* ставится одна ножка циркуля, раствор которого установлен на нужный размер, а второй ножкой делают засечку на риске. В точке пересечения ставится керн *Б*. При необходимости таким же способом откладывают следующий размер *В* и т. д. Общую длину отложенных отрезков проверяют раствором циркуля, установленным по двум крайним точкам на риске.

Деление отрезка АБ на две равные части (рис. 42, *б*) производят проведением двух дуг одного радиуса из точек *А* и *Б*. Радиус должен быть больше половины отрезка. Точки пересечения дуг соединяют прямой риской по линейке. Эта прямая делит отрезок на две равные части. Длину обеих частей проверяют раствором циркуля.

Если отрезок *АБ* большой и дуги, проведенные из точек *А* и *Б*, пересекаются за пределами заготовки, то вначале произвольным радиусом из точек *А* и *Б* делают две засечки *АВ* и *БГ* (рис. 42, *в*), а затем отрезок *ВГ* делят описанным способом.

Деление отрезка АБ на три равные части (рис. 42, *г*) начинают с проведения засечки из любой крайней точки *А* или *Б* раствором циркуля, равным длине одной части. Этим же циркулем, не изменяя раствора, последовательно откладывают две части из второй крайней точки. Если в точке *Г* засечки совпадают, то деление произведено правильно. В противном случае изменяется раствор циркуля и деление повторяется. Только опытный разметчик производит деление за одно-два изменения раствора циркуля. После деления точки *В* и *Г* накернивают. Таким же приемом делят отрезок на пять равных частей.

¹ В дальнейшем описании следует иметь в виду, что все точки, в которые ставится ножка циркуля, накернивают, и указания на этот технологический переход не приводятся. На эскизах накерненные точки изображены маленькими кружками.



Деление отрезка на три или пять равных частей производят и другим приемом. Вначале измеряют длину отрезка, вычисляют длину $1/3$ или $1/5$ его части и откладывают эту часть циркулем от одной из крайних точек отрезка. Оставшуюся часть отрезка геометрическими построениями делят на две или четыре равные части. Необходимо отметить, что деление отрезка этим приемом на пять и более равных частей не рекомендуется, так как приводит к большим ошибкам и многократным измерениям.

Деление отрезка на любое число равных частей (рис. 42, д) начинают с проведения из крайней точки A прямой риски AB под произвольным углом. На этой риске от точки A произвольным раствором циркуля откладывают требуемое число равных частей Aa_1 ; a_1a_2 и т. д. Крайнюю точку a_n соединяют прямой риской с точкой B отрезка. Затем из точек a_1 ; a_2 и др. проводят риски, параллельные риске a_nB . В точках b_1 ; b_2 и др. эти риски разделят отрезок AB на требуемое число равных частей.

Проведение риски, перпендикулярной к заданной прямой, производится в следующих случаях.

1. На прямой накернивают точку B (рис. 42, е), в которой должен быть восстановлен перпендикуляр. Затем справа и слева от этой точки делают циркулем две засечки, которые отсекают два равных отрезка AB и BB . Из точек A и B проводят две засечки радиусом, равным примерно $2/3$ длины отрезка AB . Засечки пересекаются в точке G . Риски, проведенная по линейке через точки G и B , будет перпендикулярна к отрезку AB .

2. Перпендикуляр из точки B (рис. 42, ж), лежащей вне прямой, проводят в следующей последовательности. Из точки B циркулем описывают дугу таким радиусом, чтобы она пересекла прямую в точках A и C . Из этих точек циркулем проводят две засечки одного радиуса, которые пересекутся в точке G . Соединяя точки B и G , получают требуемый перпендикуляр.

3. Перпендикуляр в конце отрезка (рис. 42, з) восстанавливают в следующей последовательности. Из произвольной точки B , находящейся вне прямой, проводят дугу радиусом BA (A — точка в конце отрезка), пересекающую прямую в точке C . Точки C и B соединяют прямой риской и продолжают ее до пересечения с дугой в точке D . Прямая риска, соединяющая точки A и D , будет искомым перпендикуляром.

Проведение параллельной риски производится в следующих случаях.

1. Расстояние между параллельными рисками не задается. На имеющейся прямой восстанавливают два перпендикуляра из произвольных точек B и C (рис. 42, и). Затем через точки D и E , образованные пересечением дуг одного радиуса, проводят при помощи линейки искомую параллельную риску.

2. Вне имеющейся прямой AB задана точка B , через которую необходимо провести параллельную риску. Для этого используют два приема.

Первый прием — произвольную точку G (рис. 42, к) на прямой соединяют прямой с точкой B . Затем из произвольной точки D де-

лают засечку радиусом $BГ$, а из точки B — радиусом $ГД$. На пересечении засечек образуется точка E . Прямая, соединяющая точки B и E , будет искомой параллельной риской.

Второй прием — из произвольной точки $Г$ (рис. 42, л) на прямой радиусом $ГВ$ проводят полуокружность, пересекающую прямую в точках $Д$ и E . Из точки E проводят засечку радиусом $ДВ$, пересекающую дугу в точке $Ж$. Прямая, соединяющая точки B и $Ж$, будет искомой параллельной риской.

3. Задана прямая и расстояние m между параллельными рисками. Для проведения параллельной риски используют два приема.

Первый прием — в произвольной точке B заданной прямой (рис. 42, м) восстанавливают перпендикуляр, на котором от точки B циркулем откладывают размер m . Далее построение ведется рассмотренными приемами.

Второй прием — из произвольных точек B и $Г$ заданной прямой (рис. 42, н) проводят две дуги радиусом m . Касательная $ДЕ$ к дугам будет искомой параллельной рисккой. Этот прием требует больших навыков.

Проведение наклонной риски с заданным уклоном производят в следующей последовательности (рис. 42, о). На имеющейся прямой $АБ$ откладывают отрезок, кратный 5 (при уклоне 1 : 5), например 50 мм, и получают точку B . В этой точке восстанавливают перпендикуляр. Исходя из величины уклона на перпендикуляре циркулем откладывают 10 мм (точка $Г$). Прямая риска, проведенная через точки A и $Г$, будет иметь искомый уклон.

§ 34. Элементарные приемы пространственной разметки

Проведение рисок на различных поверхностях заготовки и увязка их между собой достигается базированием заготовки и инструмента для нанесения рисок на плоскости разметочной плиты, которая принимается в качестве горизонтальной координатной плоскости.

Заготовку устанавливают на плите, пользуясь для этого опорными подкладками и другими устройствами, которые предохраняют плиту от забоя и царапин.

Разметка каждой поверхности заготовки базируется относительно рабочей плоскости плиты, поэтому в процессе разметки нельзя произвольно менять положения заготовки.

Заготовку обычно размечают в нескольких положениях, которые необходимо выбрать такими, чтобы больше рисок и в их числе одна из главных осей симметрии детали (если таковые имеются) были параллельны плоскости разметочной плиты. Такая установка снижает обычно трудоемкость разметки и повышает ее точность.

В первом положении обычно проводят риски, параллельные плоскости плиты, которые называют горизонтальными. Риски, которые в первом положении оказываются перпендикулярными к плоскости плиты, называют вертикальными, а те, которые наклонены к плоскости плиты, — наклонными.

Горизонтальные риски на любых заготовках проводят рейсмами. Рейсмас одной из простых конструкций (рис. 43, а), разработанный на Уралмаше, состоит из чугунного основания 1, штатива

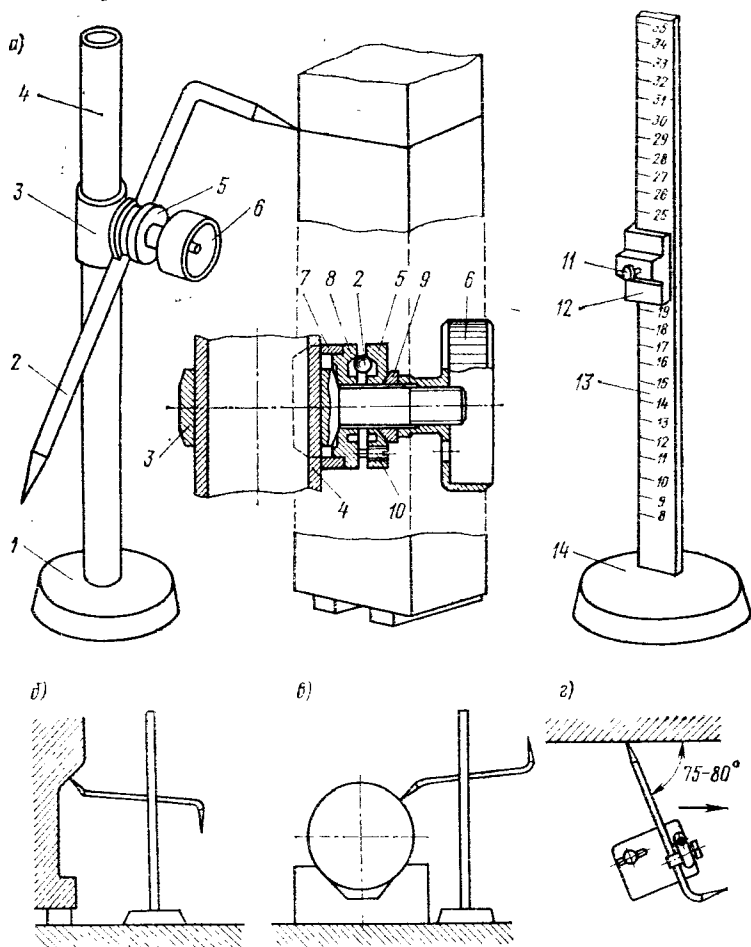


Рис. 43

Нанесение горизонтальных рисков: а — использование рейсмаса и вертикальной линейки; б, в — правильная установка чертилки на рейсмасе; г — правильное расположение чертилки при перемещении рейсмаса; 1 и 14 — основания; 2 — чертилка; 3 — хомут; 4 — штатив; 5 — прижимное кольцо; 6 — маховичок; 7 — упорное кольцо; 8 — кольцо с прорезью; 9 — сферическая шайба; 10 и 11 — винты; 12 — движок; 13 — измерительная линейка

(стойки) 4, хомутка 3, на котором расположен механизм закрепления чертилки 2. Этот механизм при повороте маховичка-гайки 6, накрутой на резьбу хвостовника хомутка 3, производит одновременное ослабление или закрепление чертилки и хомутка на штативе. Положение чертилки на заданной высоте достигается при

помощи вертикальной линейки. Последняя состоит из измерительной линейки 13, закрепленной в основании 14, и движка 12, который фиксируют на требуемой высоте винтом 11. Линейку ставят на разметочную плиту и при необходимости по ней передвигают.

При нанесении риски заготовка должна быть неподвижной, а рейсмас вокруг нее передвигает разметчик, плотно прижимая рукой основание к разметочной плите. При этом чертилка должна быть неподвижно закреплена на штативе, а острый ее конец должен непрерывно касаться поверхности заготовки. Для этого чертилка

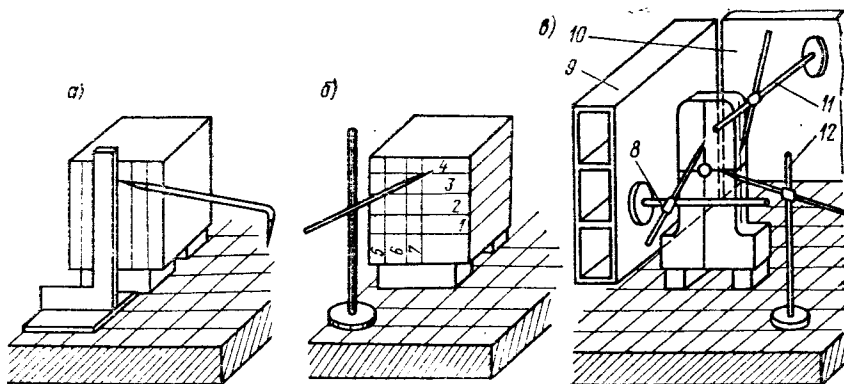


Рис. 44

Нанесение вертикальных рисков: а — ручной чертилкой с помощью угольника с широкой полкой; б — рейсмасом с поворотом заготовки на 90° ; в — рейсмасом с использованием разметочных ящиков;

1—7 — разметочные риски; 8, 11, 12 — рейсмасы; 9, 10 — разметочные ящики

должна быть направлена перпендикулярно к размечаемой поверхности (рис. 43, б, в) и расположена под углом $75-80^\circ$ к направлению движения рейсмаса (рис. 43, г). Эти требования следует особенно строго соблюдать при разметке необработанных поверхностей. Риски необходимо проводить четко с одного раза, в противном случае они получаются широкими и точность разметки снижается.

Вертикальные риски проводят тремя способами.

1. На разметочную плиту ставят угольник с широкой полкой (рис. 44, а) так, чтобы его вертикальная полка плоской стороной прилежала к размечаемой плоскости. Вдоль вертикальной полки наносят чертилкой вертикальную риску. Этот способ можно использовать в случае плотного прилегания угольника к поверхности заготовки и если длина риски не выходит за пределы угольника. Способ неприемлем для нанесения общей вертикальной риски по всем поверхностям.

2. Вначале наносят все горизонтальные риски (1; 2 и т. д.) рейсмасом (рис. 44, б), а затем заготовку поворачивают на 90° вокруг горизонтальной оси и базируют ее в новом положении так, чтобы вертикальная полка угольника касалась проведенной ранее риски (1, 2 и т. д.). Тем же рейсмасом наносят горизонтальные риски 5,

6, 7, которые будут перпендикулярны к рискам 1, 2 и др. Этот способ используют при разметке заготовок малой и средней массы, которые сравнительно легко базировать на разметочной плите при помощи угольника с широкой полкой.

3. Заготовку любой формы и массы устанавливают на разметочную плиту, имеющую взаимно перпендикулярные канавки (рис. 44, в). Вдоль канавок ставят разметочные ящики 9 и 10. Заготовку базируют относительно плоскости плиты и плоскостей ящиков. Сначала рейсмасом 12 проводят горизонтальные риски, затем рейсмасами 8 и 11 — вертикальные риски по двум другим поверхностям. Этот способ используется в тех случаях, когда невозможно применение первых двух способов.

Наклонные риски, не увязанные с рисками на других поверхностях, наносят способом геометрических построений, который применяют для плоскостной разметки.

Для сложных заготовок и при увязке рисок на разных поверхностях используют различные приспособления. Например, на рис. 45 приведена универсальная поворотная призма, на которую можно установить разметочную заготовку (рис. 45, а) или специальную опору рейсмаса (рис. 45, б). Призму ставят на разметочную плиту.

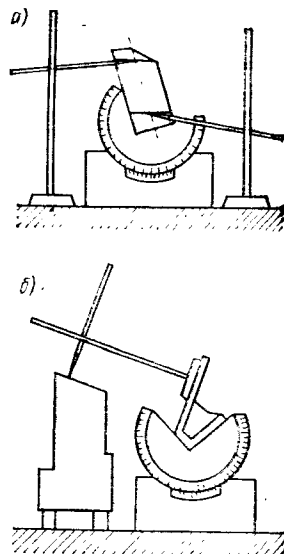


Рис. 45

Нанесение наклонных рисок при помощи универсальной поворотной призмы

Контрольные вопросы

1. Назовите вспомогательные переходы для операции разметки.
2. Как окрашивают заготовки для целей разметки?
3. В каких случаях при разметке необходимы опоры для установки разметочного циркуля?
4. Рассмотрите приемы использования ручной чертилки.
5. Как следует пользоваться кернером?
6. Разберите приемы нанесения рисок при плоскостной разметке с помощью линейки, угольника с полкой и разметочного циркуля.
7. Как разделить при разметке отрезок на равные части способом геометрических построений?
8. Как повысить точность геометрических построений при разметке?
9. Что такое рейсмас и как правильно им пользоваться?
10. Рассмотрите приемы нанесения вертикальных рисок при пространственной разметке.

СРЕДСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ ДЛЯ РАЗМЕТКИ

Глава 6 ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РАЗМЕТКИ

§ 35. Стеллажи и разметочные столы

Плоскостную разметку плоских заготовок, листового и профильного проката производят преимущественно на стеллажах и разметочных столах нестандартных размеров.

Стеллаж (рис. 46, а) представляет собой деревянные или сварные стальные козлы, на которые укладывают выправленный стальной

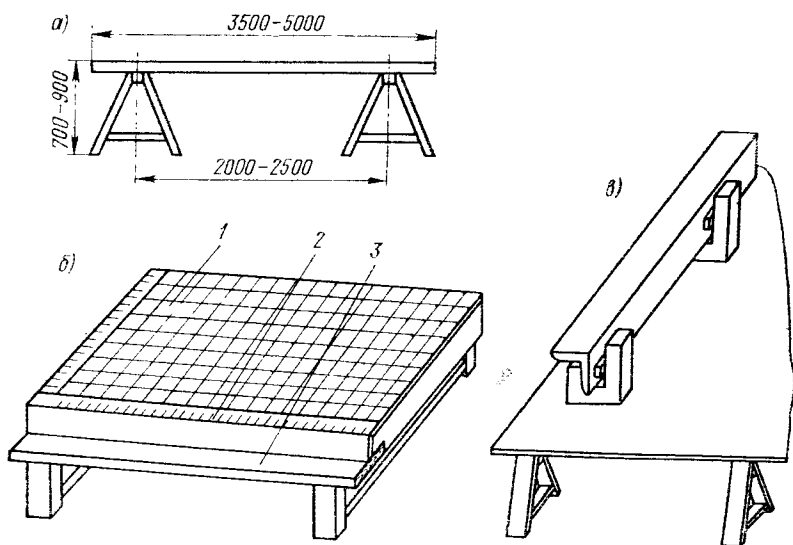


Рис. 46
Оборудование для плоскостной разметки:

1 — стальной лист с координатной сеткой; 2 — бортовой уголок; 3 — деревянная полка для инструментов

лист толщиной 10—12 мм. На этом листе производят разметку. Металлические козлы надежнее деревянных, и их применение повышает точность разметки. Козлы устанавливают неподвижно на полу цеха и выверяют так, чтобы накрывающий их лист был в горизонтальном положении.

Разметочные столы имеют большую жесткость по сравнению со стеллажами. Для повышения производительности разметки столы усовершенствуют. Например, на разметочном столе, изображенном на рис. 46, б, проведена координатная сетка, а вдоль передней и левой кромок укреплены тщательно выправленные стальные уголки. На уголках через каждые 10 мм наносят деления с цифрами. При грубой разметке к уголкам прикладывают широкую полку угольников.

Для разметки профильного проката удобно использовать деревянные колодки с клиньями (рис. 46, в).

§ 36. Разметочные плиты

Разметочные плиты (рис. 47) широко применяют для пространственной и реже — для плоскостной разметки. На плите устанавливают размечаемые заготовки, разметочный инструмент и приспособления. Используют плиты 3-го класса точности по ГОСТ 10905—75¹, характеристики которых приведены в табл. 3, и плиты нестандартных размеров.

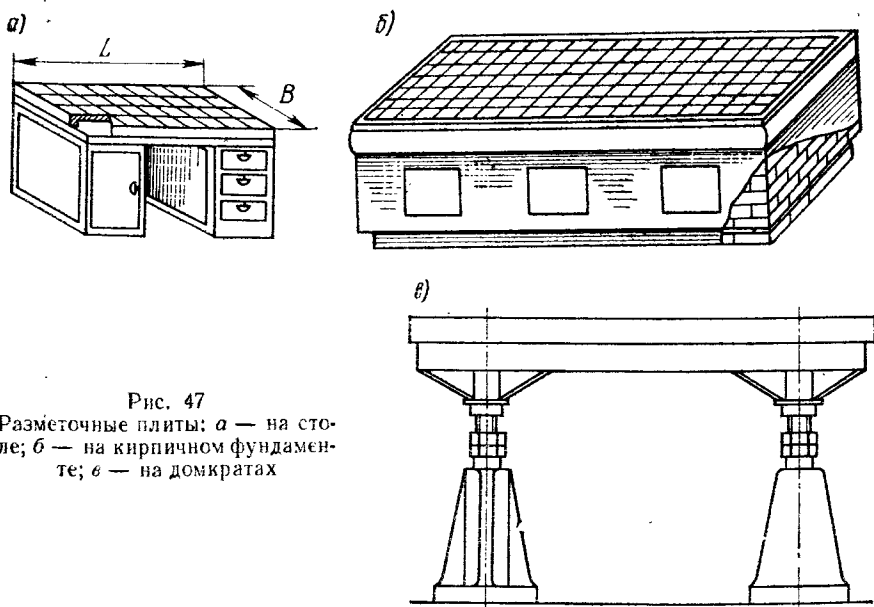


Рис. 47
Разметочные плиты: а — на столе; б — на кирпичном фундаменте; в — на домкратах

Плиты отливают из чугуна с физико-механическими свойствами не ниже марки СЧ 18 по ГОСТ 1412—79. Твердость рабочей поверхности плиты должна быть 170—229 НВ. Разность твердости на любых участках поверхности одной плиты размерами 630×630 и менее не должна превышать 10 НВ и 15 НВ для плит больших размеров. В ниж-

¹ ГОСТ 10905—75 включает также плиты, предназначенные для точной разметки и контрольных операций.

Т а б л и ц а 3. Характеристики стандартных разметочных плит

Длина и ширина плиты, мм	Плоскостность рабочей поверхности, мм, не более	Средоточенная нагрузка, Н	Наибольший прогиб при сосредоточенной нагрузке, мм, для плиты	
			обычной	со значком качества
400×400	40	196	1	0,8
630×400; 630×630	60	490	2	1,8
1000×630; 1000×1000		980	4	3,5
1500×1000; 2000×1000	100	2450	10	8
2500×1600		4900	20	16

П р и м е ч а н и я: 1. Шероховатость рабочей поверхности плит размерами 1600×1000 и меньше должна быть не более $R_a = 2,5$ мкм на базовой длине 0,8 мм; для плит больших размеров — не более $R_a = 5$ мкм на базовой длине 2,5 мм. 2. Шероховатость боковых поверхностей должна быть не более $R_a = 5$ мкм на базовой длине 2,5 мм.

ней части плита имеет ребра жесткости, которые предохраняют ее от прогиба под действием массы заготовок и оснастки для разметки. При изготовлении плиту подвергают старению для снятия внутренних остаточных напряжений, возникающих при отливке, чтобы не вызвать деформацию плиты при ее эксплуатации.

Рабочую и боковые поверхности разметочной плиты обрабатывают строганием. По требованию заказчика на рабочей поверхности больших плит строгают продольные и поперечные канавки шириной 1—2 мм и глубиной 2—3 мм на расстоянии 200—250 мм друг от друга. Канавки используют для ориентации заготовок, разметочных инструментов и приспособлений. Иногда строгают несколько Т-образных канавок, которые используют для крепления разметочных приспособлений к плите.

Длина и ширина плиты должны быть больше соответствующих размеров размечаемой заготовки настолько, чтобы обеспечить свободное перемещение разметочных инструментов, т. е. около 400 мм.

Плиты размерами свыше 2500×1600 мм собирают из двух или четырех стандартных плит,

соединяя их болтами и шпонками. Высота над полом рабочей поверхности плит размерами свыше 2000×1000 мм должна быть 700 мм, плит меньших размеров — 800—900 мм.

Плиты размерами 630×630 мм и меньше должны иметь три опоры, которые могут быть регулируемые (например, клиновые, домкраты). Для плит размерами 1000×630 мм и более должно быть не менее пяти опор и все регулируемые. Три из них (основные) должны обеспечить горизонтальное расположение плиты в ненагруженном состоянии.

Плиты размерами 630×400 мм и меньше устанавливают на столы с выдвижными ящиками для инструментов (рис. 47, а) или на чугунные тумбы. Плиты больших размеров ставят на кирпичные фундаменты (рис. 47, б) или на домкраты, основания которых заливают бетоном в полу цеха (рис. 47, в). Для разметки особо крупных заготовок используют две-три плиты, которые устанавливают рядом на одном уровне с расстоянием между ними 500—600 мм.

Горизонтальность плит размерами 1000×1000 мм и меньше проверяют брусковым уровнем с ценой деления 0,1 или 0,05 мм/м; плит больших размеров и общую горизонтальность плит, установленных рядом, — гидростатическим уровнем.

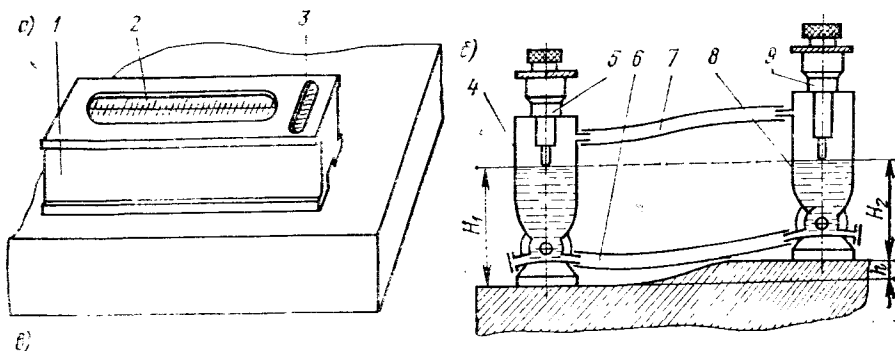
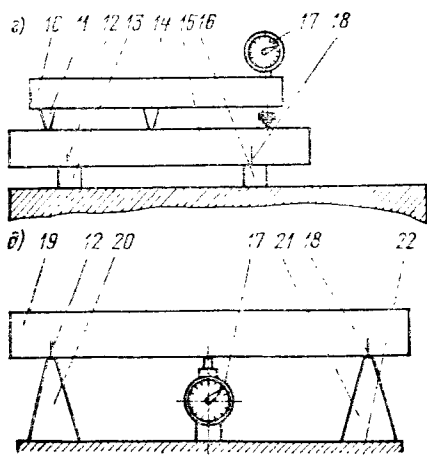


Рис. 48

Средства проверки горизонтальности и плоскостности разметочных плит:

1 — корпус уровня; 2 — основная (продольная) ампула; 3 — поперечная ампула; 4 и 8 — измерительные головки; 5 и 9 — микрометрические глубиномеры; 6 и 7 — соединительные шланги; 10 — корпус приспособления; 11 и 14 — опоры; 12 и 18 — риски, отмечающие точки опоры при наименьшем прогибе контрольного бруска 15; 13 и 16 — равновысокие опоры; 17 — индикатор; 19 — поверочная линейка; 20 и 21 — равновысокие опорные призмы; 22 — проверяемая разметочная плита



Брусковый уровень ставят на плиту (рис. 48, а) и по поперечной ампуле 3 проверяют его расположение в вертикальной плоскости, а по основной ампуле 2 — отклонение проверяемой плоскости от горизонтальности. Ампулы заполнены жидким эфиром и в каждой из них находится пузырек воздуха, который занимает верхнее положение. На наружной

поверхности ампулы нанесена шкала. При наклоне уровня пузырек перемещается относительно нейтрального положения (ноль-пункта) пропорционально углу наклона. По шкале ампулы измеряют угол наклона уровня в миллиметрах, отнесенный к длине 1 м. Наклон в 0,1 мм/м равен углу $20''$. Контроль уровнем производят в несколь-

ких точках по периметру плиты. Подклинивая плиту или регулируя домкраты, на которых она установлена, следят за положением пуврышков и постепенно добиваются горизонтальности.

Гидростатический уровень (рис. 48, б) состоит из двух сообщающихся измерительных головок 4 и 8, наполненных водой, и соединяющих их гибких шлангов. Шланг 6 обеспечивает переток воды, а шланг 7 — переток воздуха и выравнивание его давления. Каждая головка имеет микрометрический глубиномер 5 и 9. При контроле горизонтальности одну измерительную головку устанавливают постоянно на любую угловую точку плиты, а вторую — последовательно на остальные угловые точки. При каждой установке второй головки микровинты обеих головок опускают до касания с поверхностью воды. В этот момент снимают показания H_1 и H_2 на головках. Разность показаний h равна отклонению горизонтальности плиты относительно постоянно установленной измерительной головки.

Методы поверки внешнего вида и неплоскостности рабочей поверхности плит определены ГОСТ 8.210—76. Температура помещения, в котором проводят поверку, должна быть $20 \pm 6^\circ\text{C}$. Плиты размерами 1000×630 мм и более поверяют непосредственно на рабочем месте. Перед поверкой плиту необходимо тщательно промыть растворителем марки МР-1 или другим обезжиривающим средством, протереть сухой салфеткой и выдержать при температуре поверки не менее 12 ч.

При внешнем осмотре допускается наличие царапин, вмятин и забонн, не выступающих над рабочей поверхностью и не влияющих на эксплуатационные качества плиты.

Основной характеристикой качества плиты является величина неплоскостности рабочей поверхности. Неплоскостность — наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до прилегающей плоскости. Прилегающей плоскостью называют номинальную плоскость, которая соприкасается с реальной поверхностью вне материала детали, причем расположена она так, что отклонение формы в наиболее удаленной точке реальной поверхности в пределах нормируемого участка имеет минимальное значение.

Неплоскостность нестандартной плиты определяют пропорционально размеру ее длинной стороны, исходя из допуска на ближайшую по размеру стандартную плиту. Например, для плиты размерами 1200×600 мм неплоскостность равна 72 мкм из соотношения $1200 \cdot 60 / 1000$, где 60 мкм — неплоскостность стандартной плиты размерами 1000×1000 мм.

Неплоскостность определяют измерениями. Если измеренная величина превышает допускаемую неплоскостность, то ее уточняют расчетом. Методика расчета приведена в ГОСТ 8.210—76.

До измерения на поверхности плиты наносят мелом точки в продольных, поперечных и двух диагональных направлениях (рис. 48, в). В зависимости от размера длинной стороны плиты (мм) принимают следующее минимальное число точек: 400 — 4; 630 и 1000 — 5; 1600 — 7 и 2500 — 9 точек.

Для измерений при помощи приспособления, показанного на рис. 48, г, необходимо, чтобы расстояние между его опорами 11 и 14 и расстояние от наконечника индикатора 17 до ближайшей опоры 14 были равны интервалу между поверяемыми точками, поэтому наиболее удобны приспособления с подвижными опорами. При использовании приспособления число поверяемых точек не должно превышать одиннадцати. До проверки плиты приспособление необходимо настроить, используя контрольный брусок 15, по ГОСТ 22601—77. Брусок ставят на опоры по рискам 12 и 18, отмечаящим точки его наименьшего прогиба. Приспособление устанавливают на брусок и совмещают стрелку индикатора с нулевым штрихом шкалы. Для замера неплоскостности приспособление сначала ставят по одной поверяемой диагонали так, чтобы опоры располагались на первых двух точках, а наконечник индикатора касался третьей. В этом положении снимают показания индикатора. Затем приспособление переставляют на шаг и снова снимают показания индикатора и так по всем остальным поверяемым направлениям. Приспособление с индикатором применяют для проверки плит размерами 1600×1000 мм и меньше.

Поверочная линейка 19 (рис. 48, д), используемая для измерения, должна быть такой длины, чтобы расстояние между точками наименьшего прогиба ее было примерно равно поверяемой длине плиты. Поэтому для проверки плоскостности плиты с прямоугольной поверхностью необходимо иметь различные по длине линейки. Линейку ставят на опорные призмы 20 и 21 равной высоты в точках наименьшего прогиба сначала по диагоналям, а затем по остальным направлениям плиты. В каждом положении линейки определяют отклонения по индикатору в поверяемых точках. Индикатор необходимо закрепить в специальном держателе с плоским основанием, перпендикулярным к измерительному стержню. Поверочные линейки применяют для контроля плит размерами 2500×1600 мм и меньше.

В приведенных методах измерения максимальное показание индикатора характеризует неплоскостность плиты. Измерение неплоскостности гидростатическим уровнем производят принципиально так же, как и горизонтальности, но схема расположения поверяемых точек плиты иная. Одну измерительную головку устанавливают постоянно в одной из угловых точек по периметру плиты, а вторую — последовательно переставляют по периметру с шагом, равным примерно $1/10$ длины и $1/10$ ширины плиты. Затем вторую головку переставляют внутри периметра по продольным направлениям плиты с тем же шагом. При каждой новой установке в таблице отмечается разность показаний уровня воды. Гидростатический уровень применяют для плит размерами 1000×1000 мм и больше.

Боковые поверхности плиты поверяют в тех случаях, когда их используют при разметке. В противном случае поверхности окрашивают. Неперпендикулярность между боковыми поверхностями и между боковыми поверхностями и рабочей поверхностью поверяют с помощью угольника и щупа. Угольник прикладывают одной полкой к боковой или рабочей поверхности, а в образующейся зазор по

второй полке угольника не должен проходить щуп установленной толщины.

Неперпендикулярность между боковыми сторонами плит размерами 400×400 мм проверяют щупом толщиной 0,25 мм на длине 160 мм; плит размерами от 630×400 до 1000×1000 мм — щупом 0,4 мм на длине 250 мм и плит размерами от 1600×1000 до 2500×1600 — щупом 0,4 мм на длине 400 мм.

Неперпендикулярность боковых поверхностей к рабочей поверхности плит размерами до 1000×1000 мм проверяют щупом 0,1 мм; плит размерами от 1600×1000 до 2500×1600 мм — щупом 0,16 мм.

Для всех случаев проверки минимальная длина угольника установлена ГОСТ 10905—75. С поверочными инструментами необходимо обращаться осторожно, беречь от ударов и никогда не ставить на необработанные поверхности. Инструменты следует хранить в специальных пластмассовых или деревянных футлярах.

§ 37. Устройства с дополнительными плоскостями

В ряде случаев пространственной разметки дополнительно к рабочей поверхности разметочной плиты необходимо применить перпендикулярные к ней вертикальные плоскости. Эти плоскости получают установкой на плиту специальных чугунных деталей или устройств.

Простейший угольник (рис. 49, а) имеет чисто обработанные (шаброванные) и взаимно перпендикулярные наружные поверхности. При установке на разметочную плиту вертикальная полка угольника будет перпендикулярна к ее рабочей поверхности. Отверстия в горизонтальной полке используются для закрепления угольника на плите, если она имеет Т-образные пазы. Отверстия в вертикальной полке служат для крепления размечаемой заготовки к угольнику, установка которой на разметочной плите затруднена.

Бортовой угольник (рис. 49, б) можно перемещать, пользуясь ручками, вдоль боковых поверхностей разметочной плиты, прижимая к ней выступом. По его вертикальной полке можно перемещать разметочный инструмент.

Разметочный кубик (рис. 49, в) имеет точно обработанные и взаимно перпендикулярные наружные плоскости. На каждой плоскости расположено большое количество отверстий и пазов, которыми пользуются для прикрепления к кубiku при помощи болтов и прихватов размечаемой заготовки. Кубик используют для разметки заготовок, надежная установка которых на разметочной плите затруднена. Поворачивая кубик вместе с заготовкой, можно ее разметить в нескольких положениях.

Разметочные ящики 9 и 10 (рис. 44, г) имеют квадратное или прямоугольное поперечное сечение, но всегда пустотелые со стенками толщиной 8—12 мм. Наружные плоскости ящиков точно обработаны и взаимно перпендикулярны. Рекомендуется для каждой разметочной плиты иметь ящики ряда размеров. Их используют в качестве споры для рейсмасов при проведении вертикальных и горизонтальных рисок на большой высоте. Для точной и быстрой

установки ящика на разметочной плите его придвигают к специальной термически обработанной направляющей линейке, которую острой кромкой ставят в канавку на плите (рис. 49, з).

Тяжелые разметочные ящики по примеру Уралмаша рекомендуется делать передвижными (рис. 49, д), которые по сравнению

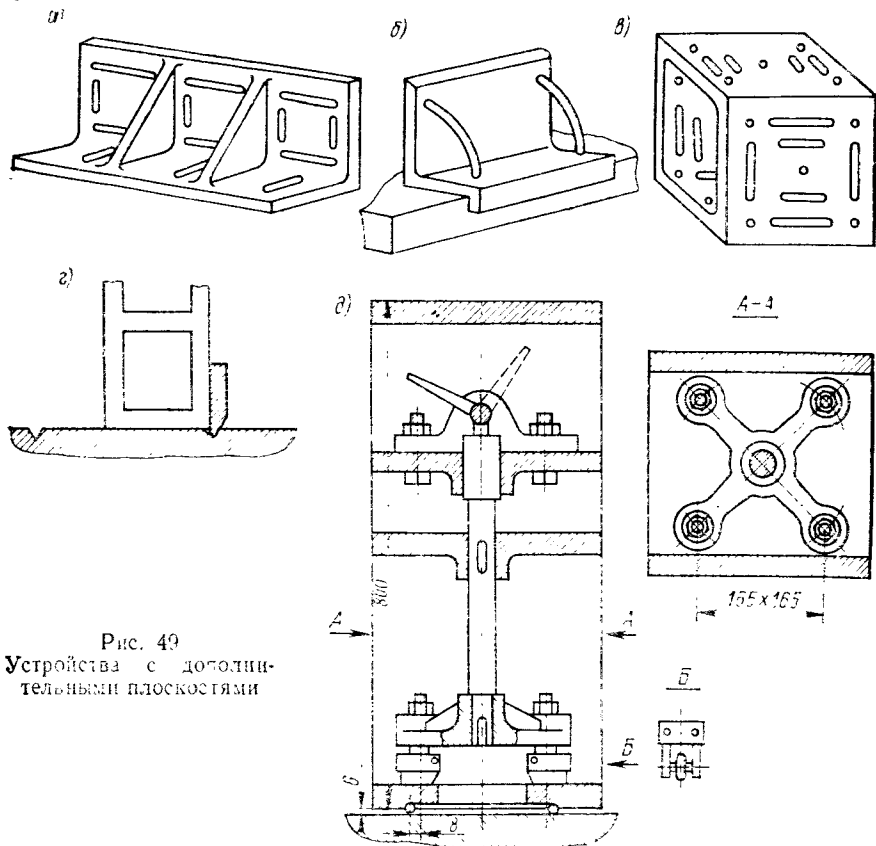


Рис. 49
Устройства с дополнительными плоскостями

с обычными (например, массой 80 кг) значительно облегчает труд разметчика. Внутри передвижного ящика смонтирован механизм, позволяющий поворотом ручки выдвинуть основание с роликовыми ножками. На роликах ящик легко перемещается по плите. После подвода к нужному месту ножки убирают внутрь и ящик встает на плиту своей нижней плоскостью.

§ 38. Приспособления для установки заготовок на разметочной плите

Размечаемую заготовку необходимо осторожно, без толчков, вручную или при помощи подъемных механизмов опустить на опоры, заранее поставленные на плиту. Затем производят базирование заготовки и при необходимости ее закрепление.

Самая простая опора — подкладка, приведена на рис. 50, а. Разметчик должен иметь набор таких подкладок разной толщины. Для уменьшения массы и удобства пользования подкладки делают пустотелыми (рис. 50, б) и в виде двутавра (рис. 50, в).

Изменение базирования заготовки при помощи обычных стальных клиньев, подбитых молотком или кувалдой, совершенно нецелесообразно, так как при этом повреждается рабочая поверхность плиты. Допускается применение сдвоенного клина (рис. 50, г). Здесь при вращении винта верхний клин перемещается по нижнему и его верхняя поверхность смещается по высоте вместе с заготовкой, оставаясь параллельной основанию. Боковая шкала позволяет точно регулировать общую высоту сдвоенного клина. Высота подъема клина мала и поэтому на рабочем месте разметчика следует иметь набор сдвоенных клиньев разной высоты и с разной величиной подъема. Недостаток сдвоенного клина — возможность сдвига заготовки при скольжении по ней опорной поверхности верхнего клина.

Поверхности тел вращения заготовок надежнее ставить на опоры с призматическими выемками (призмы). Преимущественное применение имеют призмы трех типов по ГОСТ 5641—82 (рис. 50, д, е, ж): с одной выемкой и накладкой для заготовок диаметром до 110 мм ($L = 40 \div 100$ мм, $H = 3 \div 100$ мм, $B = 35 \div 150$ мм); с четырьмя выемками для заготовок диаметром до 160 мм ($L = 60 \div 100$ мм, $H = 90 \div 180$ мм, $B = 100 \div 200$ мм) и с одной выемкой для заготовок диаметром 20—300 мм ($L = 100 \div 125$ мм, $H = 125 \div 180$ мм, $B = 20 \div 300$ мм). Изготавливают комплекты из двух одинаковых призм каждого типоразмера, которые можно использовать для установки длинных заготовок.

Призма разметчика Щербакова (рис. 50, з) имеет вырезы на боковых гранях, в которых установлена заподлицо скоба с болтом для закрепления заготовки. Такая конструкция позволяет размечать вертикальные и горизонтальные риски путем перекантовки призмы с заготовкой.

Призму с постоянными магнитами Алифанова (рис. 50, и) применяют для разметки мелких и средних заготовок под углами, кратными 90° . Внутри кубика 6 помещен блок постоянных магнитов, закрытых крышкой 7 с выключателем 8. На кубике закреплены винтами направляющие 4 и 5, которые образуют призматическую выемку для установки заготовки. При повороте (включении) выключателя блок постоянных магнитов перемещается так, что магнитные силовые линии проходят через призму и замыкаются через размечаемую заготовку, прочно удерживая ее на призме. При выключении кубика заготовка легко снимается. Это устройство имеет следующие основные достоинства: возможность разметки в разных положениях кубика и сокращение времени на крепление заготовки.

С помощью регулируемой призматической подставки (рис. 50, к) легко изменяют положение заготовки по высоте в небольших пределах. Попарно такие подставки не применяют.

Поворотная призма (рис. 50, л) дает возможность размечать заготовки, установленные под углом к рабочей поверхности плиты.

Призму 9 вместе с заготовкой поворачивают на нужный угол по градуированному сектору 11 относительно основания 13 и фиксируют болтом с барашковой головкой 12.

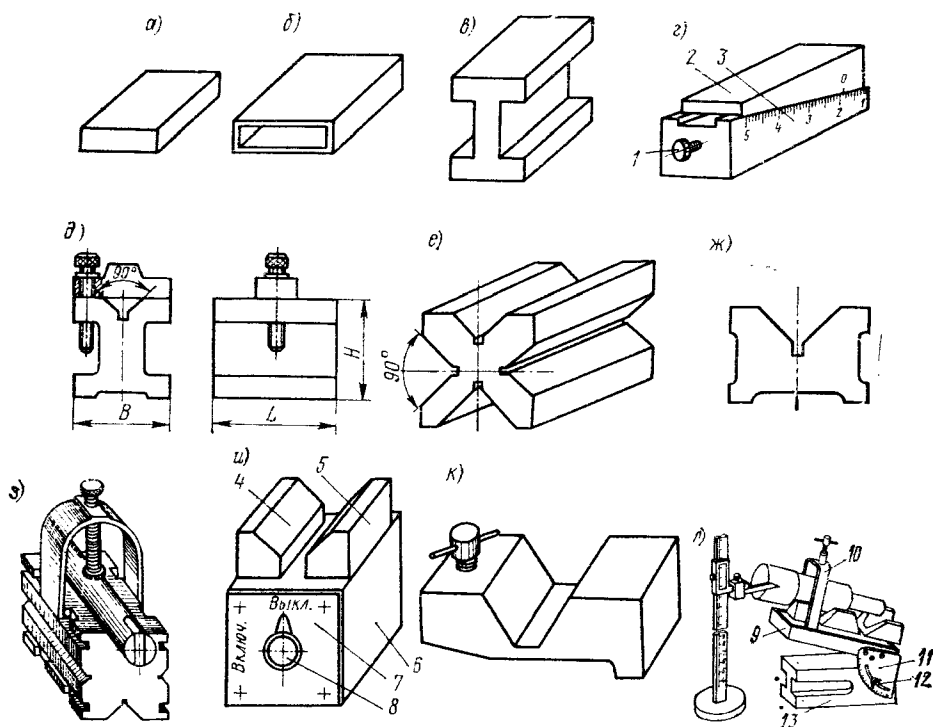


Рис. 50

Подставки для размечаемых на плите заготовок: а — сплошная подкладка; б, в — облегченные подкладки; г — сдвоенный клин; д — призма с одной выемкой и накладкой; е — призма с четырьмя выемками; ж — призма с одной выемкой; з — призма Щербакова; и — призма Алифанова; к — регулируемая призма; л — поворотная призма;

1 — винт; 2 — верхний клин; 3 — нижний клин; 4 и 5 — направляющие; 6 — корпус; 7 — крышка; 8 — выключатель магнитов; 9 — поворотная призма; 10 — крепежная скоба; 11 — поворотный сектор; 12 — барашковая гайка; 13 — основание устройства

Винтовые домкраты различных размеров и конструкций имеют наиболее широкое применение. Они удобны в обращении, так как позволяют постепенно приподнимать или опускать заготовку вывинчиванием или завинчиванием стального винта в пустотелый чугунный корпус. Сверху на винт надета опорная головка.

Наиболее простой домкрат имеет неподвижную шаровую опору (рис. 51, а). Его используют для базирования средних по размерам

и форме заготовок. Вертикальное перемещение опоры без ее вращения осуществляют поворотом вручную гайки 2.

При разметке крупных заготовок любой конфигурации применяют домкраты с закаленным шариком в опорной головке (рис. 51, б). Такие домкраты значительно облегчают базирование заготовок. В основание домкрата запрессовано стальное шлифованное кольцо, благодаря которому домкрат легко перемещается по разметочной плите.

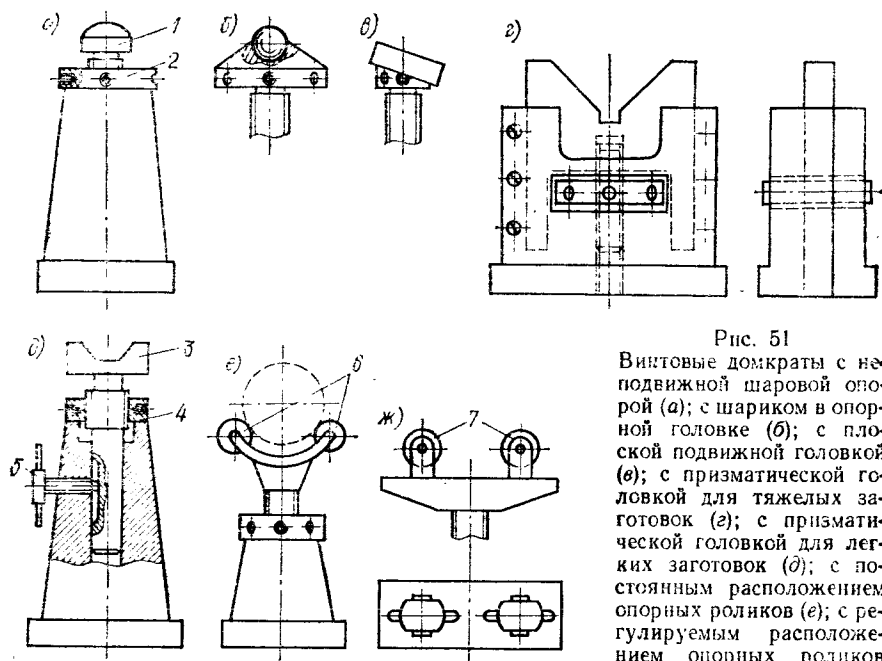


Рис. 51

Винтовые домкраты с неподвижной шаровой опорой (а); с шариком в опорной головке (б); с плоской подвижной головкой (в); с призматической головкой для тяжелых заготовок (г); с призматической головкой для легких заготовок (д); с постоянным расположением опорных роликов (е); с регулируемым расположением опорных роликов (ж);

1 — опора; 2 и 4 — гайки; 3 — призма; 5 — стопорный винт; 6 и 7 — опорные ролики

Домкрат с подвижной головкой на шаровой опоре (рис. 51, в) применяют для установки заготовок неправильной формы.

Призматические домкраты используют при базировании заготовок по цилиндрическим поверхностям. Для тяжелых заготовок используют домкрат с массивным корпусом (рис. 51, г).

Для сравнительно легких заготовок используют домкрат, приведенный на рис. 51, д. В нем при помощи винта 5 исключается вращение призмы 3 и производится ее закрепление на нужной высоте. Перемещение призмы осуществляется поворотом гайки 4.

При помощи роликовых домкратов (рис. 51, е, ж) размечаемую заготовку перемещают по высоте и легко поворачивают. Домкрат с передвигающимися роликами (рис. 51, ж) позволяет расширить диапазон диаметров устанавливаемых на нем заготовок. Ролики изготовляют бочкообразными, закалывают и шлифуют.

§ 39. Разметочные машины

В последние годы получают распространение разметочные машины разнообразных конструкций. Они позволяют механизировать разметку и исключить применение разметочных плит.

Машина Ефимова (рис. 52) имеет базовую площадку 2, которая устанавливается горизонтально при помощи домкратов 1, 10, 13 на полу цеха. На площадке смонтирована плита 5 с зубчатым сектором 3, которая от привода 8 и червяка 4 может поворачиваться

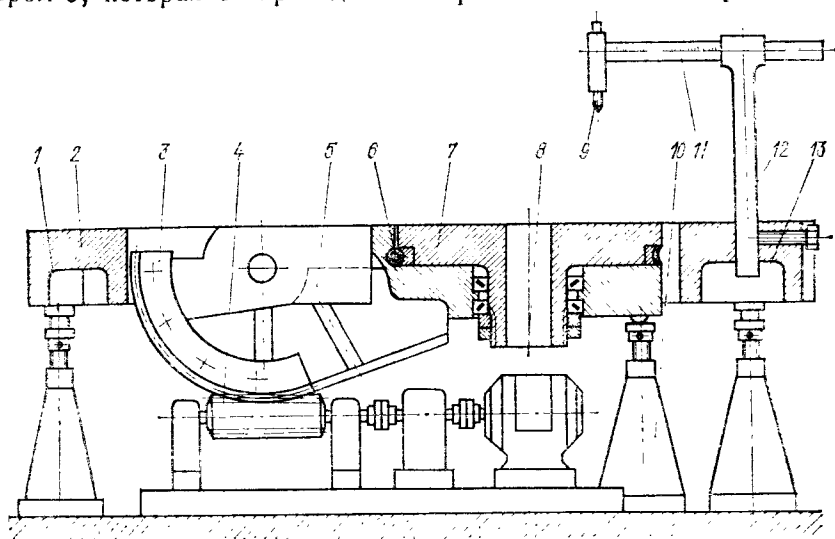


Рис. 52

Разметочная машина Ефимова:

1, 10, 13 — домкраты; 2 — базовая площадка; 3 — зубчатый сектор; 4 — червяк; 5 — поворотная плита; 6 — червячная пара; 7 — поворотная планшайба; 8 — электродвигатель; 9 — кернер; 11 — штанга; 12 — стойка

в вертикальной плоскости на угол до 90° . На плите смонтирована планшайба 7, предназначенная для установки размечаемой заготовки. Планшайба с заготовкой может поворачиваться вокруг вертикальной оси при помощи червячной пары 6. На базовой площадке смонтирована подвижная вертикальная стойка 12, на которой установлена передвигаемая штанга 11 с подпружиненным кернером 9. Штанга имеет линейную миллиметровую шкалу. Ударами молотка по кернеру накернивают заготовку в любом возможном ее положении на машине.

Контрольные вопросы

1. Какое назначение имеют разметочные столы и разметочные плиты?
2. Назовите характеристики разметочных плит.

3. Как проверяется горизонтальность разметочной плиты?
4. Дайте определение неплоскостности разметочной плиты.
5. Как проверяется неплоскостность разметочной плиты?
6. Назовите устройства с дополнительными плоскостями и для каких целей их применяют.
7. Перечислите устройства для опоры заготовок на разметочной плите.
8. Дайте определение разметочной машине.

Глава 7

ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ РАЗМЕТКИ

§ 40. Измерительные инструменты и приборы

При разметке используют основные и вспомогательные средства измерения и счетно-решающие устройства. Первые позволяют определить искомый размер по шкале инструмента, который прикладывают непосредственно к измеряемой поверхности. Вторые прикладывают к измеряемой поверхности, а затем переносят для отсчета размера на измерительную линейку. Счетно-решающие устройства применяют для упрощения или замены математических расчетов, которые встречаются в работе разметчика.

Измерение длин до 3 м производят стальными измерительными линейками с миллиметровыми делениями. Иногда применяют линейки с делениями 0,5 мм.

Линейки по ГОСТ 427—75 с верхними пределами измерения 150 и 300 мм имеют две шкалы (рис. 53, а); с пределами измерения 500 и 1000 мм — одну шкалу (рис. 53, б). Толщина линеек зависит от предела измерения и составляет от 0,4 до 1,0 мм; ширина — от 18 до 40 мм. Началом шкалы является торцовая грань, которая должна быть прямой и перпендикулярна к продольному ребру линейки. Закругленный конец линейки имеет отверстие для подвешивания. Точность линейки определяется величиной просвета между поверочной плитой и плоскостью линейки, положенной на плиту (шкалой вверх), которая не должна превышать 0,5 мм для линеек с длиной шкалы 150—500 мм и 0,7 мм — для линеек с длиной шкалы 1000 мм.

Тонкие измерительные линейки иногда используют для проведения плавных кривых рисок. Для этого линейку ребром ставят на размечаемую поверхность и выгибают по контрольным знакам. Затем вдоль изогнутого ребра проводят чертилкой риску.

В практике разметки применяют также нестандартные измерительные линейки толщиной 6—8 мм прямоугольного сечения, дли-

ной до 3 м. Некоторые из них имеют одну скошенную кромку со шкалой. Толстые линейки удобны для проведения прямых рисок.

Специальные разметочные линейки (рис. 53, в) имеют две шкалы. На одной нулевое деление расположено посередине. Такие линейки сокращают число измерений и упрощают расчеты при разметке заготовок, имеющих оси симметрии.

Комбинированные линейки Борисова (рис. 53, г) изготавливают из двух стандартных измерительных линеек. Одну линейку с правого края обрезают так, чтобы ее торец совпадал с последним штрихом. Линейки соединяют хомутиком из алюминия, концы которого скрепляют винтами. В центре хомутика устанавливают стопорный винт с барашковой головкой. Такая линейка позволяет проводить измерения длины в труднодоступных местах и в случае отсутствия у разметчика линеек необходимой длины. При измерении линейки раздвигают в соответствии с измеряемой величиной и закрепляют в хомутике стопорным винтом. Искомый размер получают суммированием длины укороченной линейки с отсчетом по шкале второй линейки.

Рулетки с плоской стальной измерительной лентой по ГОСТ 7502—80 применяют для измерения больших длин. На ленте нанесена миллиметровая или сантиметровая шкала, длина которой бывает 1—100 м. Начало шкалы рулеток А удалено от торца ленты, рулеток Б — совпадает с торцом. Рулетки выпускают с толщиной ленты от 0,06 до 0,5 мм. Вытяжной конец ленты может быть с кольцом, с держателем для закрепления на измеряемой заготовке или с натяжным грузом.

Угловая линейка (рис. 53, д) удобна для измерения и разметки обработанной цилиндрической поверхности. Одна полка линейки имеет скошенную поверхность со шкалой, которая служит для перенесения и отсчета размеров. Вдоль второй полки чертилкой проводят

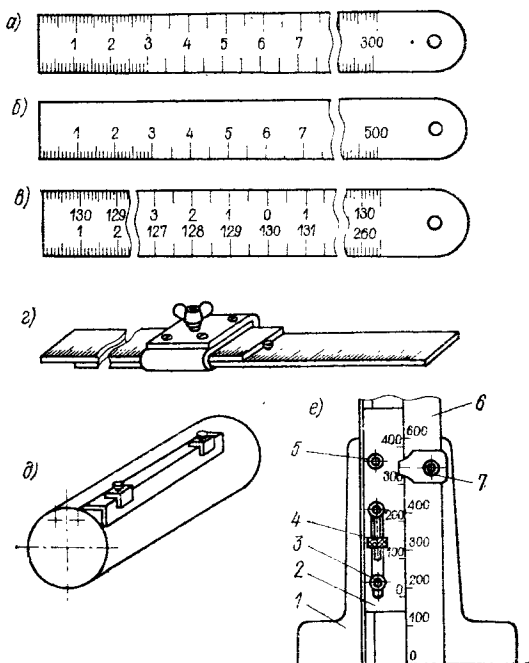


Рис. 53
Линейки:

1 — стойка; 2 — подвижная линейка; 3 — винт предварительного закрепления линейки; 4 — микрометрический винт; 5 — винт окончательного закрепления линейки; 6 — неподвижная линейка; 7 — движок (указатель высоты)

риски, параллельные образующей цилиндрической поверхности.

Измерения от рабочей поверхности плиты в перпендикулярном к ней направлении производят стандартными штангенрейсмасами (см. п. 41), а при их отсутствии — вертикальной линейкой. Такая линейка представляет собой устройство (см. рис. 43, а), в котором специальная толстая линейка длиной от 500 до 3000 мм установлена на массивном основании.

Более совершенное устройство (рис. 53, е) имеет две линейки — неподвижную и подвижную. Его применяют для отложения нескольких размеров, заданных от одной базы (оси, линии и т. д.). При работе с устройством на высоте заданной базы по неподвижной линейке 6 устанавливают и фиксируют стопором движок 7. С его установочным штрихом сначала приблизительно совмещают нулевое деление подвижной линейки 2, которая фиксируется винтом 3. Окончательная установка линейки осуществляется при помощи микрометрического винта 4 и фиксатора 5. Дальнейший отсчет требуемых размеров ведут по шкале подвижной линейки. Применение такой линейки сокращает затраты времени на пересчет размеров и повышает их точность.

Используются устройства, в которых нулевой штрих находится на середине подвижной линейки, что уменьшает время на отложение размеров вверх и вниз от заданной линии. Точность измерения линейками с миллиметровыми делениями не превышает 0,5 мм.

Штангенциркуль — универсальный инструмент, предназначенный для измерения диаметров и длин поверхностей заготовок и деталей и толщин их стенок. На рис. 54 приведены примеры использования всех типов штангенциркулей, изготавливаемых по ГОСТ 166—80.

Штангенциркуль типа ШЦ-I — двусторонний, т. е. для наружных и внутренних измерений, с глубиномером, имеет пределы измерений 0—125 мм; ШЦТ-I — односторонний, для наружных измерений, с глубиномером, с покрытием губок твердым сплавом, имеет пределы измерений 0—125 мм; ШЦ-II — двусторонний с пределами измерений 0—160; 0—200 и 0—250 мм; ШЦ-III — односторонний девяти размеров с пределами измерений от 0—315 до 800—2000 мм. Для разметочных работ применяют штангенциркули с значенным отсчета по нониусу 0,1 мм.

Односторонние инструменты применяют главным образом для измерения диаметров наружных поверхностей. В отдельных случаях при их помощи можно рассчитать диаметр внутренней поверхности (рис. 54, б).

Во многих случаях измерения производят вспомогательными инструментами. Наружные диаметры, длину, ширину или толщину охватывают кронциркулем (рис. 55) обыкновенным, а лучше — пружинным. У исправного инструмента концы ножек, называемые губками, должны при сближении соприкасаться без просвета. Несоблюдение этого правила увеличивает неточность измерения. Для определения размера кронциркуль необходимо держать в руке свободно. На охватываемый размер он должен входить под действием

собственной массы. Уменьшение или увеличение раствора обыкновенного кронциркуля при измерении необходимо производить легкими ударами одной из его ножек о какой-либо твердый предмет. Раствор пружинного кронциркуля, который отличается большей устойчивостью ножек, регулируют стяжным винтом.

Установленный по измеряемой поверхности кронциркуль прикладывают к измерительной линейке и определяют размер. Необходимо помнить, что перекося кронциркуль при установке на измеряемой поверхности или на линейке приводит к значительному увели-

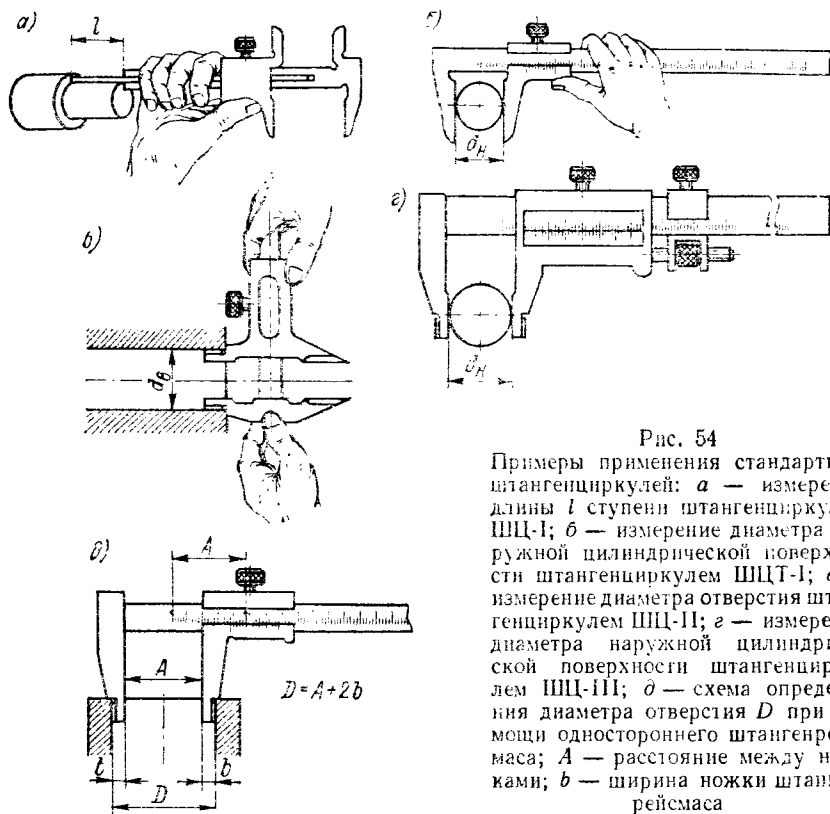


Рис. 54

Примеры применения стандартных штангенциркулей: *a* — измерение длины l ступени штангенциркулем ШЦ-I; *b* — измерение диаметра наружной цилиндрической поверхности штангенциркулем ШЦ-I; *c* — измерение диаметра отверстия штангенциркулем ШЦ-II; *d* — измерение диаметра наружной цилиндрической поверхности штангенциркулем ШЦ-III; *e* — схема определения диаметра отверстия D при помощи одностороннего штангенрейсмаса; A — расстояние между ножками; b — ширина ножи штангенрейсмаса

чению размера. Иногда при помощи кронциркуля и простых расчетов определяют толщину стенки.

Определение диаметров отверстий, различных углублений или расстояний между поверхностями заготовок производят вспомогательными инструментами, которые называются нутромерами (рис. 56). Наиболее широко применяют обыкновенные и пружинные нутромеры. Нутромеры с ножками, загнутыми в одну сторону, удобно использовать для измерения расстояния между центрами отверстий, между выступами или от кромки заготовки.

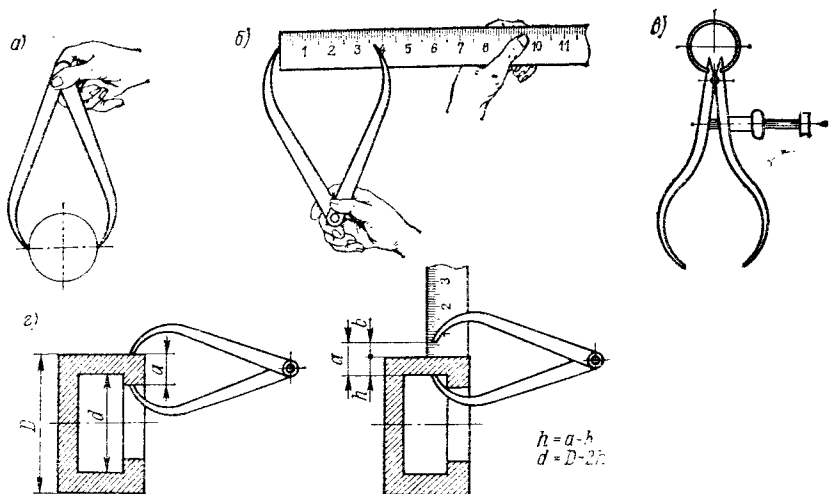


Рис. 55

Примеры применения кронциркулей: *а* — установка обыкновенного кронциркуля на измеряемую поверхность; *б* — определение размера диаметра поверхности; *в* — пружинный кронциркуль; *г* — определение размеров диаметра внутренней поверхности и толщины стенки цилиндра при помощи кронциркуля и измерительной линейки

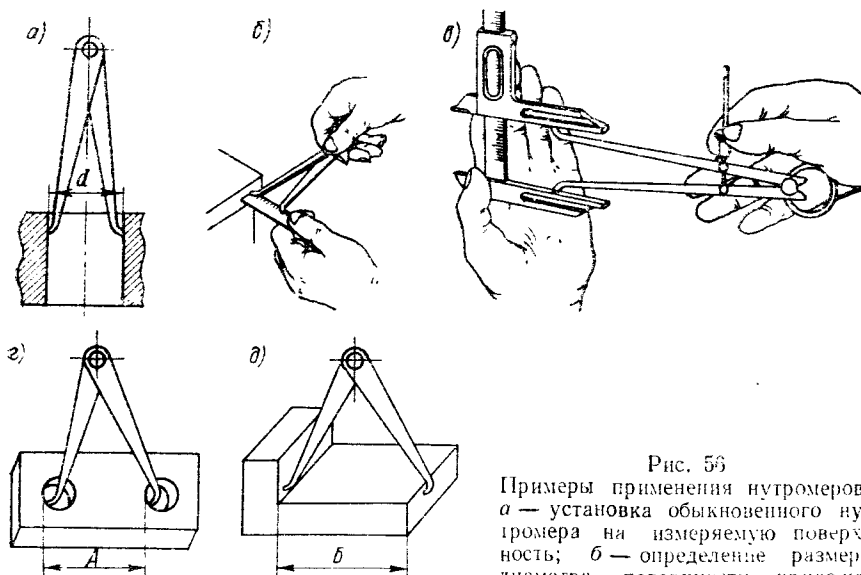


Рис. 56

Примеры применения нутромеров: *а* — установка обыкновенного нутромера на измеряемую поверхность; *б* — определение размера диаметра поверхности приложением нутромера к измерительной линейке; *в* — определение размера, снятого пружинным нутромером, с помощью штангенциркуля; *г* — определение расстояния *A* между центрами двух отверстий равного диаметра нутромером с ножками, загнутыми в одну сторону; *д* — определение нутромером расстояния *B* между уступами

Точность измерения кронциркулем и нутромером зависит от их качества и в большей степени от квалификации разметчика. Опытный разметчик быстро производит измерения с точностью до 0,1 мм.

Усовершенствованные кронциркуль и нутромер (рис. 57) имеют дуговую шкалу и стрелку, которые указывают расстояние между губками, и поэтому их не надо прикладывать к измерительной линейке. Эти инструменты быстро изнашиваются и теряют точность, поэтому их следует использовать только в тех случаях, когда обычные инструменты применить невозможно.

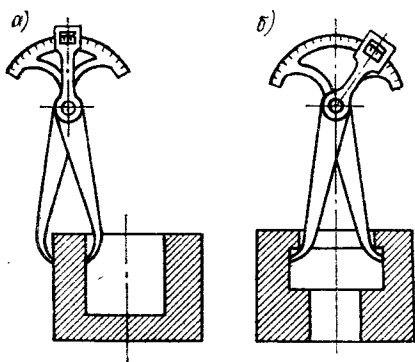


Рис. 57
Усовершенствованные кронциркуль
(а) и нутромер (б)

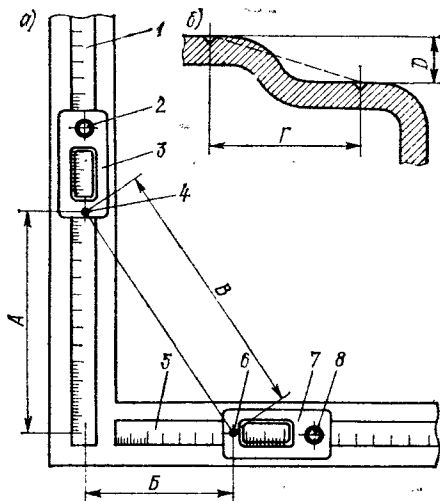


Рис. 58
Угольник-штангенциркуль (а) и схема
определения им расстояния между точ-
ками на разных уровнях (б);
1 и 5 — измерительные линейки; 2 и 8 —
стопорные винты; 3 и 7 — движки с ноу-
сом; 4 и 6 — керны

Примером счетно-решающих устройств является угольник-штангенциркуль (рис. 58). Он позволяет по двум катетам прямоугольного треугольника, величины которых A и B откладывают на шкалах при помощи движков, определить без вычислений длину гипотенузы B . Для этого ножки разметочного циркуля следует поставить в керны A и B движков 3 и 7. Движки должны быть предварительно закреплены стопорными винтами. При помощи этого инструмента можно также по заданным размерам катета и гипотенузы определить величину второго катета.

§ 41. Инструменты для нанесения рисок

Инструменты для нанесения рисок разделяют на три группы: чертилки, рейсмасы и циркули. Чертилки используют подобно карандашу для проведения рисок по линейкам, шаблонам и эталонным деталям при плоскостной разметке. Рейсмасы — более сложный инструмент, предназначенный для проведения рисок, определенным

образом ориентированных относительно рабочей поверхности разметочной плиты или других направляющих поверхностей. Циркули предназначены для нанесения окружностей и дуг, для геометрических построений и переноса размеров с измерительных линеек на заготовки.

Чертилки (ГОСТ 24473—80) изготавливают четырех типов (рис. 59, а—г). Каждый тип имеет два исполнения: 1 — ножки из стали У7 или У8; 2 — ножки из стали 45 с острием из твердого сплава ВК6 или ВК8. Твердость ножек из стали должна быть 52—56 HRC на расстоянии не менее 30 мм от острия. Длина шлифованной части острия должна быть не менее 5 мм.

Стальное острие по сравнению с твердосплавным быстрее притупляется, что ухудшает качество наносимых рисок и снижает точность разметки.

Чертилкой с загнутым рабочим концом удобно производить разметку в труднодоступных местах. Чертилки с кольцом на конце или с накатанной утолщенной рукояткой не скатываются с разметочной плиты и не закатываются под размечаемую заготовку. Их можно повесить на крючок или поместить в специальный паз инструментального шкафа.

Чертилки каждого типа изготавливают нескольких размеров: типа I — общая длина 150 и 250 мм; типа II — диаметр рабочего конца 3 и 5 мм, общая длина 125, 150 и 200 мм; типа III — угол изгиба конца 30, 60 и 90°; типа IV — те же углы изгиба, диаметр рабочего конца 3 и 5 мм; общая длина 150, 200 и 250 мм.

При отсутствии покупных чертилки изготавливают из стальной проволоки диаметром 4—6 мм. Нарезанные заготовки длиной около 200 мм правят, затем закалывают рабочий конец на длине 20—40 мм и затачивают его на конус. Нагрев под закалку до температуры 760—780 °С и охлаждение в воде комнатной температуры при вертикальном погружении заготовки несколько выше светло-красного каления. Образование конуса и его заточку производят шлифовальным кругом. Во избежание отпуска острие при шлифовании периодически охлаждают в воде. Чертилку, оснащенную твердым сплавом, затачивают алмазным кругом без охлаждения в жидкости.

Наряду со стандартными применяются карманные чертилки в виде карандаша с внутренним стержнем, оснащенным твердосплавным острием. Например, чертилка Андреева (рис. 59, д) имеет стержень с углом конуса острия 20°. Стержень выходит или входит в корпус при вращении верхней или нижней его втулки. Втулки вращаются на четырех шариках диаметром 2 мм, которые заводят при сборке чертилки через продольный паз. Простым держателем чертилка закрепляется в кармане разметчика.

Плоскую чертилку (рис. 59, е) длиной 200—500 мм используют для нанесения рисок в тех случаях, когда направляющие плоскости, по которым перемещается чертилка, невозможно вплотную подвести к размечаемой поверхности. Чертилку изготавливают из полосы углеродистой стали. Направляющее ребро чертилки необходимо тщательно обработать, а на ее концы рекомендуется приклеить пла-

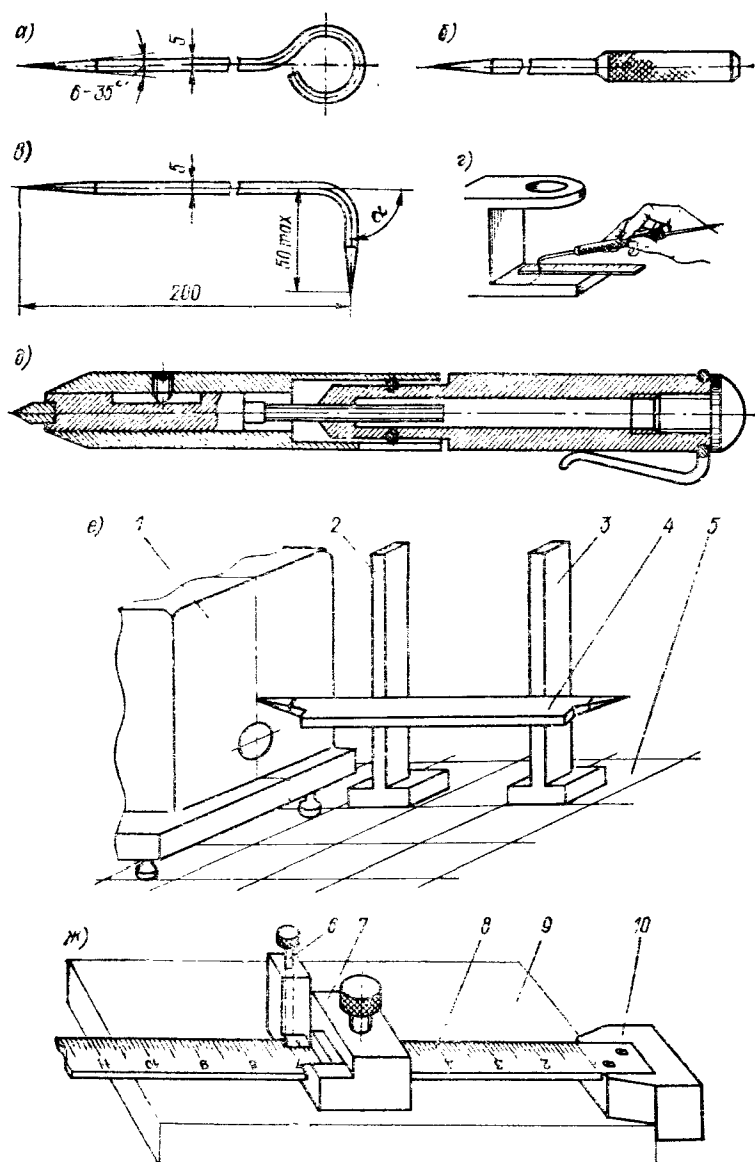


Рис. 59

Чертилки: а — прямая односторонняя; б — прямая односторонняя с рукояткой; в — изогнутая двусторонняя; г — нанесение риски изогнутой двусторонней чертилкой с рукояткой; д — карманная чертилка Андреева; е — пример использования плоской чертилки; ж — чертилка Бебека; 1 и 9 — размечаемые заготовки; 2 и 3 — направляющие угольники; 4 — плоская чертилка; 5 — разметочная плита; 6 — проволочная чертилка; 7 — движок; 8 — линейка; 10 — угольник

стинки твердого сплава. Затачивать чертилку следует только по скосам.

Усовершенствованная чертилка Бебека (рис. 59, ж) предназначена для проведения прямых рисок на обработанных плоскостях. Чертилка установлена в движок, перемещающийся вручную по измерительной линейке, прикрепленной к угольнику. Движок имеет риску, которая точно устанавливается против соответствующего деления на линейке. Устройство можно передвигать вдоль края заготовки и проводить параллельные риски.

Рейсмасы по характеру выполняемой работы разделяют на два вида: рейсмасы для нанесения рисок, параллельных рабочей поверхности плиты, и рейсмасы для проведения рисок, не параллельных рабочей поверхности. По конструктивному исполнению рейсмасы подразделяют на штангенрейсмасы, простейшие рейсмасы, многошильные, комбинированные и специальные.

Штангенрейсмас предназначен для проведения рисок, параллельных рабочей поверхности плиты, на определенном расстоянии от нее. Он состоит из массивного основания, на котором закреплена вертикальная измерительная линейка с подвижной рамкой. На рамке закреп-

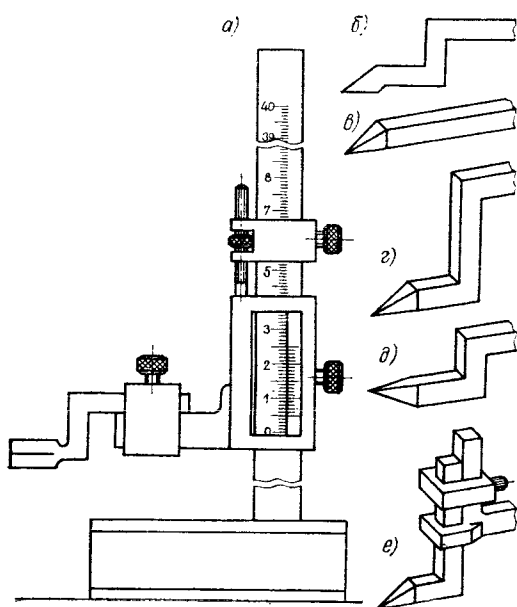


Рис. 60

Стандартный штангенрейсмас с измерительной ножкой (а) и сменные разметочные ножки к нему: б — стандартная; в — прямая; г — коленчатая; д — коленчатая с загнутым острием; е — комбинированная

ляется чертилка, острие которой можно установить на заданной высоте.

Для разметочных работ широко применяют штангенрейсмасы по ГОСТ 164—80 (рис. 60) с пределами измерения 100—1000 мм, 600—1600 мм и 1500—2500 мм. Каждый из них укомплектован сменными измерительной и разметочной ножками. Последняя имеет острие из твердого сплава. Рабочие поверхности ножек при одном и том же расположении рамки располагают на одной высоте, определяемой со значением отсчета по нониусу 0,1 мм. При перемещении рейсмаса по разметочной плите острие разметочной ножки подводят до касания с размечаемой заготовкой, оставляя на ней риску на установленной высоте. Пользуясь измерительной ножкой, можно опре-

делить высоту, на которой расположена ранее проведенная на заготовке риска.

Один комплект стандартных ножек быстро изнашивается и в некоторых случаях при разметке и измерениях не подходит. Поэтому опытные разметчики изготавливают дополнительный набор разметочных ножек, оснащенных твердым сплавом. Примеры таких ножек приведены на рис. 60, в—е.

Прямую ножку длиной до 300 мм используют для нанесения рисок с большим вылетом острой части на открытых поверхностях. Коленчатую ножку применяют для прочерчивания рисок на неболь-

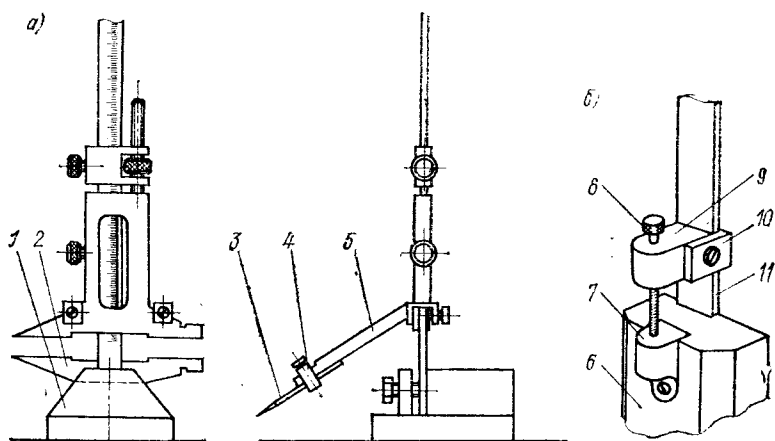


Рис. 61

Штангенрейсмасы Замахова и Захарова:

- 1 — основание; 2 — штангенциркуль; 3 — чертилка; 4 — хомут; 5 — кронштейн;
6 — стойка рейсмаса; 7 — кронштейн; 8 — винт; 9 — горизонтальная пластина;
10 — щека; 11 — измерительная линейка

шой высоте (15—20 мм) от плоскости плиты. Коленчатая ножка с загнутым влево или вправо острием под углом 30° предназначена для нанесения рисок сбоку заготовки, когда прямой ножкой это сделать невозможно. Комбинированная ножка позволяет наносить риски в труднодоступных местах, например, за буртиком и т. д. Чертилку в этой ножке можно повернуть в любое из четырех положений, поднять и опустить. Закрепляют чертилку хомутиком. Риски при этом проводят от ранее нанесенных осей, линий или от кромок заготовки.

Кроме стандартных штангенрейсмасов опытные разметчики применяют другие конструкции, повышающие производительность разметки, например, штангенрейсмас Замахова (рис. 61, а), состоящий из основания, в прорези которого закреплен винтом в вертикальном положении стандартный штангенциркуль. К его подвижной рамке присоединяется винтами угловой кронштейн, на конце которого при помощи хомутка закрепляется чертилка. Для удобства разметки вылет черилки должен быть таким, чтобы касание ее острием поверхности разметочной плиты происходило при нулевом отсчете на шкале

штангенциркуля. Такой инструмент расширяет возможности разметки и используется при отсутствии стандартного штангенрейсмаса требуемого размера.

Штангенрейсмас Захарова (рис. 61, б) имеет стандартную измерительную линейку, которую можно перемещать в вертикальном направлении по продольному пазу стойки рейсмаса. Механизм перемещения состоит из двух щек, прикрепляющих линейку к горизонтальной пластине. В пластину ввинчивают винт, который не имеет осевого перемещения. Винт фиксируется в кронштейне, неподвижно закрепленном на стойке штангенрейсмаса. На измерительной линейке устанавливают подвижную рамку с чертилкой. Такое устройство позволяет расположить нулевое деление линейки на высоте измерительной базы заготовки, от которой заданы размечаемые риски. Штангенрейсмасом Захарова проводят параллельные риски, исключая расчеты расстояний между ними.

Простейшие рейсмасы (см. рис. 43, а) обычно состоят из трех основных частей: прямоугольного или круглого массивного основания; соединенной с ним стойки и чертилки. Чертилка может быть установлена на разной высоте, под оптимальным углом относительно размечаемой поверхности и с минимальным вылетом в зависимости от выполняемой работы. Последние две особенности являются преимуществом по сравнению со штангенрейсмасами. Простейшие рейсмасы имеют более низкую точность и поэтому применяются для обычной разметки. Они же регламентируются и изготавливаются предприятиями, на которых используется разметка.

На рис. 62, а приведен рейсмас для нанесения рисок на высоте до 3500 мм от поверхности разметочной плиты. Он состоит из круглого основания, к которому при помощи переходного кольца приварена трубчатая стойка. Чертилка, выполненная из пластины, имеет паз для изменения величины ее вылета. При помощи шпильки, шайбы и барашковой гайки чертилка крепится под необходимым углом к хомутику. Положение хомутика по высоте на стойке фиксируется гайкой и шпилькой. Рейсмасы большой высоты имеют массу до 80—100 кг, что значительно затрудняет их передвижение и снижает точность разметки. Улучшение условий труда разметчиков достигается применением рейсмасов с шариковыми опорами.

При работе рейсмасом большой высоты возникают колебания чертилки, которые вызваны неровностями размечаемой поверхности и колебаниями стойки рейсмаса. Колебания чертилки нарушают плавность и точность проводимых рисок. Для устранения этого недостатка опытные разметчики устанавливают на рейсмасе амортизирующее устройство. Пример такого устройства конструкции Мякина приведен на рис. 62, б. В нем чертилка состоит из двух частей: планки и иглы, соединенных осью и пружиной. При прочерчивании риски острие иглы под действием пружины равномерно прижимается к размечаемой поверхности и происходит гашение колебаний иглы в горизонтальной плоскости.

Многошильные рейсмасы имеют на одной стойке от трех до шести чертилок, каждая из которых может быть установлена на своей раз-

мер по высоте. Из ряда конструкций этого типа наиболее простая — рейсмас для фронтальной разметки, приведенный на рис. 63. Он состоит из круглого основания, жестко соединенного со стойкой, надетой на ней трубы 4 вместе с установленными на ней втулками 5. На каждой втулке при помощи хомутника закреплена изогнутая чертилка, острье которой может быть закрыто предохранительной втулкой. Вся система настроенных по высоте чертилок поднимается или

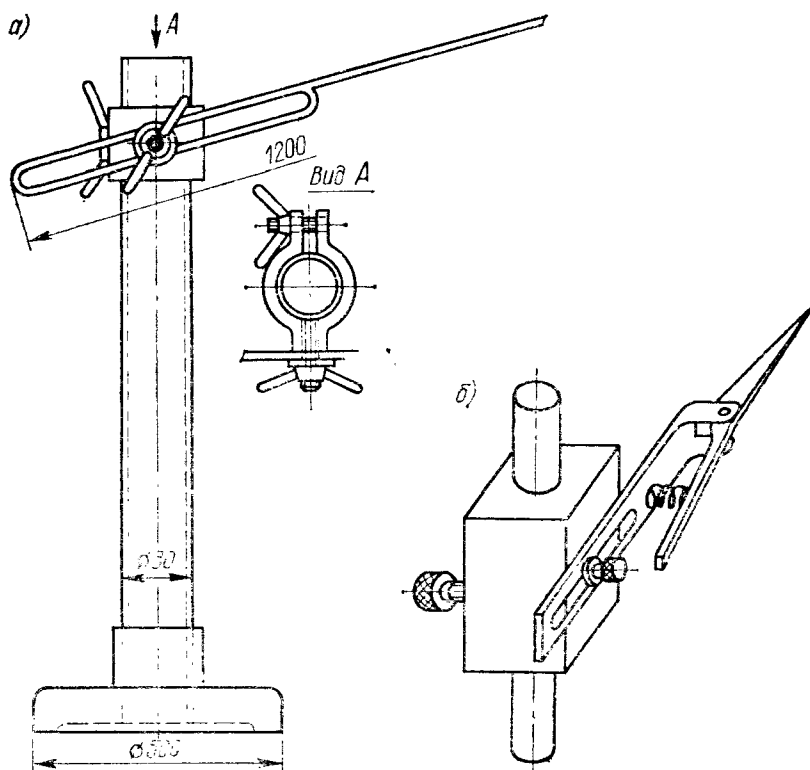


Рис. 62

Простейший высокий рейсмас (а) и амортизирующее устройство для чертилки (б)

опускается с помощью винта 11 и фиксируется стопором 3. Гайки с ушками 10 предназначены для фиксации втулок на трубе и исключают их вращение вокруг вертикальной оси рейсмаса. Острье чертилки на заданный размер предварительно устанавливается по вертикальной линейке перемещением хомутника по втулке 5.

Окончательно чертилку устанавливают вращая ее вокруг своей оси, для чего используют лыску на тупом конце чертилки и специальный ключ. По условиям техники безопасности чертилки следует располагать в плане веером в пределах угла 120° , что достигается поворотом втулок 5. Иногда целесообразно втулки не закреплять,

что позволяет одновременно прижимать к размечаемой поверхности две-три чертилки. Основные достоинства рейсмаса — повышение производительности разметки, особенно при необходимости выкраивания детали из заготовки, и уменьшение количества необходимых для работы инструментов.

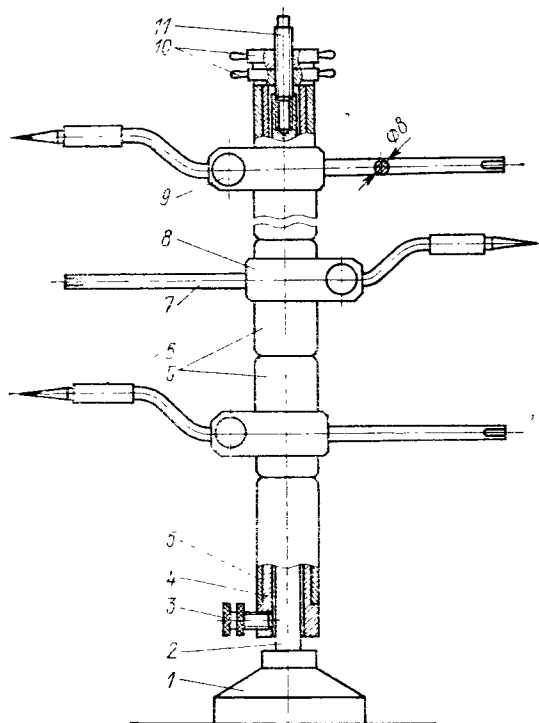


Рис. 63

Многошильный рейсмас Крючка:

- 1 — основание; 2 — стойка; 3 — стопорный винт;
4 — труба; 5 — втулка; 6 — защитный колпачок;
7 — чертилка; 8 — хомут; 9 — крепежный винт;
10 — гайка с ушками; 11 — регулировочный винт

Комбинированные рейсмасы представляют собой соединение штангенрейсмаса или простейшего рейсмаса с различными инструментами или приспособлениями. Комбинированные рейсмасы различают двух типов: рейсмасы-центроискатели и рейсмасы с программной настройкой.

Из ряда конструкций рейсмасов-центроискателей широкое применение получили стандартные штангенрейсмасы, соединенные с приставкой-центроискателем (рис. 64). Их рационально применять при выполнении на разметочной плите технологических операций, связанных с отысканием центров и нанесением центровых рисок отверстий, валов и цилиндрических выступов, а также для определения межцентровых расстояний, прогибов заготовки и т. д.

Приставку, которая может быть с угловым вырезом или с угловым выступом, насаживают на разметочную ножку штангенрейсмаса и закрепляют винтом. При этом биссектриса угла приставки должна быть на уровне острия чертилки. При разметке штангенрейсмас подводят до касания угловых кромок приставки с образующими размечаемой поверхности. Отсчет размера, соответствующего этой высоте, получают по шкале и нониусу штангенрейсмаса. Затем приставку снимают и прочерчивают риску острием разметочной ножки.

Простейшая конструкция рейсмаса с программной настройкой (рис. 65) представляет собой соединение стандартного штангенрейсмаса 1 с программным устройством при помощи кронштейнов 2 и 4. Программное устройство состоит из стойки 6, установочной планки 7, перемещающейся вдоль стойки при помощи микрометрического винта 5. Планка фиксируется винтами 13 и 14, заданные размеры для

нанесения рисок на установочной планке — специальными упорными хомутиками 8, 9, 11, которые закрепляют винтами 12. Установка рамки рейсмаса при ее опускании на высоту, зафиксированной упорным хомутиком, осуществляется рычагом-защелкой с пружиной 10, который выступом своим упирается в верхнюю установочную плоскость хомутика. При нажатии пальцем на кнопку 15 рычаг-защелка выходит из зацепления с хомутиком и рамка 3 свободно опускается до упора в следующий хомутик.

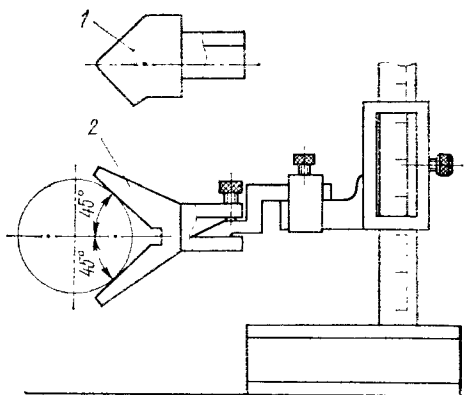


Рис. 64

Штангенрейсмас и приставки-центрировщики к нему:

1 — приставка с угловым выступом; 2 — приставка с угловым вырезом

Подъем рамки происходит без нажатия кнопки благодаря наличию скосов на рычаг-защелке и плоскости установочного хомутика.

Настройку рейсмаса на заданную программу (для проведения нескольких параллельных рисок на требуемой высоте) ведут в следующей последовательности. На разметочной плите устанавливают первую заготовку. Затем при помощи рейсмаса определяют положение по высоте измерительной базы заготовки, которое фиксируют рамкой. После этого базовый упорный хомутик устанавливают на планке 7 так, чтобы его верхняя установочная плоскость коснулась нижней поверхности выступа рычага-защелки. Затем ослабляют стопор рамки и перемещают ее до требуемого отсчета по шкале и нониусу рейсмаса. После этого устанавливают в необходимом положении следующий упорный хомутик и т. д. В каждом положении хомутиком прочерчивают рейсмасом риски на заготовке.

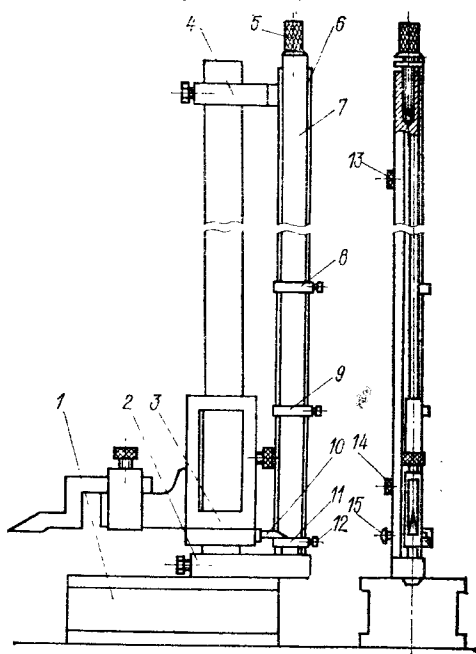


Рис. 65

Рейсмас с программной настройкой Крючка

При разметке последующих заготовок одной партии нет необходимости вести установку всех размеров по рейсмасу. Достаточно установить разметочную ножку на высоту измерительной базы и затем при помощи винта 5 переместить установочную планку до касания соответствующего установочного хомутика с рычагом-защелкой.

Рейсмас с программной настройкой рекомендуется применять при разметке партии заготовок. Это позволяет повысить производительность разметки и уменьшить количество применяемого инструмента. Целесообразно использовать рейсмас и при выкраивании деталей из заготовок, имеющих отклонения от чертежа.

Специальные рейсмасы (рис. 66) предназначены для нанесения рисок, которые невозможно или затруднено провести штангенрейсмасами.

Вертикальным рейсмасом (рис. 66, а) наносят вертикальные риски на криволинейных поверхностях. В нем штанга с чертилкой проходит сквозь вращающийся барабан, который перемещается вертикально вниз вместе с вкладышами по пазам стойки при одновременном качении вокруг своей оси.

Рейсмасом, приведенным на рис. 66, б, удобно пользоваться при разметке по шаблону, который невозможно плотно наложить на размечаемую заготовку. Чертилка в нем должна быть точно пригнана к направляющей части штанги. Под действием пружины чертилка всегда прижимается к размечаемой поверхности. Усилие прижима регулируется колпачком. Острие чертилки (рис. 66, в) должно быть на ребре, которое касается рабочей кромки шаблона, в противном случае при повороте рейсмаса вокруг вертикальной оси оно будет отклоняться от горизонтальной проекции кромки шаблона.

С помощью кругового рейсмаса (рис. 66, г) проводят концентрические риски относительно обработанной наружной или внутренней поверхности заготовки без установки центровой планки. Основными деталями рейсмаса являются корпус с двумя роликами; пропущенная сквозь него штанга, на которой закрепляется чертилка. Необходимый диаметр размечаемой окружности настраивают перемещением штанги с чертилкой. Круговая риска образуется обкатыванием корпуса по боковой поверхности и торцу заготовки.

Разметку дуг и окружностей производят циркулем при наличии на заготовке центра, заданного пересечением рисок или точкой (керном). Если центр задан косвенно (например, расточенным отверстием), то его либо предварительно отыскивают, а затем окружность или дугу проводят циркулем, опираясь на центровую планку, либо применяют специальный рейсмас (см. рис. 66, г).

Разметочные циркули (ГОСТ 24472—80) изготавливают четырех типов (рис. 67). Каждый тип разделяется на два исполнения: 1 — ножки из стали У7 или У8; 2 — ножки из стали 45 с острием из твердого сплава ВК6 или ВК8.

Циркули простые (рис. 67, а) изготавливают семи размеров с длиной ножек $L = 100 \div 400$ мм. Их используют для грубых работ.

Циркули с дугой (рис. 67, б) изготавливают шести размеров с длиной ножек $L = 150 \div 400$ мм. Скрепление ножек при помощи дуги

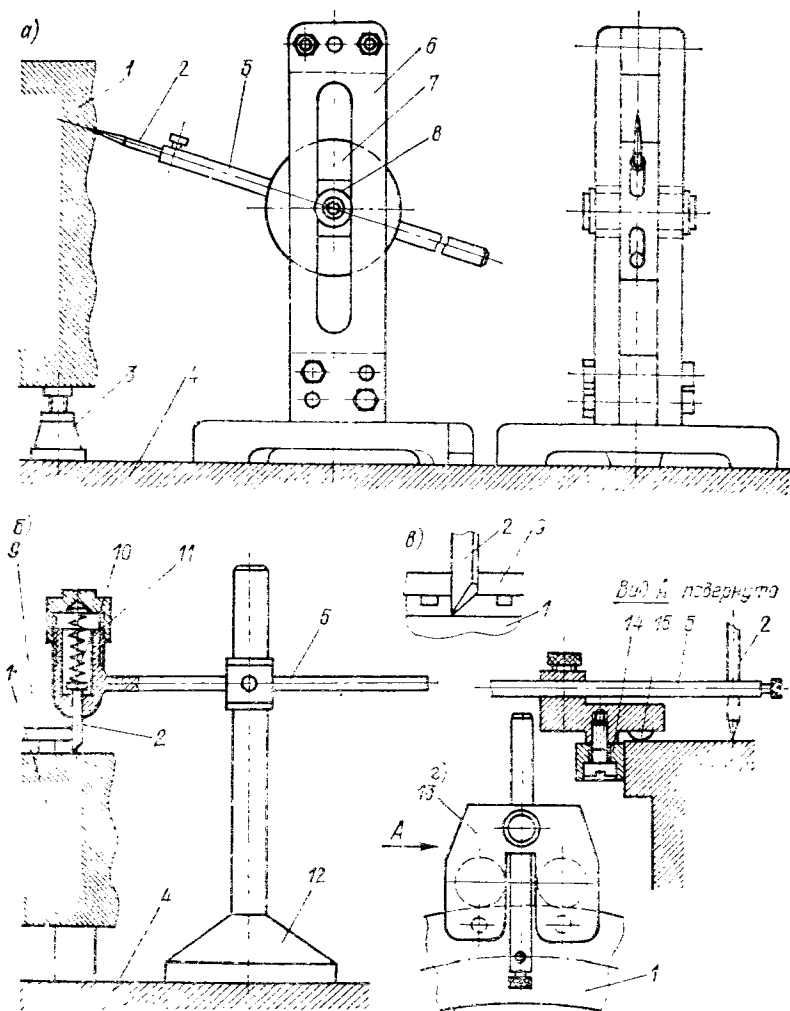


Рис. 66

Специальные рейсмасы: *а* — вертикальный рейсмас Дмитриева; *б* — рейсмас для разметки по шаблону; *в* — шаблон с чертилкой; *г* — круговой рейсмас Дмитриева;

1 — размечаемая заготовка; 2 — чертилка; 3 — подставка; 4 — разметочная плита; 5 — штанга; 6 — стойка; 7 — барабан; 8 — вкладыш; 9 — шаблон; 10 — пружина; 11 — колпачок; 12 — основание; 13 — корпус; 14 — направляющий ролик; 15 — опорный шарик

и винта повышает жесткость циркуля и точность разметки. После установки циркуля на требуемый размер по измерительной линейке и закрепления дуги гайкой разметчик должен снова проверить раствор циркуля, так как при закреплении возможно его изменение.

Циркули с пружиной (рис. 67, в) изготовляют семи размеров с длиной ножек $L = 75 \div 250$ мм. Наличие пружины и винтовой пары позволяет быстро и точно устанавливать раствор циркуля на требуемый размер. Такой циркуль применяют при более точной разметке гладких плоскостей.

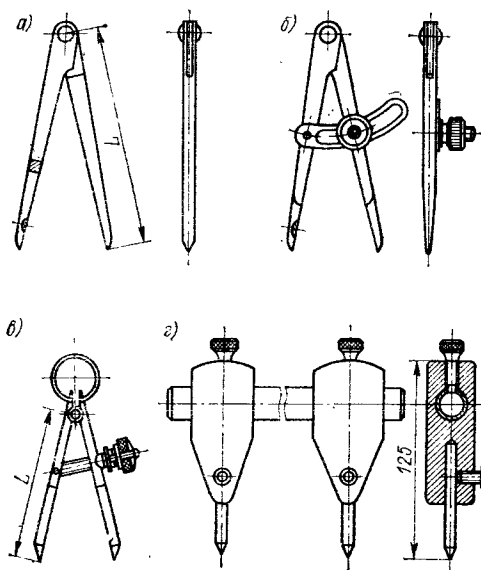


Рис. 67

Стандартные разметочные циркули: а — тип 1 (простой); б — тип 2 (с дугой); в — тип 3 (с пружиной); г — тип 4 (для разметки диаметров до 3150 мм)

Циркулями простым и с дугой производят разметку при раскрытии ножек до 90° , циркулями с пружиной — до 60° . Следует иметь в виду, что с увеличением раствора циркуля возможно соскальзывание его ножек на размечаемой поверхности. Качество циркуля считается удовлетворительным при выполнении двух условий: 1) вершины угла заострения ножек в сжатом положении циркуля сходятся в одной точке (допускается несовпадение не более 0,1 мм) и 2) две окружности, проведенные при одной установке циркуля по и против часовой стрелки, совпадают.

Риски радиусом свыше 250—500 мм (в зависимости от длины ножек циркуля) проводят циркулями четвертого типа, которые имеют

передвижные ножки с иглами, закрепляемые на стальной штанге. Такие циркули изготовляют пяти размеров с максимальным расстоянием между иглами 500; 1000; 2000 и 3150 мм.

Стандартные циркули не всегда можно использовать, а в ряде случаев их применение требует значительной затраты времени на разметку, поэтому многие разметчики используют специальные циркули, некоторые конструкции которых приведены на рис. 68.

Циркуль с шаровым наконечником на одной ножке (рис. 68, а) применяют, когда необходимо нанести круговую риску, concentричную ранее просверленному отверстию в заготовке.

Разметочный штангенциркуль со сменными ножками (рис. 68, б) применяют для разметки окружностей большого диаметра. Он состоит из линейки, двух перемещающихся по ней движков, в которые ввинчиваются острые стальные ножки. Для точной установки ножек

на размер один из движков снабжен микрометрическим устройством. Вместо прямых заостренных ножек можно ввинтить изогнутые, которые превращают штангенциркуль в нутромер или кронциркуль.

Универсальный разметочный штангенциркуль Ласточкина (рис. 68, в) предназначен для разметки окружностей, центры которых

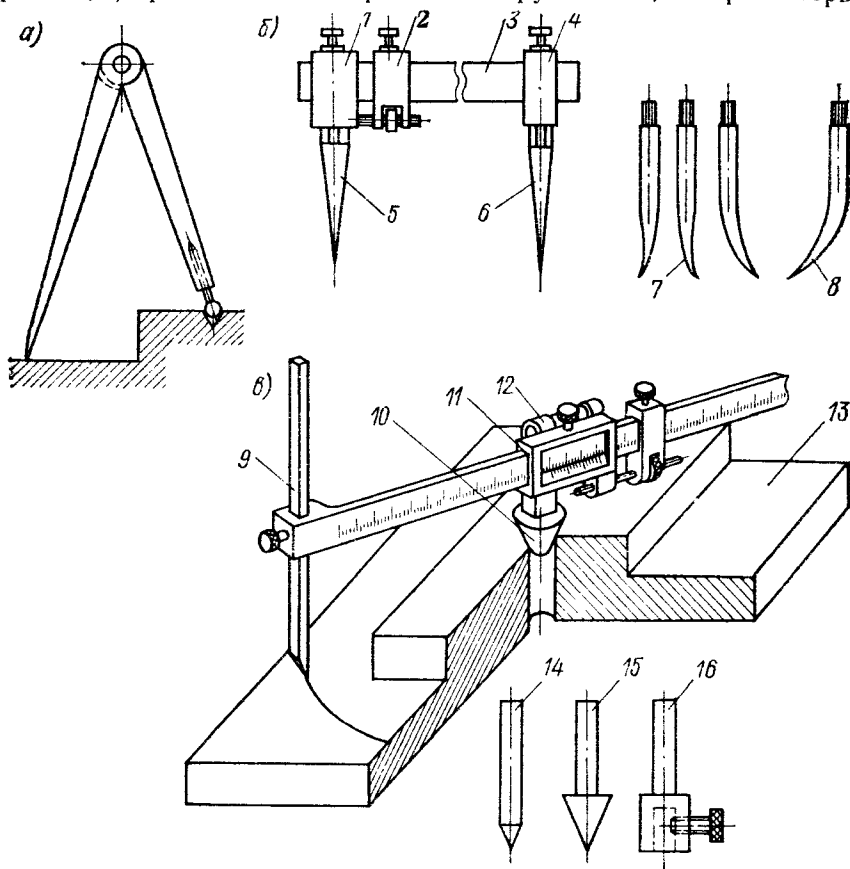


Рис. 68
Специальные циркули:

1, 4 — движки; 2 — микрометрическое устройство; 3 — линейка; 5, 6 — заостренные ножки; 7 — ножки нутромера; 8 — ножки кронциркуля; 9 — плоская чертилка; 10 — центр в виде усеченного конуса; 11 — рамка с нониусом; 12 — уровень; 13 — размечаемая заготовка; 14 — заостренный центр; 15 — конический центр; 16 — удлинитель

лежат в разных плоскостях. В этом инструменте на линейке закреплена плоская чертилка, вылет которой можно изменять. По линейке может передвигаться рамка с нониусом и микрометрическим устройством. В рамке устанавливают и закрепляют сменные ножки с заостренной опорой, коническими опорами (для установки в отверстиях заготовок) или удлинители. При работе с универсальным штангенциркулем предварительно ставят центрирующую опору, соответствующую базовому центру (керну, пересечению осевых рисок или от-

верстину заготовки); на размечаемую плоскость устанавливают чертилку. Затем необходимо проверить по уровню, помещенному на рамке, горизонтальное положение штангенциркуля, окончательно закрепить чертилку стопорным винтом и произвести разметку.

§ 42. Инструменты для отыскания центров

Окружности и дуги при разметке прочерчивают наиболее часто циркулями из центров, которые необходимо предварительно отыскать. Центр обычно находится на пересечении двух взаимно перпендикулярных рисок, которые называют центровыми рисками (линиями). Иногда центр накернивается, но при этом снижается точность нанесенной окружности.

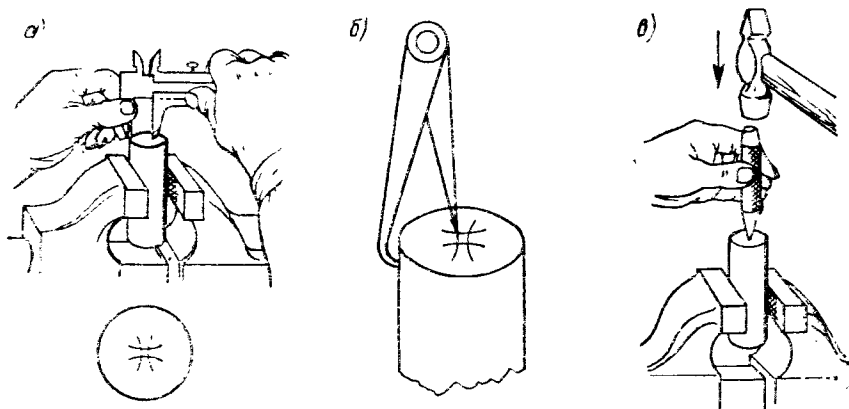


Рис. 69

Простейшие способы отыскания центра торца цилиндрической заготовки: а — при помощи штангенциркуля; б — при помощи циркуля-центронскаателя; в — накернивание центра

Отыскание центров производят рядом инструментов, выбор которых зависит от вида размечаемой поверхности, заготовки и требуемой точности разметки.

Наиболее простой способ отыскания центра на торце цилиндрической заготовки заключается в проведении трех-четырех засечек одного радиуса штангенциркулем или циркулем-центронскаателем (рис. 69). Последний имеет одну загнутую ножку, которую доводят до касания с боковой поверхностью заготовки. Радиус засечки принимают несколько меньшим половины диаметра торца. Центр площадки, ограниченной засечками, накернивают на глаз и считают искомым центром.

Обычный центронаметчик (рис. 70) удобно использовать для определения положения центра на торцах обработанных заготовок диаметром до 50 мм. Воронку центронаметчика устанавливают на глаз на торец заготовки, который затем накернивают ударом молотка по головке кернера. Под действием пружины кернер до удара находится в приподнятом положении. От выпадения он удерживается гайкой.

Центронаметчик Корчагина, Горштейна и Локшина (рис. 71) позволяет повысить точность кернения центровых отверстий в осесимметричных заготовках большого диаметра при любых неровностях торца. Устройство содержит направляющую втулку 8 с тремя линейками 2 под углом 120° между ними, на которых установлены зажимные кулачки, связанные тягами 13 с подпружиненной втулкой 6. На конический хвостовик этой втулки, разрезанной на несколько лепестков, навинчивается накидная гайка 7. Внутри втулки

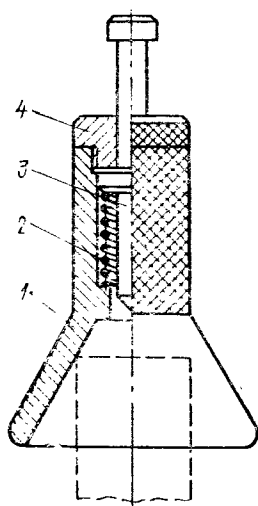


Рис. 70
Обычный центронаметчик:

1 — вставка; 2 — пружина; 3 — кернер; 4 — упорная гайка

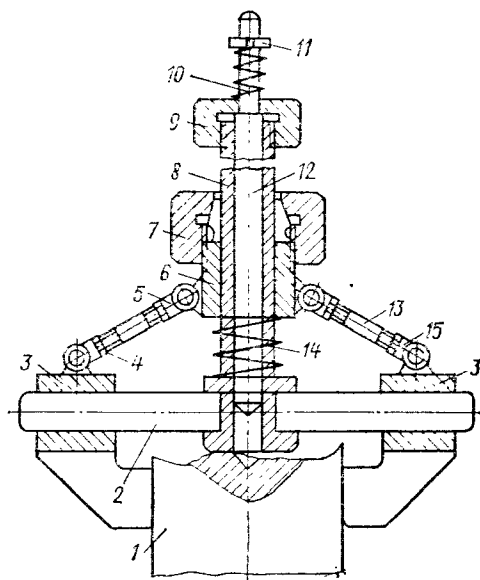


Рис. 71
Центронаметчик Корчагина:

1 — размечаемая заготовка; 2 — направляющая линейка; 3 — зажимной кулачок; 4 — контргайка; 5 и 15 — муфты; 6 — подпружиненная втулка; 7 — накидная гайка; 8 — направляющая втулка; 9 — фиксирующая гайка; 10 и 14 — пружины; 11 — разъемная шайба; 12 — кернер; 13 — тяга

8 помещен кернер 12, который фиксируется гайкой 9, пружиной 10 и разъемной шайбой 11.

Перед использованием устройство необходимо отрегулировать. Для этого кернер освобождают от пружины 10 и отпускают. При неплотном прилегании одного из кулачков с помощью соответствующей тяги 13 выбирают зазор и после этого тягу фиксируют контргайкой 4.

Для установки устройства на размечаемую заготовку одной рукой удерживают его за гайку 9, а второй — нажимают на накидную гайку 7, преодолевая усилие пружины 14. При этом расходятся зажимные кулачки на требуемую величину. В таком виде устройство устанавливают на заготовку и накидную гайку 7 отпускают. Под действием пружины 14 кулачки сходятся к центру до упора в бо-

вую поверхность заготовки. Затем навинчивают гайку 7 на подпружиненную втулку, которая фиксируется на втулке 8, и наносят удар молотком по кернеру.

Применение описанных устройств не требует обязательной установки заготовки на разметочной плите. При работе на разметочной плите центр торца обработанной цилиндрической заготовки можно определить при помощи рейсмаса и призмы (рис. 72, а) или специальных призм (рис. 72, б, в).

Применяя рейсмас, вначале острие чертилки ставят примерно посередине торца заготовки и проводят две короткие риски. Затем заготовку поворачивают в призме на 180° и той же чертилкой про-

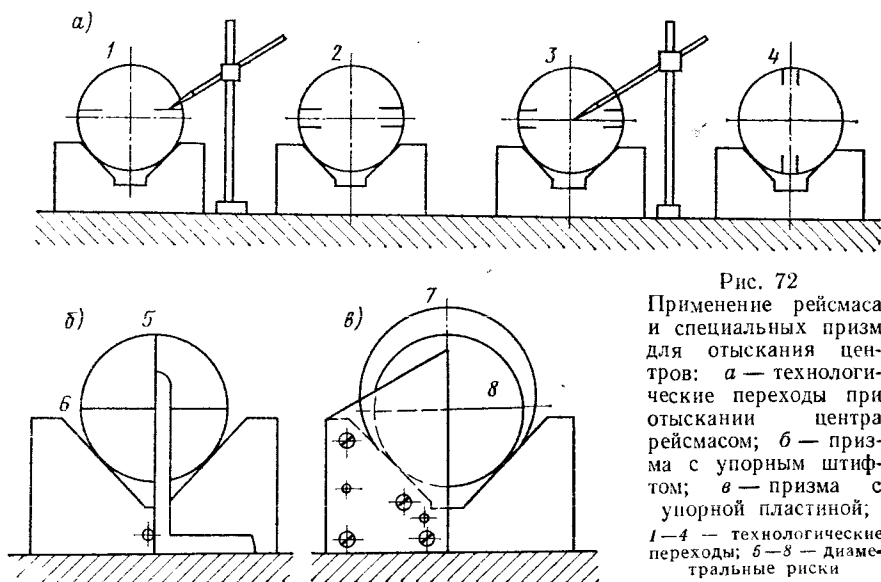


Рис. 72

Применение рейсмаса и специальных призм для отыскания центров: а — технологические переходы при отыскании центра рейсмасом; б — призма с упорным штифтом; в — призма с упорной пластиной; 1—4 — технологические переходы; 5—8 — диаметрские риски

черчивают еще две короткие риски. После этого острие чертилки устанавливают посередине параллельных рисков и проводят длинную риску. Далее заготовку поворачивают примерно на 90° и проводят вторую длинную риску. Пересечение длинных рисков будет искомым центром.

Специальная призма (рис. 72, б) имеет на торце упорный штифт, расположенный так, что придвинутый к нему угольник ребром вертикальной полки делит угол призмы на две равные части. Если в этом положении угольника прочертить риску 5 по торцу заготовки, установленной на призме, то она пройдет через центр. Вторую риску 6 проводят после поворота заготовки примерно на 90° . Пересечение двух рисков будет искомым центром.

Вместо упорного штифта и угольника к призме может быть прикреплена пластина, ребро которой делит угол призмы на две равные части (рис. 72, в).

Точность отыскания центров описанными инструментами во многом зависит от опытности разметчика. Более точными инструментами являются различные центронскатели, некоторые конструкции которых приведены ниже.

Угольник-центронскатель (рис. 73, а) состоит из прямоугольного треугольника с прикрепленной к нему линейкой. Правая кромка линейки делит прямой угол на две равные части. Установив инструмент на наружную поверхность цилиндрической заготовки, прово-

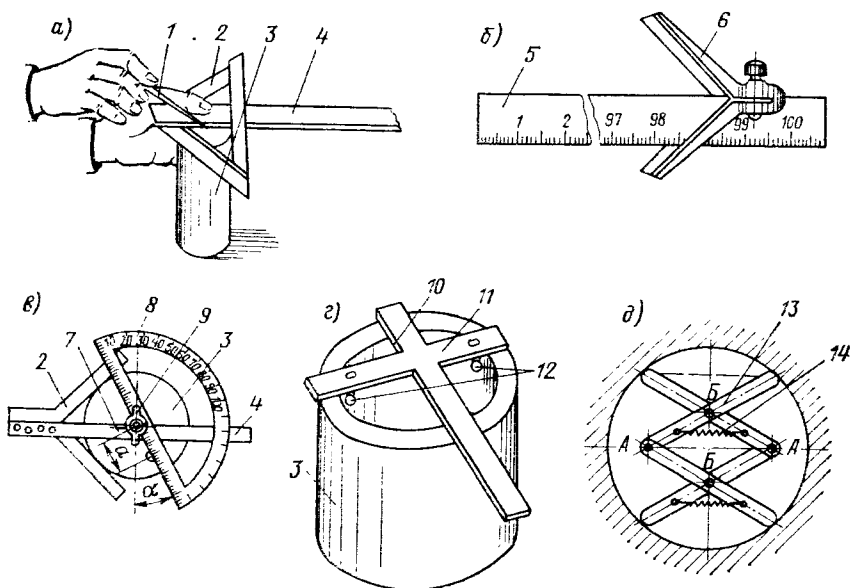


Рис. 73
Центронскатели:

1 — чертилка; 2 — угольник; 3 — заготовка; 4 — неподвижная линейка; 5 — подвижная измерительная линейка; 6 — литой угольник; 7 — движок; 8 — транспортир; 9 — гайка с шариковой головкой; 10 — рабочая кромка; 11 — крестообразная линейка; 12 — шарики, закрепленные на ножках; 13 — планка; 14 — пружина

дят чертилкой по линейке прямую риску, которая пройдет через центр торца заготовки. Повернув инструмент на некоторый угол (около 90°), проводят вторую риску. Точка пересечения рисков будет искомым центром.

Угольник-центронскатель с подвижной измерительной линейкой (рис. 73, б) при установке на заготовке позволяет не только отыскать центр торца, но и измерить его диаметр и отложить от центра в обе стороны границы поверхности, подлежащей обработке.

Угольник-центронскатель с транспортиром (рис. 73, в) используют для отыскания центра торца заготовки и центров отверстий, расположенных на заданном расстоянии от центра торца и под любым углом. Для этого при помощи движка транспортир перемещают вдоль линейки и поворачивают вокруг своей оси.

Центроискатель Бабаяна (рис. 73, з) состоит из крестообразной линейки, на которой установлены два базирующих шарика, равноотстоящих от рабочей кромки линейки. Шариками центроискатель устанавливается по внутренней или наружной цилиндрической поверхности размечаемой заготовки, а центровые риски на торце заготовки наносят чертилкой вдоль рабочей кромки линейки. Шариковые опоры позволяют точно базировать инструмент даже при наличии на торце заготовки заусенцев. При изготовлении центроискателя можно использовать шарики от подшипника качения. Отверстия в шариках для крепления к линейке прошивают электронскровым методом.

Шарнирный центроискатель Крючка (рис. 73, д) имеет преимущества перед другими центроискателями. При его помощи находят положение центровых линий цилиндрических, конических, прямоугольных и других отверстий. Инструмент имеет четыре шарнирно связанные между собой планки, соединенные пружинами. При помещении центроискателя в отверстие пружины прижимают концы планок к стенкам отверстия. Точки А и Б, нанесенные на оси шарниров, указывают положение взаимно перпендикулярных осевых линий.

§ 43. Инструменты для кернения

Для кернения рисков и центров применяют в основном стандартные кернеры по ГОСТ 7213—72 (рис. 74, а). Кернеры первого исполнения по сравнению с кернерами второго исполнения при одной и той же силе удара молотком оставляют большее углубление. Размеры кернеров приведены в табл. 4.

Таблица 4. Характеристики кернеров по ГОСТ 7213—72

Исполнение	d, мм	D, мм	D ₁ , мм	L, мм	L ₁ , мм	R, мм	c, мм	k
1	2,0	8	7	100	10	35	—	1 : 5
2						—	1,0	
1	3,2	10	9	125	16	35	—	1 : 7
2						—	1,0	
1	4,0	12	10	160	16	40	—	1 : 10
2						—	1,0	
1	6,3	12	10	160	16	55	—	1 : 10
2						—	1,5	

Кернеры изготовляют из сталей 7ХФ или 8ХФ (твердость рабочей части 55—59 HRC, ударной части — 40—45 HRC) и из стали У7А или У8А (твердость рабочей части 53—57 HRC, ударной части — 35—40 HRC).

Конус рабочей части любого кернера следует затачивать только на шлифовальном станке с установкой в патроне.

Кроме стандартных кернеров, разметчики применяют ряд конструкций специальных кернеров. Некоторые из них приводятся ниже.

Для наметки центров отверстий, подлежащих сверлению, рекомендуется последовательно применить два кернера: первый — стандартный с углом

рабочей части 60° и второй — утолщенный с углом рабочей части примерно 75° . Такой прием делает более заметным центровые углубления и улучшает направление сверла.

Контрольный кернер (рис. 74, б) применяют в тех случаях, когда необходимо проверить расположение просверленного отверстия в заготовке относительно ранее размеченного центра. Для этого его острие ставят в имеющийся центр и ударяют молотком по торцу. В результате рабочая кромка оставит на заготовке отпечаток в виде окружности (или отдельных точек) диаметром на 1,5—2 мм больше диа-

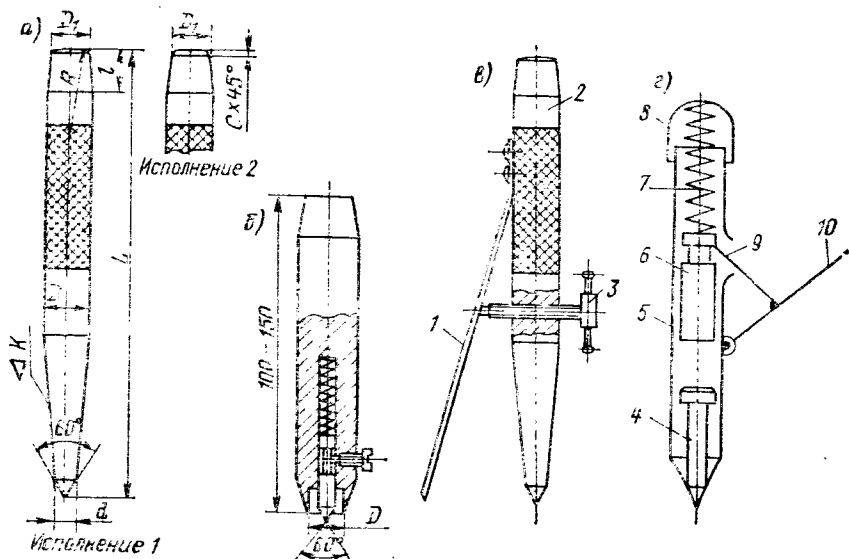


Рис. 74
Кернеры:

1 — пружинящая ножка; 2 — стержень; 3 — регулировочный винт; 4 — боек; 5 — корпус;
6 — ударник; 7 — пружина; 8 — колпачок; 9 — «сбачка»; 10 — поворотный рычаг

метра отверстия, которое должно быть просверлено. После сверления по отпечатку можно судить о величине смещения сверла.

Кернер Лещева (рис. 74, в) используют для накернивания точек на равных расстояниях друг от друга, а также для накернивания точек окружностей и дуг малого радиуса из заданного центра. Кернер состоит из стержня, к которому прикреплена пружинящая ножка, и регулировочного винта. Вращением винта устанавливают радиус размечаемой дуги или шаг между точками, которые следует накернить. Острие ножки ставят в заданную точку и ударом молотка по торцу стержня накернивают размечаемую точку. Максимальный шаг 10 мм.

Кернер Миньаса (рис. 74, в) применяют для кернения без молотка, что освобождает вторую руку разметчика для выполнения вспомогательных переходов (поддерживания заготовки, линейки и т. д.).

Кернер состоит из полого корпуса 5 с колпачком 8, внутри которых помещен боек 4, ударник с кольцевой заточкой 6 и пружина 7. Кольцевая выточка предназначена для зацепления ударника с «собачкой» 9, соединенной с рычагом 10. При работе разметчик устанавливает острие бойка в накерниваемую точку заготовки и четырьмя пальцами начинает прижимать рычаг к корпусу. «Собачка» через продольный паз корпуса входит в зацепление с кольцевой выточкой ударника и поджимает его вверх, сжимая ударную пружину. Когда рычаг почти вплотную подойдет к корпусу, собачка выйдет из зацепления с ударником и освободит пружину. При этом ударник ударит по бойку и на заготовке останется углубление (керна). Этот кернер удобен при разметке в труднодоступных местах, не требует приложения больших усилий, что способствует повышению точности разметки. Существенный недостаток кернера — возможность смещения острия бойка при необходимости повторного удара для углубления керна.

Кроме указанных конструкций кернеров, в практике разметки применяют пневматические и электрические кернеры.

Контрольные вопросы

1. Как устроены стандартные измерительные линейки для разметочных работ?
2. Как определить точность измерительной линейки?
3. Разберите пример использования вертикальной линейки?
4. Какие измерения производят стандартными штангенциркулями разных типов?
5. Назовите виды кронциркулей и нутромеров.
6. Как используют угольник-штангенциркуль?
7. Какие конструкции чертилок Вам известны?
8. Разберите пример использования стандартного штангенрейсмаса.
9. Рассмотрите конструкции разметочных ножек к штангенреймасу.
10. Приведите примеры нестандартных штангенрейсмасов.
11. Назовите преимущества простейших штангенрейсмасов по сравнению со стандартными
12. Какие работы выполняют специальными рейсмасами?
13. Перечислите типы циркулей, используемых при разметке.
14. Назовите известные Вам инструменты для отскакивания центров.
15. Для каких целей применяют кернеры?
16. Назовите известные Вам конструкции кернеров.

§ 44. Разметочные приборы

Разметочные приборы — устройства, соединяющие несколько инструментов различного назначения. Некоторые приборы предназначены для работы на разметочной плите, другие — на стеллаже и даже на полу цеха. Ниже приведены примеры конструкции таких приборов.

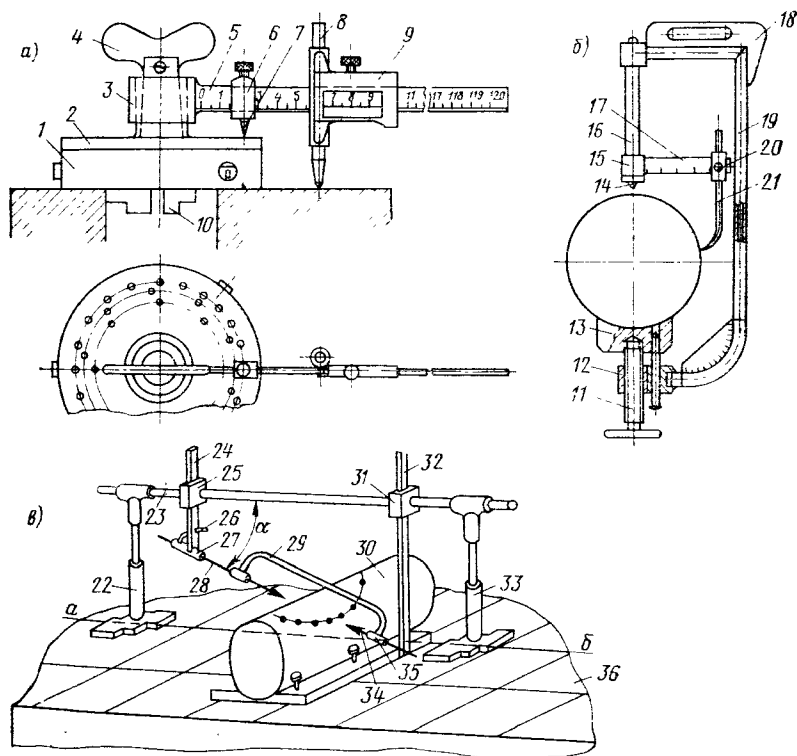


Рис. 75

Разметочные приборы: а — конструкции Гончарова; б — для разметки отверстий в трубах; в — пространственный рейсмас Бабаяна

Прибор конструкции Гончарова (рис. 75, а) предназначен для разметки центров отверстий на любой поверхности заготовки, имеющей обработанное центровое отверстие. Точность разметки может быть до 0,1 мм при диаметре центрального отверстия до 170 мм. Прибор состоит из самоцентрирующего трехкулачкового патрона, измерительной линейки с рамкой, установочной ножки и кернера.

Патрон 1 при помощи кулачков 10 закрепляют в отверстии заготовки поворотом барашка 4, соединенного с хвостовиком спирального диска патрона. На хвостовик патрона надета крышка 2, в которой по трем concentрическим окружностям просверлены отверстия: по внешней — двадцать четыре, по средней — десять и по внутренней — восемь. Измерительная линейка 5 с втулкой 3, в которой помещен кернер 8, надета на хвостовик крышки.

При разметке на линейке устанавливают заданный радиус и закрепляют рамку 9 стопором. Затем фиксатор 7, закрепленный в опоре 6, ставят в нужное отверстие на крышке. Например, если на заготовке требуется разметить восемь центров, фиксатор ставят в отверстие внешней окружности и легким ударом молотка по кернеру наносят метку, приподнимают линейку и переносят ее через два отверстия на третье, опускают линейку и тем же способом наносят следующую метку и т. д. до полной разметки. При разметке четырех центров нужно использовать каждое второе отверстие внутренней окружности.

Применение прибора позволяет увеличить производительность разметки в несколько раз.

Прибор, приведенный на рис. 75, б, позволяет точно и быстро произвести разметку отверстий на криволинейной поверхности. Такая разметка необходима, например, для вырезки отверстия на трубе под приваривание патрубка.

Основу прибора составляет сварная рама 19, к которой приварена втулка 12 с внутренней резьбой для завинчивания прижима 11 с колодкой 13. Сверху рамы смонтирован центрирующий стержень 16 с наконечником 14. На стержень надета втулка 15 с приваренной к ней измерительной линейкой 17. По линейке перемещается движок с изогнутой чертилкой 21. Для разметки отверстия к заготовке (трубе) прикрепляют прибор, а чертилку закрепляют стопором 20 на делении линейки согласно радиусу привариваемого патрубка. Затем одной рукой удерживают прибор за рукоятку 18, а второй рукой вращают линейку вокруг стержня 16. При этом втулка с линейкой будет свободно перемещаться по стержню и чертилка прочертит на заготовке кривую, по которой следует сделать вырез для патрубка.

Прибор конструкции Бабаяна (рис. 75, в) используется на разметочной плите 36 для построения линий пересечения цилиндрических и конических поверхностей с заготовками 30 любой формы. Прибор состоит из двух стоек 22 и 33, штанги 23, на которой при помощи муфт 25 и 31 закрепляются рейки 24 и 32. В рейках при помощи втулок 27 и 35 закрепляются круглые чертилки 28 и 34, которые могут быть установлены соосно под любым углом при помощи поворотного сектора 26 и скобы 29. На разметочной плите установочные кромки оснований стоек необходимо расположить так, чтобы они совпадали с горизонтальной проекцией аб оси штанги 23. При этом ось размечаемой заготовки 30 должна быть перпендикулярна линии аб. Ось штанги 23 считается осью вращения цилиндра или конуса, пересекающего размечаемую заготовку. Положение образующих поверхностей пересечения устанавливается перемещением

реек 24 и 32 во втулках 25 и 31. В случае воспроизведения цилиндрической поверхности, ось которой параллельна рабочей поверхности разметочной плиты, длины реек принимают равными. Если секущая поверхность представляет собой конус с углом α , то угол наклона образующей α устанавливается по шкале сектора 26 и с помощью скобы 29. Разметка производится чертилками при одновременном вращении реек вокруг штанги 23 и перемещении их вдоль оси штанги до образования рисок на поверхности размечаемой заготовки.

§ 45. Тиски, центровые бабки и делительные приспособления

Разметка заготовок небольшой массы или с неровными поверхностями требует много времени и часто невозможна из-за ненадежной установки на разметочной плите. Трудности возрастают, если разметку проводить в нескольких положениях заготовки. Снижение трудоемкости и повышение точности разметки достигают применением специальных тисков, одна из конструкций которых приведена на рис. 76, а.

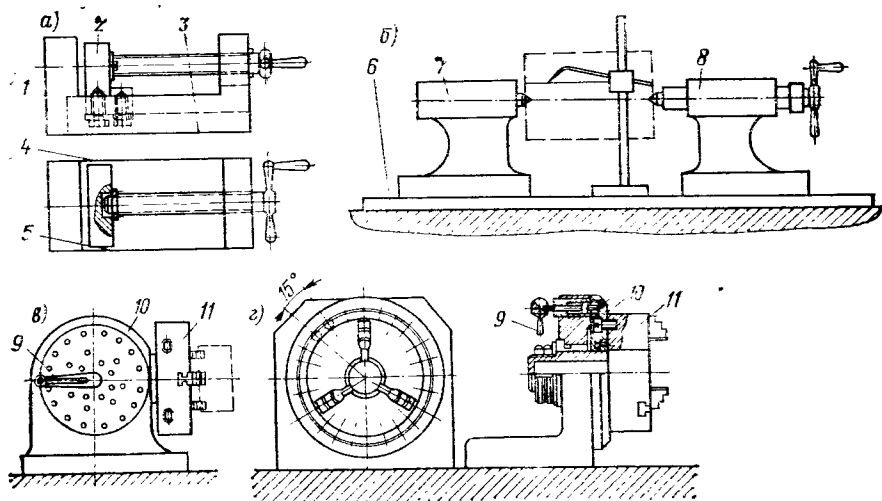


Рис. 76

Специальные тиски (а); центровые бабки (б); специальная центровая бабка с делительным приспособлением (в); специальное делительное приспособление (г)

Тиски имеют торец 1 и боковые поверхности 4 и 5, точно расположенные под углом 90° к нижней поверхности 3. Боковые поверхности параллельны и расположены под углом 90° к торцам неподвижной губки и ползуна 2. Тиски с зажатой в них заготовкой ставят на разметочную плиту и производят разметку в первом положении, затем тиски вместе с заготовкой поворачивают на торец и производят

разметку во втором положении. Возможна также разметка в третьем и четвертом положении тисков.

Заготовки, имеющие центровые углубления, удобно размечать при помощи специального приспособления, например центровых бабок (рис. 78, б), устанавливаемых на разметочной плите. Приспособление состоит из базовой плиты 6 и укрепленных на ней двух бабок с центрами, между которыми закрепляется размечаемая заготовка. Бабка 7 имеет неподвижный центр, бабка 8 — подвижный.

Для разметочных работ, связанных с делением окружности на части и необходимостью поворота заготовки на определенные углы, применяются различные делительные приспособления, которые устанавливают на разметочной плите. Примеры таких приспособлений с использованием делительного диска 10 с рукояткой 9 и самоцентрирующих трехкулачковых патронов 11 приведены на рис. 76, в, г.

§ 46. Универсальные приспособления

Из большого числа универсальных приспособлений рассмотрим следующие.

Универсальный поворотный стол (рис. 77, а) позволяет производить разметку небольших заготовок (отливок, штамповок) во всех положениях и под различными углами за один установ. На этом приспособлении можно размечать единичные заготовки и партию одинаковых заготовок с применением многоигльчатого рейсмаса. Приспособление состоит из основания 9 и подвижной части 5 с рукояткой 1, соединенных между собой осью 7. Максимальный угол поворота подвижной части равен 120° . Величина поворота устанавливается по шкале с градуировкой 1° и фиксацией штырями 6 и 8 через 10° . На верхней плоскости подвижной части закреплена поворотная прямоугольная планшайба 3 с круговой шкалой 4. Размечаемая заготовка закрепляется на планшайбе. Для крепления мелких заготовок в центр планшайбы можно установить небольшой трехкулачковый патрон 2.

Универсальная прямоугольная призма с патроном (рис. 77, б) также позволяет производить разметку с одного установа. Призму изготавливают сварной из стали или литой из чугуна с последующей термической и механической обработкой. Наружные плоскости ее должны быть взаимно перпендикулярны, толщина стенок 10—12 мм, все размеры выполняют с допуском $\pm 0,01$ мм. По центру одной поверхности строгают продольный глубокий паз и два поперечных мелких паза с углом 90° . В глубоком пазу растачивают отверстие диаметром 20Н8 для установки выдвижной призмы 13 или упоров.

Выдвижную призму применяют в качестве второй опоры при установке ступенчатых заготовок. Упоры ставят в случаях разметки заготовок в вертикальном положении глубокого паза. Выдвижную призму и упор закрепляют винтом. На боковых стенках приспособления располагают отверстия М10 для закрепления заготовок. В глубоком пазу и одном мелком заготовки можно закрепить накладками 10.

В приспособлении устанавливают втулку на двух бронзовых подшипниках, расположенных с двух сторон. Втулка имеет внутренний конус Морзе 5, куда можно установить трехкулачковый патрон, закрепленный на специальной оправке. Оправка имеет шкалу 11 в 360° с ценой деления 1° и градуировкой через 10° . В призму, ось которой находится на уровне оси патрона, вставляют нониус 12, после

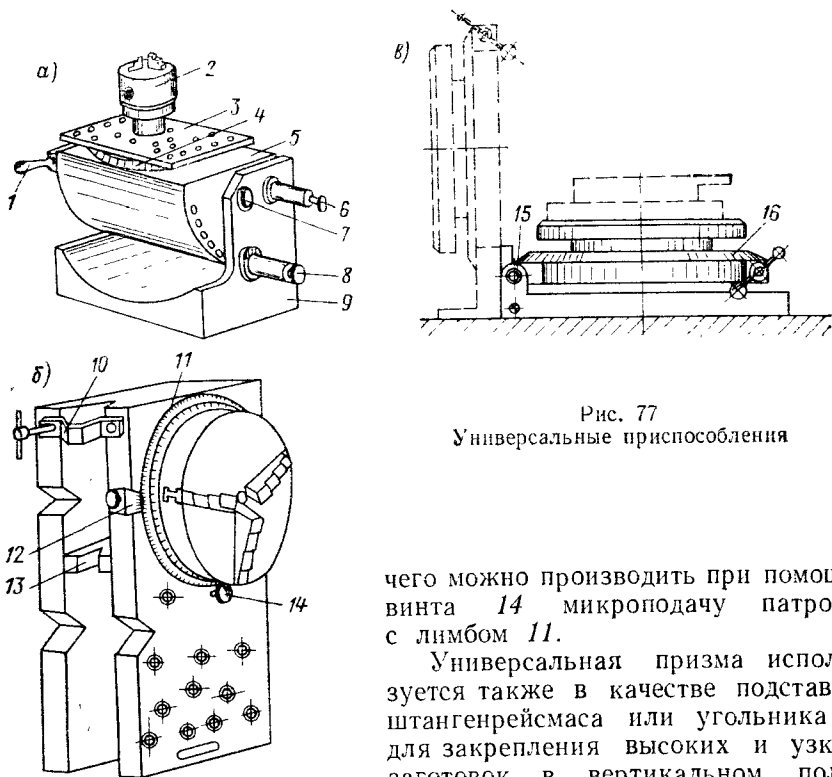


Рис. 77
Универсальные приспособления

чего можно производить при помощи винта 14 микроподачу патрона с лимбом 11.

Универсальная призма используется также в качестве подставки штангенрейсмаса или угольника и для закрепления высоких и узких заготовок в вертикальном положении.

Приспособление удобно в работе, повышает точность и производительность разметки.

Поворотное делительное приспособление Гарсия (рис. 77, в) предназначено для разметки заготовок с их делением в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Оно имеет круглый поворотный электромагнитный стол 16, питаемый постоянным током напряжением 36 В. Стол обеспечивает быстрое и надежное крепление заготовок из ферромагнитных материалов. При подъеме перпендикулярность плоскости магнитного стола рабочей поверхности разметочной плиты фиксируется стопорами 15.

Установленную на столе заготовку можно вместе со столом поворачивать с помощью червячной передачи на любой угол по лимбу до 360° .

Недостатками этого приспособления являются трудность крепления заготовок из парамагнитных материалов и повышение опасности травмирования разметчика в случае прекращения электропитания.

§ 47. Оптические приборы

Разметку крупногабаритных заготовок в случае невозможности использования механических инструментов и приборов производят оптическими приборами. Сравнительно простой и точный прибор, изобретенный Ю. М. Тюриным, В. Н. Буракиным, Д. Н. Шереметьевым и Н. Д. Левиным (рис. 78), состоит из корпуса 8, в котором расположен источник света 7, коллиматора 5 с круглой диафрагмой 4,

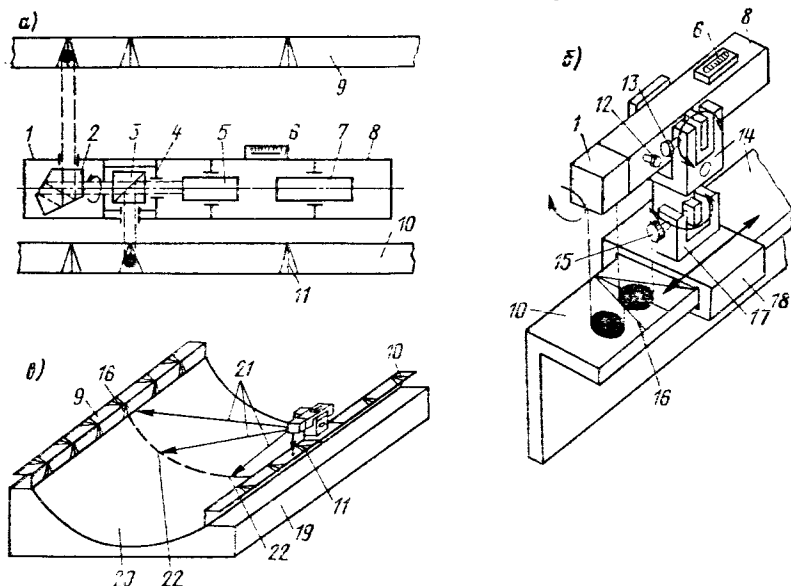


Рис. 78

Оптический разметочный прибор: а — схема прибора; б — установка прибора на направляющей; в — схема разметки

фокусирующей полупрозрачной кубпризмы 3, которая при помощи ручки 12 может поворачиваться вокруг оптической оси, поворотной пентапризмы 2, смонтированной в головке 1.

Коллиматор — оптическая система для получения параллельного пучка света, а пентапризма — прямоугольная призма с двумя преломляющими и двумя отражающими гранями, дающая поворот пучка света на 90° без поворачивания изображения.

Корпус снабжен уровнем 6 и может поворачиваться в вертикальной плоскости при помощи ручки 13 механизма 14 и в горизонтальной плоскости при помощи ручки 15 механизма 17, который закреплен на каретке 18. Каретка может перемещаться по направляющей. Направляющие 9 и 10 закрепляют на стеллаже (постели) 19, на кото-

ром устанавливают заготовку 20. На направляющие наносят базовые координаты 16 в виде острого угла и биссектрисы 11.

Прибор работает следующим образом. От источника света световой луч коллиматором и диафрагмой формируется в световой пучок круглого сечения, который, проходя кубпризму, частично отражается на 90° , а частично проходит ее и после прохождения пентапризмы отражается на 90° . Прибор перемещают по одной направляющей и ручкой 12 подводят световое пятно до касания своими краями рисок базовой координаты 16. Далее поворотом ручки 13 прибор устанавливают по уровню 6, а при помощи ручки 12 луч, выходящий из пентапризмы, совмещают с рисками базовой координаты 16 противоположной направляющей. Затем, вращая пентапризму, перемещают луч 21 по поверхности заготовки 20 и отмечают мелом или кернером ряд точек, определяющих линию разметки 22.

Контрольные вопросы

1. Рассмотрите конструкцию одного из механических разметочных приборов.
2. В каких случаях используются разметочные тиски?
3. Приведите примеры использования делительных приспособлений.
4. Назовите известные Вам универсальные приспособления для разметки.
5. Как используются при разметке центровые бабки?
6. Разберите устройство разметочного оптического прибора.

Глава 9

ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

§ 48. Грузоподъемные краны и тележки

Рабочее место, на котором производится разметка заготовок массой свыше 20 кг, должно обслуживаться подъемно-транспортным устройством.

Для транспортировки и подъема на разметочную плиту заготовок массой до 300 кг рекомендуется использовать простую ручную тележку с площадкой, которая поднимается ручной лебедкой (рис. 79, а). При транспортировке тележку наклоняют на себя и перекатывают на двух колесах с резиновыми шинами. Тележка обеспечивает подъем заготовок только до рабочей поверхности разметочной плиты и требует дополнительных средств для транспортировки над плитой и установки на подкладки или домкраты. Этого недостатка

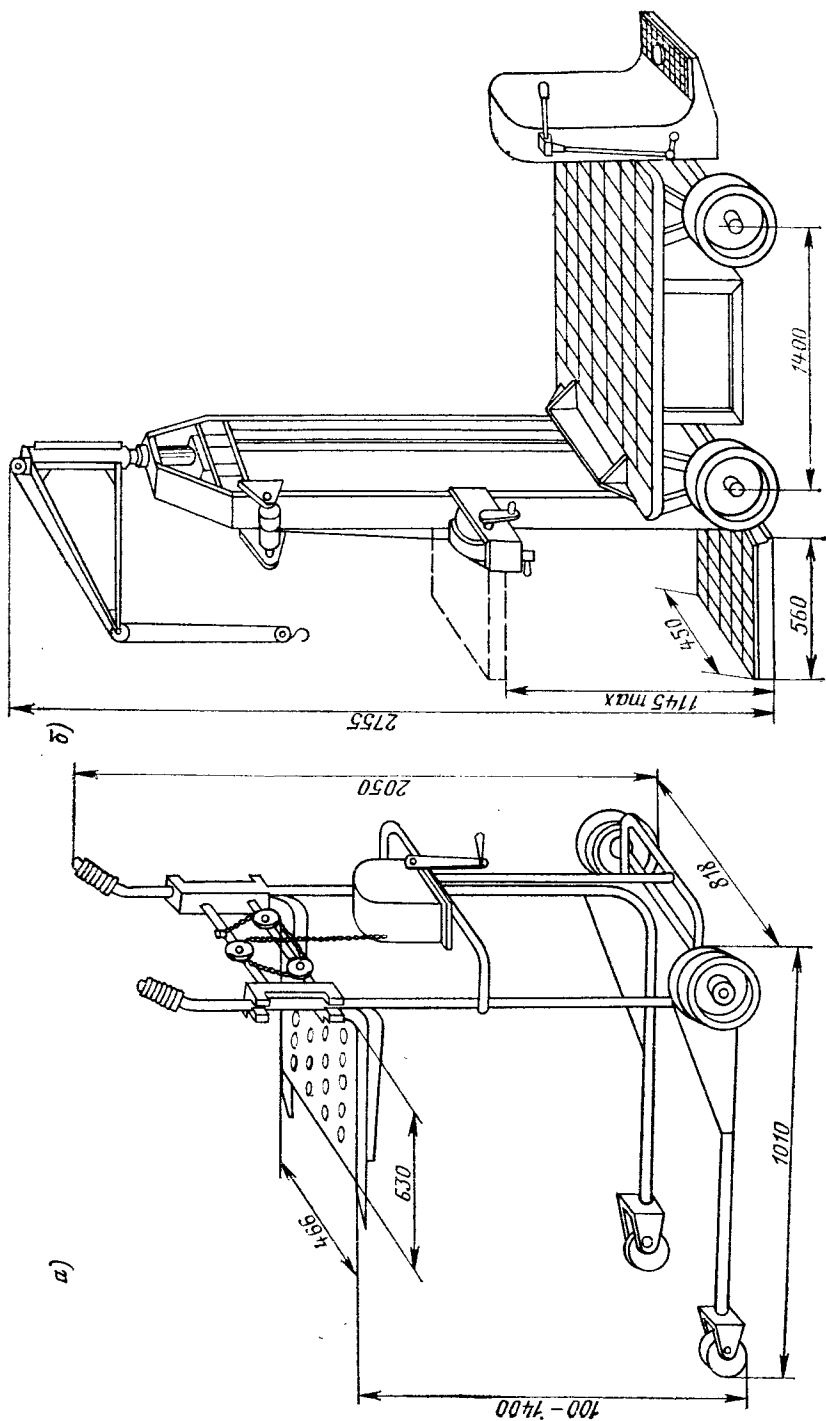


Рис. 79
Грузоподъемные тележки

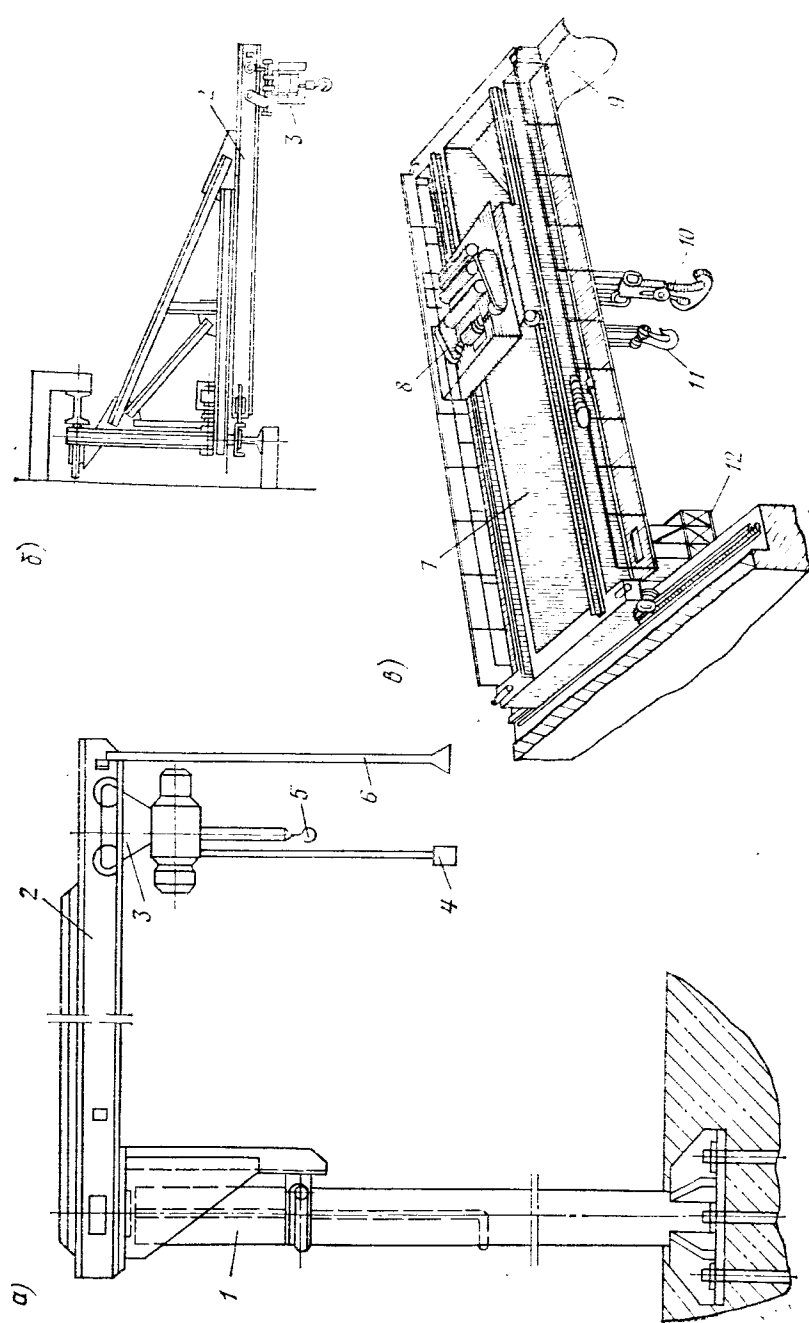


Рис. 80

Краны, используемые на операциях разметки тяжелых заготовок:

1 — колонна; 2 — консоль; 3 — электрическая таль; 4 — кнопочная станция; 5 — крюк; 6 — штанга ручного поворота консоли; 7 — мост крана; 8 — крановая тележка; 9 — подкрановая балка; 10 — крюковая подвеска основного подъема; 11 — крюковая подвеска тельного подъема; 12 — кабина крановщика

не имеют электропогрузчики с поворотным краном и подъемной платформой (рис. 79, б).

Подъем и установку на плиту заготовок массой свыше 100 кг производят в основном кранами следующих типов.

Консольные поворотные краны (рис. 80, а) изготавливают с ручным поворотом консоли грузоподъемностью 0,5 и 1 т и с электромеханическим поворотом консоли грузоподъемностью 1 т. Краны имеют электрическую таль и подвесной пульт управления вертикальным движением крюка и горизонтальным движением тали по консоли. Консоль поворачивается вокруг неподвижной жесткой вертикальной колонны. Заготовка транспортируется в подвешенном к крюку состоянии при помощи каната. Высота подъема 3,2 м, радиус поворота консоли 4 м, угол поворота 360°, скорость подъема груза 0,13 м/с, скорость перемещения груза 0,33 м/с.

Для обслуживания рабочих мест большой площади используют консольные настенные передвижные краны (рис. 80, б) с электроталью грузоподъемностью 1; 3,2 и 5 т.

В условиях механического цеха на рабочем месте разметчика не всегда может быть установлен консольный кран, поэтому возможно использование мостового крана (рис. 80, в), который обслуживает несколько различных рабочих мест. При работе мостовым краном разметку рекомендуется выполнять в одном положении заготовки, так как смена положений приводит к значительным затратам времени на ожидание крана и работу с ним.

Изменение положения заготовки при разметке разрешается только путем кантования ее на полу цеха с последующей установкой на плиту. Поворот заготовки при помощи крана над плитой может привести к повреждению ее рабочей поверхности.

§ 49. Манипуляторы

В последние годы на операциях разметки тяжелых заготовок получают применение манипуляторы типов ШБМ-150, КШ-63, КШ-160, при помощи которых заготовку можно установить на разметочной плите и снять с нее, а также изменить ее положение непосредственно на плите.

Манипулятор ШБМ-150 (рис. 81), изготавливаемый ПТО «Моспроммеханизация», сравнительно прост по конструкции и обслуживанию; предназначен для подъема, транспортировки и поворота штучной заготовки массой до 150 кг. Машина работает в зоне радиусом 3 м и высотой 1,75 м.

Манипулятор имеет приводную головку, установленную на подерживающей колонне. Головка удерживает шарнирную стрелу, которая состоит из плеча и руки, и может поворачиваться на 360°. На конце руки установлена головка схвата, имеющая возможность вместе с заготовкой вращаться вокруг вертикальной оси. На головке схвата смонтирован зажим для закрепления грузозахватных устройств и установлена рукоятка для управления вертикальными движениями головки.

На приводной головке смонтирован механизм подъема груза. Скоростью перемещения груза управляет рабочий при помощи рукоятки управления.

Перемещение стрелы с грузом в радиальном направлении производится вручную с небольшим усилием (100—250 Н) и происходит в горизонтальной плоскости.

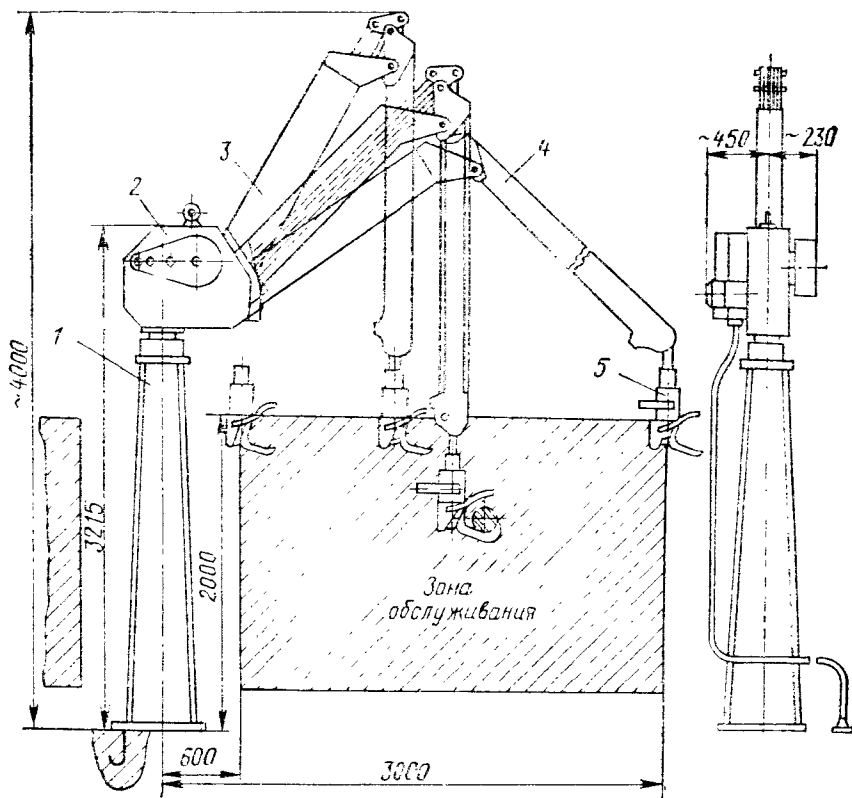


Рис. 81
Манипулятор ШБМ-150:

1 — неподвижная колонна; 2 — приводная головка; 3 — плечо стрелы; 4 — рука; 5 — головка схвата

Манипулятор оснащен акустической и световой сигнализацией перегрузки; индикатором подключения к сети; аварийной кнопкой «пуск—стоп». При нажатии на кнопку груз останавливается. Управление перемещением груза может осуществляться одной рукой.

Манипулятор имеет следующие преимущества по сравнению с аналогичными грузоподъемными машинами: жесткое крепление груза на колонне стрелы; широкий диапазон регулирования скорости подъема и опускания груза; удобство управления и высокая точность

установки заготовки, что позволяет значительно сократить вспомогательное время, облегчить условия труда и повысить производительность разметки.

§ 50. Приемы строповки заготовок

При использовании грузоподъемных кранов заготовки охватывают пеньковыми (ГОСТ 483—75) или стальными (ГОСТ 3241—80) канатами с целью прикрепления груза к крюку подъемного механизма (строповки груза). Стальной канат (трос) состоит из отдельных свитых между собой прядей, а каждая прядь — из отдельных проволок. Для стропов применяют канаты 6Х61 + 1ос (шесть прядей, в каждой пряди 61 проволока, один органический сердечник) и 6Х37 + 1ос.

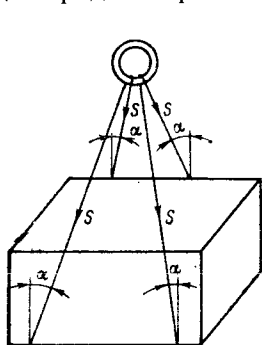
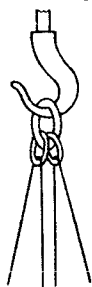


Рис. 82

Схема распределения сил при строповке груза



Каждый канат должен иметь ярлык или сертификат, в котором указано его разрывное усилие P (Н).

Канат, который принимают для строповки, должен удовлетворять формуле: $P \geq kS$, где S — рабочее усилие, в канате, k — коэффициент запаса прочности. Для пеньковых канатов принимают k не менее 8; для стальных — не менее 6. При известной массе груза M (кг) и числе стропов n рабочее усилие S (Н) в каждом канате стропа (рис. 82) определяют по формуле: $S = M / (9,8 \times$

$\times \cos \alpha^1 \cdot n) = m \cdot M / (9,8 \cdot n)$, где при $\alpha = 0; 30; 45^\circ$ коэффициент m соответственно равен 1; 1,15; 1,42.

Сокращение времени строповки достигают применением стропов с захватными приспособлениями. При разметке тяжелых листов и плит массой до 5 т рационально использовать захваты с эксцентриковым самозажимным устройством (рис. 83, а). Транспортируемый лист 1 заводится в прорезь зажимного устройства 2, а затем вытягивается фиксатор 4 и под действием пружины 5 зубчатый эксцентриковый сектор 6 зацепляется с листом. При подъеме зацепление усиливается. При снятии нагрузки (помещении листа на разметочный стол и т. д.) сектор освобождают и лист извлекают из прорези. В случае заклинивания в ушко 3 вставляют рычаг и отводят сектор.

Для этих же целей используют и более простое самозажимное устройство (рис. 83, б). При подъеме листа за грузовое кольцо стропы натягиваются и зажимы надежно удерживают лист.

Перемещение фасонных заготовок удобно производить рычажными захватами (рис. 83, в), которые затягиваются петлей стропа. Захват состоит из пары щек, соединенных осью. Каждая щека имеет

¹ Угол α можно принимать не более 45° .

две пластины с прорезями и распорки, которые стягиваются петлей каната при подъеме груза.

Большие потери времени вызывает транспортировка и установка несимметричной заготовки. Центры тяжести отдельных ее частей смещены на разные расстояния от общего центра тяжести и поэтому заготовка легко опрокидывается. Для таких заготовок применяют

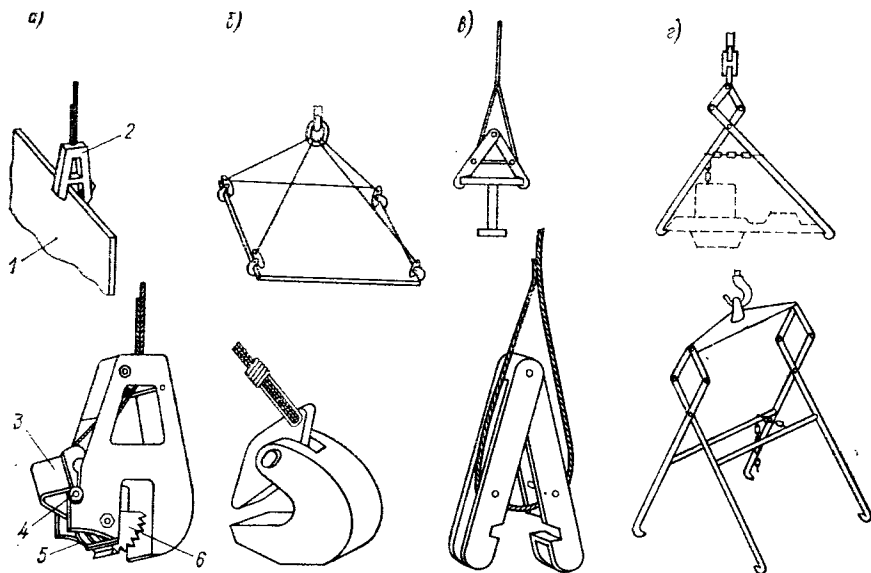


Рис. 83

Примеры конструкций грузозахватных приспособлений

рычажные захваты (рис. 83, г), которые представляют собой сочетание двух шарнирных четырехзвенников. Нижние пары рычагов захвата имеют разную длину. При подъеме за грузовое кольцо рычаги зажимают заготовку. Для предупреждения разжатия рычагов оба четырехзвенника скрепляют цепью по осям, которым одновременно обеспечивается безопасность.

§ 51. Техника безопасности при работе с подъемно-транспортным оборудованием

При работе с подъемно-транспортным оборудованием основными причинами несчастных случаев и аварий, как правило, являются незнание требований производственной и должностной инструкции; незнание или несоблюдение «Правил устройства и безопасной эксплуатации подъемно-транспортного оборудования», правил техники безопасности, а также нарушение производственной и трудовой дисциплины; отсутствие или пренебрежительное отношение со стороны обслуживающего персонала к знаковой сигнализации, применяемой при перемещении грузов; несвоевременный или некачественный инструктаж по технике безопасности на рабочем месте; отсутствие

исправных электрозащитных средств и устройств заземления; несвоевременное или некачественное проведение технических осмотров, ремонтов, технических освидетельствований оборудования; применение неисправных или неиспытанных грузозахватных приспособлений.

Для предотвращения несчастных случаев и аварий при работе с подъемно-транспортным оборудованием разметчик обязан соблюдать основные правила техники безопасности:

1) систематически вести технический надзор за состоянием механизмов оборудования;

2) не снимать ограждений с механизмов, не производить чистку и смазку во время их работы;

3) не работать с неисправным оборудованием, стропами и грузозахватными устройствами;

4) не применять стропы без ярлыка с указанием разрывного усилия, и прочность которых не соответствует массе поднимаемого груза;

5) строповку груза производить так, чтобы исключить возможность его выпадения при перемещении;

6) перед подъемом груза обеспечить вертикальное положение грузоподъемного каната крана;

7) при перемещении в горизонтальном положении груз предварительно поднять не менее чем на 0,5 м выше встречающихся на пути предметов;

8) сопровождать груз при перемещении, не удерживая его руками, и идти в стороне от него в безопасной зоне и одновременно следить за тем, чтобы под грузом не было людей;

9) не поднимать людей на грузе;

10) на месте разгрузки предварительно установить прочные подкладки так, чтобы не повредить разметочную плиту и можно было легко удалить стропы из-под груза;

11) выполнив работу, отвести подъемное оборудование на предназначенное для стоянки место, поднять крюк в верхнее положение, отключить вводный рубильник и произвести чистку.

Правила безопасной работы рабочий осваивает во время инструктажа по технике безопасности.

Контрольные вопросы

1. В каком случае на операции разметки применяют подъемно-транспортное оборудование?

2. Назовите виды подъемно-транспортного оборудования, используемого на рабочем месте разметчика.

3. Какие преимущества имеет манипулятор по сравнению с подъемным оборудованием других видов?

4. Как выбирается канат для строповки заготовки?

5. Каковы основные правила техники безопасности для разметчика, использующего в своей работе подъемно-транспортное оборудование?

Глава 10 ПЛОСКОСТНАЯ РАЗМЕТКА

§ 52. Геометрические построения сложных контуров

Определение центра окружности или дуги, радиус которой неизвестен, производят двумя способами.

1. На имеющейся окружности (дуге) выбирают две произвольные точки A и B , которые слегка накернивают (рис. 84, а). Из точек произвольным радиусом делают засечки на окружности (дуге) в обе стороны. Точки пересечения засечек a_1, a_2, b_1, b_2 слегка накернивают. Проводят прямые BA и GB , которые известным способом делят дуги a_1a_2 и b_1b_2 пополам. При продолжении прямые пересекутся в точке O , которая будет искомым центром.

2. На имеющейся окружности (дуге) выбирают три произвольные точки A, B, B , которые слегка накернивают (рис. 84, б). Проводят хорды AB и BB и делят их перпендикулярами пополам. Точка пересечения перпендикуляров O будет искомым центром.

Проведение окружности (дуги) через три данные точки, связанные с определением ее центра в пределах заготовки, производят при помощи построений, приведенных на рис. 84, б.

Через любые точки больше трех провести окружность нельзя.

Проведение дуги через три точки, центр которой расположен за пределами заготовки производят в соответствии с рис. 84, в. Сначала слегка накернивают крайние точки A и B и из них как из центров проводят вспомогательные дуги AA_1 и BB_1 радиусом AB . Затем проводят прямые через точки AB и BB до пересечения их с дугами в точках a_4 и b_4 . Отрезки дуг Aa_4 и Bb_4 делят на четыре равные части и такие же четыре равные части откладывают на продолжении этих дуг. Точку A соединяют лучами с точками на дуге BB_1 , а точку B — с точками на дуге AA_1 . Точки пересечения лучей Ab_7, Ab_6 и т. д. с лучами Ba_7, Ba_6 и т. д. соединяют плавной кривой, которая и будет искомой дугой ABB .

Проведение дуги, concentричной заданной дуге, осуществляют по рис. 84, г. Если центр O заданной дуги AA находится в пределах заготовки, то concentричные дуги BB или BB проводят из этого же центра соответствующими радиусами ($R + y$ и $R + x$).

Если же центр дуги AA находится за пределами заготовки (рис. 84, δ), то на дуге AA слегка пакернивают несколько точек a_1, a_2 и т. д., из которых радиусом R , разным расстоянию x , проводят

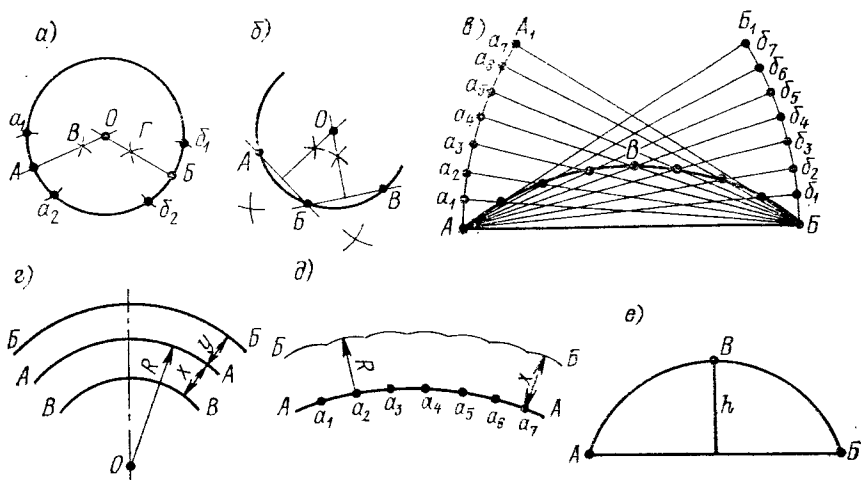


Рис. 84

Геометрические построения: a — центра окружности (дуги) по двум точкам; b — центра окружности (дуги) по трем точкам; c — дуги, проходящей через три точки; d и e — концентрических окружностей; e — дуги по заданной хорде и стрелке

ряд дуг. Затем с помощью лекал наносят плавную кривую, касательную к этим дугам. Таким же способом проводят любые кривые, отстоящие от заданной на некотором расстоянии.

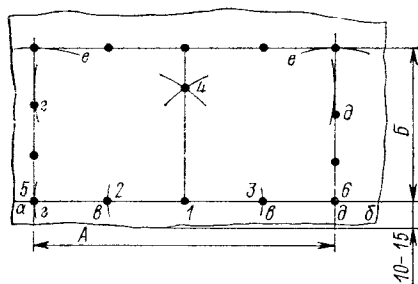


Рис. 85

Разметка прямоугольной заготовки

Проведение дуги по заданной хорде AB и стрелке h производят по рис. 84, e . Хорду делят пополам перпендикуляром и на нем откладывают стрелку h . Если центр дуги находится в пределах заготовки, то по трем точкам A, B и V проводят дугу (см. рис. 84, b). Если центр находится за пределами заготовки, то требуемая дуга строится так, как показано на рис. 84, a .

Разметку прямоугольной листовой заготовки (рис. 85) начинают с пометки мелом неровных кромок. С нижней продольной стороны на расстоянии 10—15 мм от края проводят линию обреза $a-b$. Длину A заготовки приблизительно делят в точке 1 пополам. Из этой точки описывают две одинаковые дуги v , которые пересекут линию $a-b$ в точках 2 и 3. Циркулем из точек 2 и 3 описывают две дуги одного радиуса, которые пересекутся в точке 4. Соединив точки 1 и 4, полу-

чают перпендикуляр к линии $a-b$. Теперь радиусом, равным половине требуемой длины заготовки, описывают дуги $г$ и $д$ из точек 1 и 4 . Затем из точек 5 и 6 описывают дуги $е$, равные заданной ширине B заготовки. Касательные к дугам $г$, $д$ и $е$ очерчивают контур требуемой заготовки.

Деление окружности на равные части производят двумя способами: 1) геометрическими построениями и 2) геометрическими построениями с применением специальных таблиц.

Деление на две части производят проведением одной диаметральной линии. Если положение центра окружности неизвестно, то сначала находят его и затем проводят диаметральной линией.

Деление на три части (рис. 86, а) начинают с проведения диаметральной линии AB . Затем из точки B (или A) описывают дугу радиусом данной окружности, пересекая ее в точках B и $Г$. Точки A , B и $Г$ делят окружность на три равные части.

Деление на четыре части (рис. 86, б) начинают с проведения диаметральной линии AB . Затем из точек A и B равным радиусом делают по две засечки, которые пересекутся в точках $В$ и $Г$. Прямая, проведенная через эти точки, пересечет окружность в точках $Д$ и $Е$ и разделит диаметр AB на две равные части. Точки A , $Д$, $Б$ и $Е$ делят окружность на четыре равные части.

Деление на пять частей (рис. 86, в) начинают с проведения двух взаимно перпендикулярных диаметральных линий AB и $ВГ$. Один из радиусов, например $ОГ$, делят пополам и слегка накернивают точку $Д$. Из этой точки как из центра делают засечку радиусом $ДА$ до пересечения линии $ВГ$ в точке $Е$. Отрезок $АЖ$ будет тем расстоянием, на которое необходимо установить раствор циркуля, чтобы разделить окружность на пять равных частей.

Деление на шесть частей (рис. 86, г) начинают с проведения диаметральной линии AB . Из точек A и B проводят дуги радиусом данной окружности. Полученные при этом точки A , B , $Д$, $Б$, $Е$, $Г$ разделят окружность на шесть равных частей.

Деление на восемь частей (рис. 86, д) начинают с деления на четыре равные части двумя взаимно перпендикулярными диаметральными линиями. Затем углы $АОВ$ и $АОГ$ делят пополам и биссектрисы проводят до пересечения с окружностью в точках $Д$, $Е$, $Ж$ и $З$, которые разделят окружность на восемь равных частей.

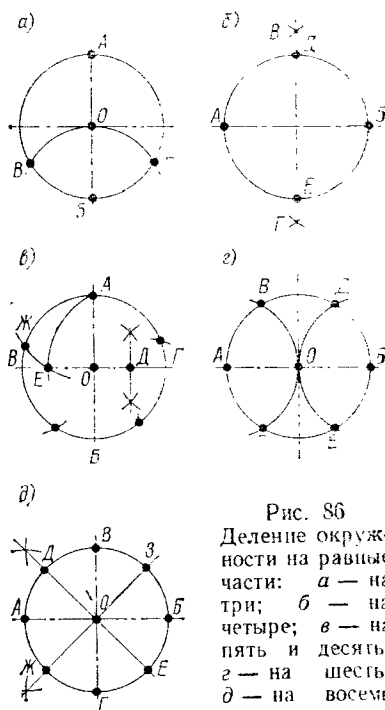


Рис. 86
Деление окружности на равные части: а — на три; б — на четыре; в — на пять и десять; г — на шесть; д — на восемь

Для деления на десять частей сначала окружность делят на пять равных частей (рис. 86, в). При этом отрезок OE будет точно равен стороне десятиугольника, который и следует отложить на окружности.

Деление на семь и более частей рекомендуется производить построением с использованием специальной таблицы. Допустим, окружность диаметром 112,7 мм (D_0) (рис. 87) необходимо разделить на n равных частей.

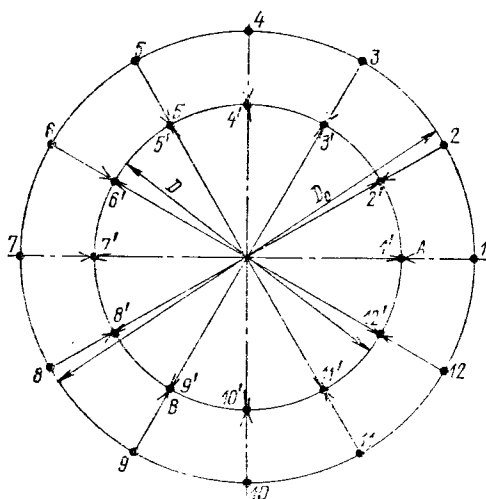


рис. 87

Деление окружности на равные части с использованием специальной таблицы

Таблица 5. Деление окружности на n равных частей при $D = 1$

n	a	n	a	n	a	n	a
7	0,434	18	0,174	29	0,108	40	0,078
8	383	19	165	30	105	41	077
9	342	20	156	31	101	42	075
10	309	21	149	32	098	43	073
11	282	22	142	33	095	44	071
12	259	23	136	34	092	45	070
13	239	24	131	35	090	46	068
14	223	25	125	36	087	47	067
15	208	26	121	37	085	48	065
16	195	27	116	38	083	49	064
17	184	28	112	39	080	50	063

окружность диаметром 112,7 мм (D_0) (рис. 87) необходимо разделить на n равных частей. Для этого величину D_0 умножают на соответствующий коэффициент a , взятый из табл. 5. Это произведение равно длине хорды S , соответствующей расстоянию между двумя соседними точками данной окружности.

Для повышения точности разметки целесообразно расчет длины хорды вести не по D_0 , а по диаметру вспомогательной окружности D , равному целому числу 80 мм. Проведенную вспомогательную окружность делят на заданное число частей циркулем, раствор которого устанавливают равным длине хорды. Затем из центра через точки на вспомогательной окружности проводят лучи (радиусы) до пересечения с заданной окружностью. Точки пересечения разделяют окружность на требуемое число частей.

Пример. Окружность диаметром 112 мм на плоской заготовке требуется разделить на 12 равных частей. Сначала окрашивают места под риски и проводят одну диаметрально риску. Затем проводят вспомога-

тельную концентрическую окружность, например, диаметром 80 мм. Определяют длину хорды для $1/12$ части этой окружности по табл. 5: при $n = 12$ $a = 0,259$. Длина хорды S равна $20,72$ ($0,259 \times 80$). Это расстояние необходимо отложить циркулем на окружности 12 раз. Установить циркуль точно на размер 20,72

трудно. Поэтому для повышения точности разметки сначала вспомогательную окружность обычным способом делят на три равные части, а затем каждую из них делят на четыре равные части, делая засечки циркулем возможно ближе к размеру 20,72 мм. Засечки делают, шагая циркулем от точки A к точке B , а затем — в обратном направлении и также делают засечки. Если циркуль установлен неточно, то засечки не совпадут. В этом случае величину несовпадения засечек на глаз делят пополам и посередине ставят неглубокий керн. Таким же образом делят оставшиеся две части окружности. Затем от центра через накерненные точки проводят лучи до пересечения с заданной окружностью. Точки пересечения накернивают и окружность оказывается разделенной на требуемое количество равных частей.

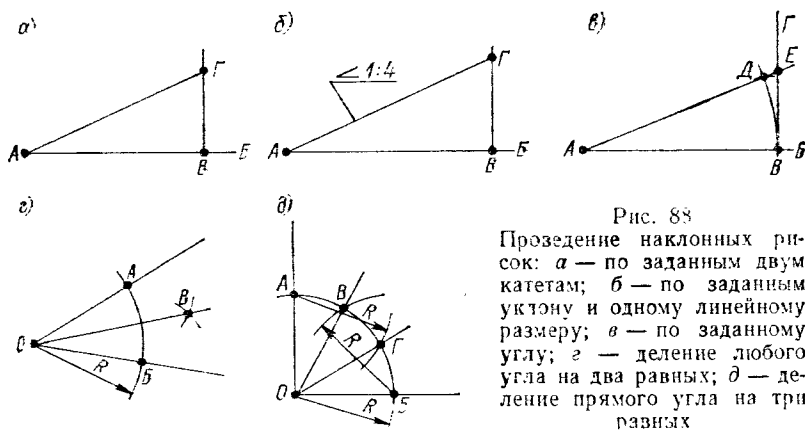


Рис. 88

Проведение наклонных рисок: a — по заданным двум катетам; b — по заданному уклону и одному линейному размеру; c — по заданному углу; d — деление любого угла на два равных; e — деление прямого угла на три равных

Деление окружности на неравные части производят при помощи таблиц [4], в которых длина хорды определяется по углу между соседними лучами.

Наклонную риску проводят одним из способов, который выбирают в зависимости от исходных данных.

1. По заданным размерам двух катетов (рис. 88, a) построение наклонной риски начинают с проведения риски AB , на которой откладывают отрезок AB , равный длине одного катета. Из конца этого отрезка восстанавливают перпендикуляр и откладывают на нем длину второго катета $BГ$. Соединив точки A и $Г$ прямой, получают искомую наклонную риску.

2. Часто задается один линейный размер и уклон (рис. 88, b). Если уклон меньше $1 : 4$, это означает, что на каждые 4 мм длины (по горизонтали) наклонная линия поднимается (или опускается) на 1 мм. Для повышения точности проведения риски рекомендуется все линейные размеры увеличить в 10 или другое число раз. Вначале проводят горизонтальную риску AB , на которой откладывают отрезок AB длиной, например, 120 мм. Из точки B восстанавливают перпендикуляр, на котором откладывают отрезок $BГ$ длиной в четыре

раза меньшей 30 мм. Прямая $АГ$ будет иметь уклон, равный $30 : 120 = 1 : 4$.

3. Построение угла можно произвести с использованием тригонометрических зависимостей. Например, задан угол 14° . Из таблиц следует: $\text{tg } 14^\circ \approx 0,25 = 25/100$. По значению тангенса, который представляет собой отношение катетов, строят сам угол (см. рис. 88, а).

4. Построение наклонной риски по заданному углу, рассматривая его как центральный угол, производят согласно рис. 88, в. На горизонтальной риске $АВ$ слегка накернивают точки $А$ и $В$ на отрезке длиной, например, 150 мм. Из точки $А$ проводят дугу радиусом 150 мм и восстанавливают перпендикуляр $ВГ$. Затем находят длину хорды при $D = 1$ для центрального угла, скажем 24° (см. табл. 5,

$n = 15$), $S = 0,208$. Для диаметра, равного не 1, а 300 мм ($R = 150$), длина хорды $S = 62,4$ мм.

Из точки $В$ проводят дугу радиусом 62,4 мм до пересечения в точке $Д$ с дугой радиусом 150 мм. Соединив точки $А$ и $Д$ прямой и продолжив ее до пересечения с перпендикуляром $ВГ$, получают искомую наклонную линию $АЕ$.

Деление любого угла на две равные части (рис. 88, г) начинают с проведения дуги $АВ$ произволь-

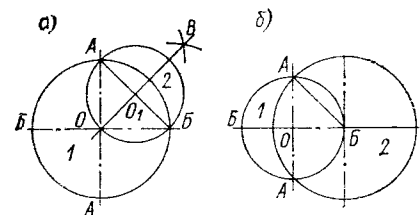


Рис. 89

Построение кругов площадью, вдвое меньшей заданного круга (а) и вдвое большей заданного (б)

ным радиусом R из вершины угла O . Из точек $А$ и $В$ делают засечки одним и тем же радиусом. Прямая, проведенная через точки O и $В$, произведет требуемое деление.

Деление прямого угла на три равные части (рис. 88, д) начинают с проведения такой же дуги, как и в предыдущем случае. Из точек $А$ и $В$ дугами того же радиуса R пересекают дугу $АВ$ в точках $В$ и $Г$. Точки $В$ и $Г$ соединяют с вершиной угла O . Прямые $ОВ$ и $ОГ$ произведут требуемое деление.

Для круга 1 требуется построить круг 2 площадью, вдвое меньшей (рис. 89, а). На заданном круге соединяют точки пересечения взаимно перпендикулярных осей $А$ и $Б$ хордой. Эту хорду известным способом делят пополам риской $ВО$, которая пересечет хорду в точке O_1 . Точка O_1 будет центром искомого круга. Радиусом $ОО_1$ описывают окружность, которая ограничит требуемый круг 2.

Для круга 1 требуется построить круг 2 площадью, вдвое большей (рис. 89, б). На заданном круге соединяют точки пересечения взаимно перпендикулярных осей $А$ и $Б$ с периметром окружности. Хорда $АБ$ будет радиусом требуемого круга 2.

Разметку сопряжений в зависимости от их вида выполняют несколькими способами. Дугу, касательную к двум взаимно перпендикулярным прямым (рис. 90, а), проводят в следующей последовательности. Прямые продолжают до пересечения. Точку пересечения слегка накернивают и из нее как из центра проводят дугу заданным радиусом R , пересекая прямые в точках $А$ и $Б$. Из этих точек тем же

радиусом делают две засечки, которые пересекутся в точке O . Эту точку слегка накернивают и из нее проводят дугу тем же радиусом, которая соединит заданные прямые плавным закруглением.

Дугу радиусом R , касательную к двум прямым, образующим произвольный угол (рис. 90, б), проводят за три приема. Вначале проводят вспомогательные прямые, параллельные заданным, на расстоянии R от них. Точку пересечения O слегка накернивают и из нее как из центра размечают дугу радиусом R . Эта дуга плавно соединит заданные прямые.

Дугу радиусом R , касательную к дуге AB радиусом R_1 и к прямой $B\Gamma$ (рис. 90, в), проводят в следующей последовательности: вначале на расстоянии R — вспомогательную прямую, параллельную

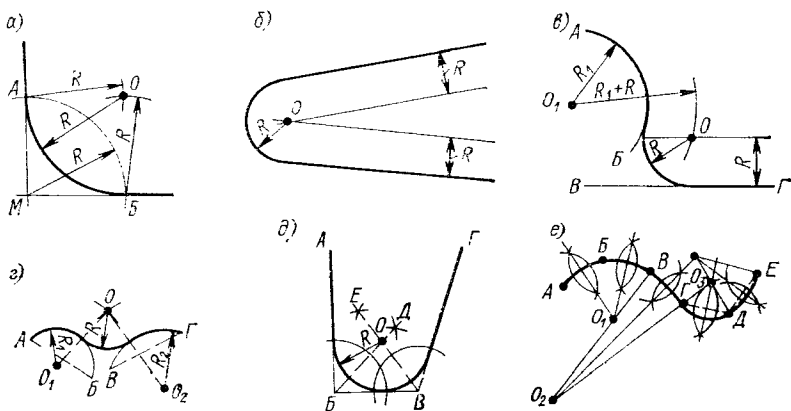


Рис. 90
Построение сопряжений

прямой $B\Gamma$, затем из центра O_1 радиусом $R_1 + R$ — дугу, пересекающую вспомогательную прямую в точке O . Эту точку накернивают и из нее проводят дугу радиусом R , которая плавно соединит заданные дугу и прямую.

Дугу радиусом R , касательную к двум другим дугам (рис. 90, г), проводят из точки O как из центра. Точка O образуется в пересечении двух засечек, одна из которых образована из точки O_1 радиусом $R_1 + R$, а вторая — из точки O_2 радиусом $R_2 + R$.

Дугу, касательную к трем заданным прямым (рис. 90, д), проводят в следующей последовательности. Сначала углы $AB\Gamma$ и $B\Gamma E$ делят пополам. Биссектрисы BD и BE пересекутся в точке O , которую накернивают. Из точки O как из центра проводят дугу радиусом R , которая плавно соединит заданные прямые.

Проведение плавной кривой через ряд точек (рис. 90, е) начинают с их накернивания и соединения прямыми. Затем находят центр O_1 дуги, проходящей через точки A, B и B , и из него радиусом $O_1A = O_1B = O_1B$ проводят дугу $AB\Gamma$. Потом проводят прямую, делящую отрезок $B\Gamma$ пополам, и находят точку O_2 пересечения этой прямой с продолжением радиуса O_1B . Точка O_2 будет центром дуги $B\Gamma$,

которая плавно соединится с дугой $АБВ$. Таким же способом делят пополам отрезок $ГД$ и находят точку $О_3$ и т. д.

Рассмотренные сопряжения во многих случаях можно выполнить без геометрических построений, требующих значительной затраты времени. Для этого некоторые разметчики используют постоянные шаблоны, которые представляют собой металлические диски толщиной 1 мм и радиусом от 6 мм и более через каждые 0,5 мм. К сопрягаемым линиям прикладывают кромку шаблона нужного диаметра и проводят чертилкой дугу. Дисковые шаблоны следует беречь от повреждений и хранить в специальном ящике.

§ 53. Технические развертки

В практике разметки встречаются детали и сборки различной формы, которые изготавливают из листового и реже — из профильного материала. Исходными заготовками для таких деталей служат плоские листы и прямые штанги. После разметки заготовки проходят ряд операций (резку, гибку, сварку и т. п.). Если эскиз разметки не задан, то разметчик должен уметь определить его конфигурацию и размеры, чтобы получить годную по форме и размерам деталь, не вызывая излишнего расхода металла и трудностей при обработке.

Эскиз разметки получают в результате развертки пространственных поверхностей в плоскость с учетом особенностей последующих операций. Следует иметь в виду, что не все поверхности можно развернуть, например выпуклые или вогнутые поверхности тел вращения не поддаются точной развертке. Такие тела называют неразвертываемыми. Чтобы получить приблизительно развернутые поверхности нужной формы, их обрабатывают выдавливанием, гибкой или выколоткой.

Сначала рассмотрим геометрические способы построения разверток наиболее распространенных тел. Эти способы предполагают, что толщина заготовки теоретически равна нулю и при обработке не подвергается ни растяжению, ни сжатию.

Развертку боковой поверхности цилиндра (рис. 91, а) по заданным фронтальной V и горизонтальной H проекциям начинают с проведения двух параллельных рисок на расстоянии h , равном высоте цилиндра. На одной из этих рисок откладывают отрезок $АБ$, равный длине окружности цилиндра ($АБ = \pi d$). Затем из точек $А$ и $Б$ восстанавливают перпендикуляры до пересечения со второй прямой в точках $В$ и $Г$. Полученный прямоугольник $АБГВ$ представляет собой искомую развертку.

Полную развертку прямой четырехугольной призмы (рис. 91, б) выполняют из отдельных прямоугольников.

Развертка боковой поверхности прямого кругового конуса (рис. 91, в) представляет собой сектор круга, радиус которого R равен длине образующей конуса, а длина дуги l равна длине окружности основания конуса.

Обычно конус задается высотой H и диаметром основания d . В этом случае разметчик определяет по формулам: $R = \sqrt{(d/2)^2 + H^2}$

и $\alpha = 180d/R$. Затем из выбранной точки O проводят дугу радиусом R , прямую OA и под углом α к ней — прямую OB . Сектор AOB будет искомой разверткой.

Если конус задается величиной образующей R и диаметром основания d , то рассчитывают только величину угла α и построение развертки ведут в той же последовательности.

Развертку боковой поверхности кососрезанного цилиндра (рис. 91, ε) начинают с проведения прямой AB , на которой откладывают отрезок AB длиной πd . Затем окружности цилиндра делят на

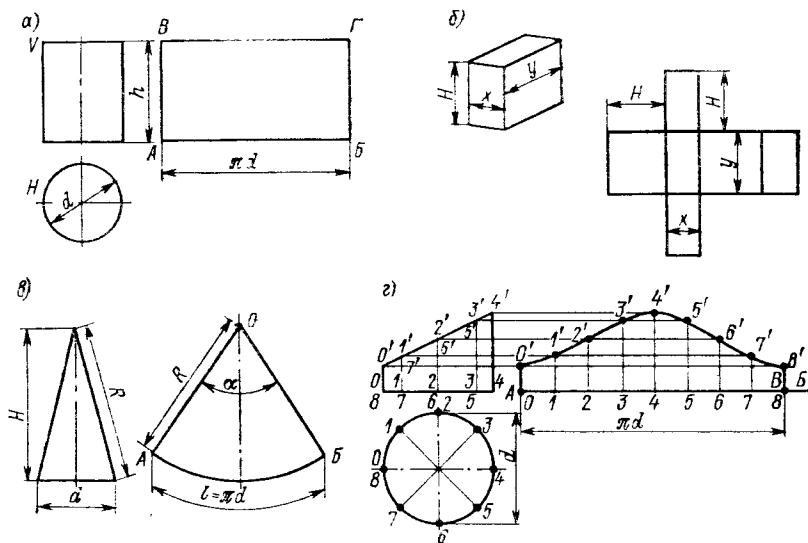


Рис. 91
Построение разверток простейших тел

восемь (или большее число) равных частей и на это же число частей делят отрезок AB . Из точек на отрезке AB восстанавливают перпендикуляры и на них откладывают высоты $O-O'$, $1-1'$ и т. д., равные длинам образующих цилиндра. Через точки O' , $1'$ и т. д. проводят плавную кривую, которая будет искомой разверткой.

Полную развертку пятиугольный кососрезанной призмы (рис. 92) по заданным фронтальной V , профильной W и горизонтальной H проекциям выполняют в следующей последовательности. Сначала определяют реальные размеры наклонной плоскости сечения A . Для этого отмечают точки $1, 2-5$ на проекциях V и W , выполненных в масштабе $1:1$. Затем на произвольном расстоянии от проекции H проводят вспомогательную линию и перпендикулярно к ней проводят лучи $x_1 - x_5$. Длины этих лучей откладывают перпендикулярно к наклонной линии среза на проекции V . Соединив вершины лучей, получают плоскость сечения A . Размеры площади основания призмы берут из проекции H . Развертку боковой поверхности строят на прямой OG . Высоту ребер призмы от этой линии определяют цирку-

лем и линейкой по размерам фронтальной проекции V . Соединив полученные точки 1—5, получают искомую боковую поверхность, на которой необходимо нанести линии гибки.

Развертку боковой поверхности усеченного конуса производят в зависимости от его формы. Если вершина полного конуса расположена в пределах заготовки, то развертку начинают с него, а затем проводят вторую дугу радиусом r (рис. 93, а). Так как высота полного конуса не задается, то размеры радиусов R и r определяют по формулам: $L = \sqrt{H + \left(\frac{d - d_1}{2}\right)^2}$; $R = \frac{Ld}{d - d_1}$; $r = R - L$. Угол α определяют по формуле для развертки прямого кругового конуса.

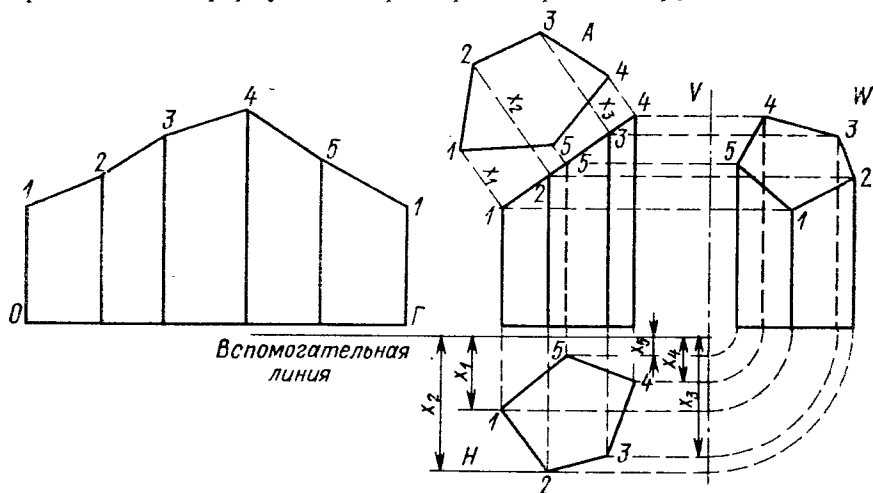


Рис. 92
Построение развертки кососрезанной призмы

В случае недоступности вершины полного конуса построение развертки ведут иначе. Вначале по формулам определяют R , r и α , а затем по таблице [4] — длины хорд AB и $B\Gamma$ и стрелки h_1 и h_2 . Последовательность построения дуги по размерам хорды и стрелки приведена в п. 53 (см. рис. 84, е).

Если стрелка очень мала по сравнению с хордой, то из точки B (рис. 93, б) описывают полуокружность радиусом, равным стрелке $B\Gamma$. Четверть окружности делят на равные части, например на четыре, и соединяют точки деления с точкой D . На столько же равных частей делят каждую половину хорды и в точках деления I , II , III восстанавливают перпендикуляры к прямой AB . Отложив на перпендикулярах отрезки, равные $I-I_1$, $2-2_2$, $3-3_3$, получают точки Γ_1 , Γ_2 , Γ_3 (и симметричные им точки по другую сторону от стрелки $B\Gamma$). Точки соединяют при помощи гибкой линейки или лекал и получают требуемую дугу.

Развертку двух труб одного диаметра, образующих тройник, производят следующим способом (рис. 94). По заданным фронталь-

ной V и горизонтальной H проекциям делят окружность трубы A и окружность патрубка B на одинаковое число равных частей. Для определения выреза в трубе ее периметр изображают в виде прямой линии AA . На высоте оси патрубка проводят линию $O—O$, параллельную первой. Из точек деления $I—V$ горизонтальной проекции опускают вертикальные прямые до пересечения их с горизонтальными линиями, проведенными из точек деления вспомогательной окружности на патрубок. Горизонтальные линии продолжают до пересечения с вертикальными линиями на развертке трубы A , которые проводят на отрезке длиной πd . Соединив точки пересечения плавной кривой, получают кривую выреза.

Для получения развертки патрубка B его периметр также изображают в виде прямой линии. Соответственно делением вспомогательной окружности фронтальной проекции на линии периметра наносят точки $I—9$, а от них восстанавливают перпендикуляры. На этих перпендикулярах откладывают высоты образующих патрубка. Этими высотами являются показанные стрелками лучи фронтальной проекции. Линия, проведенная через конечные точки высот, является кривой развертки патрубка B . Способы развертки многих изделий из листового материала приведены в работах [4, 8].

При изготовлении деталей (сборок) разметку разверток, которые называют техническими или производственными, производят по чертежам, разрабатываемым конструктором или технологом.

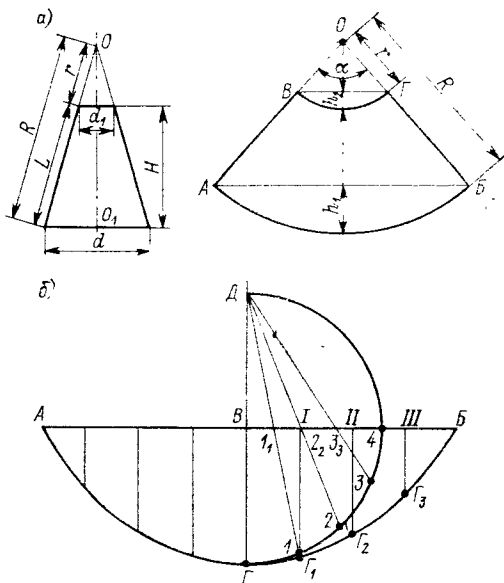


Рис. 93

Построение развертки боковой поверхности усеченного конуса: a — вершина полного конуса расположена в пределах заготовки; b — вершина полного конуса недоступна в пределах заготовки

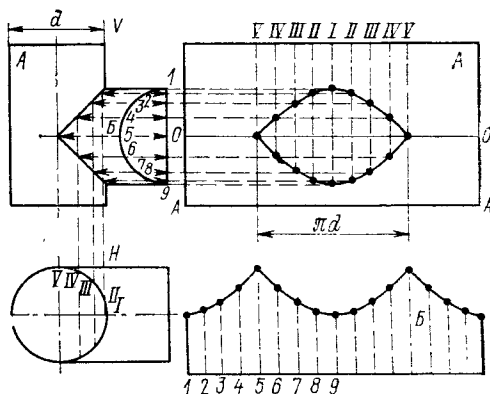


Рис. 94

Построение развертки труб тройника

Иногда техническую развертку делает разметчик, используя чертеж детали. В любом случае листовую развертку необходимо начать с расчета и геометрических построений нейтрального слоя и учесть при этом толщину листа, а также технологические требования процессов, при помощи которых плоская заготовка приобретает пространственную форму, и вопросы экономии материала при раскрое листа.

При гибке листа (рис. 95) наружная поверхность AA растягивается, а внутренняя BB сжимается, вследствие чего дуга AA больше дуги BB . Неизменным по длине остается некоторый нейтральный слой NN , расположенный приблизительно в пределах $1/2$ — $1/3$ толщины листа s . Поэтому расчет технических разверток, подвергающихся изгибу, производится именно по этому нейтральному слою.

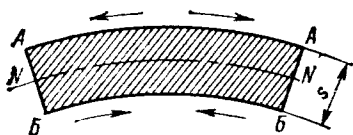


Рис. 95
Схема гибки листа

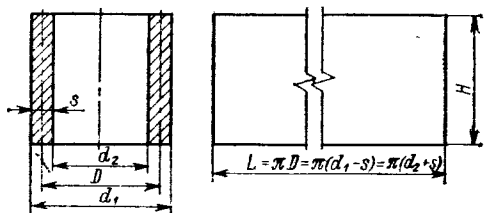


Рис. 96
Развертка прямого цилиндрического патрубка с учетом толщины стенки

Пример. Необходимо построить развертку прямого цилиндрического патрубка по заданному чертежу (рис. 96). Как известно, развертка представляет собой прямоугольник длиной L . При расчете L по наружному диаметру d_1 развертка окажется излишне большой, а при расчете по d_2 — недостаточной. Расчет следует вести по диаметру нейтрального слоя D , который равен $d_1 - s$ или $d_2 + s$. Если принять, что нейтральный слой находится посередине толщины листа, то $L = \pi (d_1 - s)$ или $L = \pi (d_2 + s)$.

Нейтральный слой проходит посередине толщины листа в случае, когда $s \leq 1/20R$, где R — радиус изгиба нейтрального слоя. В остальных случаях приходится считаться с тем, что нейтральный слой смещается в сторону поверхности сжатия (рис. 97, а) и длина его с уменьшается.

Например, длина развертки скобы (рис. 97, б) определяется как сумма слагаемых: $L = l_1 + l_2 + l_3 + c_1 + c_2$, где c_1 и c_2 — длины дуг. Длина дуг определяется по формуле

$$c = 0,0175R\alpha,$$

где α — угол изгиба заготовки, °; $R = r + xs$.

Коэффициент x зависит от соотношения r/s ; его значение принимается 0,48 при $r/s = 5$; 0,38 при $r/s = 0,38$ и т. д. [4].

Для расчета развертки при гибке под углом 90° (рис. 97, в) с радиусами сопряжения 0,5—4,0 мм можно пользоваться упрощенной формулой

$$L = l_1 + l_2 \pm \Delta,$$

где Δ — поправка, которая рассчитывается по формуле $\Delta = \pi R/2 - 2r$; l_1 и l_2 — длины прямолинейных участков детали; R — радиус кривизны нейтрального слоя, мм; r — внутренний радиус гибки, мм.

В случае гибки под углом без закруглений или с закруглениями малого радиуса ($r \ll 3s$) можно использовать формулу

$$L = l_1 + l_2 + x's,$$

где $x's$ — прибавка материала на закругление, которая принимается равной $(0,4 \div 0,6) s$.

При гибке до соприкосновения сторон (рис. 97, а) длину развертки определяют по формуле: $L = l_1 + l_2 + 0,43s$.

Следует запомнить, что только при гибке с нагревом можно получить острые внутренние кромки. При холодной гибке во избежание растрескивания наружной поверхности стального листа внутренний радиус должен быть не меньше двойной толщины листа ($r \geq 2s$).

К размерам разверток, учитывающих при гибке толщину листа, необходимо прибавить припуски на обработку, если таковая предусматривается технологией или чертежом детали, и на соединение краев развертки после гибки.

Соединение краев развертки может быть выполнено сваркой при помощи фальцевых швов, реек, фланцев и т. д.

В сварных соединениях припуски предусматриваются в случае обработки кромок под сварку по отогнутым кромкам (рис. 98, а, б) и внахлестку (рис. 98, в).

Фальцем или замком называется соединение между собой отогнутых кромок тонких листов. Примеры фальцевых швов приведены на рис. 99.

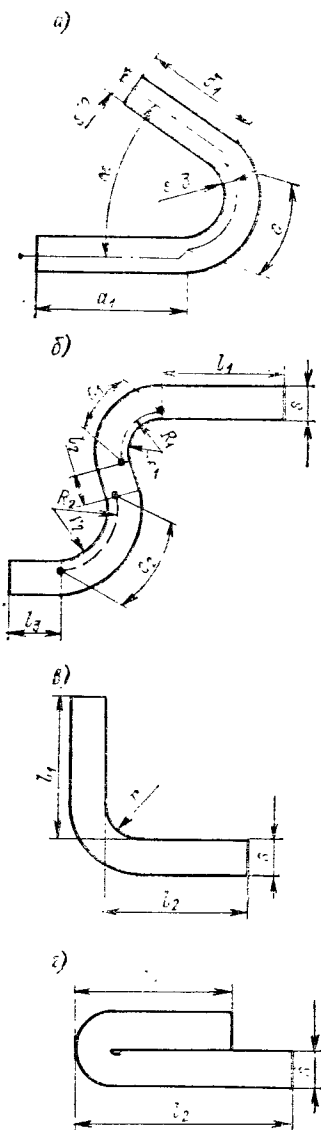


Рис. 97

Примеры гибки толстого листа: а — смещение нейтрального слоя при гибке; б — определение длины развертки скобы; в — определение длины развертки при гибке под прямым углом; г — определение длины развертки при гибке до соприкосновения сторон листа

Припуски на обработку разверток под сварку и другие соединения поясняются техническими условиями или указываются в чертеже развертки.

Иногда возможны развертки по двум-трем вариантам, из которых следует выбрать тот, который наиболее целесообразен по харак-

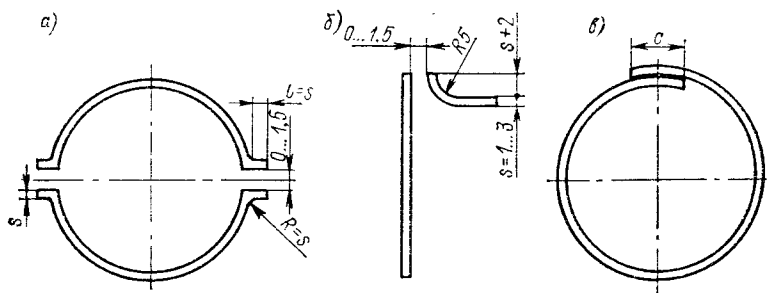


Рис. 98

Припуски к размерам развертки при сварке: а, б — по отогнутым кромкам; в — внахлестку

теру технологического процесса изготовления детали. Например, развертку прямой четырехугольной призмы (см. рис. 91, б) можно выполнить из отдельных прямоугольников, вырезаемых из отходов листа. Возможна вырезка одной заготовки с последующей гибкой. Но в первом случае увеличится количество соединительных швов, поэтому окончательный вариант выбирают исходя из конкретных условий производства.

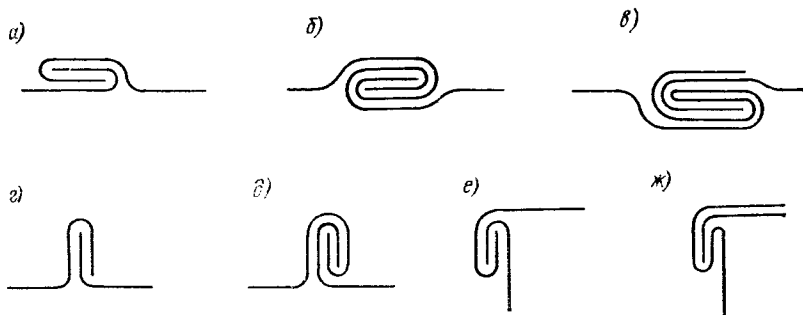


Рис. 99

Виды фальцевых швов: а — одинарный лежащий; б — двойной лежащий; в — полуторный лежащий; г — одинарный стоячий; д — двойной стоячий; е — одинарный угловой; ж — комбинированный угловой

Развертка боковой поверхности кососрезанного цилиндра возможна по двум вариантам (рис. 100). С геометрической точки зрения и практически в большинстве случаев они равноценны. Но если цилиндр изготавливается из толстолистовой стали (толщина 10—15 мм) гибкой на вальцах, то предпочтительна развертка варианта Б, так

как свернутая из нее заготовка получает более правильную конфигурацию и менее трудоемка при дальнейшей обработке.

При вырезке разверток из листа образуются отходы, которые часто остаются неиспользованными. Одна из основных причин отходов — неудачные конструкции разверток. Производя построение развертки, разметчик должен изыскать возможность экономии материала.

Примером решения этого вопроса может служить изменение конструкции развертки большого конического зонта. Развертку такого зонта обычно проектируют в виде сварного сектора круга (рис. 101, а). При размере исходных листов 710×1420 мм для образования сектора необходимо израсходовать восемь листов. Если образовать развертку из нескольких секторов (рис. 101, б), вырезанных по два из каждого листа (рис. 101, в), то понадобится всего шесть листов.

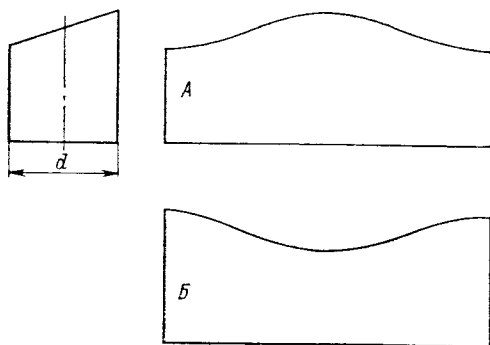


Рис. 100
Варианты развертки боковой поверхности прямого кососрезанного цилиндра

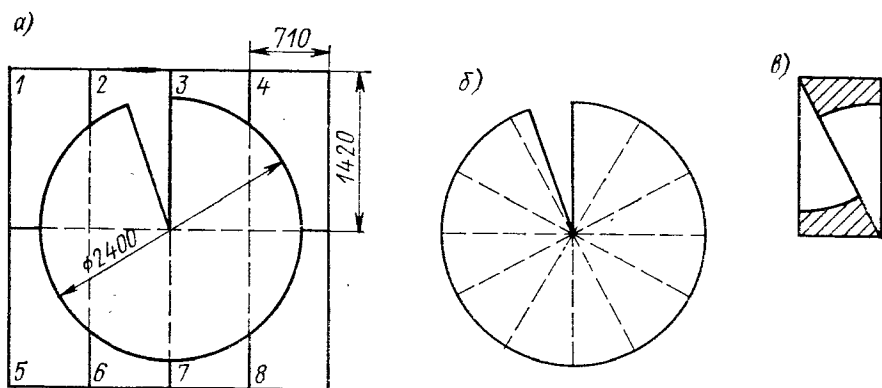


Рис. 101

Варианты составной развертки конуса зонта: а — из восьми листов; б — из шести листов; в — способом вырезки двух секторов из одного листа

Во многих случаях гибки расчеты разверток следует вести по нейтральной оси, проходящей через центр тяжести сечения заготовки. Для симметричных профилей центр тяжести находится на пересечении вертикальной и горизонтальной осей симметрии. У асимметричных профилей (угольников, швеллеров и т. д.) центр тяжести определяют по справочникам.

Расчетная длина развертки для колец, соединяемых встык, определяется по формуле

$$L = \pi (D \pm 2z),$$

где L — длина развертки, мм; D — диаметр кольца, мм; z — расстояние от вертикальной полки до центра тяжести, мм.

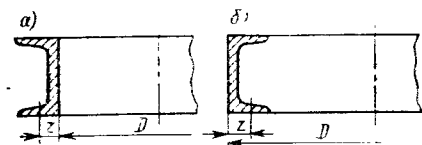


Рис. 102

Определение длины развертки швеллера при гибке кольца

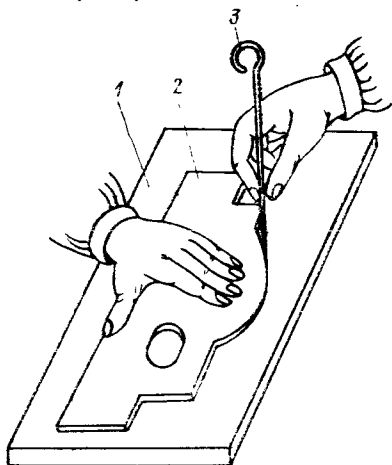


Рис. 103

Плоскостная разметка по шаблону: 1 — размечаемая заготовка; 2 — шаблон; 3 — чертилка

видны базовые риски. Небольшие шаблоны для многократного использования изготавливают из тонкой листовой стали толщиной до 2 мм, шаблоны больших размеров — из листовой стали толщиной 2—4 мм и для повышения жесткости и прочности прикрепляют с одной стороны планки или ребра. Сложные и тяжелые шаблоны часто имеют устройства для базирования и закрепления на заготовках. Кроме металлических шаблонов, получили применение шаблоны из плексигласа толщиной 2—3 мм. Для грубой разметки используют шаблоны из картона.

Шаблоны накладывают на предварительно окрашенные поверхности заготовок. Если особой точности при установке шаблона не требуется, то его можно положить на необработанную поверхность заготовки. Это обычно бывает, когда разметка по шаблону не увязана

Знак плюс принимают для колец, изгибаемых горизонтальными полками (кромками) наружу (рис. 102, а) а знак минус — для колец, изгибаемых горизонтальными полками внутрь (рис. 102, б).

§ 54. Плоскостная разметка по шаблону

Плоскостную разметку можно упростить и ускорить, если на размечаемую поверхность наложить плоский шаблон и провести по его контуру чертилку, оставляя на заготовке риски (рис. 103). При такой разметке не нужны геометрические построения, перенесение размеров и нанесение габаритных рисок при выкраивании заготовок или деталей. Особенно эффективно использование шаблонов при разметке партии заготовок сложной конфигурации.

Разметочные шаблоны для небольших заготовок при кратковременном использовании делают из белой мягкой жести толщиной 0,1—0,5 мм или из листового цинка толщиной 0,5 мм, на которых хорошо

с разметкой других поверхностей. Шаблон необходимо наложить так, чтобы в результате разметки остались необходимые припуски на дальнейшую обработку, а образующиеся отходы металла можно было бы использовать для изготовления других деталей.

Иначе производят разметку при необходимости наложения шаблона на обработанную поверхность и выдерживания определенных размеров. Например, требуется разместить по шаблону контур головок шатуна, у которого обработаны средняя часть, плоскости головок и нанесены центровые риски 1—1, 2—2 и 3—3 (рис. 104, а). По этим рискам ставят специальный шаблон с центроемкими выступами и углублениями (рис. 104, б) и обводят чертилкой контур головок и отверстия в них. Такой шаблон, как правило, следует прикреплять

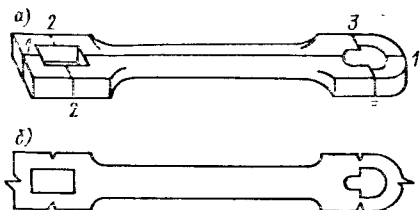


Рис. 104

Разметка по шаблону предварительно обработанного шатуна: а — размечаемая заготовка; б — шаблон с указателями базовых рисок

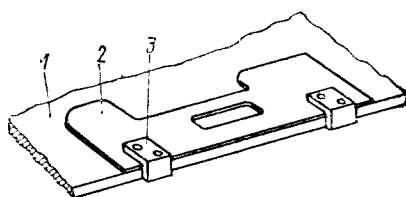


Рис. 105

Шаблон с упорами:

1 — размечаемая заготовка; 2 — шаблон;
3 — упор

струбцинами или другими зажимами к размечаемой заготовке. Для точной установки по обработанной поверхности применяют шаблон с упорами (рис. 105), которыми поджимают его к обработанной кромке заготовки.

При разметке по шаблону риски наносят стандартными чертилками (см. рис. 59), специальным рейсмасом (см. рис. 66, б) и с помощью разметочного устройства Гусева и Давыдова (рис. 106). Специальный рейсмас удобен в тех случаях, когда шаблон не прилегает плотно к заготовке. Разметочное устройство позволяет по одному шаблону размечать несколько типоразмеров заготовок. Корпус 4 устройства устанавливают основанием 2 на размечаемую поверхность 1 и торцовыми кромками 11 прижимают к шаблону 10. Затем перемещением устройства вдоль контура шаблона чертилка 5, поджатая пружиной 8, оставляет на поверхности заготовки риску. Расстояние проводимой риски от контура шаблона можно изменить вращением головки 9, которая перемещает наклонную ползушку 6 вверх или вниз. По линейной шкале 12 и отметке 13 на ползушке контролируют заданное расстояние. Винты 3 и 7 предотвращают врезание ползушки в чертилку.

При помощи шаблонов кроме контура заготовки размечают окна и отверстия в заготовках. Особенно эффективен этот способ при разметке большого числа отверстий и если эти отверстия должны совпадать с такими же отверстиями в сопрягаемой детали, например

отверстиями в крышке цилиндра и на торце цилиндра. Если отверстия размечать обычным способом отдельно на крышке и на цилиндре, то из-за неточности разметки при сборке окажется невозможным надеть крышку на цилиндр. Этого брака можно избежать, если разметку отверстий на крышке и цилиндре выполнить по одному общему шаблону.

Разметку отверстий по шаблонам производят тремя способами: 1) проведением окружностей чертилкой по отверстиям требуемых диаметров в шаблоне; 2) накерниванием центров отверстий через отверстия в шаблоне; 3) наметкой чертилкой через шаблон отверстий небольшого диаметра с последующим кернением их центров на глаз.

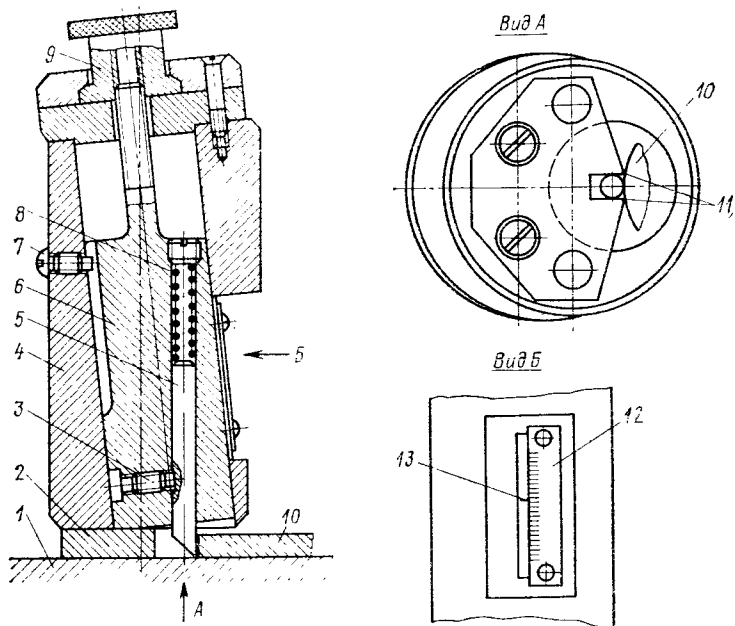


Рис. 106
Устройство Гусева и Давыдова для разметки по шаблону

Первый способ рекомендуется для заготовок, имеющих отверстия (например, после штамповки, отливки и т. д.), которые после разметки будут расточены.

При втором способе шаблон обязательно следует закрепить на размечаемой заготовке. После кернения шаблон снимают и циркулем размечают все окружности на требуемые диаметры. Существенный недостаток этого способа — возможность перекоса кернера или установка его не в центре, что может после обработки отверстия привести к браку.

Многие разметчики пользуются третьим способом, так как смещение керна относительно центра легко обнаруживается глазом. Из накерненного центра циркулем проводят окружность требуемого диаметра.

§ 55. Способы экономичного раскроя листового материала

Принятое при разметке расположение заготовок на исходном материале (листе, штанге и т. д.) называют раскройом. Раскрой может быть выполнен несколькими способами. Наиболее простой из них — раскрой с последовательным расположением заготовок (рис. 107, а).

Кoeffициент использования металла этого способа раскроя часто оказывается низким, так как образуется значительная масса отходов после вырезки заготовок. Разметчики-новаторы стараются для конкретных заготовок выбрать такие способы раскроя, которые обеспечивают не только экономию металла, но и повышение производительности труда на операциях после разметки. К таким операциям относятся вырезка, правка, гибка и обработка кромок заготовок. Наиболее экономичными способами

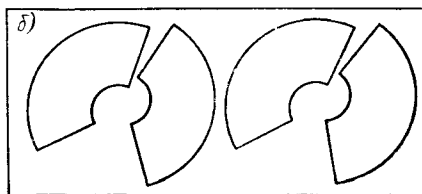
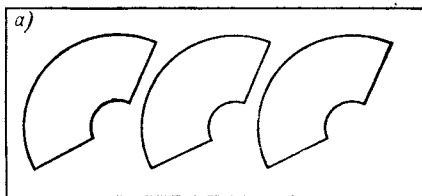


Рис. 107

Раскрой разверток усеченного конуса из одного листа: трех заготовок при последовательном расположении (а) и четырех заготовок при комбинированном расположении (б)

раскроя являются рациональное расположение заготовок на исходном материале; изменение конфигурации деталей, образующих развертку, и преобразование развертки; раскрой, предусматривающий деформацию вырезанных заготовок; раскрой, учитывающий изготовление деталей из отходов.

При последовательном раскрое разверток усеченного конуса (рис. 107, а) с отступлением одной от другой на 10—16 мм для возможности вырезки электрической дугой из одного листа получают три заготовки. Раскрой этих же заготовок согласно

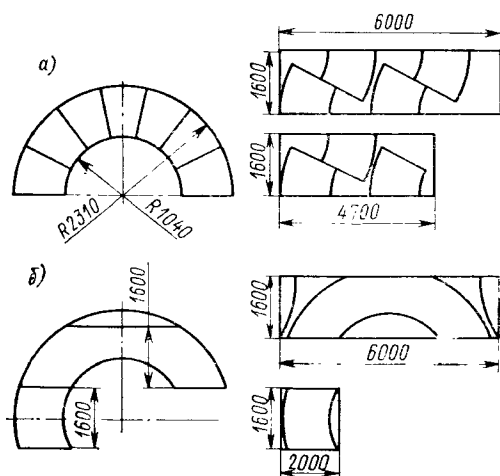


Рис. 108

Усовершенствование раскроя развертки усеченного конуса: а — обычный раскрой из семи равных секторов; б — раскрой из четырех разных по конфигурации деталей

рис. 10.7, б с учетом вырезки на роликовых или гильотинных ножницах позволяет получить из одного листа четыре заготовки,

исключить расходы на электроды и снизить трудоемкость обработки кромок.

Первый пример целесообразного изменения конфигурации деталей развертки приведен на рис. 101. Второй пример, приведенный на рис. 108, показывает замену обычной развертки большого конуса, состоящего из семи равных секторов, выкраиванием четырех деталей по ширине листа, при сборке которых преобразуется развертка. Такое преобразование сокращает расход металла на 20—25 % и длину шва примерно на 30 %.

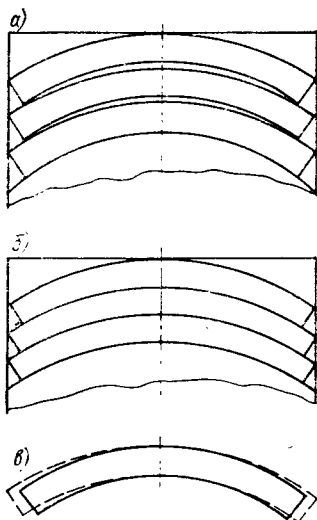


Рис. 109

Усовершенствование раскроя деталей кольца: *а* — обычный раскрой; *б* — раскрой с образованием наружной и внутренней дуг одним радиусом; *в* — подгибка деталей до образования требуемых радиусов кольца

При обычном раскрое частей кольца из листа остаются перемычки между заготовками (рис. 109). Перемычки в дальнейшем не используются и образуют отходы. Если заготовки по наружной и внутренней поверхностям разметить одним радиусом, превышающим требуемые наружный и внутренний радиусы кольца, то перемычек не образуется. Но в этом случае заготовки после вырезки необходимо подогнуть до требуемых размеров. При таком раскрое экономия металла может быть более 20 %.

После вырезки колец остаются обычно в качестве отходов диски. Из этих дисков можно образовать новые кольца, диаметр которых превышает диаметр дисков. Так, из двух дисков одного диаметра получают два составных кольца (рис. 110). Для этого из каждого диска выкраивают по четыре части, которые после вырезки и дополнительной обработки чередуют при сборке, образуя кольца.

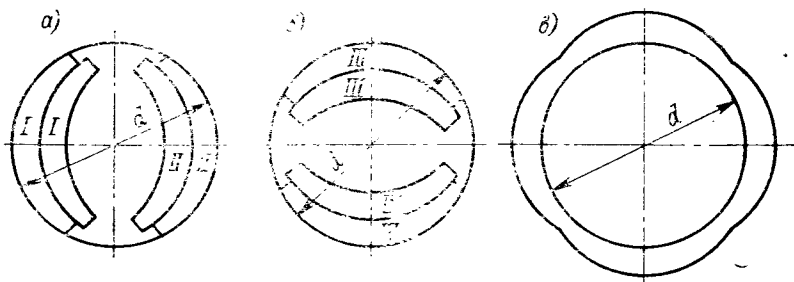


Рис. 110

Образование колец из дисков: *а, б* — выкраивание четырех деталей для двух дисков; *в* — сборка кольца

§ 56. Техника безопасности при плоскостной разметке

При выполнении плоскостной разметки основной причиной несчастных случаев, как правило, является несоблюдение рабочим требований техники безопасности при работе с подъемно-транспортным оборудованием (см. п. 52) и инструкции по технике безопасности для разметчиков.

Основные требования инструкций по технике безопасности:

1. До начала работы разметчик обязан привести в порядок рабочую одежду, надеть головной убор и подготовить рукавицы. Затем осмотреть рабочее место, убрать заготовки и инструменты, не нужные для выполнения данной работы, и освободить вокруг разметочного оборудования площадь установленной ширины.

2. Работать разрешается только исправными инструментами и приспособлениями. Молоток должен быть надежно насажен на исправную рукоятку овального сечения с расклиниванием завершенным металлическим клином и иметь слегка выпуклую, не скошенную, без заусенцев и трещин поверхность бойка.

Угол заточки кернера должен составлять 45—60°, длина рабочей части — не менее 75 мм. На боковой поверхности кернера следует сохранять исправную накатку, исключаящую вращение его в руке при работе. Чертилки должны иметь чисто заточенное острие.

3. Для заглушения звука при ударе на рукоятку молотка рекомендуется надеть толстое резиновое кольцо шириной 20—25 мм, непосредственно примыкающее к молотку. Запрещается закаливать молотки, ударную часть кернеров, так как при ударе могут отлетать куски металла и нанести травмы рабочему.

4. Напильники и другие инструменты, имеющие деревянные рукоятки, должны быть прочно насажены на них. Во избежание раскалывания рукоятки необходимо снабдить на переднем конце металлическим кольцом.

5. Все электролампы, освещающие рабочее место разметчика, и переносные лампы, а также арматуру для них (выключатели и изоляция проводов) применять только при исправном состоянии.

6. Заготовки на разметочном оборудовании устанавливать в устойчивом положении, которое достигается применением клиньев, подкладок и т. п. При установке необходимо следить за тем, чтобы не защемить пальцы рук и не повредить их заусенцами и острыми углами на заготовках.

7. Необходимо остерегаться накола острого конца чертилки, который при неловком движении может привести к получению колотых ран.

8. При накернивании заготовок покрытых окалиной, следует надевать защитные очки.

9. После разметки заготовки нельзя снимать голыми руками, необходимо использовать для этого рукавицы.

10. Во время работы не следует допускать на рабочее место посторонних лиц.

1. Разберите известные Вам способы проведения дуги по заданным параметрам.
2. Как разделить окружность на заданное число равных частей методом геометрических построений?
3. Приведите пример разметки сопряжения.
4. Что такое техническая развертка?
5. Какие поправки вносятся при разработке технической развертки при ее геометрическом построении?
6. Как производят плоскостную разметку по шаблону?
7. Разберите один из способов экономичного раскроя листового материала.
8. Перечислите основные требования техники безопасности при плоскостной разметке.

Глава II ПРОСТРАНСТВЕННАЯ РАЗМЕТКА

§ 57. Установка заготовок на разметочной плите

Как известно, установка заготовки на любом оборудовании состоит из двух элементов: базирования и закрепления. При пространственной разметке заготовку предварительно опускают на опоры, устанавливаемые на разметочной плите, затем производят базирование и при необходимости — закрепление. При правильно выбранных опорах заготовка часто остается неподвижной под действием силы тяжести.

В отдельных случаях малоустойчивые заготовки оставляют при разметке подвешенными за один конец к подъемному устройству (тали, манипулятору). Второй конец заготовки подводят к специальному упору, закрепленному на рабочей или боковой поверхности разметочной плиты. При помощи подъемного устройства одновременно производят базирование заготовки относительно плиты. Устойчивость заготовки в различных ее положениях при разметке должна быть надежной. Иначе она может упасть, повредить плиту, сломаться и нанести разметчику тяжелую травму.

Базирование заготовок в зависимости от требований к разметке производят по нескольким вариантам: расположением одной из плоскостей или осей (технологической базы) заготовки параллельно или перпендикулярно к рабочей поверхности разметочной плиты; расположением какой-либо поверхности заготовки вдоль канавки плиты и т. д.

Заготовку при базировании приходится не только немного поднимать, опускать и поворачивать в вертикальной плоскости, но и

перемещать по плоскости плиты на небольшое расстояние. (Подъем, опускание и поворот заготовки разметчик чаще всего производит при помощи домкратов. Перемещение не очень тяжелых заготовок осуществляют при помощи специального ломика из круглой или квадратной стальной штанги (рис. 111). Точкой B ломик упирается в заготовку, а точкой $Б$ (через подкладку) — в размечаемую плиту. Если разметчик берет за конец A ломика и прикладывает вертикальную силу P , то на другом конце ломика, в точке B , сила Q будет во столько раз больше, во сколько раз плечо AB больше плеча $БB$. При помощи ломика заготовку можно повернуть в любую сторону. Для этого, приподняв заготовку, конец ломика A поворачивают. Если заготовку нужно повернуть по часовой стрелке, то ломик поворачивают против часовой стрелки. При этом необходимо следить за тем, чтобы заготовка и ломик не портили плоскость разметочной плиты. Для этого под ломик ставят подкладку. Перемещение тяжелых заготовок производят с помощью подъемно-транспортного оборудования.

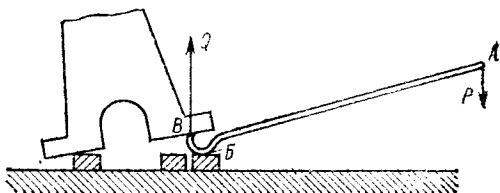


Рис. 111

Схема перемещения заготовки на разметочной плите при помощи ломика

Установка заготовки на разметочной плите — длительная и кропотливая работа. Обычно заготовки устанавливают на опоры с таким расчетом, чтобы перпендикуляр к рабочей поверхности плиты, опущенный из центра тяжести заготовки, проходил внутри треугольника, образуемого опорами.

§ 58. Определение пригодности заготовки к дальнейшей обработке

Прежде чем приступить к нанесению рисок, разметчик должен убедиться в соответствии заготовки чертежу детали. Для этого необходимо изучить чертеж детали и четко представлять ее себе в окончательно обработанном виде. Одновременно с изучением конфигурации детали рекомендуется осмотреть заготовку. Установив соответствие заготовки чертежу детали, разметчик должен выяснить последовательность, характер обработки заготовки и необходимую величину припусков. В зависимости от этих условий разрабатывается операция разметки.

При этом для каждой заготовки необходимо установить целесообразность разметки за одну операцию всех поверхностей или предварительной разметки части поверхностей, а разметку остальных поверхностей — после предварительной механической обработки.

При разработке операции разметки следует решить, в каких положениях заготовка будет устанавливаться на разметочной плите, какими способами и в какой последовательности будут наноситься

риски. Если эти вопросы предварительно не будут решены, то в конце разметки может оказаться, что какие-то риски своевременно не размечены или для них не осталось припуска. При необходимости нанесения дополнительных рисков требуется снова установить заготовку. А это приводит к снижению точности разметки и дополнительной затрате времени.

При правильной организации производства разметчику вместе с чертежом детали вручают операционную карту разметки с эскизами (см. рис. 37), которые освобождают его от указанной выше работы.

При наличии операционной карты разметки и при четком представлении этой операции заготовку ставят на разметочную плиту, производят ее базирование и одновременно выявляют отклонения в размерах заготовки от чертежа. В случае необходимости производят выкраивание детали из заготовки.

В процессе выкраивания приходится иногда по несколько раз приподнимать или опускать заготовку на разметочной плите и наносить предварительные риски, от которых ведется проверка с учетом припусков. После окончательной установки заготовки на плите приступают к разметке.

§ 59. Нанесение базовых и контрольных рисков

В операционной карте разметки обязательно указана технологическая база (поверхности, риски или точки), от которой следует исходить при базировании заготовки. Разметчику необходимо при этом дополнительно учесть все дефекты, которые он обнаружил при проверке данной заготовки.

При отсутствии операционной карты разметки разметчик сам выбирает технологическую базу. От технологической базы на определенном расстоянии (рассчитанном или заданном) разметчик наносит осевые или центровые риски, которые являются измерительными базами. В некоторых случаях технологическая база совпадает с измерительной.

Переход к осевым рискам и их нанесение называют расцентровкой. От измерительных баз затем на заданных расстояниях проводят все остальные риски.

Вопрос выбора технологической базы во многих случаях оказывается сложным и даже опытный разметчик не всегда может правильно его решить. Для его решения необходимо знать назначение размечаемой детали, особенности ее конструкции, условия работы в машине, способ получения заготовки и ее особенности. Ниже приведен ряд правил, которые рекомендуется учесть при базировании и расцентровке заготовки.

1. Если хотя бы одна поверхность заготовки обработана окончательно, то ее следует принять за технологическую и измерительную базы.

2. Если у заготовки имеются стенки, толщину которых необходимо выдержать, то расцентровку следует производить с учетом этого обстоятельства.

3. Необрабатываемые поверхности детали следует принимать в качестве технологических баз.

4. Если деталь имеет необработанные наружные и внутренние поверхности, то в качестве технологической базы принимают наружные поверхности.

5. Если на детали имеются приливы, бобышки или отверстия, то их следует учесть при нанесении центровых рисок.

6. Если заготовка имеет перекосы, смещение поверхностей или другие дефекты, то центровые риски наносят с учетом возможности исправления этих недостатков во время обработки.

Для пояснения изложенного приведем следующие примеры разметки.

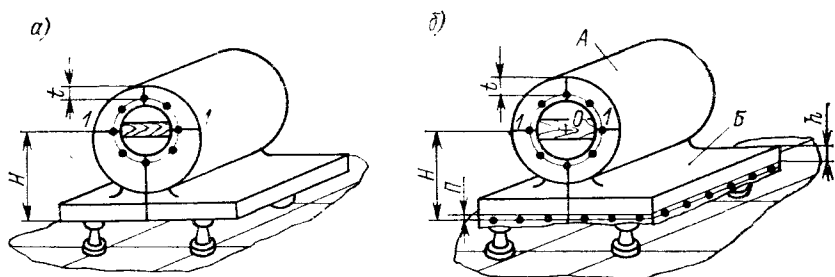


Рис. 112

Расцентровка кронштейна с обработанным (а) и необработанным (б) основанием

Пример 1. У заготовки, изображенной на рис. 112, а, окончательно обработано основание и требуется разметить, а затем обработать центральное отверстие. Для этого заготовку¹ с центральной планкой устанавливают на разметочной плите так, чтобы плоскость основания (технологическая база) была параллельна рабочей поверхности плиты. Параллельность проверяют при помощи рейсмаса. При проведении рейсмасом центровых риски 1—1 разметчик обязан выдержать расстояние H , заданное операционным эскизом (чертежом). От этой риски (измерительной базы) ведут дальнейшую разметку. Если при этом стенки цилиндра (размер t) в отдельных местах окажутся слишком тонкими, то такую заготовку бракуют.

При необработанном основании (рис. 112, б) в качестве измерительной базы принимают наружную поверхность цилиндра A , от которой на центральной планке определяют положение оси O , соответствующее равномерной толщине стенки t . Затем заготовку устанавливают на разметочной плите так, чтобы поверхность B (технологическая база) была параллельна рабочей поверхности плиты. От центра O (измерительная база) на расстоянии H наносят риску. Если при этом припуск Π на обработку основания хотя бы в одном месте окажется недостаточным, то риску 1—1 несколько поднимают

¹ Заготовки массой до 20 кг с обработанным основанием можно устанавливать без подкладок.

выше точки *O*. При увеличенном припуске и слишком тонком основании детали риску *1—1* необходимо опустить, при этом размер *h* не должен быть меньше допустимого.

Пример 2. Требуется разметить и затем обработать отверстие в отливке втулки цилиндра двигателя. Отливка имеет стенки неодинаковой толщины (рис. 113, *a*) вследствие смещения стержня при литье. Разметчик должен прежде всего проверить размеры отливки и убедиться в том, что толщина стенки в самом тонком месте имеет достаточный припуск на обработку. После этого можно приступить к установке заготовки на плите и нанесению базовых центровых рисок.

При этом исходят из того, что внутренняя поверхность втулки полностью обрабатывается (по ней скользит поршень), а на наружной поверхности обрабатываются только кольцевые выступы, впадины же между ними остаются необработанными, поэтому при нанесении центровых рисок в качестве технологической базы принимают необрабатываемые наружные поверхности втулки.

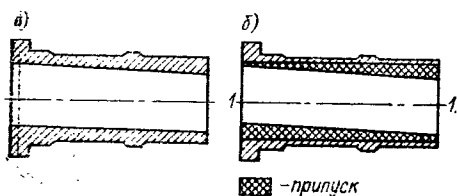


Рис. 113

Расценровка заготовки для втулки цилиндра

В процессе базирования втулки на разметочной плите, при котором используют регулируемые по высоте опоры, образующая технологической базы должна стать параллельной рабочей поверхности плиты. В этом положении рейсмасом на высоте оси наружной поверхности проводят риску *1—1* вокруг втулки (рис. 113, *b*). Затем от риски (измерительной базы) проводят все другие риски на заготовке, в том числе и круговые риски по торцам, ограничивающие припуски на обработку отверстия.

Центровые риски на обработанных поверхностях обычно не накернивают. А чтобы следы их не исчезли, если есть в этом необходимость, переносят на боковые необработанные поверхности детали и накернивают по длине или по концам.

Обработку заготовок ведут по рискам, ограничивающим припуски, поэтому после прохода инструментов риски вместе с кернами могут исчезнуть. В этом случае затруднительно и даже невозможно проверить правильность обработки. Кроме того, в процессе обработки заготовка может смещаться и на ней не остаются риски, по которым можно произвести повторное базирование. Эти недостатки устраняют нанесением контрольных рисок на расстоянии 5—10 мм от разметочных. Часто вокруг размеченного отверстия проводят контрольную окружность радиусом, превышающим радиус отверстия на 2—8 мм. Эта окружность позволяет быстро определить, не возник ли увод (отклонение) оси отверстия после сверления или других операций.

Контрольные риски проводят теми же способами и инструментами, что и разметочные, но в отличие от них не накернивают.

§ 60. Приемы разметки заготовок с одной установки

С одной установки можно размечать заготовки в следующих случаях: 1) при необходимости нанесения только горизонтальных рисок; 2) когда возможна разметка не только горизонтальных рисок, но и не связанных с ними вертикальных рисок и 3) если можно совместить пространственную разметку с плоскостной.

В любом случае расположение заготовки на разметочной плите должно быть удобным для базирования и разметки.

Выверку горизонтальной технологической базы заготовки относительно рабочей поверхности плиты производят рейсмасом, а вертикальной технологической базы — разметочным угольником.

Все горизонтальные риски проводят рейсмасом от рабочей поверхности плиты, вертикальные риски — ручной чертилкой по разметочному угольнику, окружности и дуги — циркулем.

Рассмотрим примеры разметки с одной установки.

Пример 1. Чугунный угольник требуется разметить так, чтобы после обработки плоскости 1 и 6 были взаимно перпендикулярны (рис. 114).

Проверенную и окрашенную заготовку помещают на регулируемые опоры разметочной плиты. Выверку параллельности поверхности 4 относительно плоскости плиты при базировании производят рейсмасом. Затем рейсмасом проводят риску 2—2 вокруг заготовки, которая ограничивает припуск на обработку основания 4 (рис. 114, а). При помощи угольника, подведенного к поверхности 3, и чертилки на заданном расстоянии t проводят вертикальные риски 5—5 с обеих сторон полки 7. Этих рисок достаточно для обработки угольника.

При необходимости обработки третьей плоскости 9 (рис. 114, б), параллельной плоскости 6, использовать только разметочный угольник недостаточно. Для этого случая необходим другой способ разметки с нанесением риски 8—8.

Пример 2. Разметка отливки маховика под обработку ступицы и обода производится в соответствии с рис. 115.

Маховик имеет необработанные спицы 1, внутренние поверхности 2 и 3 обода и наружную поверхность 9 ступицы. Следовательно, эти поверхности должны быть использованы в качестве технологических баз при разметке и измерительных — при выкраивании маховика. Наиболее важные из них — внутренняя поверхность 3 обода и отчасти поверхность спиц. Эти элементы заготовки наиболее уда-

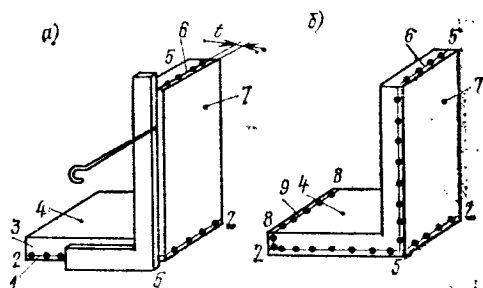


Рис. 114

Разметка с одной установки заготовки угольника: а — двух плоскостей; б — трех плоскостей

лены от оси маховика и имеют наибольшую массу, которая может быть неравномерно распределена. Поэтому при вращении маховика иногда возможно его разрушение, а чаще всего усиливается износ подшипников вала.

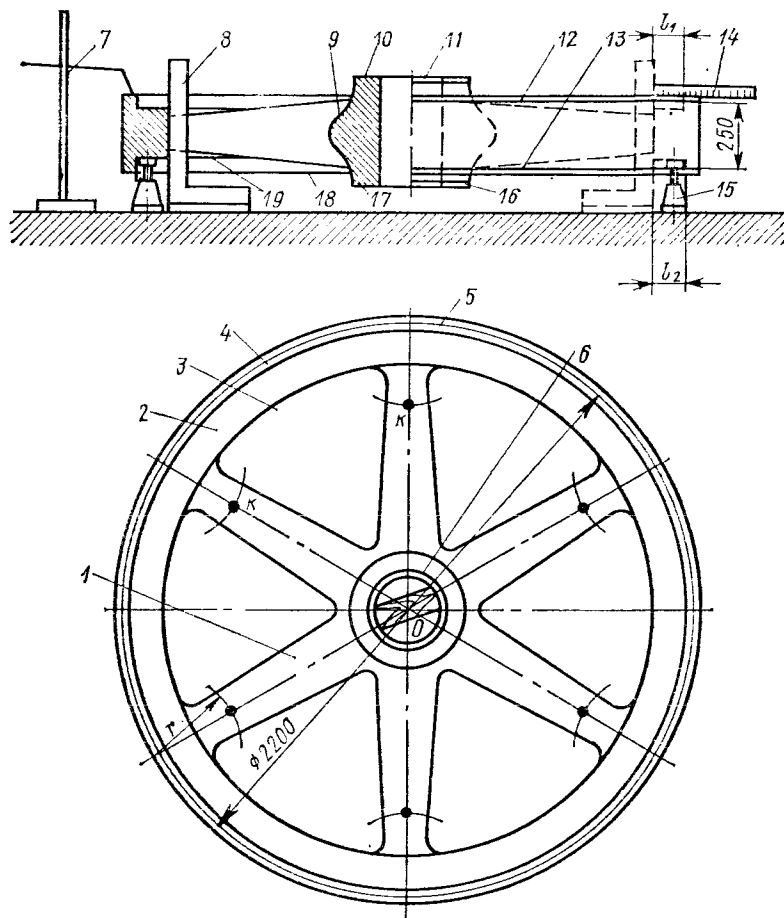


Рис. 115
Разметка с одной установки заготовки маховика

Разметку начинают с установки центральной планки в отверстие ступицы и окрашивания мест под риски. Затем заготовку ставят на подготовленные опоры 15, располагая торцовую плоскость 2 параллельно разметочной плите, и выверяют перпендикулярность внутренней поверхности 3 обода плите в нескольких местах разметочным угольником 8. При базировании проверяют измерительной линейкой 14 размеры l_1 и l_2 , которые должны быть примерно равны. Рейсма-сом 7 определяют величину припусков на торцовых плоскостях 4

и 17. Смещение спиц по высоте контролируют рейсмасом в точках k на засечках, образованных некоторым радиусом r с помощью циркуля-центрискателя от наружной поверхности обода.

После установки заготовки на плите центрискателем находят ее центр, исходя из внутренней поверхности 3. В найденном центре O ставят одну ножку циркуля, а второй проверяют, не сбиты ли относительно этого центра цилиндрические поверхности обода и ступицы. При наличии отклонений, не позволяющих обработать маховик из этого центра, ищут новое положение центра, разделив ошибку пополам.

Для проверки величины припусков на обработку рейсмасом сносят на вертикальную линейку положение необрабатываемых плоскостей 2 и 19 обода, торцов 10 и 17 ступицы 9 и буртов 4 и 18 обода. Если припуски повсюду достаточны, то приступают к окончательной разметке. При этом наносят циркулем из намеченного центра O круговые риски 5 и 6 для обработки обода и отверстия ступицы. Рейсмасом наносят риски 11 и 16 для обработки торцов ступицы и риски 12 и 13 для обработки боковых плоскостей ступицы.

После кернения разметочных рисков разметка заканчивается и заготовку передают на следующую операцию.

§ 61. Разметка с поворотом и установкой заготовки в несколько положений

Детали с взаимно перпендикулярными сторонами имеют три главные оси: по длине, ширине и высоте детали. Заготовки для таких деталей обычно размечают с последовательной установкой в трех положениях. При базировании в каждом положении необходимо добиваться параллельности одной из главных осей или риск рабочей поверхности разметочной плиты. Если в каждом из этих положений рейсмасом провести риски от плиты, то они будут взаимно перпендикулярны. В случае необходимости разметки кроме взаимно перпендикулярных еще и наклонных поверхностей или наклонных рисков заготовку требуется поворачивать и устанавливать в большее число положений.

Наиболее простые способы разметки с поворотом заготовки рассмотрены в п. 34. Разметка с поворотом может быть применена для заготовок любой сложности. Но наиболее часто ее используют для заготовок, которые можно сравнительно легко поворачивать и надежно устанавливать на разметочной плите. После каждого поворота, чтобы увязать произведенную разметку с последующей, необходимо тщательно произвести базирование заготовки по ранее проведенным рискам относительно поверхности плиты. Базирование по центровым рискам производят разметочным угольником, рейсмасом, угломером и другими инструментами.

В необходимых случаях при базировании на плите заготовку проверяют по размерам и при необходимости выкраивают из нее деталь. Разметка с поворотом затруднена или невозможна в тех

случаях, когда после поворота заготовки нельзя произвести ее базирование по ранее проведенным рискам, например в случаях, когда риски слишком коротки для точного базирования или находятся на выпуклой, вогнутой, наклонной или ступенчатой поверхности.

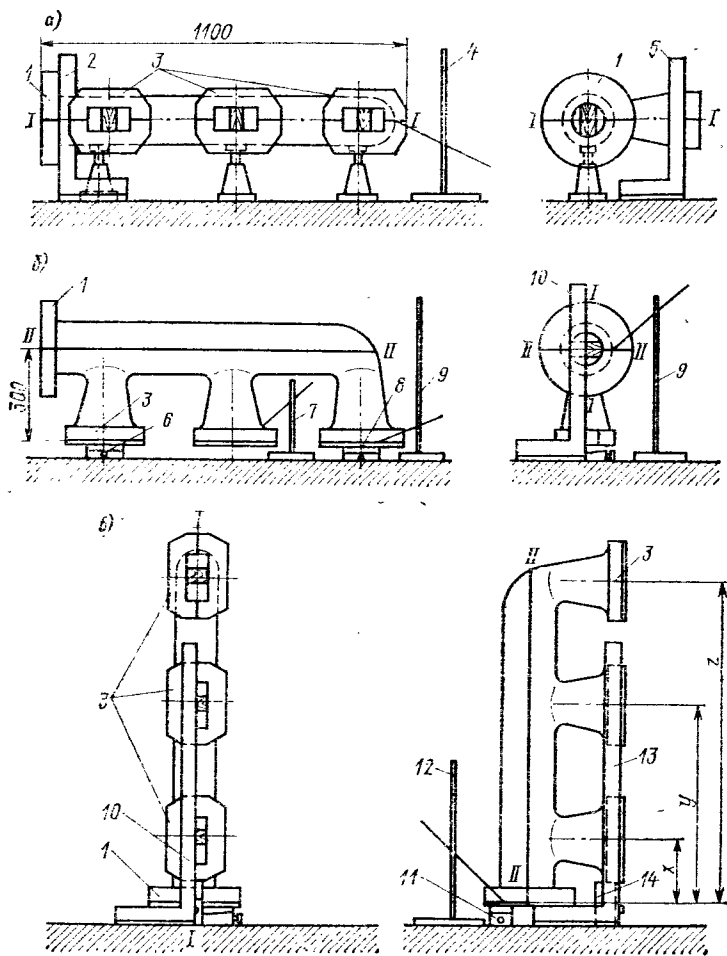


Рис. 116
Разметка с поворотом заготовки патрубка

Но и в этих случаях многие разметчики прибегают к нанесению вспомогательных рисок, облегчающих базирование, или используют специальные приемы.

Рассмотрим примеры разметки с поворотом заготовки.

Пример 1. Разметку отливки сложного патрубка (рис. 116) производят в следующей последовательности. Сначала производят разметку фланцев под обработку. После обработки производят раз-

метку (повторную) отверстий на фланцах. Если первую и вторую разметки совместить, то после обработки фланцев риски под обработку отверстий окажутся срезанными.

При первой разметке необходимо выдержать заданную толщину фланцев и правильное размещение отверстий на их торцах. Для этого в качестве технологических баз принимают необработанные задние поверхности фланцев и их центры.

При установке заготовки в первом положении (рис. 116, а) плоскость, в которой находятся центры фланцев (технологическая база), базируют параллельно рабочей поверхности разметочной плиты. В этом положении удобно проверить размеры заготовки, начать разметку от технологической базы и провести первую центровую вспомогательную риску по поверхности наибольшей длины (1100 мм).

Установив заготовку в любом направлении разметочной плиты на заранее подготовленные домкраты, при помощи центронискателя находят середину каждого фланца в отдельности. Затем рейсмас 4 устанавливают по намеченной середине одного из фланцев и проверяют (рейсмасом), находятся ли остальные центры фланцев в одной с ним плоскости (параллельной плоскости плиты). Регулируя домкраты и проверяя рейсмасом, добиваются совмещения центров фланцев в одной плоскости. Одновременно при помощи разметочных угольников 2 и 5 следят за тем, чтобы задние плоскости фланцев находились в вертикальном положении. Если выявятся отклонения (не все центры фланцев лежат в одной плоскости), то ошибку литья делят пополам.

Добившись требуемой установки, проводят рейсмасом первую центровую риску $I—I$, проходящую через середину всех фланцев. От этой риски проверяют все размеры заготовки, выкраняют деталь и проводят окончательную риску $I—I$ вокруг заготовки.

Во втором положении (рис. 116, б) в качестве технологических баз принимают риску $I—I$ и задние плоскости фланцев 3. Для этого заготовку поворачивают на 90° и ставят на регулируемые опоры. Затем в первую очередь разметочным угольником 10 проверяют вертикальность ранее проведенной риски $I—I$. Чтобы задние плоскости фланцев оказались в горизонтальном положении, заготовку уже нельзя поворачивать как угодно, так как центровая риска $I—I$ значительно связывает установку. Единственная возможность — это поднимать фланец 3, регулируя подкладку 6, а правый конец заготовки опускать с помощью подкладки 8, или наоборот, но с обязательным условием, чтобы риска $I—I$ оставалась в вертикальной плоскости.

После проведенного базирования заготовки во втором положении при помощи угольника по риске $I—I$ и по задней плоскости фланца 1, а также рейсмасом 7 от плиты по задним поверхностям фланцев 3 можно продолжать разметку.

На центральной риске $I—I$ находят известным способом середину фланца 1 и от нее рейсмасом 9, используя вертикальную линейку, проверяют, достаточны ли припуски на фланцах 3 при заданном расстоянии (например, 300 мм) от центра фланца 1. Если припуски

достаточны, то проводят тем же рейсмасом 9 от плиты вторую центровую вспомогательную риску *II—II* вокруг заготовки.

В третьем положении (рис. 116, в), которое полностью зависит от первых двух, заготовку устанавливают фланцами *1* и *3* на регулируемые по высоте опоры *II* и *14*. Базирование заготовки проверяют при помощи разметочного угольника *10* от плиты по ранее проведенным рискам *I—I* и *II—II*. Но к риску *II—II* угольник *10* приложить нельзя (мешает фланец *1*), поэтому проверку проводят угольником *13* по рискам на фланцах *3*. В установленном положении проводят по фланцу *1* рейсмасом *12* риску для обработки торца на заданном расстоянии.

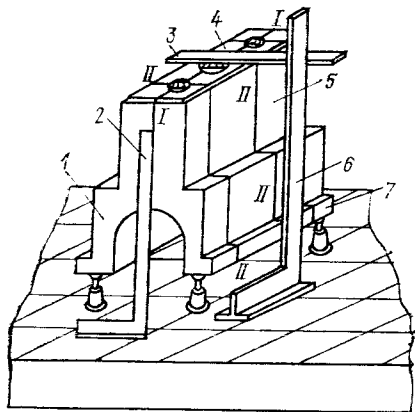


Рис. 117

Применение специального приема при разметке после поворота корпусной заготовки

Затем при помощи рейсмаса и вертикальной линейки проверяют расстояния *x*, *y* и *z* между нанесенными раньше центрами фланцев *3* и риской на фланце *1*. Если эти расстояния не удовлетворяют требованиям чертежа патрубка, то в зависимости от его назначения риску на фланце *1* приходится смещать за счет увеличения или уменьшения его толщины.

После нанесения рисок во всех трех положениях заготовки производят кернение и на этом разметка заканчивается.

Пример 2. После поворота корпусную заготовку (рис. 117) необходимо установить на домкраты так, чтобы ранее проведенные

риски *I—I* и *II—II* были перпендикулярны к рабочей поверхности плиты.

Проверку установки можно произвести при помощи разметочного угольника *2* по имеющимся рискам. Для этого угольник надо приложить к поверхностям *1* и *5*. Если поверхность *1* гладкая, то угольник приложить к ней возможно. Сложнее произвести проверку по риске *II—II*, нанесенной на ступенчатой поверхности, к которой нельзя приложить разметочный угольник из-за выступающей тонкой лапы *7*. В этом случае при проверке применяют следующий прием. На поверхность *4* вдоль риски *II—II* кладут линейку *3* и подводят угольник *6* к риске *II—II* на лапе *7* (внизу). Затем, регулируя домкраты, добиваются соприкосновения кромки линейки и угольника.

§ 62. Разметка по месту

В единичном производстве и при изготовлении сборочных единиц больших размеров отверстия под винты, болты и шпильки, а иногда и другие поверхности часто обрабатывают по чертежу только на

одной детали. Затем ее как шаблон используют для «разметки по месту» соответствующих поверхностей сопрягающейся детали. Такую разметку выполняют при сборке или на промежуточной операции.

На рис. 118 приведен пример разметки по месту. Верхняя крышка 2 кожуха крепится к детали 1, нижняя крышка 5 — к детали 6 составного корпуса. Обе половины кожуха скрепляются болтами 4 и закрываются крышкой 3. Для выполнения сборки необходимо применить разметку с последующей обработкой, так как в случае полной обработки всех деталей возможно несовпадение отверстий 7 под винты и смещение торца детали 6 относительно торца детали 1. В результате смещения не совпадут отверстия под болты 4

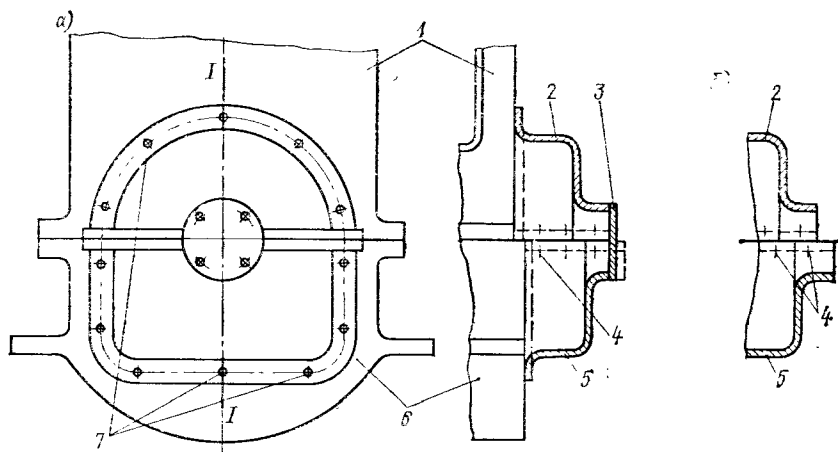


Рис. 118

Разметка по месту: а — эскиз сборочной единицы; б — соединение деталей под разметку

и крышка 3 не будет плотно прилегать к торцам крышек кожуха. Поэтому сборку и обработку ведут в следующей последовательности.

В крышке 2 сверлят отверстия 7 под винты и отверстия под болты 4, а в крышке 5 — только отверстия 7. Крышки накладывают на собранный корпус, базирясь по риску 1—1 и торцам, а через отверстия 7 размечают чертилкой отверстия на деталях 1 и 6 для последующей операции — сверления и нарезания резьбы. Затем крышки закрепляют на корпусе и через отверстия в крышке 2 размечают отверстия в крышке 5 под болты 4 и наносят риску для обработки выступающего торца одной из крышек. Обработку отверстий в крышке 5 и торца обычно выполняют за две операции — сверлильную и фрезерную. Для выполнения операции разметки по месту с последующей обработкой необходимо предусмотреть припуски.

При окончательной сборке через отверстия в крышке 3 размечают отверстия под винты в торцах крышек. Обработка этих отверстий является, как правило, частью операции сборки.

Разметка по месту увеличивает время изготовления сборочной единицы и создает ряд неудобств, связанных с клейменем, хране-

нием и транспортировкой сопрягаемых деталей, поэтому в серийном производстве такой способ разметки применять не рекомендуется. Экономически более целесообразно применение для сборки взаимозаменяемых деталей, окончательно обработанных с повышенной точностью при помощи специальных приспособлений.

§ 63. Разметка по плану, вычерченному на разметочной плите

Повышение производительности труда при разметке партии заготовок одного чертежа может быть достигнуто предварительным вычерчиванием на разметочной плите горизонтальной проекции заготовки с основными центровыми и вспомогательными рисками.

Участок плиты, на котором вычерчивается план, предварительно окрашивается меловой краской. Материал чертилок и ножек циркуля, которыми проводятся риски по краске, должен быть мягче

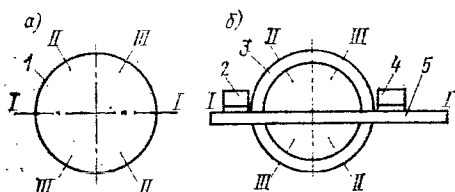


Рис. 119

Разметка кольца по плану, вычерченному на разметочной плите: *а* — план разметки; *б* — нанесение разметочных рисков

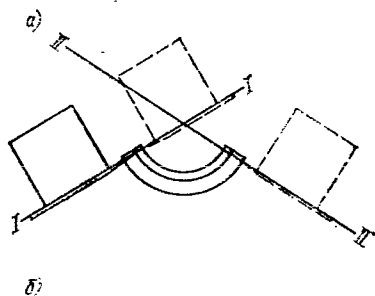
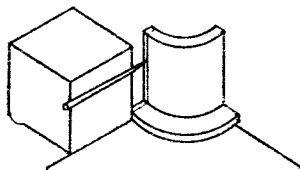


Рис. 120

Разметка вкладыша подшипника по плану, вычерченному на разметочной плите: *а* — план разметки и схема расположения разметочного кубика с плоской чертилкой; *б* — нанесение разметочных рисков



материала плиты, чтобы на ней не оставалось следов черчения.

Этот способ разметки наиболее эффективен для заготовок небольшой высоты: колец, зубчатых секторов, рычагов и т. д.

При разметке тяжелых заготовок, перемещение которых при установке затруднено, план вычерчивают после установки их на плите. Для удобства разметки некоторые контурные линии заготовки вычерчивают на плите с отступлением от истинных размеров. Контурные линии заготовок, центровые и другие риски, подлежащие разметке на заготовке, выносят на плане за пределы контура, чтобы иметь возможность по ним, рядом с размечаемой заготовкой, устанавливать вспомогательные плоскости (угольники, кубики и т. д.).

Рассмотрим примеры разметки по плану.

Пример 1. Разметка партии колец для разрезки на шесть равных сегментов (рис. 119). На разметочной плите проводят окруж-

ность 1, диаметр которой соответствует наружному диаметру кольца. Окружность делят на шесть равных частей диаметральными рисками I—I; II—II и III—III.

Размечаемое кольцо 3 укладывают на плиту так, чтобы его наружная поверхность совпадала с окружностью 1, нанесенной на плите. Затем вертикальные плоскости двух угольников 2 и 4 совмещают поочередно с каждой парой диаметральных рисок. К этим плоскостям угольников подводится положенная на кольцо линейка 5, и по ней переносят чертилкой риски на кольцо.

Пример 2. Разметка вкладыша подшипника скольжения, состоящая из трех частей (рис. 120). На плите размечают контуры вкладыша и линии I—I и II—II, необходимые для установки кубика при разметке. По предварительно вычерченному плану размечают всю партию вкладышей.

§ 64. Разметка по шаблонам

Пространственная разметка при помощи шаблонов повышает точность, производительность труда и значительно упрощает работу разметчика.

Простые разметочные шаблоны, аналогичные шаблонам для плоскостной разметки, применяют для разметки отдельных поверхностей заготовки. Взаимную связь размеченных поверхностей обеспечивают при этом предварительной разметкой центровых рисок. В некоторых случаях эффективно применение сложных и дорогих шаблонов, исключающих предварительную разметку. Выбор конструкции шаблона зависит от величины партии заготовок, их сложности и возможности изготовления шаблона.

Рассмотрим примеры разметки при помощи шаблонов.

Пример 1. Применение трех простых шаблонов для разметки отверстий под болты на торцовых поверхностях предварительно обработанного корпуса больших размеров (рис. 121, а).

К поверхности 1 прикрепляют обычную крышку (заглушку). Поэтому шаблон № 1 для разметки отверстий достаточно наложить на поверхность так, чтобы его наружные контуры по возможности точно совпали с соответствующими контурами этой поверхности. Получающуюся разницу по длине и ширине следует распределить равномерно по периметру.

При разметке приливов 3 необходимо учесть, что к ним крепят кронштейны, которые поддерживают вращающийся валик. Поэтому важно, чтобы ось кронштейнов (валика) проходила на определенном расстоянии H от плоскости основания корпуса. Для этого предварительно наносят центровую риску I—I на расстоянии H и по ней устанавливают шаблон № 2 поочередно на оба прилива. Вдоль центральной риски I—I шаблон перемещают до совпадения наружных его кромок K и M с наружными контурами K_1 и M_1 приливов 3, поэтому на шаблоне № 2 имеются только два выреза для установки его в одном направлении, по центральной риске.

К приливу 2 крепится втулка с фланцем (рис. 121, б) и разметочный шаблон № 3 должен быть установлен по центру расточенного прилива. Для этого на нем должно быть четыре выреза, а на приливе — две центровые риски II—II и III—III. Накладывая шаблон на прилив, необходимо обеспечить возможно более точное совпадение вырезов и центровых рисок.

При помощи шаблона № 1 можно разметить и отверстия в крышке, которая крепится к корпусу, при помощи шаблона № 2 — кронштейны, которые крепятся к приливам 3, а шаблона № 3 — втулку.

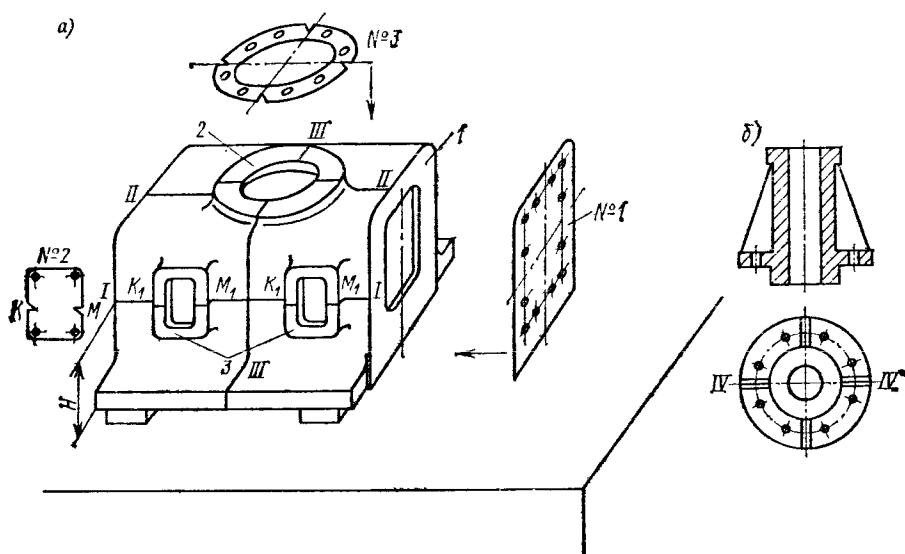


Рис. 121

Разметка корпусной заготовки при помощи простых шаблонов: а — схема использования шаблонов; б — втулка, закрепляемая на фланце 2

Для этого отверстие в центре шаблона должно иметь диаметр, равный диаметру обработанного буртика втулки. Шаблон накладывают на буртик и поворачивают до совпадения прямолинейной кромки его выреза с центральной риской IV—IV, которая должна быть размечена относительно ребер. При отсутствии ребер на втулке разметку фланца производят по месту при помощи втулки, на которой предварительно обработаны отверстия.

Для разметки отверстий на приливе 2 и втулке возможно использование шаблонов и других конструкций.

Пример 2. Разметку отверстий на фланцах нескольких типов-размеров можно выполнить при помощи универсального шаблона (рис. 122). Шаблон состоит из диска 1 толщиной 1,0—1,5 мм, имеющего концентрические окружности с отверстиями, установочной пробки 2 и скрепляющего их винта 3. Пробку меняют в зависимости от диаметра отверстия размечаемого фланца.

Пример 3. Разметку деталей тройника под сварку производят согласно рис. 123, а. В этом случае применяют цилиндрический шаблон 3 с вырезами 4 и 5 (рис. 123, б). Вырез 4 предназначен для разметки отверстия в трубе 2, а вырез 5 — для разметки трубы 1. Конфигурацию вырезов получают методом геометрических построений. Для разметки шаблон поочередно надевают на предварительно окрашенные трубы и чертилкой наносят риски, точно очерчивающие профиль пересечения двух труб под заданным углом.

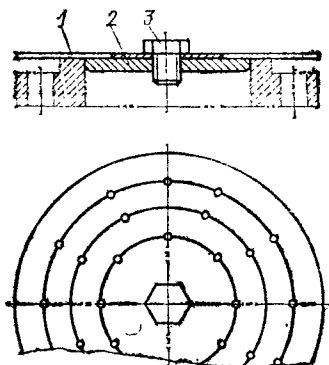


Рис. 122

Универсальный шаблон со сменной пробкой для разметки отверстий на торцах фланцев

Для разметки заготовок с большим количеством отверстий иногда применяют бумажные шаблоны (рис. 124). На бумаге вычерчивают в натуральную величину часть размечаемой заготовки с прямыми, пересечения которых обозначают центры отверстий.

Шаблон наклеивают на размечаемую поверхность. После просушки по нему накернивают центры отверстий, затем заготовку сверлят, не отклеивая шаблона.

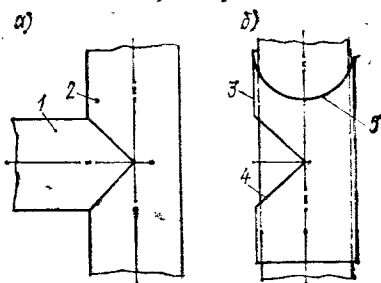


Рис. 123

Применение цилиндрического шаблона для разметки двух труб, образующих тройник

§ 65. Разметка по эталонным заготовкам

При изготовлении небольших партий деталей изготовление разметочных шаблонов может оказаться экономически нецелесообразным. В этом случае повысить производительность разметки иногда можно используя первую заготовку, размеченную обычным способом, в качестве эталона. С эталона переносят риски, размеры, углы и точки на остальные заготовки партии. Разметка по этому способу наиболее удобна и эффективна для заготовок следующих видов: планок, брусков, пластин, дисков, труб, втулок. Сущность разметки по эталону поясним на следующих примерах.

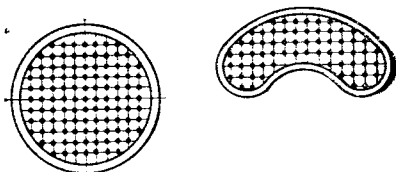


Рис. 124

Бумажные шаблоны для кернения центров отверстий

Пример 1. Разметка партии пластин, на каждой из которых требуется разметить несколько отверстий, расположенных на одной осевой линии. Сначала на всех пластинах штангенциркулем от обра-

Сотанной кромки прочерчивают продольные осевые риски отверстий. На двух пластинах, принятых в качестве эталонных, при помощи линейки или штангенциркуля по продольной оси откладывают размеры между центрами отверстий и накернивают центры. Затем между этими пластинами 1 и 2 (рис. 125, а) на разметочной плите укладывают несколько пластин с продольными рисками.

Фиксируя поочередно линейку на первой, второй и т. д. паре точек, намеченных на крайних пластинах, разметчик переносит чертилкой их положение на все другие пластины.

Таким образом, в этом примере устраняется трудоемкий переход разметки — откладывание размеров между центрами отверстий.

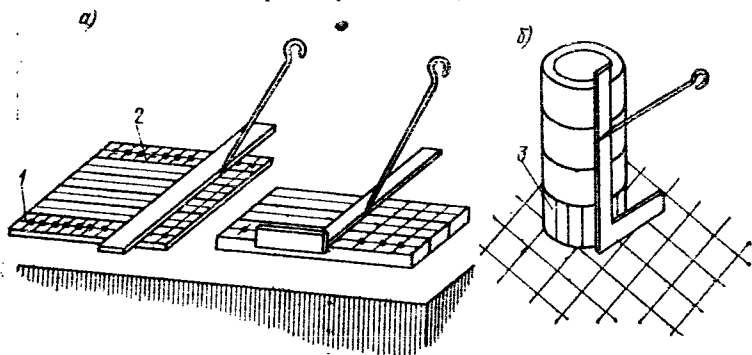


Рис. 125

Разметка по эталонным заготовкам: а — разметка отверстий на пластинах; б — разметка центров отверстий на

пластинах; б — разметка партии колец;

1, 2 — эталонные пластины; 3 — эталонное кольцо

При обработке параллельных продольных кромок пластин можно пользоваться одной эталонной заготовкой, перенося разметку с нее на другие заготовки при помощи разметочного угольника (рис. 125, а).

Пример 2. Разметка партии колец по эталонной заготовке стопкой (рис. 125, б). Одну из заготовок, например 3, размечают обычным путем и укладывают на разметочную плиту. На эту заготовку накладывают стопку неразмеченных заготовок в таком количестве, чтобы общая высота стопки не превышала высоты угольника 4, установленного на плите.

Стопку выверяют угольником по вертикали, после чего разметчик, подводя угольник поочередно к каждой риске на эталоне 3, прочерчивает чертилкой риски на всех заготовках стопки.

Применение способа разметки по эталону дает повышение производительности труда по сравнению с обычной разметкой в 3—7 раз.

§ 66. Разметка по калибрам

Разметка по калибрам отличается от разметки по эталонной заготовке только тем, что роль эталонной заготовки выполняет специально изготовленная деталь — калибр, на который наносят риски для переноса их на размечаемые заготовки.

Этот способ применяют главным образом для разметки удлиненных заготовок цилиндрической формы, установленных на призмах.

Сущность разметки по калибру рассмотрим на следующем примере.

На партии заготовок золотниковых втулок воздушного молота требуется нанести продольные риски для последующей прорезки окон (рис. 126, а). Заготовки имеют обработанные цилиндрические наружную и внутреннюю поверхности. В отверстие первой размечаемой заготовки вставляют

калибр-пробку (рис. 126, б) и легким ударом его заклинивают. Заготовку с пробкой устанавливают на призме и при помощи угломера и рейсмаса прочерчивают продольные риски контура окон одновременно на заготовке и калибре. После разметки заготовку снимают с призмы и извлекают из нее калибр. Теперь калибр можно использовать для переноса с него разметочных рисок на другие заготовки этой партии, при этом угломер уже не используется.

Калибр соединяют поочередно с каждой заготовкой. Заготовку 2 с калибром 4 устанавливают на призму 3, как при разметке первой заготовки (рис. 126, в). Установочный рейсмас 5 настраивают по центру втулки (или калибра), располагая справа от калибра, рейсмасы 1 (или один многоногий), настраиваемые на все необходимые размеры относительно установочного рейсмаса, располагают слева от разметчика. Положение окон на заготовке фиксируется по соответствующим осевым рискам при повороте заготовки, а продольные риски окон прочерчиваются рейсмасами 1.

Вместо калибра-пробки в некоторых случаях используют составной калибр-диск. Последний состоит из стального диска толщиной 10—12 мм с отверстием в центре, сменной конической втулки и скрепляющего их винта. При наличии втулок ряда диаметров калибр можно использовать для разметки разнообразных по диаметру отверстия заготовок. При переходе к разметке заготовок другого чертежа имеющиеся на диске риски легко стираются. Для повышения

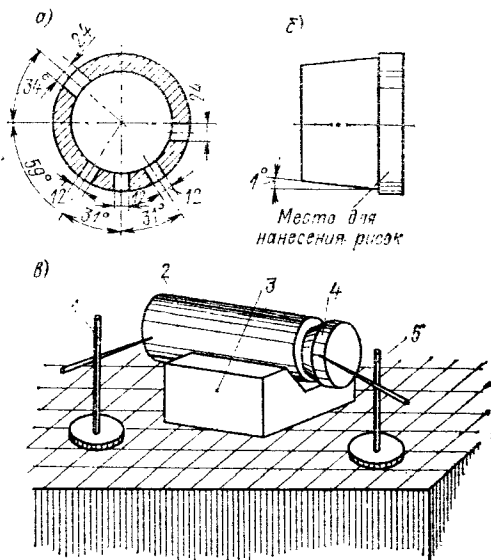


Рис. 126

Разметка окон втулки по калибру: а — поперечное сечение втулки; б — калибр-пробка; в — установка втулки с калибром для разметки;

1 — разметочный рейсмас; 2 — втулка; 3 — опорная призма; 4 — калибр; 5 — установочный рейсмас

точности разметки следует использовать диск, диаметр которого больше диаметра размечаемой поверхности заготовки.

Разметку по калибру используют и для заготовок, не имеющих отверстия со стороны торца. Но в этом случае необходимо предусмотреть технологическое отверстие, которое можно удалить при окончательной обработке детали.

§ 67. Комбинированный способ разметки

Сложные тяжелые заготовки рационально разметать комбинированным способом, при котором производят поворот заготовки, применяют шаблоны, наносят риски от дополнительных плоскостей, используют способы плоскостной разметки и т. д. Чем лучше разметчик освоил известные способы разметки, тем ему легче упростить ее и избежать неустойчивой установки заготовки.

В ряде случаев конфигурация и размеры заготовки не позволяют ограничиться применением только одного способа разметки. Например, разметку со всех сторон длинной и громоздкой заготовки невозможно произвести с одной установки. Разметить ее в вертикальном положении и поворачивать тоже невозможно из-за большой длины. В этом случае применяют комбинированную разметку: способом поворота заготовки в двух положениях проводят горизонтальные риски рейсмасами от рабочей поверхности плиты, а вертикальные риски в этих же положениях проводят рейсмом, установленным на разметочном ящике (см. рис. 44, в), или вертикальным рейсмом (см. рис. 66, а).

Встречаются заготовки, которые необходимо разметить со всех сторон, а к их поверхности невозможно плотно приставить разметочный угольник с целью базирования после поворота. В этих случаях возможна только комбинированная разметка. Например, после разметки в первом положении заготовку поворачивают на 90° и при этом проверку производят рейсмом, установленным на вертикальной плоскости разметочного ящика. Для проверки достаточно чертилку рейсмаса подвести к нескольким крайним точкам вертикальной риски, проведенной в первом положении.

§ 68. Вторичная разметка и вспомогательные риски

В процессе изготовления многие детали и сборочные единицы возвращаются для новой разметки один и более раз. Вторичная разметка производится после предварительной и промежуточной механической обработки, термической обработки и предварительной сборки. Вторичная разметка имеет следующие цели: уточнение расположения осей поверхностей, нанесение рисков для последующих операций механической обработки и выкраивание детали в связи с обнаружением дополнительных дефектов заготовки.

Приступая к операции вторичной разметки, если нет для нее операционной карты, разметчик должен хорошо представить себе

весь порядок обработки заготовки и, производя каждую новую разметку, связывать ее с предыдущей разметкой и обработкой. Если эту связь не выдержать, заготовка может стать негодной. Необходимо также знать последующие операции обработки, чтобы не нанести лишних рисков, следы которых будут срезаны на промежуточных операциях. Следует выявить все отступления от предыдущей разметки, которые были допущены на последовавшей за ней обработкой. Если таких отступлений нет, то разметчик вправе воспользоваться следами старой разметки, в частности, центровыми рисками, что значительно ускоряет операцию вторичной разметки.

Если обнаружены отклонения от произведенной ранее разметки, то в зависимости от их величины заготовку отправляют на исправление или учитывают отклонение при вторичной разметке. При больших отклонениях может оказаться невозможным вторичное выкраивание детали. В этом случае заготовку бракуют.

Часто для упрощения увязки новой операции разметки с предыдущими операциями разметки и обработки пользуются вспомогательными рисками. Такие риски обычно наносят на заготовку резцом при обработке.

На рис. 127 изображена крышка затвора, в которой точно на расстоянии l_1 от оси шаровой выемки 5 требуется просверлить отверстие 3 и на расстоянии l_2 — отверстие 6. Разметить на одной операции шаровую выемку и отверстия невозможно, так как после обработки на станке поверхностей 1, 3, 4, 5, 8 и 9 следы разметки отверстий 3 и 6 исчезают. Поэтому при первой разметке проверяют отливку, проводят центровые риски I—I и II—II, риски для подрезки поверхностей 1, 3, 4, 8 и 9 и размечают шаровое углубление. После разметки заготовку передают на карусельный станок, где по рискам обрабатывают поверхности 1, 3, 4 и шаровую выемку 5. Затем на фрезерном станке обрабатывают поверхности 8 и 9. Если после этого передать заготовку на вторичную разметку отверстий 2 и 6, то поскольку следы первой разметки исчезли, возникает трудность определения центра, обработанной шаровой выемки и вторичной расцентровки заготовки.

Чтобы этого избежать, токарь-карусельщик после обработки поверхностей 1, 3 и 4, не раскрепляя заготовки, наносит на поверх-

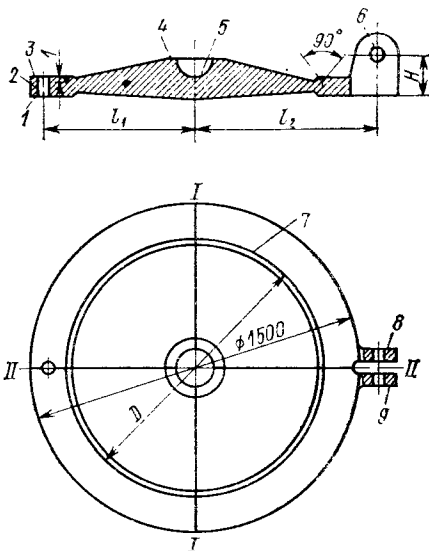


Рис. 127

Применение вторичной разметки крышки затвора и нанесение вспомогательной риски

ности 3 острым резцом неглубокую вспомогательную круговую риску 7. Эта риска значительно упрощает операцию вторичной разметки и дает возможность точно увязать обработку шаровой выемки с последующей разметкой и обработкой отверстий 2 и 6.

Вспомогательные риски, так же как контрольные, не накернивают. Их проводят не только для вторичной разметки, но и для использования при базировании размеченных заготовок на металлорежущих станках.

§ 69. Разметка на металлорежущих станках

В целях устранения затрат времени на доставку крупных заготовок со станка на разметочную плиту для повторной разметки и обратно на станок иногда разметку производят непосредственно на станке. Стол станка является в этом случае разметочной плитой. Точность обработки при этом повышается, так как заготовку размечают, не изменяя ее установки.

Целесообразность такого способа разметки рассмотрим на следующих примерах.

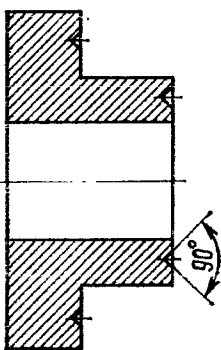


Рис. 128

Разметка крышки на токарном станке

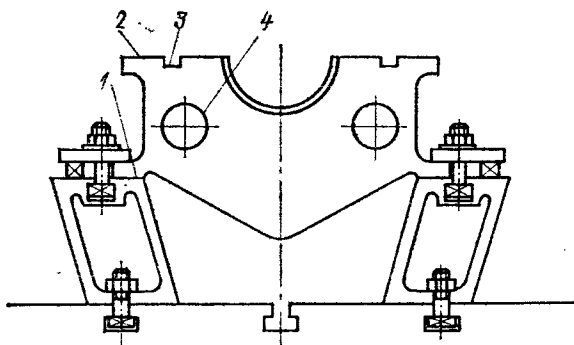


Рис. 129

Установка рамы на продольно-строгальном станке для строгания плоскостей, разметки и строгания канавок

Пример 1. Разметку отверстий на заготовках, обрабатываемых на токарных и карусельных станках, обычно производят в следующем порядке. Размечаемую поверхность окрашивают, затем в центровое отверстие помещают центровую планку, центронискателем находят центр, от которого циркулем проводят окружность, на которой будут расположены центры отверстий. Такая разметка требует много времени.

Окружность в виде риски глубиной до 1 мм (рис. 128) можно нанести специальным резцом во время обработки заготовки на станке. При этом снижается время изготовления деталей и повышается точность разметки.

Пример 2. Для механической обработки рамы (рис. 129) на разметочной плите за одну операцию размечают верхнюю плоскость 2

и низ лап 1 для строгания, торцы рамы — для фрезерования и отверстия 4 под подшипники — для растачивания.

Канавки 3 и верхнюю плоскость строгают на одной операции. Но разметить эти канавки заранее нельзя, так как при строгании плоскости и фрезеровании торцов разметочные риски будут срезаны, поэтому торцы фрезеруют перед строганием. Строгать же канавки, пока не обработан верхний торец, нельзя, так как глубину канавки требуется выдержать от окончательно обработанного верхнего торца. В этом случае целесообразно после строгания верхней плоскости остановить станок и разметить канавки на заготовке, установленной на станке.

§ 70. Особенности разметки крупногабаритных заготовок

Разметка крупногабаритных заготовок, для установки которых требуется кран, имеет следующие особенности.

1. Усложняется труд разметчика, так как применение разметочных приспособлений больших размеров резко ограничивается из-за их высокой стоимости и трудоемкости. Даже применение шаблонов не всегда экономически оправдано.

2. При наличии дефектов (перекосы осей, недостаточность припусков и др.) в дорогих заготовках необходимо выкраивание деталей. В отдельных случаях приходится производить выкраивание с отступлением от чертежных размеров, что может быть допущено только с разрешения конструктора данной машины.

3. Отверстия для соединения сопрягаемых деталей, обработанные после обычной разметки, не совпадают. Несовпадение вызывается большими размерами деталей и накоплением ошибок при разметке (ошибки измерения, ошибки установки циркуля на размер и др.), поэтому производят разметку и обработку отверстий одной детали, а затем сопрягаемую с ней деталь размечают по месту. В некоторых случаях упрощение разметки возможно при помощи шаблонов.

4. Разметку по возможности выполняют с одной установки заготовки, так как поворот заготовки и новая установка связаны с ожиданием крана, строповкой, кантованием заготовки на специально отведенной для этой цели площади и т. д.

5. Для возможности доступа при разметке поверхности заготовки, обращенной к разметочной плите, домкраты устанавливают на специальные подставки. Наклонные и сложные по конфигурации поверхности заготовок рекомендуется устанавливать на домкраты, имеющие термически обработанный шарик в опорной головке.

6. Разметку, требующую небольших затрат времени, производят непосредственно на металлорежущем станке.

7. Заготовки больших размеров и массы размечают наиболее часто на сборных плитах, а иногда — на полу цеха. В последние годы для сложной разметки строят специальные разметочные машины и установки, примеры которых приведены на рис. 52 и 78.

Базирование тяжелой заготовки при помощи домкратов — ответственная и кропотливая работа, на которую затрачивается много времени и физических усилий. При этом часто используют мостовой кран, обслуживающий и другие рабочие места. Усилия, связанные с регулировкой домкратов при установке заготовок при помощи мостового крана, по опыту разметчиков Уралмаша, можно уменьшить следующим способом. Домкраты заранее устанавливают так, чтобы один из трех был перегружен, а остальные — разгружены. На рис. 130, а прямоугольником условно показана размечаемая заготовка в плане. Для равномерного распределения массы заготовки домкраты должны быть расположены по треугольнику ABV и центр тяжести заготовки в плане должен находиться в точке G

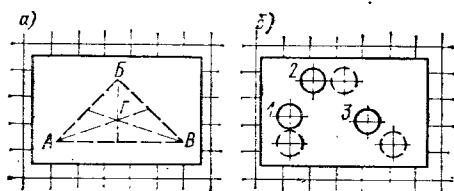


Рис. 130

Схема расположения домкратов

на пересечении медиан треугольника. Такое положение домкратов показано на рис. 130, б пунктиром. Если переместить домкраты в положения 1, 2 и 3, показанные сплошными линиями, то нагрузка на них сразу изменится. Наиболее нагруженным окажется домкрат 3, а домкраты 1 и 2 разгрузятся и регулировка их потребует меньших усилий.

Базирование заготовки по этому способу производят без помощи крана. Для уменьшения физических усилий разметчик должен следить за тем, чтобы домкраты 1 и 2 использовались только для опускания заготовки.

Разметку на полу цеха производят в простейших случаях, но и она требует значительной затраты времени. Ниже приведен пример разметки поковки массой около 90 т, диаметром около 900 мм и длиной около 22 м для обтачивания цилиндрической поверхности. Поковка предназначена для изготовления колонны гидравлического пресса.

Разметка имеет целью определить центры торцов поковки, которые обеспечат равномерное распределение припусков на обтачивание колонны.

Операцию разметки выполняют в следующей последовательности. Поковку (рис. 131) устанавливают на нескольких подкладках 4, расположенных на полу. На торцах поковки обычными приемами намечают центры O и O_1 (центр O_1 на рисунке не виден), через которые с помощью уровня наносят горизонтальные риски 1—1. Вдоль рисок временно приваривают уголки 1, длина которых не должна мешать вращению заготовки на подкладках. На равных расстояниях от центров O и O_1 , опираясь на уголки, натягивают струны диаметром 1,0—1,5 мм с помощью грузов 3 массой 25—30 кг. По длине заготовки через каждые 800—1000 мм помечают поперечные сечения c_1 ; c_2 и т. д., измеряют и записывают длины l_1 и l_2 для каждого сечения (расстояния от струны до поковки). Затем на торцах поковки через центры O и O_1 при помощи отвеса наносят вертикальные

риски II—II. Поковку поворачивают на 90° , перекатывая по подкладкам 4. По рискам II—II временно приваривают уголки 2, натягивают на них струны и определяют длины l_1 и l_2 в новом положении поковки.

Диаметр поковки в любом ее сечении определяют по формуле

$$d = l - (l_1 + l_2).$$

По разности замеров l_1 и l_2 определяют кривизну заготовки. При наличии вмятин описанным способом проверяют кривизну поковки по осям III—III и IV—IV. Если при выявленной кривизне

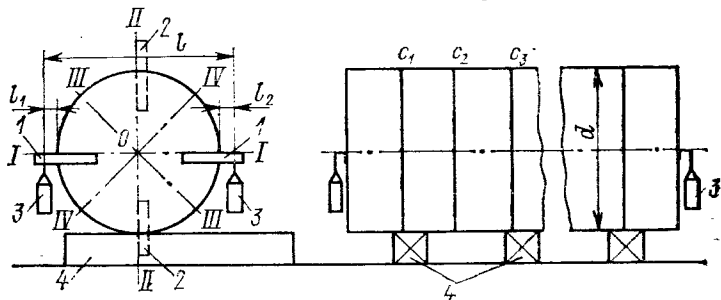


Рис. 131

Схема разметки на полу поковки колонны прессы

невозможно получить после обтачивания годную колонну, то поковку направляют для дополнительной правки в прессовый цех. Для годной поковки на основании указанных замеров определяют положение центров O и O_1 , при котором получаются наиболее равномерные припуски по длине и диаметру. Эти центры окончательно накернивают.

Без приведенной разметки нет уверенности в том, что заготовка будет правильно зацентрирована и после обтачивания на ней не останется необработанных участков (черновин), которые являются причиной забракования колонны стоимостью в десятки тысяч рублей.

§ 71. Точность пространственной разметки

Ошибки пространственной разметки вызываются одновременным действием следующих причин: погрешностью угловой установки размечаемой установки; погрешностью установки рейсмаса по высоте и его отклонениями при перемещении по разметочной плите; применением несовершенных методов разметки; неточностью геометрических построений; неточностью разметочных инструментов и приспособлений.

Установленные опытом средние данные о величине ошибок (пределы точности) основных геометрических построений (мм) следующие:

Диаметр пятна ошибок от укола ножкой циркуля . . .	0,2
Диаметр пятна ошибок точки, отмеченной карандашом . . .	0,25—0,8
Толщина прямой, проведенной специально заточенным рейсмасом по гладкой обработанной поверхности . . .	0,15

Ошибка при установке ножки циркуля в данную точку	0,08
Ошибка при установке циркуля в произвольной точке прямой	0,03
Ошибка при построении точки пересечения прямой . .	0,03
» при проведении прямой через точку	0,08
Точность отмеривания отрезка циркулем:	
по измерительной линейке с тонкими штрихами	0,02—0,07
по измерительной линейке со средними штрихами	0,04—0,09
Точность откладывания отрезка	0,04
» приложения линейки к двум точкам	0,03
» » » к прямой	0,002
» нанесения углов по транспортиру	~4'
Угловая точность проведения параллельных по угольнику и линейке при длине прямых 100 мм	16"
Угловая точность построений перпендикуляров длиной 100 мм по угольнику и линейке	16"

При пользовании обычными разметочными инструментами, которые устанавливают «на глаз», с учетом толщины рисок и постепенно накапливающихся ошибок точность нанесения рисок при разметке заготовок для деталей машин находится в пределах $(\pm 0,3) \div (\pm 0,5)$ мм в зависимости от квалификации разметчика и условий работы.

На эскизах разметки иногда допускаются отклонения большей величины.

§ 72. Техника безопасности при пространственной разметке

На операциях пространственной разметки дополнительно к правилам, приведенным в пп. 51 и 56, разметчик обязан выполнять следующие правила:

1) окалину, пыль и стружку с поверхности разметочной плиты удалять только щеткой, но не руками;

2) требовать установки специальных ограждений на движущихся частях станков или других устройств, находящихся вблизи разметочной плиты;

3) следить за тем, чтобы проходы вокруг разметочной плиты не загромождались заготовками и оснасткой;

4) не пользоваться подъемно-транспортным оборудованием без специальной подготовки; строповку, подъем и перемещение тяжелых заготовок могут производить только специально выделенные стропальщики;

5) при установке заготовок на разметочную плиту следить за их устойчивостью;

6) не пользоваться случайными подкладками, неисправными приспособлениями и изношенными инструментами;

7) не поворачивать (кантовать) тяжелые заготовки над разметочной плитой;

8) на острые концы чертилок рейсмасов сразу по окончании разметки надевать предохранительные колпачки или пробки;

9) при разметке несколькими рейсмасами расставлять их на разметочной плите так, чтобы при наклонении разметчик не мог угодить себе голову или поцарапать руки;

10) не оставлять на разметочной плите неустойчивых инструментов (например, угольников и др.), которые при падении могут травмировать разметчика;

11) разметку на металлорежущем станке вести только при полной его остановке;

12) надевать защитные очки при заточке инструментов на заточном станке.

Контрольные вопросы

1. Как осуществляется установка заготовки на разметочной плите?
2. Дайте определение базовых и контрольных рисок.
3. В каких случаях производят разметку заготовок с одной установки?
4. В каких случаях необходимо размечать заготовки с двух и более установок?
5. Что такое разметка по месту?
6. В каких случаях необходима вторичная разметка?
7. Разберите пример нанесения и использования вспомогательных рисок.
8. В каких случаях производят разметку на металлорежущем станке?
9. Как повысить точность пространственной разметки?
10. Назовите основные правила техники безопасности при пространственной разметке.

Глава 12

ТОЧНАЯ РАЗМЕТКА

§ 73. Особенности и назначение точной разметки

Точная разметка заготовок по сравнению с обычной отличается рядом особенностей.

1. Отклонение размеров до проводимых рисок возможно в пределах от $\pm 0,1$ до $\pm 0,02$ мм, а в некоторых случаях и меньше.

2. Разметка проводится только по обработанным поверхностям.

3. В качестве технологической оснастки применяют разметочные плиты повышенной точности, специальные приспособления и инструменты повышенной точности.

4. Для разметки характерны особые приемы работы.

До нанесения рисок размечаемые поверхности обезжиривают и окрашивают раствором медного купороса (см. п. 31). Иногда окрашивают спиртовым лаком с добавлением фуксина или другими лаками. Окрашивание поверхности меловой краской не рекомендуется, так как мел попадает на руки разметчика и на измерительные инструменты, что приводит к увеличению ошибок при разметке.

Точную разметку применяют в производстве различных инструментов, приспособлений, штампов и некоторых деталей машин.

§ 74. Разметочные плиты и приспособления для установки заготовок

Основным оборудованием для точной разметки являются *разметочные плиты* классов точности 0 и 1. Размеры плит от 160×160 до 2500×1600 мм и другие характеристики установлены ГОСТ 10905—75; способы и методика проверки плит — ГОСТ 8.210—76.

Рабочие поверхности плит должны быть обработаны ручной шабровкой. Качество шабровки проверяют сличением «на краску» числа пятен и равномерности их распределения. Для этого берут поверочную плиту размерами не более 630×430 мм или поверочную линейку размером не более 1000 мм. Для разметочных плит класса точности 0 точность поверочного инструмента должна быть такого же класса, для плит класса точности 1 — выше. Рабочую поверхность поверочного инструмента покрывают тонким слоем берлинской лазури, или смеси сажи с машинным маслом, или типографской краски 2515—26. Затем инструмент накладывают на рабочую поверхность плиты, перемещают его в продольном и поперечном направлениях, пока проверяемая поверхность не окрасится. Выбрав участки с наименьшим числом пятен, определяют на них число пятен в квадрате, сторона которого равна 25 мм, используя рамку из плотной бумаги или картона. Пятна подсчитывают не менее чем на пяти участках для плит размерами до 1600×1000 мм и не менее чем на десяти — для плит больших размеров. Для находящегося в эксплуатации плит класса точности 0 число пятен в квадрате должно быть не менее 20 и для плит класса точности 1 — не менее 15.

Неплоскостность рабочей поверхности допускается от 4 до 25 мкм в зависимости от размеров и класса точности плиты. Проверку неплоскостности периодически производит контролер группы (отдела) метрологии завода.

Синусные линейки (рис. 132) предназначены главным образом для точной установки размечаемой заготовки под углом (от 0 до 45°) к рабочей поверхности разметочной плиты. Линейка состоит из столика 3, привинченных к нему двух роликов 1, упорной планки 2 и боковых планок 4. Линейку ставят на разметочную или специальную плиту, на столике устанавливают размечаемую заготовку, под один из роликов подкладывают блок концевых мер длины 5 размером h . Этот размер определяют расчетом по формуле $h = L \sin \alpha$, где α — угол, на который необходимо поставить столик; L — расстояние между осями роликов.

Линейку называют синусной, потому что при расчете величины h используется тригонометрическая функция синус. В установленном положении на заготовку наносят разметочные риски.

На операциях разметки применяют стандартные синусные линейки (ГОСТ 4046—80) трех типов и специальные линейки, разработанные разметчиками-новаторами. Наиболее часто используют стандартные линейки типа ЛС (рис. 132, а) с расстоянием между осями роликов 100; 200 и 300 мм, классов точности 1 и 2 с одним наклоном. Класс точности определяется допускаемой погрешностью (от $\pm 4''$ до $\pm 10''$) при установке линейки под углом до 45° .

Одна из конструкций специальных синусных линеек (рис. 132, б) имеет опорную плиту 7 и перемещающуюся по ней ступенчатую стойку 6, заменяющую блоки концевых мер. Девять ступенек стойки

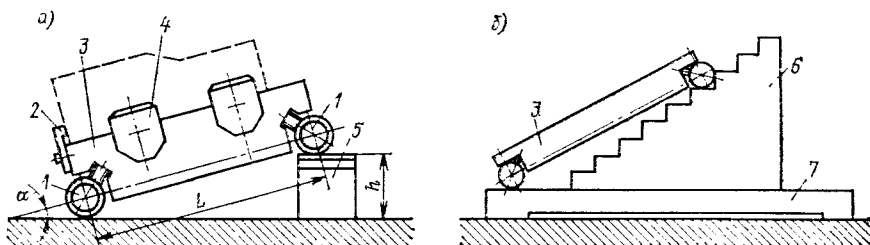


Рис. 132

Синусные линейки: а — стандартная линейка типа ЛС; б — специальная линейка с передвижной стойкой и опорной плитой

расположены через каждые 5° . Для промежуточных углов на соответствующие ступеньки укладывают концевые меры, определяемые по приведенной формуле или по таблицам [3]. Такая линейка позволяет установить столик на любой угол (до 45°) с интервалом через одну минуту.

Оптические делительные головки (рис. 133) ряда типоразмеров (ОДГ-60, ОДГ-30 и др.) отечественного производства применяют для поворота заготовки 12 на требуемый угол, для деления на заданное число частей по окружности и для проверки углов. В необходимых случаях заготовка дополнительно поддерживается центром задней бабки, которая входит в комплект поставки делительной головки.

В установленном положении риски на заготовке проводят рейсма-сом 13. Головку закрепляют болтами на литой или сварной под-ставке 2 и устанавливают на разметочную плиту 1. Высота центров головки ОДГ-60 без подставки 130 мм.

Внутри корпуса головки 3 установлен на подшипниках шпин-дель 10, на котором закреплено стеклянное кольцо (лимб) с деле-ниями по окружности ценой 1° . В передней части шпинделя имеется конусное отверстие Морзе 4, в которое вставляют оправку, патрон 11 или планшайбу для крепления размечаемой заготовки. Шпиндель можно повернуть и надежно закрепить в вертикальной плоскости в пределах 90° относительно горизонтальной оси.

Вращение шпинделя производят рукояткой 4 маховичка 6 через червячную передачу, расположенную внутри головки, а микроподачу шпинделя — маховичком точной наводки 5.

Углы поворота отсчитывают с помощью микроскопа 9, окуляр которого устанавливают на требуемую резкость. В поле зрения микроскопа видны крупные деления на лимбе — градусные и мелкие — минутные — на нониусе. На рис. 133, б отсчет составляет $45^{\circ} 32'$. Цена деления окулярной шкалы $1'$.

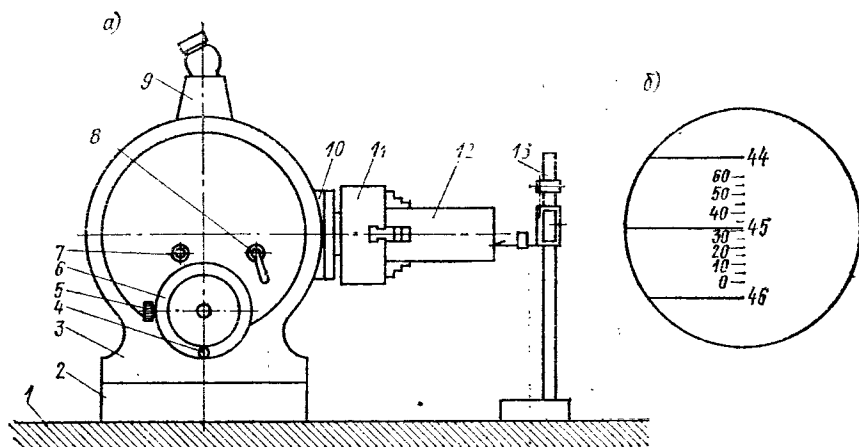


Рис. 133

Разметка при помощи оптической делительной головки: а — установка ОДГ-60 на разметочной плите; б — вид в окуляр отсчетного микроскопа

Для быстрого поворота шпинделя на большой угол необходимо отвести поводок 7. Надежная установка шпинделя обеспечивается поворотом рукоятки 8, которая соединена с кольцевым тормозом.

Точность показаний головки ОДГ-60 при сравнительно легких работах составляет 20%. При увеличении нагрузки точность уменьшается.

§ 75. Инструменты для нанесения рисок

Горизонтальные риски наиболее часто проводят *стандартными штангенрейсмасами* (см. рис. 65) с пределами измерения 0—250; 40—400 и 60—630 мм и значением отсчета по нониусу 0,05 мм. Для повышения точности расположения рисок (до $\pm 0,01$ мм) относительно рабочей поверхности разметочной плиты на рейсмасе устанавливают специальную чертилку с закрепленным в ней индикатором (рис. 134, а).

Эту чертилку используют следующим образом. Например, необходимо провести риску на высоте $70 \pm 0,02$ мм, а от нее с шагом 25 мм — две другие риски. Для этого индикатор 3 устанавливают в отверстие чертилки 2 и закрепляют винтом 4 в таком положении,

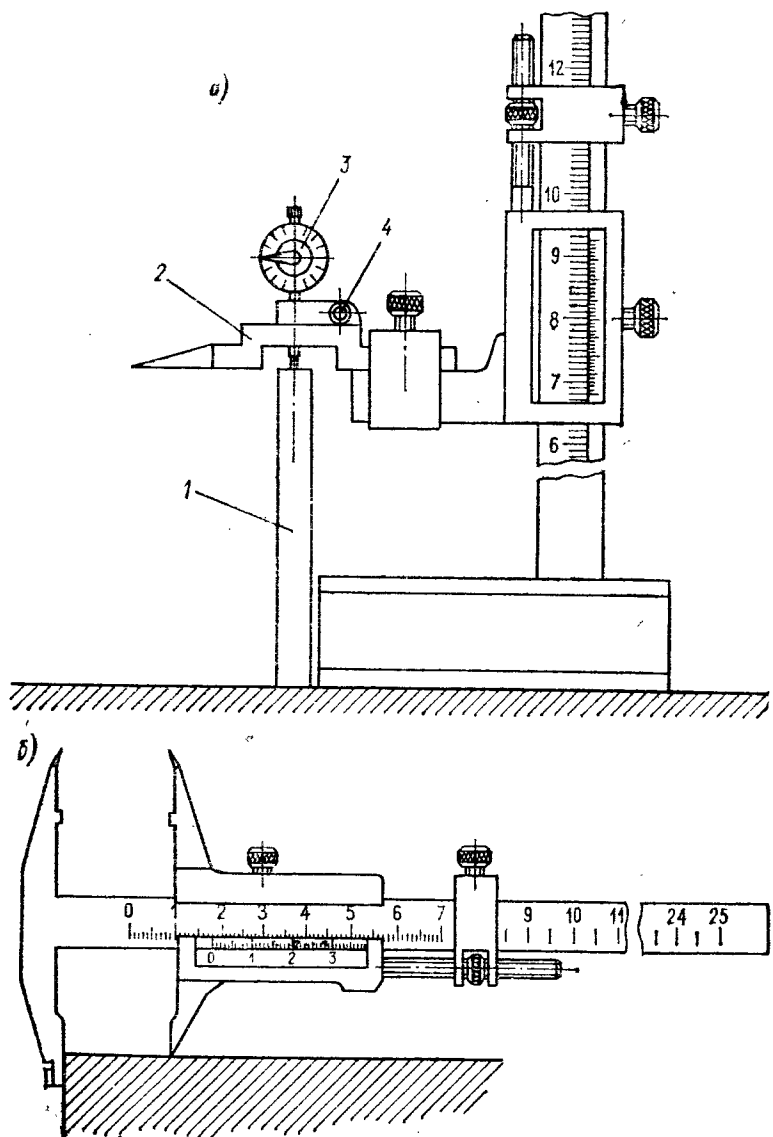


Рис. 134
Штангенинструменты для точной разметки: *а* — стандартный штангенрейсмас со специальной чертилкой; *б* — стандартный штангенциркуль-рейсмас с укорочением и заточкой одной ножки

чтобы его ножка была в плоскости чертилки с небольшим натягом, а стрелка — на нулевом делении шкалы. Затем риску рейсмаса с чертилкой доводят до касания с концевой мерой 1 высотой 70 мм (см. рис. 134, а) и нулевого показания стрелки индикатора. Рамку закрепляют и проводят первую риску. Затем по блоку концевых мер размером 95 мм повторяют установку, наносят следующую риску и т. д.

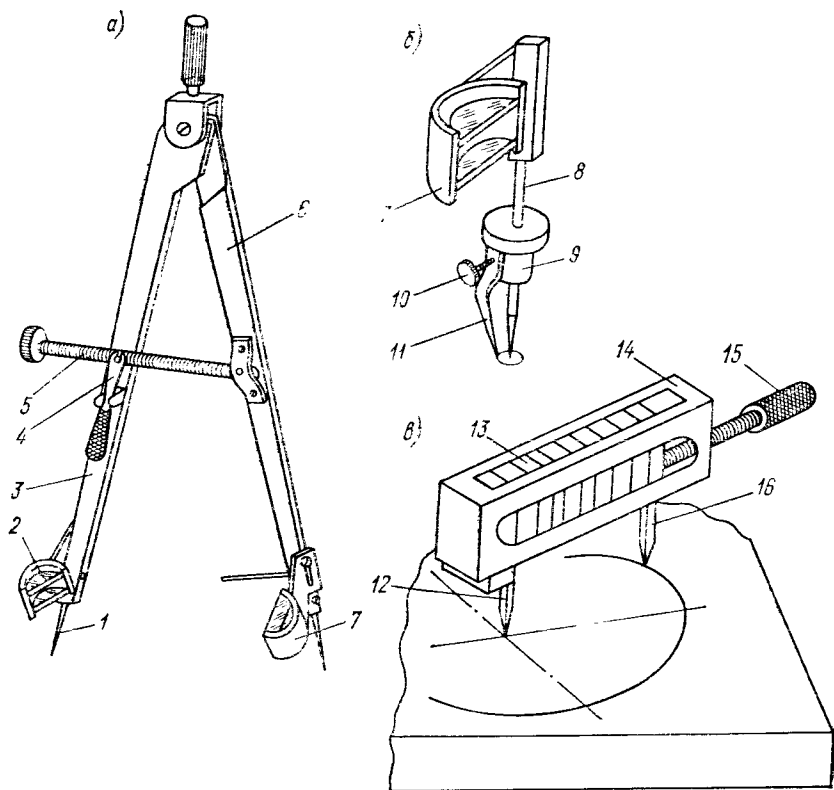


Рис. 135
Специальные циркули для точной разметки

Штангенциркуль-рейсмас (рис. 134, б) применяют при плоскостной разметке для нанесения рисок, параллельных обработанной кромке заготовки. Его изготавливают из стандартного штангенциркуля типа ШЦ-II с отсчетом по нониусу 0,05 мм. Одну из ножек укорачивают и затачивают под углом. Острые ножки с противоположной стороны служит для разметки круговых рисок.

Циркуль Новикова (рис. 135, а) дает возможность повысить точность разметки круговых рисок и измерений между рисками. На концах ножек 3 и 6 закреплены тщательно заточенные закаленные иглы 1 и 8 и две половины линз 2 и 7 с пятикратным увеличением.

Линзы устанавливают так, чтобы в их фокусе находились концы игл. Это позволяет точно совместить иглы с делениями измерительной линейки или с рисками, нанесенными на заготовке. При сведении ножек циркуля линзы близко подходят друг к другу. Микрометрический винт 5 позволяет точно установить циркуль на требуемый размер. Для быстрого отведения ножек предусмотрено отключающее устройство 4. В головке циркуля хранится специальное приспособление (рис. 135, б) для разметки очень маленьких окружностей. Приспособление состоит из втулки 9, свободно вращающейся на цилиндрической части иглы 8 циркуля, пружинной лапки 11, отжимаемой установочным винтом 10. Необходимая окружность очерчивается лапкой.

При разметке повышенной точности в инструментальном производстве используют непосредственно концевые меры. Для разметки круговых рисок применяют прибор (рис. 136, а), состоящий из корпуса 14, блока концевых мер 13, иглы 12, плоской чертилки 16 и скрепляющего винта 15. Требуемый радиус окружности или дуги составляется из набора (блока) концевых мер с учетом размера от острия центровой иглы до первой концевой меры.

§ 76. Кернеры

Точно размеченные риски в случае необходимости накернивают неглубоко тщательно заточенным специальным кернером.

На рис. 136, а изображен кернер, имеющий подставку с тремя ножками в форме клиньев. Ребра ножек 1 и 3 расположены точно

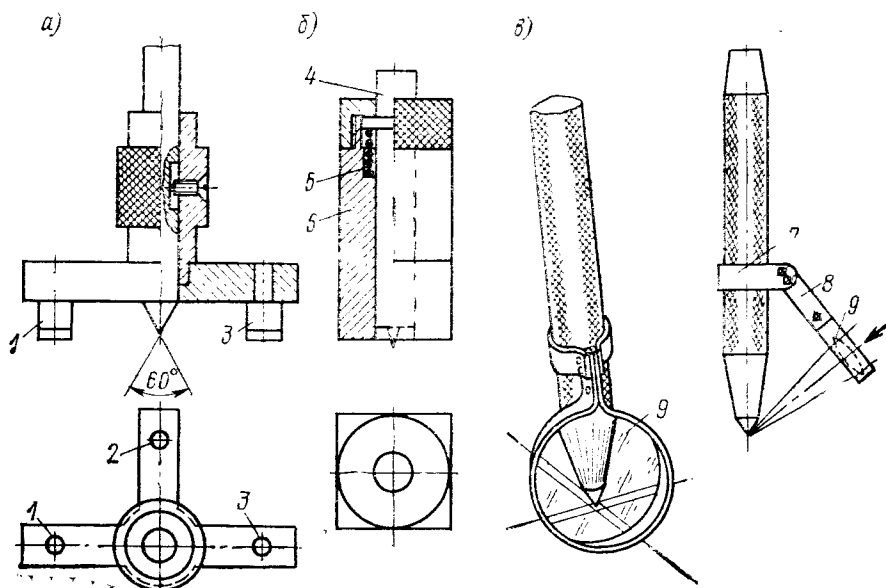


Рис. 136
Кернеры для точной разметки

по одной прямой, а ребро 2 — перпендикулярно к ней. Вершина острия кернера должна быть расположена точно в пересечении трех ребер и перпендикулярно к плоскости, в которой лежат эти ребра. Кернер применяют для кернения центров в точках пересечения взаимно перпендикулярных рисок. До кернения рекомендуется абразивным бруском зачистить риски (от заусенцев) в тех местах, где необходимо ставить кернер. Затем кернер устанавливают так, чтобы ножки 1 и 3 стали на одну из рисок и передвигать его вдоль этой риски до тех пор, пока ножка 2 не попадает на перпендикулярную риску. После этого, легко ударив молотком по кернеру, намечают центр, который будет находиться точно в точке пересечения рисок.

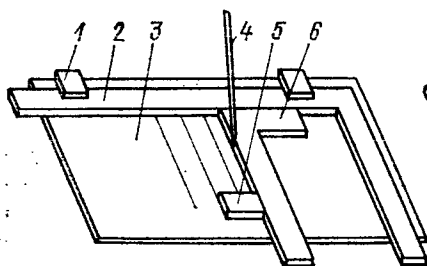
На рис. 136, б изображен кернер, корпус 6 которого имеет точный квадратный хвостовик. Ударник 4, тщательно пригнанный по центральному отверстию корпуса, под действием пружины 5 поджимается кверху. Прикладывая кернер к линейке или концевой мере, можно, учитывая длину половины стороны квадрата, производить кернение на любом заданном расстоянии.

Кернер Ненастьева (рис. 136, в) имеет лупу 9 с 3—5-кратным увеличением. Перемещением и затяжкой хомутиков 7 и 8 лупу устанавливают по зрению разметчика на резкое изображение вершины рабочей части кернера. Применение кернера значительно повышает точность расположения кернов на рисках.

§ 77. Приемы точной разметки

Точную разметку производят обычными приемами плоскостной и пространственной разметок, но с использованием приведенной оснастки повышенной точности.

а)



б)

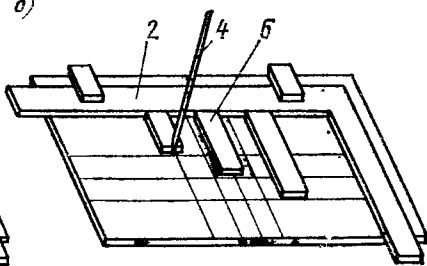


Рис. 137

Точная плоскостная разметка вертикальных (а) и горизонтальных (б) параллельных рисок:

1 — струбцина; 2 и 6 — разметочные угольники; 3 — размечаемая заготовка; 4 — плоская чертилка; 5 — концевая мера

1. Разметку параллельных, вертикальных и горизонтальных рисок на плоскости заготовки производят при помощи концевых мер и поверочных угольников (рис. 137). Предварительно к заготовке прикрепляют разметочный угольник 2. Вертикальные риски проводят плоской чертилкой 4 вдоль полки угольника 6, прижатого к угольнику 2. Требуемое расстояние между рисками обеспечивают

установкой угольника 2 по концевой мере 5, торец которой совмещают с ранее проведенной риской (рис. 137, а). Горизонтальные риски (рис. 137, б) проводят перемещением по полке угольника 2 концевой меры 5 и приложенной к ней чертилки.

2. Разметку центров отверстий на заданном между ними расстоянии, дуг, точек пересечения рисок и т. п. производят методом геометрических построений с помощью штангенциркуля. Более точно и с меньшей трудоемкостью разметку производят кернером с квадратным хвостовиком корпуса, концевыми мерами и поверочным угольником (рис. 138).

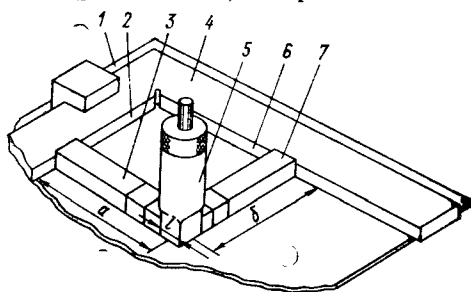


Рис. 138
Точная разметка центра отверстия на плоскости

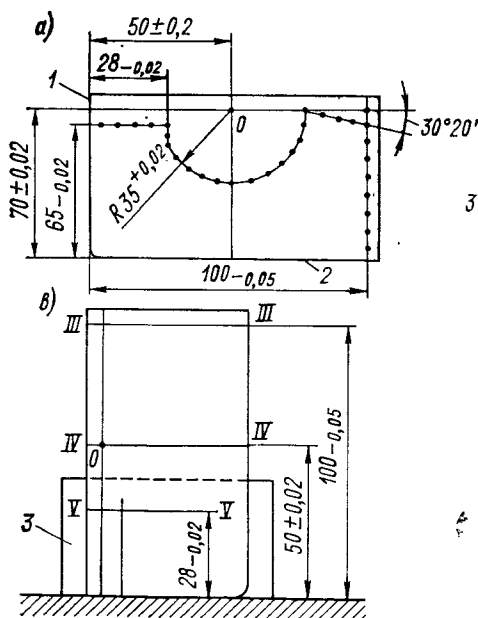


Рис. 139

Точная разметка шаблона на разметочной плите: а — эскиз разметки; б, в, г — положения заготовки на плите

Если центр отверстия необходимо на заготовке 1 накернить на расстоянии а и б от полок 2 и 6 угольника 4, то исходя из длины l квадрата кернера 5, определяют размеры блоков концевых мер 3 и 7. К полкам угольника плотно подводят блоки, а к ним — кернер и

намечают центр отверстия. Аналогично намечают на заготовке центры других отверстий.

3. Для разметки точного шаблона на разметочной плите (рис. 139) заготовка должна иметь две шлифованные взаимно перпендикулярные поверхности 1 и 2, припуск для размещения центра дуги $R = 35$ мм и припуски 1,5—3 мм для обработки других поверхностей после разметки.

В первом положении разметки (рис. 139, б) заготовка одной шлифованной поверхностью 2 (технологической базой) опирается на разметочную плиту. Для устойчивости заготовку упирают в дополнительную плоскость 3 (кубик, угольник и т. д.). В этом положении штангенрейсмасом 4 со специальной чертилкой проводят риски I—I и II—II, соответствующие размерам 70 и 65 мм.

Во втором положении (рис. 139, в) заготовку ставят на плиту шлифованной поверхностью 1 и проводят риски III—III, IV—IV и V—V, соответствующие размерам 100, 50 и 28 мм. Затем точку 0 пересечения рисков I—I и IV—IV слегка накернивают и из нее точным циркулем проводят дугу VI радиусом $R = 35$ мм.

В третьем положении заготовку шлифованными поверхностями устанавливают на синусную линейку 5, которую предварительно настраивают на угол $30^\circ 20'$. В установленном положении проводят риску VII. Затем заготовку снимают с разметочной плиты и накернивают по рискам в соответствии с эскизом разметки (рис. 139, а).

В последние годы точную разметку, где это удастся, совмещают с механической обработкой заготовки. Установку заготовки при этом производят при помощи механизмов станка (например, делительного устройства, механизмов перемещения стола и шпинделя).

При изготовлении точных деталей приспособлений, шаблонов, копиров и т. д. используют станки особо высокой и особой точности, которые позволяют производить обработку без предварительной точной разметки.

Описание таких станков и работы на них приводится в специальной литературе.

Контрольные вопросы

1. Назовите особенности точной разметки и приведите примеры ее применения.
2. Какое оборудование и приспособления используют для точной разметки?
3. Приведите примеры инструментов для точной разметки.
4. Разберите известные Вам приемы точной разметки.

**§ 78. Требования к операции разметки,
исходные данные и последовательность
ее разработки**

Операцию разметки в серийном производстве разрабатывает технолог, а в единичном — разметчик. Основным требованием к операции является выполнение принципа совмещения технических, экономических и организационных задач, решаемых в конкретных производственных условиях.

На операции должны быть нанесены риски, безусловно обеспечивающие достаточную величину припусков на механическую обработку и требуемые чертежом и техническими условиями (ТУ) точность и качество обработки. Разметку необходимо выполнить при наименьших затратах труда, особенно ручного, и минимальной себестоимости.

Исходными данными для разработки операции являются программное задание; чертеж и ТУ на изготовление и приемку изделия; чертеж и ТУ на заготовку; ведомости оборудования и оснастки для разметки; технические характеристики подъемно-транспортного оборудования.

Операцию разрабатывают в следующей последовательности:

- ознакомление с назначением детали, изучение чертежа детали и ТУ на ее изготовление;
- изучение чертежа заготовки и ТУ на нее (материал, габаритные размеры, распределение массы, допустимые дефекты);
- выбор разметочной плиты или другого оборудования;
- определение потребности подъемно-транспортного оборудования;
- определение количества установок заготовки и их последовательности;
- назначение измерительных баз, от которых должны быть проведены центровые риски (главные оси);
- выбор способа разметки и разметочных инструментов;
- определение последовательности нанесения рисков в каждом положении заготовки;
- определение последовательности всех переходов (рабочих и вспомогательных).

§ 79. Оформление операции разметки

Технологический процесс механической обработки оформляется на специальных картах, форма которых определена ГОСТ 3.1404—74 и ГОСТ 3.1105—74. Основными картами, которыми пользуются при разметке, являются маршрутная, операционная и карта эскизов.

Маршрутная карта (ГОСТ 3.1105—74) — технологический документ, содержащий описание технологического процесса изготовле-

ния или ремонта изделия (включая контроль и перемещения) по всем операциям различных видов и технологической последовательности с указанием данных об оборудовании, оснастке, материальных и трудовых нормативах.

Операционная карта (ГОСТ 3.1404—74) — технологический документ, содержащий описание технологической операции с указанием переходов, режимов обработки и данных о средствах технологического оснащения.

Карта эскизов (ГОСТ 3.1105—74) — технологический документ, содержащий эскизы, схемы и таблицы, необходимые для выполнения технологического процесса, операции, технологического перехода или ремонта изделия (включая контроль и перемещения).

На карте эскизов должны быть данные, необходимые для выполнения определенной операции, например разметки. Заготовка вычерчивается в каждом положении при разметке с приведением условных изображений опор. Наносимые риски следует обводить линиями толщиной $(2 \div 3) s$, где s — толщина сплошной основной линии; осевые риски — осевыми линиями; остальные риски — сплошными линиями. Все риски нумеруют арабскими цифрами и расставляют их по часовой стрелке. Номер риски проставляют в окружности диаметром 6—8 мм и соединяют выносной линией с этой риской. Наносят размеры с предельными отклонениями от измерительных баз (главных осей, плоскостей, рисок).

Наименования операций следующие: «разметочная», «1-я разметочная» и т. д.

При записи содержания операции и перехода допускается полная или сокращенная форма записи. Сокращенную форму записи следует применять при наличии графической иллюстрации (карты эскизов или чертежа заготовки с разметочными рисками). Пример полной записи перехода: «разметить торцы бокс, выдерживая размеры 100 и 400». Пример сокращенной записи того же перехода: «разметить на торцах риски 3 и 4».

В содержание операции (перехода) должно быть включено ключевое слово, характеризующее метод обработки (например, разметить, нанести риску и т. д.), выраженное глаголом в неопределенной форме; наименование обрабатываемой поверхности (например, торец, плоскость и т. д.); информация по размерам или их условным обозначениям; дополнительная информация, характеризующая количество одновременно или последовательно наносимых рисков; характер и способ разметки (например, по контуру, по шаблону, по месту и т. д.).

Операции и технологические переходы следует нумеровать арабскими цифрами, вспомогательные переходы — прописными буквами в технологической последовательности.

На рис. 140 и 141 приведены некоторые графы операционной карты и карты эскизов, поясняющие их оформление для разметки сварного корпуса.

Строгое выполнение технологического процесса, оформленного на картах, т. е. соблюдение технологической дисциплины, является

Операционная карта				Сб-1		Корпус сварной	
Механической обработки							
Номер	Номер	Номер	Номер	Наименование операции			
цеха	участка	операции					
4	3	1	Разметочная				
Количество одновременно обрабатываемых деталей			Оборудование (наименование, модель)				
1			Разметочная плита 2-3-1600 X 1000 ГОСТ 10905-75				
			Приспособление (код и наименование)				
			Три разметочных винтовых домкрата				

Рис. 140
Некоторые графы операционной карты разметки

основным условием обеспечения нормального хода производства и получения качества продукции, удовлетворяющего требованиям чертежа и ТУ.

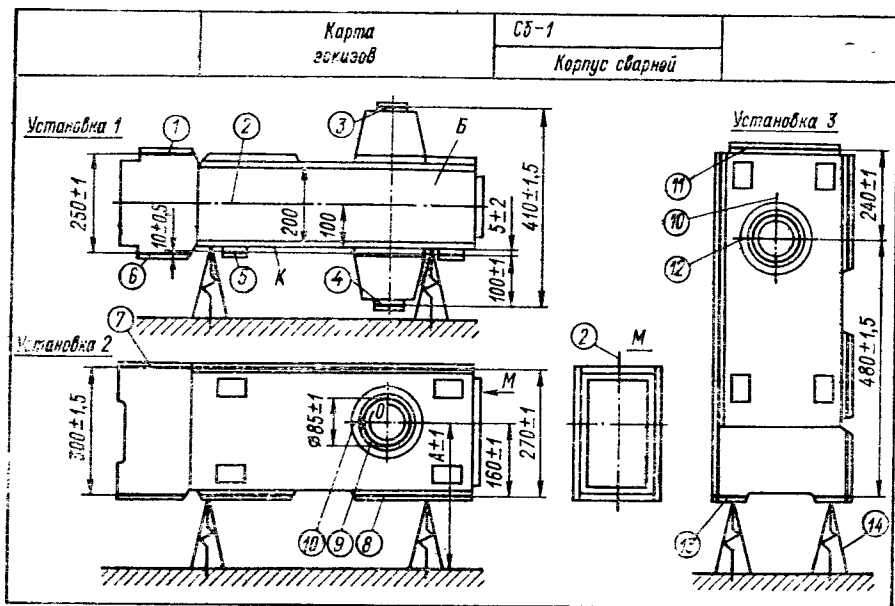


Рис. 141

Карта эскизов к операционной карте:

Б, К, О — технологические базы; 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 13 — разметочные риски; 2, 10, 12 — центровые риски; 14 — регулируемые опоры (винтовые домкраты)

Необходимо отметить, что к разработанному технологическому процессу нельзя подходить как к неизменной инструкции. Поощряется внесение рационализаторских предложений по совершенствованию операций и всего технологического процесса. После рассмотрения и одобрения предложений вносятся изменения в технологическую документацию. Только после этого принятые изменения подлежат обязательному исполнению.

Контрольные вопросы

1. Назовите технологические документы, необходимые для работы разметчика.
2. В какой последовательности следует разрабатывать операцию разметки?
3. Как должна быть оформлена карта эскизов?
4. Дайте определение технологической дисциплины.

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗМЕТКИ. ОХРАНА ТРУДА И ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Глава 14

ПРОГРЕССИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РАЗМЕТКИ

§ 80. Пути повышения производительности и экономической эффективности разметки

Дальнейшее развитие экономики нашей страны и неуклонный подъем благосостояния советских людей требует ускорения интенсификации производства, перехода на качественно новый уровень производительных сил, кардинального повышения производительности труда. Особое значение при этом придается снижению производственных потерь (материалов, электроэнергии и т. д.) и затрат ручного труда.

Улучшение этих показателей при разметке достигают следующими путями:

- 1) созданием и внедрением разметочных машин и станков с целью механизации и повышения точности разметки;
- 2) разработкой и использованием новых конструкций инструментов и приспособлений, упрощающих разметку и снижающих ее стоимость;
- 3) применением наиболее производительного способа разметки для конкретных условий производства;
- 4) рационализацией приемов разметки с целью снижения затрат времени;
- 5) выбором рационального способа раскроя материала;
- 6) рационализацией подготовки операции разметки;
- 7) рациональной организацией труда разметчика.

Примеры повышения эффективности разметки приведены в предыдущих главах книги. Ниже рассмотрены используемые на машиностроительных заводах новые методы разметки, а также оснастка и способы разметки, разработанные новаторами-разметчиками.

§ 81. Рациональная подготовка операции разметки

Подготовка операции разметки должна обеспечивать высокопроизводительный труд разметчика, высокое качество работы и экономный расход основных и вспомогательных материалов. Для этого разметчик прежде всего должен иметь ясное представление о всех требова-

ниях, предъявляемых к разметке каждой заготовки. Операционные карты и карты эскизов эти требования содержат. Задание на количество размечаемых заготовок и расценки указывают в наряде на работу.

При отсутствии указанных карт (в случае разметки единичных заготовок) разметчик должен тщательно изучить чертеж детали, осмотреть и измерить заготовку.

В любых условиях операцию разметки необходимо предварительно продумать и построить так, чтобы использовать наиболее рациональный способ ее выполнения, применяя наиболее совершенный инструмент. Все движения разметчика во время работы следует заранее строго рассчитать, а требующиеся приспособления и инструменты подготовить.

§ 82. Способ групповой разметки

Групповая разметка заготовок используется для деталей одного чертежа и заключается в следующем. Несколько заготовок (группу) одновременно устанавливают на разметочной плите. Количество заготовок принимают в зависимости от размеров плиты — чем больше, тем лучше. Базирование производят от одной технологической базы и на равном расстоянии от разметочной плиты для всех заготовок группы. Чтобы сократить затрату времени, следует, если возможно, производить разметку с одной установки.

После установки несколько рейсмасов настраивают на соответствующие размеры и последовательно размечают все заготовки.

В случае необходимости разметки с двух и более установок сначала производят групповую разметку с одной установки, а затем изменяют установку всей группы, настройку рейсмасов и производят новую разметку и т. д.

Вместо нескольких рейсмасов можно использовать многошильный рейсмас Крючка, который настраивают по любой из установленных на плите заготовок. Настроенным рейсмасом размечают все заготовки группы.

Способ групповой разметки повышает производительность труда разметчика в несколько раз.

§ 83. Механизация разметки листовых материалов

В серийном производстве получили распространение фотопроекционная и газолазерная разметка. При фотопроекционной разметке (рис. 142) на чертежной бумаге в определенном масштабе тщательно вычерчивают требуемые детали. Чертеж фотографируют на фотопластинку. Полученный негатив вставляют в проекционный аппарат, с помощью которого получают изображение нужных деталей на листе. По световым линиям кернение производит разметчик 2-го разряда. Этот метод позволяет повысить примерно на 40—50 % производительность и снизить стоимость разметки по сравнению с обычной плоскостной разметкой.

Разметку листов с максимальными габаритными размерами $2400 \times 1000 \times 600$ мм более производительного выполняют на газолазерной

разметочно-маркировочной машине Топаз-2,5 (рис. 143). Скорость разметки может быть до 4 м/мин при точности описания контура размечаемой заготовки $\pm 0,5$ мм. После разметки заготовки вырезают из листа без предварительного кернения и затем механически обрабатывают.

Сущность процесса разметки состоит в нагревании поверхности листа до температуры окисления движущимся световым пятном, которое образуется лучом лазера, проходящим через оптический резак. Продукты окисления из зоны обработки удаляют струей сопутствующего газа, который направляется в резак. Этот газ также охлаждает поверхность листа. В результате образуется бороздка шириной 0,5—0,8 мм и глубиной 0,1—0,15 мм, которая является разметочной риской.

Для разметки листов из малоуглеродистой стали подается воздух давлением $29,4 \cdot 10^4$ — $39,2 \times 10^4$ Па или кислород давлением $4,9 \cdot 10^4$ — $9,8 \cdot 10^4$ Па.

Разметочная машина состоит из движущегося вдоль размечаемого листа портала, на котором установлена каретка с резаком, движущаяся поперек листа. На портале также смонтированы система программного управления станком и кресло оператора.

§ 84. Новые разметочные инструменты и приемы разметки

Для повышения производительности и экономической эффективности разметки постоянно разрабатываются новые инструменты и приборы. Некоторые инструменты изготовляют инструментальные заводы, но наиболее часто — инструментальные цеха по рационализаторским предложениям.

Угольник с выдвижной линейкой (рис. 144) Шелкового удобно использовать для разметки в труднодоступных местах.

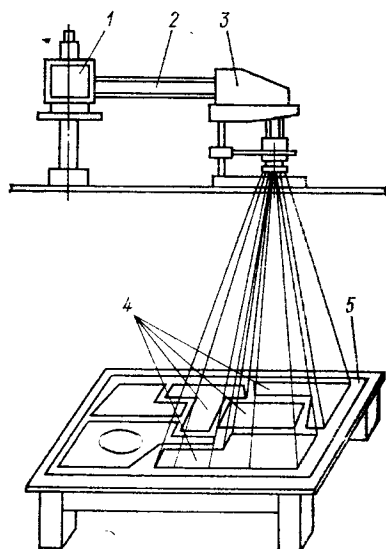


Рис. 142

Схема фотопроекционной разметки:

1 — стойка проектора; 2 — ригель; 3 — проектор; 4 — линза; 5 — размечаемые детали; 5 — листовая заготовка

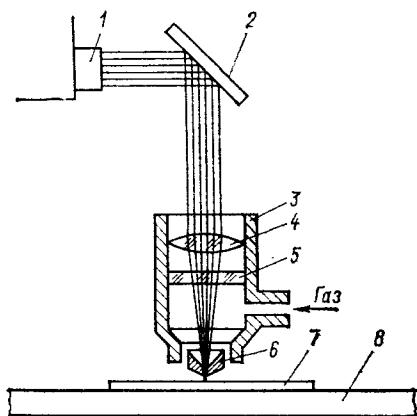


Рис. 143

Схема газолазерной разметки:

1 — CO₂-лазер; 2 — преломляющее зеркало; 3 — корпус оптического резака; 4 — фокусирующая линза; 5 — защитная пластина; 6 — сопло; 7 — размечаемый лист; 8 — портал

Приспособление Демашева, Козлова и Карлаш для разметки косо́го среза и окон трубы (рис. 145) состоит из кольца 6, по которому передвигают ползушку 3 с одной или двумя чертилками 1, 2. Кольцо шарнирно соединено с переставной призмой 7 и зажимным винтом 8, при помощи которых приспособление скрепляют с размечаемой трубой 9. Разметку косо́го среза выполняют одной чертилкой 2, которую вместе с ползушкой передвигают по кольцу, повернутому на требуемый угол. Величину угла отсчитывают по угломерному лимбу 5, скрепленному с кольцом 6, при помощи указателя угла 4, соединенного с призмой 7. Ось поворота кольца расположена по его диаметру.

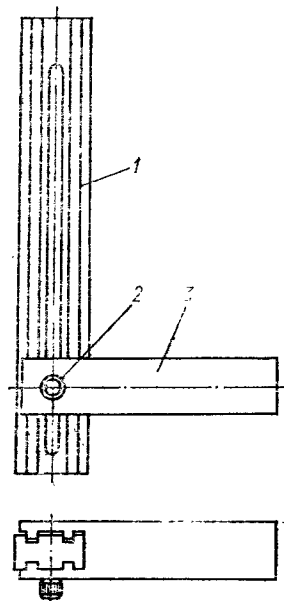


Рис. 144

Угольник Шелкового:

1 — выдвижная линейка;
2 — крепежный винт; 3 —
основание

Кольцевое окно на трубе размечают чертилкой 1, вращая ее вокруг неподвижной чертилки 2.

Приспособление позволяет производить разметку среза и окон в любом месте по длине трубы.

Приспособление Стефаненко для разметки линий пересечения цилиндрических поверхностей (рис. 146) состоит из основания 4, конец которого образует чертилку 5, и второй чертилки 1, которую можно перемещать и закреплять в пазу основания.

Трубы 6 и 7, на которые необходимо нанести линии пересечения, устанавливают под требуемым углом. К наклонной трубе прикладывают приспособление так, чтобы чертилка 5 касалась нижней трубы

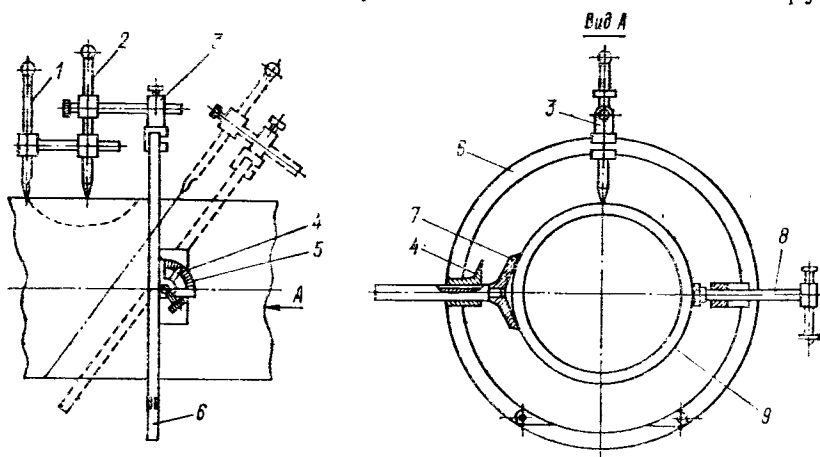


Рис. 145

Приспособление Демашева, Козлова и Карлаш

в самой удаленной точке контура пересечения, а чертилка 1 в этот момент должна быть на некотором расстоянии от обрезка верхней трубы. Перемещением приспособления вручную параллельно оси трубы 7 без отрыва от трубы 6 наносят нужные линии пересечения.

Применение приспособления значительно упрощает и ускоряет разметку труб под последующую резку в любых условиях монтажа трубопроводов.

Применение стандартного штангенциркуля для построения центральных углов (рис. 147). На радиусе 58 мм хорда 1° равна 1 мм, на радиусе 116 мм — 2 мм и т. д. Используя эту зависимость, можно при помощи штангенциркуля строить углы с точностью $\pm 5'$ на плоскости при разметке. При этом снижается время на разметку и не требуется угломер, транспортир, применение таблиц или геометрических построений.

Пример 1. Построить на плоскости угол, равный 24° .

Проводим осевую риску и ставим керн в заданной вершине угла. Устанавливаем штангенциркуль на отсчет 58 мм и его заостренными ножками из полученной вершины проводим дугу радиусом 58 мм. Затем каретку штангенциркуля фиксируем на размере 24 мм и на проведенной дуге острыми ножками делаем засечку от осевой риски по хорде. При помощи линейки и чертилки соединяем точку пересечения засечки и дуги с центром дуги и получаем искомый угол.

Указанную зависимость длины хорды можно использовать и в других случаях разметки.

Пример 2. Необходимо определить угол конуса, ось которого перпендикулярна к плоскости разметочной плиты.

По образующей конуса в любом месте откладываем двумя засечками 58 мм, переносим штангенрейсмасом засечки на противоположную сторону и измеряем на засечках диаметры. Разность диаметров покажет искомую конусность.

Пример 3. Требуется определить угол наклона плоскости заготовки, установленной на разметочной плите.

На наклонной плоскости откладываем размер 58 мм и измеряем разность высот на этой длине, которая покажет искомый угол. Этот прием можно использовать для определения угла не более $17^\circ 30'$.

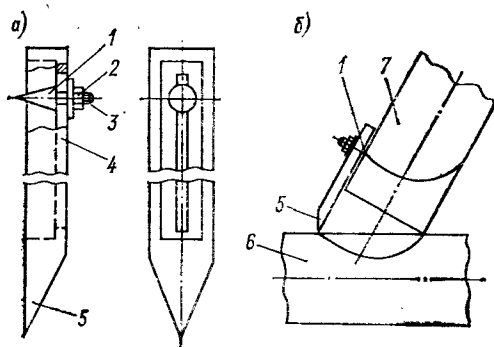


Рис. 146
Приспособление Стефаненко: а — общий вид; б — схема разметки;

1 — передвижная чертилка; 2 — гайка; 3 — хвостовик чертилки; 4 — основание; 5 — плоская чертилка; 6, 7 — размечаемые трубы

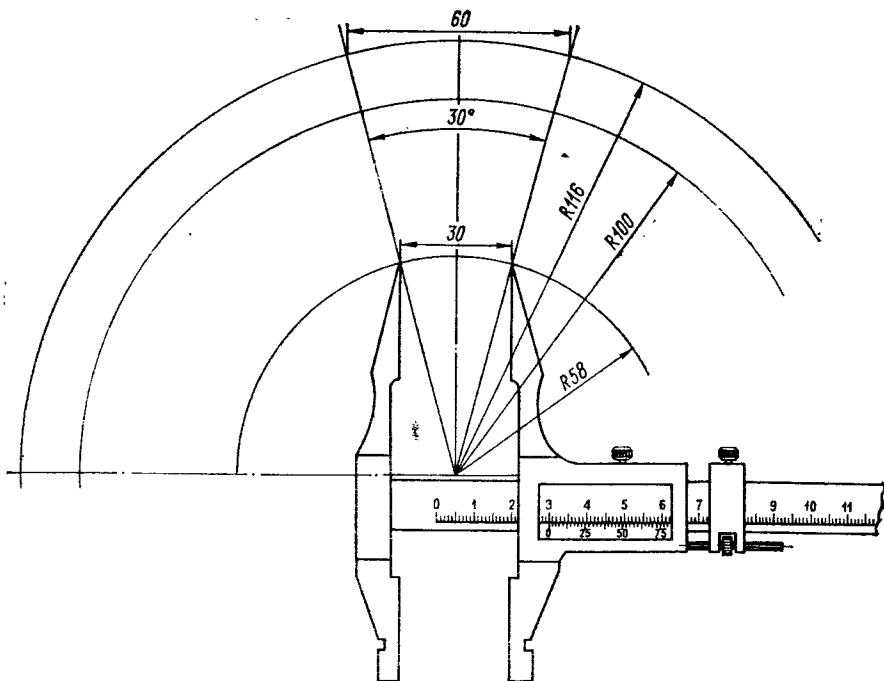


Рис. 147
Построение центрального угла при помощи штангенциркуля

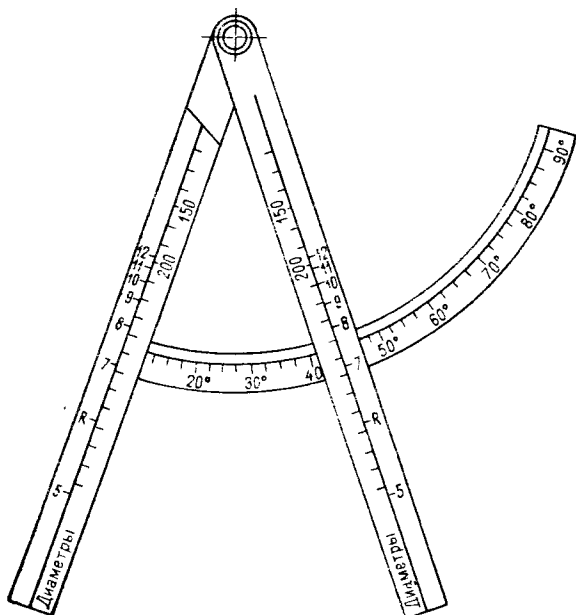


Рис. 148
Счетно-решающий прибор
для деления окружностей на
равные части и определения
хорд

Счетно-решающий прибор для деления окружностей на равные части и определения хорд по центральным углам (рис. 148) состоит из двух прямых линеек, соединенных шарниром с фиксатором, и секторной линейки с градусной шкалой.

Каждая прямая линейка имеет по две одинаковых шкалы (равномерную и неравномерную). Равномерная шкала (шкала диаметров) имеет цену деления 1 мм, которая соответствует 2 мм измеряемого диаметра. Неравномерная шкала имеет маркировку 5, R , 7, 8, 9 и т. д.

Если раздвинуть линейки так, чтобы расстояние между точками R было равно радиусу делимой окружности, то расстояние между точками 5 и 5 на линейках будет равно длине хорды, делящей окружность на пять равных частей, и т. д.

Для определения длины хорды по заданному диаметру и углу линейки раздвигают на этот угол, пользуясь шкалой сектора, а между точками соответствующего диаметра (на равномерных шкалах) измеряют отрезок. Длина отрезка равна искомой хорде.

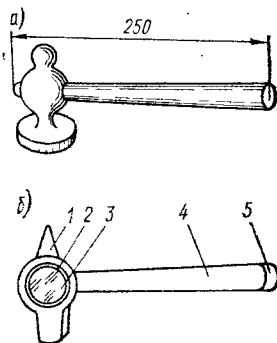


Рис. 149
Молотки для кернения

Усовершенствованные молотки для кернения описаны ниже.

Молоток Ненастьева (рис. 149, а) имеет увеличенную площадь ударной части (бойка), которая предохраняет от травмирования кисть рабочего в случае промаха при ударе по кернеру.

Если молоток повернуть обратной стороной, то ударами сферической части (обуха) можно закреплять подлежащий уничтожению керн.

Головку молотка массой 200—250 г полностью можно получить точением на токарном станке.

Молоток Гаврилова (рис. 149, б) представляет собой сочетание обычного молотка с линзой, которая помогает точно установить кернер по риску. В отверстие центральной части головки 1 на резиновых амортизационных кольцах 2 вставлена линза 3 с четырехкратным увеличением. От выпадения линза удерживается разрезным пружинящим кольцом. Масса головки молотка 150 г. Деревянная пустотелая ручка 4 закрывается крышкой 5. В ручке можно хранить кернеры, чертилки и другие мелкие инструменты.

Контрольные вопросы

1. Назовите пути повышения производительности труда разметчика.
2. Приведите примеры снижения себестоимости разметки.
3. Как правильно подготовиться к разметке?

4. Что такое групповая разметка?
5. Приведите пример механизированной разметки листа.
6. Как использовать стандартный штангенциркуль для построения угла на плоскости?
7. Рассмотрите приспособление для разметки линий пересечения труб.
8. Приведите пример усовершенствованного молотка для разметочных работ.

Глава 15

РАБОЧЕЕ МЕСТО РАЗМЕТЧИКА, ОХРАНА ТРУДА И ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В МЕХАНИЧЕСКОМ ЦЕХЕ

§ 85. Организация труда и рабочее место разметчика

Организация труда представляет собой комплекс организационно-технических мероприятий, к которым относятся специализация разметочных работ; рациональная организация рабочих мест; повышение производственной квалификации и культурно-технического уровня разметчиков; развитие социалистического соревнования; правильная организация оплаты труда; своевременное снабжение рабочих мест технической документацией, заготовками; инструментами, приспособлениями и вспомогательными материалами; организация надлежащего инструктажа и технического контроля; организация систематического контроля и ухода за оборудованием, инструментом и приспособлениями; правильное освещение; своевременное обслуживание рабочего места подъемно-транспортным оборудованием.

Усовершенствование организации труда на разметочных операциях, где, в отличие от операций механической обработки, возможности механизации и автоматизации труда значительно меньше, существенно улучшает качество работы и повышает производительность труда.

В цехах и на участках с большим числом операций разметки необходимо использовать специализацию, которая предусматривает концентрацию однотипных операций или размечаемых заготовок в одном месте. Например, выделяются места для разметки заготовок небольших и средних размеров, крупных отливок и сварных и других заготовок, для плоскостной разметки листового материала, для точной разметки мелких и средних заготовок.

Закрепление за одним или группой разметчиков заготовок определенного типа создает условия для повышения производительности труда.

Для повышения производительности труда на операциях разметки рекомендуется также наиболее простые переходы (например, очистку заготовок, установку центровых планок, окрашивание размечаемых поверхностей, разметку по шаблонам, кернение и др.) поручать менее квалифицированным или начинающим разметчикам.

Разметку крупных сложных заготовок должен производить высококвалифицированный разметчик с одним или двумя подсобными рабочими. При этом повышается производительность труда, снижается стоимость разметки.

Рабочее место должно иметь аттестат, в котором приводится перечень и технические характеристики технологического оборудования, оснастки и инвентаря, необходимых для выполнения операций разметки.

Технологическим оборудованием является разметочная плита или разметочная машина (станок). В состав вспомогательного оборудования входит подъемно-транспортное оборудование (поворотный кран, манипулятор и др., если они имеются непосредственно у разметочной плиты или машины).

В состав оснастки входят приспособления для разметки (опоры, разметочные призмы, поворотные столы, делительные устройства, разметочные шаблоны и т. д.) и инструменты (измерительные линейки, кронциркули, чертилки, рейсмасы, штангенциркули и т. д.).

Инвентарем являются стеллажи для приспособлений, ящики и шкафы для инструмента, стеллаж для небольших размечаемых заготовок, ящики для хранения мела, красок, графитового порошка, керосина, картона, тряпок и других материалов и подножные решетки.

При рационализации операций разметки и рабочего места необходимо внести соответствующие изменения в его аттестат.

Рабочее место должно быть так организовано, чтобы при наименьшей затрате сил, времени и средств можно было достигнуть высокой производительности разметки.

Плохо организованное рабочее место вызывает большие потери времени и чрезмерную усталость разметчика. Разметчик должен стараться сам организовать свое рабочее место, анализируя все факторы, влияющие на производительность труда. Прежде всего следует создать чистоту и порядок на рабочем месте. Чистота — это один из основных способов внедрения культуры в производство и повышения работоспособности работающего. Кроме того, грязь портит разметочное оборудование и оснастку. Порядок на рабочем месте — это значит, что все необходимое для работы имеется под рукой, все, что нужно, можно найти сразу. Совершенно недопустимо загромождать проходы на рабочем месте заготовками. Все ненужное для выполнения данной работы необходимо убрать из-под разметочной плиты и со стеллажей.

При планировке рабочего места следует руководствоваться следующими правилами:

1. Рабочее место следует размещать вблизи станков, на которых будут обрабатываться размечаемые заготовки.

2. Разметочная плита должна устанавливаться в светлой части цеха (возле окна или под потолочным фонарем).

3. Разметочное оборудование, используемое для разметки крупных заготовок, кроме общецехового мостового крана, должно обслуживаться местным подъемно-транспортным устройством.

4. Рядом с разметочным оборудованием должна быть свободная площадь для подготовки заготовок к разметке.

5. Тяжелые приспособления необходимо хранить на специально отведенных местах возле разметочного оборудования на подставках и стеллажах. Легкие приспособления и шаблоны следует хранить в специальных шкафах.

6. Разметочные инструменты следует хранить в шкафах или тумбочках с выдвижными ящиками с отделениями для различных типов инструментов. Точные инструменты надо хранить в специальных футлярах. Легкие инструменты рекомендуется хранить выше, а более тяжелые — ниже. Инструмент, который разметчик берет правой рукой, должен находиться с правой стороны, а тот, который берет левой, — с левой стороны. За каждым инструментом должно быть закреплено свое место.

7. Техническую документацию следует хранить в специальном отделении инструментального шкафа или тумбочки. При пользовании ее надо класть на специальные подставки. Ходовые справочные таблицы рекомендуется помещать в рамки под органическое стекло.

8. Разметчик должен иметь щетку для сметания пыли, обыкновенную тряпку, чистую промасленную тряпку и тряпку, пропитанную графитовым порошком; для мусора должен быть специальный ящик.

9. Вблизи от разметочного оборудования должен находиться небольшой верстак со слесарными тисками и заточный станок, необходимые для изготовления простых шаблонов, мелкого ремонта приспособлений и заточки простых инструментов самим разметчиком.

10. Необходимо установить специальную сигнализацию в виде электрических лампочек или другим способом для вызова разметчика мастера и крана.

Организация и оснащение рабочих мест зависит от типа производства (единичное, серийное), типов и размеров размечаемых заготовок.

На рис. 150 показано три схемы правильно организованных рабочих мест разметчиков.

До начала работы разметчик должен тщательно подготовить свое рабочее место. Щеткой надо смести пыль с разметочной плиты и протереть ее поверхности тряпкой, насыщенной графитом. Затем на плиту в удобном для работы порядке следует установить всю нужную оснастку. Необходимо проверить исправность ответственных инструментов. Измерительные инструменты надо протереть масляной тряпкой, а всю остальную оснастку — сухой тряпкой.

С инструментами следует обращаться бережно, не сваливать их в одну кучу и следить за тем, чтобы они не подвергались ударам.

Нельзя брать точный инструмент грязными, потными или мокрыми руками — от этого инструмент портится.

Неисправные инструменты следует сразу же сдавать в кладовую для замены или ремонта. От состояния инструментов в значительной степени зависит производительность и точность разметки.

По окончании работы разметчик должен привести в порядок рабочее место: убрать все посторонние предметы; инструменты и приспособления протереть и разложить по своим местам.

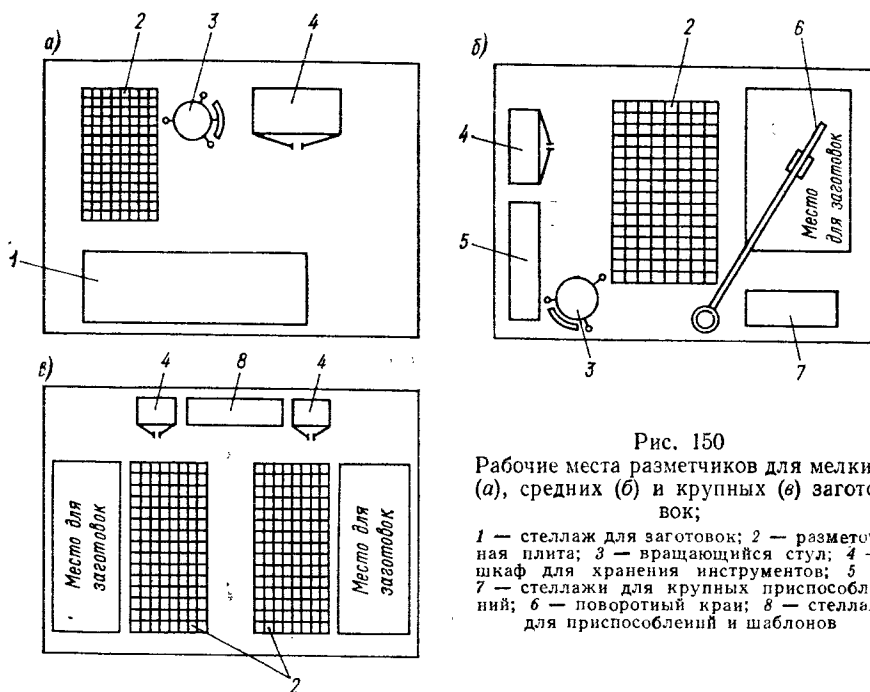


Рис. 150

Рабочие места разметчиков для мелких (а), средних (б) и крупных (в) заготовок;

1 — стеллаж для заготовок; 2 — разметочная плита; 3 — вращающийся стул; 4 — шкаф для хранения инструментов; 5 и 7 — стеллажи для крупных приспособлений; 6 — поворотный кран; 8 — стеллаж для приспособлений и шаблонов

В организационно-техническом обслуживании рабочего места большое значение имеет своевременное объяснение разметчику сменного производственного задания, а также, в зависимости от характера производства, задания на декаду, месяц. Такая организация работы позволяет разметчику заранее ознакомиться с технической документацией и подготовить необходимую оснастку.

§ 86. Охрана труда

Коммунистическая партия и Советское государство уделяют большое внимание здоровью трудящихся и охране труда. Ассигнования на охрану труда систематически возрастают.

Охрана труда — это система законодательных актов, социально-экономических, организационных, технических, гигиенических и

лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранность здоровья и работоспособность человека в процессе труда.

Задача охраны труда — свести к минимальной вероятности поражения или заболевания работающего с одновременным обеспечением комфорта при максимальной производительности труда.

Безопасность труда — состояние условий труда, при котором исключено воздействие на работающих опасных и вредных производственных факторов.

Опасным производственным фактором называется такой фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному, резкому ухудшению здоровья. Примерами опасных факторов являются открытые токоведущие части оборудования, движущиеся детали машин и механизмов, возможность падения с высоты самого работающего либо заготовок, инструментов и других предметов и т. п.

Вредным производственным фактором называется фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению трудоспособности. Примерами вредных факторов являются недостаточное освещение, шум, вибрация, вредные примеси в воздухе, повышенная напряженность и тяжесть труда и т. п.

Производственная санитария — система организационных, гигиенических и санитарно-технических мероприятий и средств, предотвращающих воздействие на работающих вредных производственных факторов.

Между опасными и вредными факторами часто нельзя провести четкой границы. Один и тот же фактор может привести к несчастному случаю.

Несчастный случай на производстве — случай воздействия на работающего опасного производственного фактора при выполнении им трудовых обязанностей или заданий руководителя работ. Результатом несчастного случая является травма — повреждение тканей организма и нарушение его функций внешним воздействием.

На всех предприятиях в обязательном порядке должны соблюдаться Кодекс законов о труде (КЗоТ) РСФСР и система стандартов СССР по безопасности труда.

В целях безопасности труда администрация предприятий отвечает за проведение инструктажа рабочих и служащих по технике безопасности, производственной санитарии, противопожарной охране и др. правилам охраны труда.

Техника безопасности — это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих воздействие на работающих опасных производственных факторов.

Предусматриваются следующие виды инструктажа: вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый, текущий.

Вводный инструктаж обязаны пройти все вновь поступающие на предприятие, а также командированные и учащиеся, прибывшие на практику.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводят со всеми вновь принятыми на предприятие, переводимыми из одного подразделения в другое, командированными и др.

Повторный инструктаж проводят не реже, чем через шесть месяцев.

Внеплановый инструктаж проводят при изменении технологического процесса, изменении правил по охране труда, внедрении новой техники, нарушении работниками требований безопасности труда, которые могут привести или привели к травме, аварии, пожару; при перерывах в работе.

Текущий инструктаж проводят с работниками перед производством работ, на которые оформляется допуск-наряд.

Вводный инструктаж проводит инженер по охране труда, остальные виды инструктажа — непосредственный руководитель работ. Сведения о проведенных инструктажах заносят в специальный журнал и личную карточку работника.

Нормальная работа разметчика обеспечивается при определенном санитарно-техническом состоянии цеха (освещении рабочего места, температурном режиме помещения, влажности, чистоте воздуха и т. д.) и безопасности труда.

В дневное время освещение рабочего места осуществляется через окна и световые фонари цеха. При плохой погоде и расположении разметочной плиты в затемненном месте прибегают к искусственному освещению. Совмещенное освещение (естественное и искусственное) неблагоприятно действует на зрение. Наиболее часто используют искусственное комбинированное освещение, когда к общему освещению добавляется местное, направляющее световой поток непосредственно на рабочее место. При комбинированном освещении лампами накаливания рекомендуется освещенность суммарная 1500 лк при общем освещении 150 лк; для газоразрядных ламп соответственно 2500 и 300 лк. Для местного освещения следует использовать головной светильник или переносную лампу при напряжении в сети не более 36 В. Слишком большая яркость отрицательно влияет на зрение разметчика.

Температура в рабочем помещении должна быть в холодный период года в пределах 16—20 °С при легкой работе и 10—15 °С при тяжелой работе. В теплый период года температура в помещении не должна превышать температуру наружного воздуха более чем на 3 °С.

Следует знать, что влажный воздух в цехе образует конденсат на разметочной плите и оснастке, а в зимнее время вызывает быстрое охлаждение тела разметчика.

Для нормальных условий труда разметчик должен соблюдать правила личной гигиены: работать следует в специальной одежде, после работы мыть руки мылом с мягкими древесными опилками; нельзя применять для мытья рук керосин, масло и т. п.

Безопасность труда при разметке зависит главным образом от правильной организации рабочего места. Травмирование рук, ног и других частей тела разметчика может произойти из-за его неосторожности, неисправности оснастки или беспорядочного нагромождения

дения ее на разметочной плите и загромождения проходов заготовками.

Каждый разметчик должен хорошо знать и обязательно соблюдать все правила техники безопасности, изложенные в специальной инструкции.

При ранениях прежде всего необходимо предохранить рану от загрязнения. Не следует очищать рану от сгустков крови и грязи. Ее только нужно для дезинфекции смазать по краям йодной настойкой. Перевязывать рану надо стерильным бинтом, а при его отсутствии — чистой тряпочкой, предварительно накапав на то место, которое приложится к ране, немного йодной настойки. При сильном кровотечении надо принять меры к его остановке. В случае переломов костей или вывихов первая помощь заключается в создании для пострадавшего удобного положения, исключающего движение поврежденной части тела.

§ 87. Электробезопасность

Электробезопасность — система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Проходя через организм, электрический ток нередко приводит к ожогам, электрическим ударам и даже смерти.

Для обеспечения электробезопасной работы разметчика необходимо прежде всего предотвратить прикосновение к неизолированным концам проводов и кабелей. Запрещается прикасаться к электрическим машинам и приборам, которые не используются при разметке.

Одним из основных средств защиты от поражения электрическим током является защитное заземление.

Защитное заземление — преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетокопроводящих частей, которые могут оказаться под напряжением. Неотпускающий ток — электрический ток, вызывающий при прохождении через человека непреодолимые судорожные сокращения мышц руки, в которой зажат проводник. При поражениях неотпускающим электрическим током прежде всего следует быстро отключить электроустановку, а если это сделать невозможно, оттягивать человека от проводов за одежду одной заизолированной рукой. Если пострадавший в сознании, но до этого был в обмороке, то ему надо обеспечить покой и вызвать врача. Если у пострадавшего нет признаков жизни, то ему надо сделать искусственное дыхание.

§ 88. Пожарная безопасность

Пожары на производстве наносят значительный ущерб народному хозяйству, поэтому каждый работник обязан строго соблюдать требования пожарной безопасности.

Пожарная безопасность — состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения пред-

отвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей. Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. Система предотвращения пожара — комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на исключение возможности возникновения пожара. Система пожарной защиты — комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара и ограничение материального ущерба от него.

Обе системы должны разрабатываться по каждому конкретному объекту. При этом должна быть обеспечена безопасность людей в любом месте объекта. Опасными факторами пожара, действующими на людей, являются открытый огонь и искры, повышенная температура воздуха и предметов, токсичные продукты горения, обрушенные и поврежденные здания, сооружения, установки, взрыв, дым.

Пожары происходят в результате неосторожного обращения с огнем и горючими материалами, небрежности рабочего, нарушения правил обращения с электрооборудованием. Огнеопасные материалы (керосин, масляные тряпки, обтирочные материалы, бензин и др.) необходимо хранить в специально отведенных для этого местах. Курить на рабочем месте и бросать окурки на пол воспрещается. По окончании работы или при перерывах в работе надо обязательно выключить все электродвигатели, оснастку с электроуздами и местное освещение. Разметчик не должен сам исправлять повреждения в электропроводке и электрооборудовании. Для этого надо немедленно вызывать дежурного электрика.

В случае возникновения пожара надо выключить все электродвигатели и по ближайшему телефону или специальным сигналом сообщить о случившемся в пожарную службу. До прибытия пожарной команды следует тушить пожар собственными силами.

Горящий бензин, керосин, смазочные масла следует тушить пенными огнетушителями, обтирочный материал — асбестовым или брезентовым одеялом. При пожаре нельзя выбивать окна, так как при этом увеличивается приток кислорода, способствующего усилению огня. Для проведения мероприятий по охране от пожаров промышленных предприятий организуются добровольные пожарные дружины. Пожарная дружина должна осуществлять контроль за выполнением и соблюдением в цехе противопожарного режима; надзор за исправным состоянием первичных средств пожаротушения; вызов пожарных команд в случае возникновения пожара и принятие немедленных мер к тушению пожара имеющимися в цехе средствами.

На каждом предприятии инженерно-техническим персоналом должны быть разработаны цеховые (объектовые) противопожарные инструкции. В инструкции предусматриваются общие меры пожарной безопасности, противопожарный режим, специальные мероприятия в зависимости от характера технологического процесса, способы вызова пожарной охраны и т. д.

На промышленных предприятиях должна проводиться повседневная пожарно-профилактическая работа. Непосредственная ответственность за состояние пожарной безопасности и соблюдение правил противопожарного режима на отдельных объектах (цех, участок и т. д.) возлагается на начальников объектов. Во время пожара важно соблюдать спокойствие и беспрекословно выполнять все распоряжения руководителей производства и пожарной службы.

Контрольные вопросы

1. Назовите организационно-технические мероприятия, которые способствуют улучшению организации труда разметчика.
2. Какие правила необходимо выполнить при планировке рабочего места разметчика?
3. Перечислите обязанности разметчика на своем рабочем месте.
4. Какие вопросы охватывает охрана труда на предприятии?
5. Назовите причины травматизма на операциях разметки.
6. Какие меры принимаются для защиты разметчика от наколов инструментами, ударов падающих предметов и поражений электрическим током?
7. Как оказать первую помощь пострадавшему при ранении и поражении электрическим током?
8. Назовите причины возникновения пожара в механическом цехе.
9. Какие меры следует принять в случае возникновения пожара?

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1. Некоторые часто встречающиеся постоянные

Величина	n	Величина	n	Величина	n	Величина	n
π	3,1416	$\pi/4$	0,7854	$1/2\pi$	0,1592	$\sqrt{\pi}$	1,7725
2π	6,2832	$\pi/6$	0,5236	$1/3\pi$	0,1061	$\sqrt{2\pi}$	2,5066
3π	9,4248	$\pi/180$	0,0175	$1/4\pi$	0,0796	$\sqrt{\pi/2}$	1,2533
4π	12,5664	$2/\pi$	0,6366	π^2	9,8696	$\sqrt{1/\pi}$	0,5642
$\pi/2$	1,5708	$180/\pi$	57,2958	$2\pi^2$	19,7392	$\sqrt{2/\pi}$	0,7979
$\pi/3$	1,0472	$1/\pi$	0,3183				

Примечание. n — числовое значение величины.

Таблица 2. Квадратные и кубические корни некоторых дробей

n	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	n	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	n	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$
1/3	0,5774	0,6934	3/7	0,6547	0,7539	1/9	0,3333	0,4808
2/3	0,8165	0,8736	4/7	0,7559	0,8298	2/9	0,4714	0,6057
1/4	0,5000	0,6300	5/7	0,8452	0,8939	4/9	0,6667	0,7631
3/4	0,8660	0,9086	6/7	0,9258	0,9499	5/9	0,7454	0,8221
1/6	0,4082	0,5503	1/8	0,3536	0,5000	7/9	0,8819	0,9196
5/6	0,9129	0,9410	3/8	0,6124	0,7211	1/12	0,2887	0,4368
1/7	0,3780	0,5228	5/8	0,7906	0,8550	5/12	0,6455	0,7469
2/7	0,5345	0,6586	7/8	0,9354	0,9565	7/12	0,7638	0,8355

Таблица 3. Перевод градусной меры в радианную (длина дуг окружности радиусом 1 мм)

Градусы	Радианы (дуга)	Градусы	Радианы (дуга)	Градусы	Радианы (дуга)	Градусы	Радианы (дуга)
1	0,0175	5	0,0873	9	0,1571	13	0,2269
2	0,0349	6	0,1047	10	0,1745	14	0,2443
3	0,0524	7	0,1222	11	0,1920	15	0,2618
4	0,0698	8	0,1396	12	0,2094	16	0,2793

Градусы	Раднаны (дуга)	Градусы	Раднаны (дуга)	Градусы	Раднаны (дуга)	Градусы	Раднаны (дуга)
17	0,2967	36	0,6283	55	0,9599	73	1,2741
18	0,3142	37	0,6458	56	0,9774	74	1,2915
19	0,3316	38	0,6632	57	0,9948	75	1,3090
20	0,3491	39	0,6807	58	1,0123	76	1,3265
21	0,3665	40	0,6981	59	1,0297	77	1,3439
22	0,3840	41	0,7156	60	1,0472	78	1,3614
23	0,4014	42	0,7330	61	1,0647	79	1,3788
24	0,4189	43	0,7505	62	1,0821	80	1,3963
25	0,4363	44	0,7679	63	1,0996	81	1,4137
26	0,4538	45	0,7854	64	1,1170	82	1,4312
27	0,4712	46	0,8029	65	1,1345	83	1,4486
28	0,4887	47	0,8203	66	1,1519	84	1,4661
29	0,5061	48	0,8378	67	1,1694	85	1,4835
30	0,5236	49	0,8552	68	1,1868	86	1,5010
31	0,5411	50	0,8727	69	1,2043	87	1,5184
32	0,5585	51	0,8901	70	1,2217	88	1,5359
33	0,5760	52	0,9076	71	1,2392	89	1,5533
34	0,5934	53	0,9250	72	1,2566	90	1,5708
35	0,6109	54	0,9425				

Таблица 4. Перевод минутной меры в радианную (длина дуг окружностей радиусом 1 мм)

Минуты	Раднаны (дуга)	Минуты	Раднаны (дуга)	Минуты	Раднаны (дуга)	Минуты	Раднаны (дуга)
0	0,0000	15	0,0044	30	0,0087	45	0,0131
1	0,0003	16	0,0047	31	0,0090	46	0,0134
2	0,0006	17	0,0049	32	0,0093	47	0,0137
3	0,0009	18	0,0052	33	0,0096	48	0,0140
4	0,0012	19	0,0055	34	0,0099	49	0,0143
5	0,0015	20	0,0058	35	0,0102	50	0,0145
6	0,0017	21	0,0061	36	0,0105	51	0,0148
7	0,0020	22	0,0064	37	0,0108	52	0,0151
8	0,0023	23	0,0067	38	0,0111	53	0,0154
9	0,0026	24	0,0070	39	0,0113	54	0,0157
10	0,0029	25	0,0073	40	0,0116	55	0,0160
11	0,0032	26	0,0076	41	0,0119	56	0,0163
12	0,0035	27	0,0079	42	0,0122	57	0,0166
13	0,0038	28	0,0081	43	0,0125	58	0,0169
14	0,0041	29	0,0084	44	0,0128	59	0,0172

Примечание. Для того чтобы найти радианную меру какого-нибудь угла, следует из таблицы взять соответствующие градусам и минутам угла величины радиан и их сложить.

Т а б л и ц а 5. Перевод радианной меры в градусную

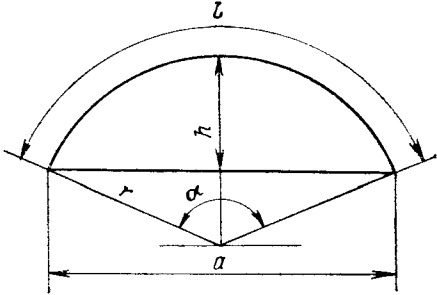
Раднаны	Градусы и минуты	Раднаны	Градусы и минуты	Раднаны	Градусы и минуты	Раднаны	Градусы и минуты
1	57° 18'	0,1	5° 44'	0,7	40° 06'	0,04	2° 18'
2	114° 35'	0,2	11° 28'	0,8	45° 50'	0,05	2° 52'
3	171° 53'	0,3	17° 11'	0,9	51° 34'	0,06	3° 26'
4	229° 11'	0,4	22° 55'	0,01	0° 34'	0,07	4° 07'
5	286° 29'	0,5	28° 39'	0,02	1° 09'	0,08	4° 35'
6	343° 46'	0,6	34° 23'	0,03	1° 43'	0,09	5° 09'

П р и м е ч а н и е. Чтобы найти градусную меру какого-нибудь угла, следует из таблицы взять соответствующие радиану угла величины градусов и минут и их сложить.

Т а б л и ц а 6. Формулы, описывающие правильные многоугольники с длиной стороны a

Число сторон	Правильный многоугольник	Радиус описанной окружности	Радиус вписанной окружности	Площадь много- угольника
3	Треугольник	$0,577a$	$0,288a$	$0,433a^2$
4	Квадрат	$0,707a$	$a/2$	a^2
5	Пятиугольник	$0,851a$	$0,688a$	$1,720a^2$
6	Шестиугольник	a	$0,866a$	$2,598a^2$
n	С любым числом сторон	$R = a/2 \sin (\pi/n)$	$r = a/2 \operatorname{tg} (\pi/n)$	$S = nar/2$

Т а б л и ц а 7. Длины дуг l , хорд a и стрелок h сегментов круга в зависимости от центрального угла α при $r = 1^*$

							
α	l	a	h	α	l	a	h
1	0,0175	0,0175	0,0000	5	0,0873	0,0872	0,0010
2	0,0349	0,0349	0,0002	6	0,1047	0,1047	0,0014
3	0,0524	0,0524	0,0003	7	0,1222	0,1221	0,0019
4	0,0698	0,0698	0,0006	8	0,1396	0,1395	0,0024

α	l	a	h	α	l	a	h
9	0,1571	0,1569	0,0031	63	1,0996	1,0450	0,1474
10	0,1745	0,1743	0,0038	64	1,1170	1,0598	0,1520
11	0,1920	0,1917	0,0046	65	1,1345	1,0746	0,1566
12	0,2094	0,2091	0,0055	66	1,1519	1,0893	0,1613
13	0,2269	0,2264	0,0064	67	1,1694	1,1039	0,1661
14	0,2443	0,2437	0,0075	68	1,1868	1,1184	0,1710
15	0,2618	0,2611	0,0086	69	1,2043	1,1328	0,1759
16	0,2793	0,2783	0,0097	70	1,2217	1,1472	0,1808
17	0,2967	0,2956	0,0110	71	1,2392	1,1614	0,1859
18	0,3142	0,3129	0,0123	72	1,2566	1,1756	0,1910
19	0,3316	0,3301	0,0137	73	1,2741	1,1896	0,1961
20	0,3491	0,3473	0,0152	74	1,2915	1,2036	0,2014
21	0,3665	0,3645	0,0167	75	1,3090	1,2175	0,2066
22	0,3840	0,3816	0,0184	76	1,3265	1,2312	0,2120
23	0,4014	0,3987	0,0201	77	1,3439	1,2450	0,2174
24	0,4189	0,4158	0,0219	78	1,3614	1,2586	0,2229
25	0,4363	0,4329	0,0237	79	1,3788	1,2722	0,2284
26	0,4538	0,4499	0,0256	80	1,3963	1,2856	0,2340
27	0,4712	0,4669	0,0276	81	1,4137	1,2989	0,2396
28	0,4887	0,4838	0,0297	82	1,4312	1,3121	0,2453
29	0,5061	0,5008	0,0319	83	1,4486	1,3252	0,2510
30	0,5236	0,5176	0,0341	84	1,4661	1,3383	0,2569
31	0,5411	0,5345	0,0364	85	1,4835	1,3512	0,2627
32	0,5585	0,5513	0,0387	86	1,5010	1,3640	0,2686
33	0,5760	0,5680	0,0412	87	1,5184	1,3767	0,2746
34	0,5934	0,5847	0,0437	88	1,5359	1,3893	0,2807
35	0,6109	0,6014	0,0463	89	1,5533	1,4018	0,2867
36	0,6283	0,6180	0,0489	90	1,5708	1,4142	0,2929
37	0,6458	0,6346	0,0517	91	1,5882	1,4265	0,2991
38	0,6632	0,6511	0,0545	92	1,6057	1,4387	0,3053
39	0,6807	0,6676	0,0574	93	1,6232	1,4507	0,3116
40	0,6981	0,6840	0,0603	94	1,6406	1,4627	0,3180
41	0,7156	0,7004	0,0633	95	1,6580	1,4746	0,3244
42	0,7330	0,7167	0,0664	96	1,6755	1,4863	0,3309
43	0,7505	0,7330	0,0696	97	1,6930	1,4979	0,3374
44	0,7679	0,7492	0,0728	98	1,7104	1,5094	0,3439
45	0,7854	0,7654	0,0761	99	1,7279	1,5208	0,3506
46	0,8029	0,7815	0,0795	100	1,7453	1,5321	0,3572
47	0,8203	0,7975	0,0829	101	1,7628	1,5432	0,3639
48	0,8378	0,8135	0,0865	102	1,7802	1,5543	0,3707
49	0,8552	0,8294	0,0900	103	1,7977	1,5652	0,3775
50	0,8727	0,8452	0,0937	104	1,8151	1,5760	0,3843
51	0,8901	0,8610	0,0974	105	1,8326	1,5867	0,3912
52	0,9076	0,8767	0,1012	106	1,8500	1,5973	0,3982
53	0,9250	0,8924	0,1051	107	1,8675	1,6077	0,4052
54	0,9425	0,9080	0,1090	108	1,8850	1,6180	0,4122
55	0,9599	0,9235	0,1130	109	1,9024	1,6282	0,4193
56	0,9774	0,9389	0,1171	110	1,9199	1,6383	0,4264
57	0,9948	0,9543	0,1212	111	1,9373	1,6483	0,4336
58	1,0123	0,9696	0,1254	112	1,9548	1,6581	0,4408
59	1,0297	0,9848	0,1296	113	1,9722	1,6678	0,4481
60	1,0472	1,0000	0,1340	114	1,9897	1,6773	0,4554
61	1,0647	1,0151	0,1384	115	2,0071	1,6868	0,4627
62	1,0821	1,0301	0,1428	116	2,0246	1,6961	0,4701

α	l	a	h	α	l	a	h
117	2,0420	1,7053	0,4775	149	2,6005	1,9273	0,7328
118	2,0595	1,7143	0,4850	150	2,6180	1,9319	0,7412
119	2,0769	1,7233	0,4925	151	2,6345	1,9363	0,7496
120	2,0944	1,7321	0,5000	152	2,6529	1,9406	0,7581
121	2,1118	1,7407	0,5076	153	2,6704	1,9447	0,7666
122	2,1283	1,7492	0,5152	154	2,6878	1,9487	0,7750
123	2,1468	1,7576	0,5258	155	2,7053	1,9526	0,7836
124	2,1642	1,7659	0,5305	156	2,7227	1,9563	0,7921
125	2,1817	1,7740	0,5383	157	2,7402	1,9598	0,8006
126	2,1991	1,7820	0,5460	158	2,7576	1,9633	0,8032
127	2,2166	1,7899	0,5538	159	2,7751	1,9665	0,8178
128	2,2340	1,7976	0,5616	160	2,7925	1,9696	0,8264
129	2,2515	1,8052	0,5695	161	2,8100	1,9726	0,8350
130	2,2689	1,8126	0,5774	162	2,8274	1,9754	0,8436
131	2,2864	1,8199	0,5853	163	2,8449	1,9780	0,8522
132	2,3038	1,8271	0,5933	164	2,8623	1,9805	0,8608
133	2,3213	1,8341	0,6013	165	2,8798	1,9829	0,8695
134	2,3387	1,8410	0,6093	166	2,8972	1,9851	0,8781
135	2,3562	1,8478	0,6173	167	2,9147	1,9871	0,8868
136	2,3736	1,8544	0,6254	168	2,9322	1,9890	0,8955
137	2,3911	1,8608	0,6335	169	2,9496	1,9908	0,9042
138	2,4086	1,8672	0,6416	170	2,9671	1,9924	0,9128
139	2,4260	1,8733	0,6498	171	2,9845	1,9938	0,9215
140	2,4435	1,8794	0,6580	172	3,0020	1,9951	0,9302
141	2,4609	1,8853	0,6662	173	3,0194	1,9963	0,9390
142	2,4784	1,8910	0,6744	174	3,0369	1,9973	0,9477
143	2,4958	1,8966	0,6827	175	3,0543	1,9981	0,9564
144	2,5133	1,9021	0,6910	176	3,0718	1,9988	0,9651
145	2,5307	1,9074	0,6993	177	3,0892	1,9993	0,9738
146	2,5482	1,9126	0,7076	178	3,1067	1,9997	0,9825
147	2,5656	1,9176	0,7160	179	3,1241	1,9999	0,9913
148	2,5831	1,9225	0,7244	180	3,1416	2,0000	1,0000

* При $r \neq 1$ следует по углу α найти в таблице соответствующую величину (l , a , h) и умножить на величину r для определения необходимых l , a , h .

Таблица 8. Теоретическая масса некоторых тонких стальных листов (горячекатаных и холоднокатаных)

Длина, мм	Масса, кг, при ширине, мм						
	500	600	700	800	900	1000	1250
Толщина листа 0,5 мм							
1000	1,963	2,355	2,748	3,140	3,533	3,925	4,906
1200	2,355	2,826	3,297	3,768	4,239	4,710	5,888
1300	2,551	3,062	3,572	4,082	4,592	5,103	6,378
1400	2,748	3,297	3,847	4,396	4,946	5,495	6,869
1420	2,787	3,344	3,902	4,459	5,016	5,574	6,967
1500	2,944	3,533	4,121	4,710	5,299	5,888	7,359

Длина, мм	Масса, кг, при ширине, мм						
	500	600	700	800	900	1000	1250
1600	3,140	3,768	4,396	5,024	5,652	6,280	7,850
1700	3,336	4,004	4,671	5,338	6,005	6,673	8,341
2000	3,925	4,710	5,495	6,280	7,065	7,850	9,813
2200	4,318	5,181	6,045	6,908	7,772	8,635	10,794
2500	4,906	5,888	6,869	7,850	8,831	9,813	12,266
2800	5,495	6,594	7,693	8,792	9,891	10,990	13,738
3000	5,888	7,065	8,243	9,420	10,598	11,775	14,719
3500	5,869	8,243	9,616	10,990	12,364	13,738	17,172
4000	7,850	9,420	10,990	12,560	14,130	15,700	19,625
4200	8,243	9,891	11,540	13,188	14,837	16,485	20,606
4500	8,831	10,598	12,364	14,130	15,896	17,663	22,079
Толщина листа 0,75 мм							
1000	2,944	3,533	4,121	4,710	5,299	5,888	7,359
1200	3,533	4,239	4,946	5,652	6,359	7,065	8,831
1300	3,827	4,592	5,358	6,123	6,888	7,654	9,567
1400	4,121	4,946	5,770	6,594	7,418	8,243	10,303
1500	4,416	5,299	6,182	7,065	7,948	8,831	11,390
1600	4,710	5,652	6,594	7,536	8,478	9,420	11,775
2000	5,888	7,065	8,243	9,420	10,598	11,775	14,719
2500	7,359	8,831	10,303	11,775	13,247	14,719	18,398
2800	8,243	9,891	11,540	13,188	14,837	16,485	20,606
3000	8,831	10,598	12,364	14,130	15,896	17,663	22,078
3500	10,303	12,364	14,424	16,485	18,546	20,606	25,758
4000	11,775	14,130	16,485	18,840	21,195	23,550	29,438
4200	12,364	14,837	17,309	19,782	22,255	24,728	30,909
4500	13,246	15,896	18,546	21,195	23,844	26,494	33,117
Толщина листа 2,0 мм							
1000	7,850	9,420	10,990	12,560	14,130	15,700	19,625
1200	9,420	11,304	13,188	15,072	16,956	18,840	23,550
1300	10,205	12,246	14,287	16,328	18,369	20,410	25,513
1400	10,990	13,188	15,386	17,584	19,782	21,980	27,475
1500	11,775	14,130	16,485	18,840	21,195	23,550	29,438
1700	13,345	16,014	18,683	21,352	24,021	26,690	33,363
2000	15,700	18,890	21,980	25,120	28,260	31,400	39,250
2500	19,625	23,550	27,475	31,400	35,525	39,250	49,063
2800	21,980	26,376	30,772	35,168	39,564	43,960	54,950
3000	23,550	28,260	32,970	37,680	42,390	47,100	58,875
3500	24,475	32,970	38,465	43,960	49,455	54,950	68,688
4000	31,400	37,680	43,960	50,240	56,520	62,800	78,500
4500	35,325	42,390	49,455	56,520	63,585	70,650	88,313
5000	39,250	47,100	55,195	62,800	70,650	78,500	98,125
5500	43,175	51,810	60,445	69,080	77,715	86,350	107,938
6000	47,100	56,520	65,940	75,360	84,780	94,200	117,750

Т а б л и ц а 9. Теоретическая масса круглого (по ГОСТ 2590—71) и квадратного (по ГОСТ 2591—71) стального горячекатаного проката некоторых размеров

Диаметр, мм	Масса 1 м, кг	Диаметр, мм	Масса 1 м, кг	Диаметр, мм	Масса 1 м, кг	Диаметр, мм	Масса 1 м, кг
5	0,154	26	4,17	60	22,19	120	88,78
6	0,222	28	4,83	62	23,70	125	96,33
7	0,302	30	5,55	65	26,05	130	104,20
8	0,395	32	6,31	68	28,51	135	112,36
9	0,499	35	7,55	70	30,27	140	120,84
10	0,616	36	7,99	75	34,68	150	138,72
11	0,746	38	8,90	78	37,51	160	157,83
12	0,888	40	9,86	80	39,46	170	178,18
13	1,040	42	10,88	82	41,46	180	199,76
15	1,390	45	12,48	85	44,54	190	222,57
16	1,580	48	14,20	90	49,94	200	246,62
18	2,000	50	15,42	95	55,64	210	271,89
19	2,230	52	16,67	100	61,65	220	298,40
20	2,470	55	18,65	105	67,97	230	326,15
22	2,980	56	19,33	110	74,60	240	355,13
25	3,85	58	20,74	115	81,54	250	385,34
Сторона квадрата, мм	Масса 1 м, кг	Сторона квадрата, мм	Масса 1 м, кг	Сторона квадрата, мм	Масса 1 м, кг	Сторона квадрата, мм	Масса 1 м, кг
5	0,196	14	1,540	55	23,75	125	123,66
6	0,283	15	1,766	60	28,26	130	132,66
7	0,385	20	3,14	65	33,17	140	153,86
8	0,502	25	4,91	70	38,46	150	176,62
9	0,636	30	7,06	80	50,24	160	200,96
10	0,785	35	9,62	90	63,58	170	226,86
11	0,950	40	12,56	100	78,50	180	254,34
12	1,130	45	15,90	115	103,82	190	283,38
13	1,330	50	19,62	120	113,04	200	314,00

Т а б л и ц а 10. Коэффициенты пересчета массы некоторых металлов (к табл. 8—9)

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

Практический способ перевода допусков углов, выраженных угловыми единицами, в линейные допуски

При разметке и контроле размеченных заготовок допуски углов в градусах и минутах, приведенные на рабочих чертежах, часто требуется перевести в линейные. Этот переход с ошибкой не более 0,02 мм можно произвести следующим образом.

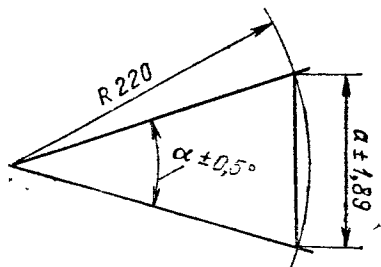


Рис. П. 7—1.

Для центрального угла $1'$ на радиусе 35 мм хорда равна 0,01 мм. Используя эту зависимость, можно быстро рассчитать линейные допуски хорды при любом заданном радиусе. Вначале определяют, во сколько раз этот радиус больше 35 мм, а затем умножают полученное число на 0,01 мм. Так определяют хорду $1'$ при заданном радиусе. Этот размер умножают на величину допуска угла в минутах. В результате получают искомый линейный допуск.

Пр и м е р. Необходимо перевести допуск угла, равный $\pm 0,5^\circ$, на допуск хорды при $R = 220$ мм (рис. П. 7—1). Расчет производим в следующей последовательности: $220 : 35 = 6,3$ мм; $6,3 \times 0,01 = 0,063$ мм; $0,063 \times 30 = 1,89$ мм.

Таким образом, допуск угла $\pm 0,5^\circ$ для хорды на $R = 220$ мм равен $\pm 1,89$ мм.

1. Барбашов Ф. А., Сильвестров Б. Н. Фрезерные и зуборезные работы. М.: Высш. шк., 1983. 287 с.
2. Бергер И. И. Токарное дело. Минск: Высш. шк., 1980. 318 с.
3. Васильев А. С. Новые приспособления и инструмент для разметки. М.: Машиностроение, 1977. 72 с.
4. Высоцкая Н. Н., Иерусалимский А. М., Невельсон Р. М. Технические развертки изделий из листового материала. Л.: Машиностроение, 1968. 269 с.
5. Гольдин И. И. Основные сведения по технической механике. М.: Высш. шк., 1980. 80 с.
6. Гринберг Д. Е. Разметчик механических цехов. М.; Л.: Машгиз, 1963. 343 с.
7. Косилова А. Т. Точность обработки: Справ. М.: Машиностроение, 1976. 224 с.
8. Ласковский М., Джон Г. Практическое руководство по развертке изделий из листового металла: Пер. с нем. М.: Стройиздат, 1979. 166 с.
9. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках: в 2-х ч. Часть I. Токарные, карусельные, токарно-револьверные, алмазно-расточные, сверлильные, строгальные, долбежные и фрезерные станки. М.: Машиностроение, 1974. 416 с.
10. Серебrenицкий П. П. Краткий справочник станочника. Л.: Лениздат, 1982. 360 с.
11. Смирнов В. К. Токарь-расточник, М.; Высш. шк., 1982. 239 с.

Предисловие	3
Введение	4

Раздел I

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О МАШИНАХ И ПРОЦЕССАХ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Глава I

Машины, механизмы и детали машин	5
§ 1. Понятие о машинах и их классификация	—
§ 2. Механизмы, их состав и классификация	6
§ 3. Кинематические схемы	7
§ 4. Передачи между валами	10
§ 5. Механизмы преобразования движения	14
§ 6. Типы соединений	15
§ 7. Типовые детали и узлы машин	18

Глава 2

Общие сведения об обработке металлов резанием	21
§ 8. Сущность обработки резанием	—
§ 9. Элементы резца, сверла и фрезы	23
§ 10. Понятие о режиме и силе резания	27
§ 11. Образование стружки и ее типы	30
§ 12. Процессы, происходящие при стружкообразовании	31
§ 13. Понятие о качестве обработки резанием	33
§ 14. Применение смазочно-охлаждающей жидкости при резании	35

Глава 3

Металлорежущие станки и работа на них	36
§ 15. Классификация и обозначение станков	—
§ 16. Технологическая терминология	37
§ 17. Понятие об установке заготовки	38
§ 18. Токарные станки и инструмент	39
§ 19. Работы, выполняемые на токарных станках	46
§ 20. Расточные станки и инструмент	51
§ 21. Работы, выполняемые на расточных станках	57
§ 22. Фрезерные станки и инструмент	59
§ 23. Работы, выполняемые на фрезерных станках	64
§ 24. Строгальные и долбежные станки	67
§ 25. Работы, выполняемые на строгальных и долбежных станках	69

Раздел II

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕХНОЛОГИИ РАЗМЕТКИ

Глава 4

Сущность разметки	73
§ 26. Операция разметки и ее назначение	—
§ 27. Виды разметки	74
§ 28. Типы размечаемых заготовок и требования к ним	—
§ 29. Припуски на обработку	75

Глава 5

Элементарные приемы разметки	78
§ 30. Технологическая операция разметки и ее состав	—
§ 31. Окрашивание заготовок и установка опоры для ножи циркуля	79
§ 32. Приемы использования чертилки и кернера	81
§ 33. Элементарные приемы плоскостной разметки	82
§ 34. Элементарные приемы пространственной разметки	88

Раздел III

СРЕДСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ ДЛЯ РАЗМЕТКИ

Глава 6

Оборудование для разметки	92
§ 35. Стеллажи и разметочные столы	—
§ 36. Разметочные плиты	93
§ 37. Устройства с дополнительными плоскостями	98
§ 38. Приспособления для установки заготовок на разметочной плите	99
§ 39. Разметочные машины	103

Глава 7

Инструменты для разметки	104
§ 40. Измерительные инструменты и приборы	—
§ 41. Инструменты для нанесения рисок	109
§ 42. Инструменты для отыскания центров	122
§ 43. Инструменты для кернения	126

Глава 8

Приспособления для разметки	129
§ 44. Разметочные приборы	—
§ 45. Тиски, центровые бабки и делительные приспособления	131
§ 46. Универсальные приспособления	132
§ 47. Оптические приборы	134

Глава 9

Подъемно-транспортное оборудование	135
§ 48. Грузоподъемные краны и тележки	—
§ 49. Манипуляторы	138
§ 50. Приемы строповки заготовок	140
§ 51. Техника безопасности при работе с подъемно-транспортным оборудованием	141

Раздел IV

ТЕХНОЛОГИЯ РАЗМЕТКИ

Глава 10

Плоскостная разметка	143
§ 52. Геометрические построения сложных контуров . . .	—
§ 53. Технические развертки	150
§ 54. Плоскостная разметка по шаблонам	158
§ 55. Способы экономичного раскроя листового материала	161
§ 56. Техника безопасности при плоскостной разметке	163

Глава 11

Пространственная разметка	164
§ 57. Установка заготовок на разметочной плите . . .	—
§ 58. Определение пригодности заготовки к дальнейшей обработке	165
§ 59. Нанесение базовых и контрольных рисок	166
§ 60. Приемы разметки заготовок с одной установкой	169
§ 61. Разметка с поворотом и установкой заготовки в несколько положений	171
§ 62. Разметка по месту	174
§ 63. Разметка по плану, вычерченному на разметочной плите	176
§ 64. Разметка по шаблонам	177
§ 65. Разметка по эталонным заготовкам	179
§ 66. Разметка по калибрам	180
§ 67. Комбинированный способ разметки	182
§ 68. Вторичная разметка и вспомогательные риски . .	—
§ 69. Разметка на металлорежущих станках	184
§ 70. Особенности разметки крупногабаритных заготовок	185
§ 71. Точность пространственной разметки	187
§ 72. Техника безопасности при пространственной разметке	188

Глава 12

Точная разметка	189
§ 73. Особенности и назначение точной разметки . . .	—
§ 74. Разметочные плиты и приспособления для установки заготовок	190
§ 75. Инструменты для нанесения рисок	192
§ 76. Кернеры	195
§ 77. Приемы точной разметки	196

Глава 13

Разработка операции разметки	199
§ 78. Требования к операции разметки, исходные данные и последовательность ее разработки	—
§ 79. Оформление операции разметки	—

Раздел V

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗМЕТКИ, ОХРАНА ТРУДА И ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Глава 14

Прогрессивная технология разметки	203
§ 80. Пути повышения производительности и экономической эффективности разметки	—
§ 81. Рациональная подготовка операции разметки	—
§ 82. Способ групповой разметки	204
§ 83. Механизация разметки листовых материалов	—
§ 84. Новые разметочные инструменты и приемы разметки	205

Глава 15

Рабочее место разметчика, охрана труда и пожарная безопасность в механическом цехе	210
§ 85. Организация труда и рабочее место разметчика	—
§ 86. Охрана труда	213
§ 87. Электробезопасность	216
§ 88. Пожарная безопасность	—
Приложение	219
Список литературы	227

Шая Абрамович Красильщиков

РАЗМЕТОЧНЫЕ РАБОТЫ

Редактор Н. С. Аникиева. Художественный редактор С. С. Венедиктов
Технический редактор П. В. Шиканова. Корректор З. С. Романова
Переплет художника П. П. Викторова

ИБ № 4256

Сдано в набор 11.06.85. Подписано в печать 10.01.86. М-14016. Формат 60×90¹/₁₆.
Бумага типографская № 1. Гарнитура литературная. Печать высокая.
Усл. печ. л. 14,5. Усл. кр.-отт. 14,5. Уч.-изд. л. 15,98. Тираж 20 000 экз. Заказ 191.
Цена 70 коп.

Ленинградское отделение ордена Трудового Красного Знамени издательства
«Машиностроение», 191065, Ленинград, ул. Дзержинского, 10.

Ленинградская типография № 6 ордена Трудового Красного Знамени
Ленинградского объединения «Техническая книга» им. Евгения Соколовой
Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
193144, г. Ленинград, ул. Монсеенко, 10.