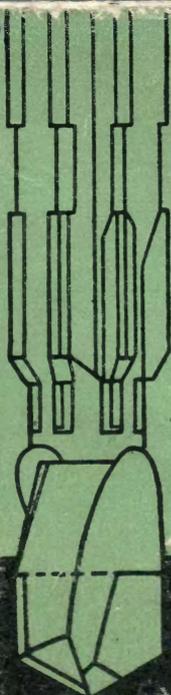


ЛВ

В. А. БАРУН



Работа

НА СВЕРЛИЛЬНЫХ
СТАНКАХ



В. А. БАРУН

РАБОТА НА СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКАХ

*Одобрено Ученым советом Государственного комитета
по профессионально-техническому образованию
при Госплане СССР
в качестве учебного пособия
для городских профессионально-технических училищ*

**ВСЕСОЮЗНОЕ
УЧЕБНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ПРОФТЕХИЗДАТ
Москва 1963**

Книга содержит сведения по теории резания при сверлении и конструкции основных типов сверлильных станков, а также описание передовых методов работы и конструкций, применяемых для этого инструментов и приспособлений. Значительное внимание уделено в ней вопросам рациональной организации труда.

Книга предназначена в качестве учебного пособия для подготовки сверловщиков в городских профессионально-технических училищах. Она может быть использована также для индивидуально-бригадного обучения сверловщиков на производстве.

Все замечания и пожелания по книге просим направлять по адресу: *Москва, Центр, Хохловский пер., 7, Профтехиздат.*

ПРЕДИСЛОВИЕ

Программа КПСС, принятая XXII съездом партии, ставит перед нашей страной величественную задачу создания в ближайшие два десятилетия материально-технической базы коммунизма.

Для того чтобы повысить объем промышленной продукции в течение ближайших десяти лет в 2,5 раза, а в течение двадцати лет — не менее чем в 6 раз, как это намечено Программой КПСС, необходимо увеличить производительность труда в промышленности в течение десяти лет более чем в 2 раза, а за двадцать лет — в 4,5 раза.

За годы строительства социализма в нашей стране созданы все предпосылки для выполнения этой задачи: выпускается первоклассное станочное оборудование, разработаны современные конструкции высокопроизводительных инструментов и приспособлений, многое сделано в области механизации и автоматизации обработки и в деле совершенствования организации труда. Для того чтобы рационально использовать новую технику и продолжать ее совершенствовать, необходимы высококвалифицированные кадры рабочих.

Данная книга должна служить учебным пособием для учащихся городских профессионально-технических училищ, подготавливающих рабочих-сверловщиков. Она может быть использована и для повышения квалификации рабочих-производственников соответствующей специальности. В основу книги положены учебный план и программы для подготовки в городских профессионально-технических училищах сверловщиков на вертикальных, радиальных и специальных сверлильных станках, утвержденные Государственным комитетом Совета Министров СССР по профессионально-техническому образованию.

Содержание книги охватывает широкий круг вопросов, подлежащих изучению при подготовке сверловщиков: устройство основных видов сверлильных станков и управление ими; углубленное изучение физических явлений, возникающих при резании металлов, и их влияние на производительность и качество выполняемой работы; конструкции режущих инструментов и вспомо-

гательных устройств; технология выполнения различных сверлильных работ и др. Существенное внимание в книге уделено вопросам механизации и автоматизации сверлильных работ. Материал расположен в строгом соответствии с последовательностью его изучения. Вместе с тем он может быть использован и для решения практических задач, с которыми приходится сталкиваться при работе на производстве.

Автор приносит глубокую благодарность д-ру техн. наук проф. М. О. Якобсону и инж. В. Т. Зубову за помощь, оказанную при подготовке рукописи к изданию.

ВВЕДЕНИЕ

Машинное производство в России возникло в начале XVIII в. Уже тогда одним из наиболее распространенных видов обработки деталей машин стала холодная обработка металлов. До начала XVIII столетия основным металлорежущим станком являлся токарный станок с ножным приводом. Режущий инструмент рабочий держал в руках. В 1712 г. выдающийся русский механик А. Нартов изобрел самоходный суппорт. Это позволило закрепить режущий инструмент на подвижном элементе (суппорте) станка и тем самым не только облегчить труд рабочего, но и повысить точность и производительность обработки.

По мере развития машиностроения увеличивалось количество машин и их видов, росла их производительность, повышались требования, предъявляемые к точности деталей, из которых изготавливались машины. Все это вызвало необходимость в новом металлорежущем оборудовании и в новых методах обработки металлов.

Еще в XVIII в. механики-самоучки Я. Батищев, Л. Собакин, П. Захава и др., продолжая дело Нартова, создают ряд новых станков. В XIX в. появляются фрезерные и сверлильные металлорежущие станки.

В 1868—1869 гг. появляются первые в мире исследования в области резания металлов, произведенные русским ученым проф. И. Тиме. Результаты исследований Тиме легли в основу новой науки. Работы Тиме были развиты и дополнены работами русских и зарубежных ученых, и уже в начале нашего столетия наука о резании дала представления об основных законах образования стружки и позволяла определить направление и пути совершенствования холодной обработки металлов.

Политика самодержавия препятствовала развитию отечественного машиностроения. Большинство машин и металлорежущих станков для страны ввозилось из-за границы. Многие отрасли машиностроения в царской России были развиты слабо или отсутствовали вовсе. Только после Великой Октябрьской со-

циалистической революции и особенно в период проведения политики индустриализации в нашей стране начинается бурный рост машиностроительной промышленности. За годы первых пятилеток созданы новые отрасли машиностроения: тракторостроение, автостроение, станкостроение и др. В этот период построены первоклассные по технике и технологии заводы-гиганты: тракторные (Волгоградский, Челябинский, Харьковский), автомобильные (Московский и Горьковский), станкостроительные («Красный пролетарий» и им. Орджоникидзе) и др.

Дальнейший рост машиностроения в период развернутого строительства социализма позволил осуществить механизацию и значительную автоматизацию трудоемких работ, оснастить сверхмощными турбинами тепловые и гидростанции, электрифицировать промышленность и сельское хозяйство, создать искусственные спутники Земли и мощные космические корабли.

Учитывая указание нашей партии о том, что основным направлением технического прогресса является механизация и автоматизация производственных процессов, значительное внимание уделено механизации и автоматизации управления станками.

Обработка деталей машин на современных станках ведется инструментами, конструкция которых разработана советскими учеными и инженерами и значительно усовершенствована рабочими-новаторами. Рациональная конструкция инструментов и высококачественные материалы, из которых они изготовлены, позволили резко повысить режимы резания. Творческий подход новаторов к выполняемой работе привел к появлению таких передовых методов обработки, как скоростное резание, обработка с большими подачами и др.

Повышению производительности труда способствовали прогрессивные конструкции вспомогательных приспособлений и совершенствование организации труда, значительный вклад в создание и внедрение которых внесли также новаторы производства.

Если в 1913 г. в царской России выпускалось всего 1500 станков в год, то в 1956 г. их выпущено 124 018 шт., а к 1965 г. намечено увеличить их производство до 200 000 шт.

Различные виды сверлильных станков составляют примерно 17—20% станочного парка нашей страны. На этих станках используются довольно сложные режущие инструменты, работающие в неблагоприятных условиях. Особенно ценные усовершенствования в конструкцию сверлильных инструментов, резко повысившие производительность резания, внесли новаторы В. И. Жиров и Ш. А. Гаджиев. Много изобретательности проявили новаторы-сверловщики при совершенствовании и создании комбинированных инструментов и новых конструкций приспособлений.

Программа КПСС, принятая на XXII съезде, подчеркивает, что максимальное ускорение научно-технического прогресса,

имеющего столь огромное значение для создания материально-технической базы коммунизма,— важнейшая общенародная задача. Необходимо постоянное совершенствование технологии всех отраслей промышленности. Новая техника и сокращение рабочего дня требуют перехода к более высокой организации труда.

Осуществление этих задач предполагает дальнейший рост культурного и технического уровня, творческой инициативы и квалификации рабочих. Закон об укреплении связи школы с жизнью и о дальнейшем развитии системы народного образования в СССР предусматривает подготовку высококвалифицированных рабочих в профессионально-технических училищах.

Современному рабочему нужны разносторонние знания, включающие и элементы инженерно-технической подготовки, чтобы творчески относиться к выполняемой работе, рационально использовать оборудование, продолжать совершенствовать конструкцию режущих инструментов и приспособлений, вносить дальнейшие улучшения в организацию труда. Глубокое изучение специальной технологии, новой техники и передового опыта новаторов поможет учащемуся профессионально-технического училища стать высококвалифицированным рабочим.

Глава I

ВИДЫ СВЕРЛИЛЬНЫХ РАБОТ И РАБОЧИЕ ДВИЖЕНИЯ ПРИ ИХ ВЫПОЛНЕНИИ

§ 1. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ РАБОТ НА СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКАХ

Сверлильные станки предназначены для обработки отверстий и их торцов. Характер обработки определяется конфигурацией, размерами и требованиями, предъявляемыми к точности и чистоте обрабатываемых отверстий.

К числу основных, наиболее распространенных видов обработки на сверлильных станках относятся: сверление, рассверливание, зенкерование, подрезание торцов отверстий (цекование), зенкование, развертывание, нарезание резьбы.

Сверление отверстий в сплошном металле производится главным образом спиральными сверлами (рис. 1, а). Отверстия больших размеров образуются специальными сверлами и специальными сверлильными головками.

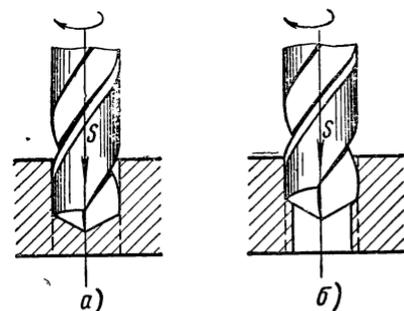


Рис. 1. Сверление (а) и рассверливание (б)

При сверлении режущий инструмент совершает одновременно два рабочих движения: вращается вокруг своей оси и перемещается

вдоль нее. У некоторых сверлильных станков (например, у станков для сверления отверстий диаметром меньше 1 мм или у горизонтально-сверлильных) сверлу сообщается только вращательное движение, а вдоль оси сверла перемещается обрабатываемая заготовка.

После обработки сверлением получается сквозное или глухое цилиндрическое отверстие с грубо обработанной поверхностью и сравнительно невысокой точностью.

Сверление применяется для обработки отверстий, не требующих дополнительной обработки, а также для получения отверстий под зенкерование, под развертывание, под нарезание резьбы метчиком.

Рассверливание. Этот способ обработки (рис. 1, б) предназначен для увеличения диаметра отверстий, образованных в заготовке при литье, ковке, горячей штамповке или полученных сверлением.

Рассверливание отверстий выполняется спиральным сверлом в результате сочетания тех же движений, что и при сверлении. Точность и чистота поверхности отверстий при рассверливании невысоки, хотя и несколько выше, чем при сверлении.

Зенкерование. Так же как и рассверливание, зенкерование служит для увеличения диаметра на некоторой глубине или по всей длине предварительно образованного отверстия (рис. 2, а). Режущим инструментом при выполнении этой обработки является зенкер. Конструкция последнего зависит от размеров обрабатываемого отверстия, характера

выполняемой обработки и предъявляемых к ней требований. Так, при зенкерании отверстий диаметром до 25 мм применяются цилиндрические спиральные зенкеры, напоминающие спиральные сверла и отличающиеся от них числом и формой канавок и конструкцией рабочей части; зенкерование отверстий диаметром от 25 до 50 мм производится насадными зенкерами (рис. 2, б), имеющими вид массивной головки с несколькими (обычно четырьмя) зубьями. Для отверстий диаметром больше 50 мм используются аналогичные насадные зенкеры с тем отличием, что зубья их образованы вставными резами.

Чтобы оси зенкеруемой части и предварительно образованного отверстия совпадали, зенкер имеет на рабочем конце направляющую цапфу А. Эта цапфа входит в зенкеруемое отверстие и обеспечивает правильное положение зенкера в процессе обработки.

Зенкерованием достигается большая точность и лучшая чистота поверхности, чем рассверливанием.

Подрезание торцов отверстий (цекование). Для подрезания торцов применяются зенкеры, имеющие зубья только на рабочем торце. Очертание и расположение режущих кромок зубьев зависят от характера выполняемой обработки. Так,

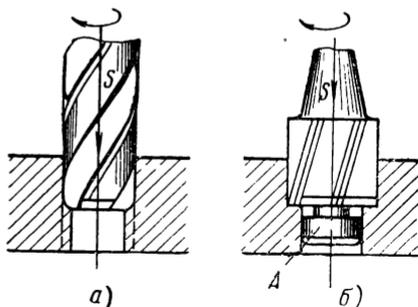


Рис. 2. Зенкерование:
а — отверстий диаметром меньше 25 мм,
б — отверстий диаметром 25—50 мм

для подрезания плоских торцов (цекования), расположенных перпендикулярно оси отверстия, применяют торцовые зенкеры (рис. 3, *а*); для получения конических фасок в отверстиях — конические зенкеры (рис. 3, *б*); для получения криволинейных углублений — фасонные зенкеры (рис. 3, *в*). Зенкеры снабжены направляющими цапфами.

Подрезание плоских торцов возможно и зенкером, режущая часть которого образована вставной пластинкой.

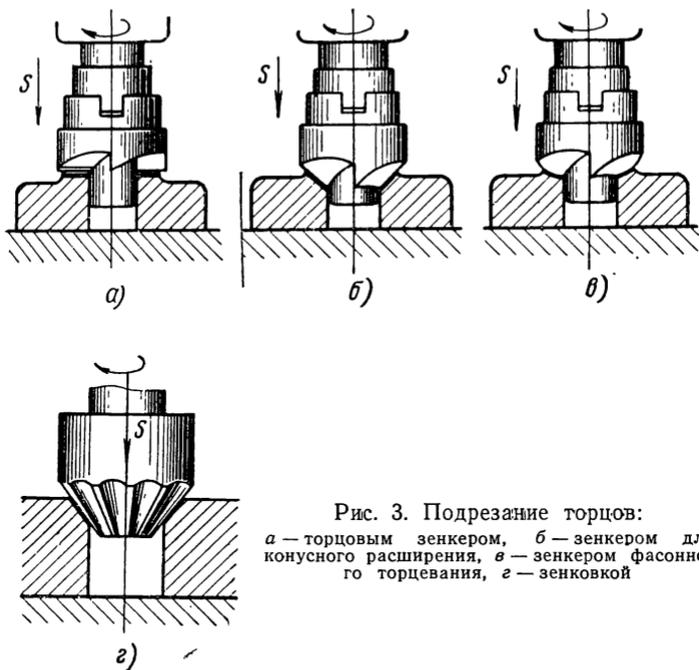


Рис. 3. Подрезание торцов:
а — торцовым зенкером, *б* — зенкером для конусного расширения, *в* — зенкером фасонного торцевания, *г* — зенковкой

Зенкование (рис. 3, *г*) применяется для получения конических или цилиндрических углублений под головки винтов, а также для снятия граты или притупления острых кромок отверстий. Этот вид обработки является разновидностью торцового зенкерования. Его отличительная особенность — пониженные требования к concentricity углубления основному отверстию. Это дает возможность использовать зенковки без направляющей части.

Развертывание. Целью этой операции (рис. 4) является значительное повышение точности и чистоты предварительно просверленного или зенкерowanego отверстия. Развертывание производится режущим инструментом — разверткой. Конструкция развертки зависит от диаметра обрабатываемого отверстия. Развертка — многозубый инструмент, предназначенный для удале-

ния очень тонкого слоя металла в пределах 0,25—0,5 мм по диаметру при черновом развертывании и 0,05—0,15 мм при чистовом.

Нарезание резьбы в отверстиях осуществляется метчиками (рис. 5). Метчик представляет собой винт с несколькими продольными канавками, образующими режущие кромки. Для обеспечения правильного направления при вводе в отверстие, а

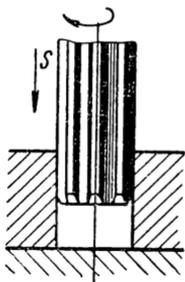


Рис. 4. Развертывание

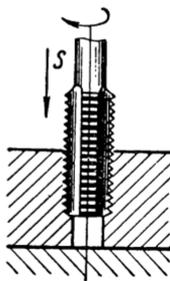


Рис. 5. Нарезание резьбы

также для более плавного врезания в тело обрабатываемой детали рабочая часть метчика имеет коническую форму.

Особенностью нарезания резьбы является необходимость реверсивного (обратного) вращения метчика для вывода его из нарезанного отверстия.

§ 2. РАБОЧИЕ ДВИЖЕНИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СВЕРЛИЛЬНЫХ РАБОТ

Главное движение. Вращение инструмента необходимо для отделения срезаемого слоя металла от обрабатываемой заготовки и носит название главного движения. Скорость главного движения именуется скоростью резания и обозначается латинской буквой v .

Между скоростью резания (измеряемой в $м/мин$), диаметром режущего инструмента D (измеряемом в $мм$) и числом его оборотов в минуту n существует следующая зависимость:

$$v = \frac{3,14 \cdot D \cdot n}{1000} \text{ м/мин.} \quad (1)$$

Эта зависимость позволяет установить, что чем больше диаметр инструмента при постоянном числе его оборотов в минуту или чем больше число оборотов в минуту при постоянном диаметре инструмента, тем выше скорость резания.

Пример 1. Определить скорость резания при сверлении спиральным сверлом диаметром, равным 10 мм, при $n_1 = 100$ об/мин и $n_2 = 1000$ об/мин.

Решение. В первом случае

$$v_1 = \frac{3,14 \cdot D \cdot n_1}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 100}{1000} = 3,14 \text{ м/мин.}$$

Во втором случае

$$v_2 = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 1000}{1000} = 31,4 \text{ м/мин.}$$

Сравнивая первый и второй случаи, видим, что скорость резания здесь возрастает прямо пропорционально увеличению числа оборотов в минуту.

Движение подачи. Поступательное перемещение инструмента (или обрабатываемой детали) вдоль собственной оси для срезания стружки металла называется подачей.

Подача обозначается латинской буквой s и измеряется величиной перемещения, совершаемого в течение одного оборота инструмента.

Так, если сверло за один оборот переместилось вдоль своей оси на 0,5 мм, то подача $s = 0,5$ мм/об.

Режимы резания. Скорость резания и подача являются элементами режима резания. Для разных условий работы имеют свои, наиболее благоприятные значения этих элементов, при которых стоимость выполнения работы окажется наименьшей или производительность ее наибольшей.

На одном и том же станке подвергаются различным видам обработки заготовки из разных материалов, при этом используются разные инструменты. Чтобы в каждом из этих случаев вести обработку при наиболее благоприятных режимах резания, станок должен обеспечивать изменение числа оборотов инструмента и его подач, из которых можно было бы выбрать желательные для данных условий работы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего предназначены сверлильные станки?
 2. Какие виды работ выполняются на сверлильных станках?
 3. Какие рабочие движения необходимы для осуществления резания и как они называются?
 4. Что называется скоростью резания? Подсчитайте, какова будет скорость резания, если диаметр сверла 5 мм, а скорость его вращения 1200 об/мин.
 5. В чем назначение движения подачи?
-

Глава II

КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКОВ

§ 3. КЛАССИФИКАЦИЯ СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКОВ

Сверлильные станки классифицируются по наиболее характерным признакам: назначению, эксплуатационной характеристике, положению и числу шпинделей.

Классификация по назначению. По назначению различают станки общего назначения (универсальные) и станки специальные. Первые предназначены для выполнения различных сверлильных работ на разнообразных заготовках, вторые — для выполнения одной или нескольких сверлильных операций на определенной заготовке или группе заготовок. В этом пособии рассматриваются только станки общего назначения, имеющие в производстве наиболее широкое применение.

Классификация по эксплуатационной характеристике. Эксплуатационная характеристика определяет особенности установки станка. Сверлильные станки делят на настольные и с колонкой. Первые устанавливаются на столе или верстаке, у вторых все основные механизмы смонтированы на станине (колонне), устанавливаемой на полу цеха или на соответствующем фундаменте.

Классификация по положению оси шпинделя. По этому признаку сверлильные станки делятся на вертикальные и горизонтальные. Некоторые специальные станки имеют и наклонно расположенную ось шпинделя. Подавляющее большинство сверлильных станков общего назначения изготавливается с вертикальным расположением оси шпинделя.

Классификация по числу шпинделей. В зависимости от количества шпинделей различают одношпиндельные, двухшпиндельные и многошпиндельные станки.

Классификация по дополнительным признакам. По дополнительным признакам в особые группы выде-

ляются станки: радиально-сверлильные, координатно-расточные, агрегатные и для глубокого сверления.

Особенностью радиально-сверлильных станков является возможность менять положение шпинделя относительно неподвижной заготовки. Шпиндель здесь может перемещаться при установке в двух направлениях: поворачиваться вокруг оси неподвижной колонны и поступательно передвигаться в радиальном направлении.

Координатно-расточные станки предназначены для обработки точных по размеру и положению отверстий. На этих станках выполняются сверлильные операции, расточка отверстий и фрезерование. Часто их используют для выполнения разметочных и измерительных работ.

Особенностью координатно-расточных станков, отличающей их от вертикально-сверлильных, является более высокая точность изготовления и сборки станка и наличие координатного стола с двумя салазками, перемещающимися в двух взаимно перпендикулярных направлениях — продольном и поперечном. Специальная отсчетная система позволяет измерять перемещение салазок с очень высокой степенью точности (до 0,0025 мм). Координатно-расточные станки могут быть оснащены поворотным столом, допускающим поворот заготовки на требуемый угол с точностью до 10".

Станки для глубокого сверления предназначены для обработки отверстий, длина которых во много раз больше диаметра. Получить такое отверстие, не искажив его положение и размер, очень трудно. Конструкция станка зависит от характера выполняемой работы и предъявляемых к ней требований. В связи со значительным разнообразием условий работы число типов станков для глубокого сверления велико; общим почти для всех станков является горизонтальное расположение шпинделя. При сверлении отверстий в сравнительно небольших по размерам деталях вращается не режущий инструмент, а обрабатываемая заготовка.

§ 4. ОБОЗНАЧЕНИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКИ СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКОВ

Область применения каждого сверлильного станка определяется его технической характеристикой. Основными элементами характеристики являются наибольший диаметр сверления, расстояние от шпинделя до стола, глубина сверления, вылет шпинделя, возможные числа оборотов шпинделя, величины подачи, мощность электродвигателя.

Для того чтобы проще было представить тип, вид и возможности данного сверлильного станка, стремятся основную его характеристику включить в обозначение его модели.

Модели сверлильных станков обозначают тремя или четырьмя цифрами. Для сверлильных станков первой цифрой всегда является цифра 2, присвоенная всем сверлильным и расточным станкам в отличие от фрезерных, токарных и пр.

Вторая цифра характеризует тип сверлильного станка (табл. 1).

Таблица 1

Тип сверлильного станка	Шифр
Вертикально-сверлильные	1
Одношпиндельные сверлильные полуавтоматы .	2
Многошпиндельные сверлильные полуавтоматы	3
Координатно-расточные	4
Радиально-сверлильные	5
Горизонтально-сверлильные	8
Разные сверлильные	9

Третья и четвертая цифры обозначения модели характеризуют наиболее важный элемент технической характеристики станка — максимальный диаметр сверления. Иногда между цифрами или в конце обозначения ставится буква, которая указывает, что новый станок представляет модернизацию уже имеющейся модели или видоизменение основной (базовой) модели. Так, модель 2118 означает, что это сверлильный станок первого типа (вертикально-сверлильный) с максимальным диаметром сверления 18 мм. Обозначение 2A125 показывает, что данная модель станка относится к числу вертикально-сверлильных, позволяет вести сверление отверстий диаметром до 25 мм и представляет модернизацию модели 2125.

Встречаются и отступления от этой системы обозначения модели. Обозначение ряда моделей настольно-сверлильных станков начинается с простановки букв НС или С, за которыми следует число, показывающее максимальный диаметр сверления, например НС-12.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. По каким признакам и как классифицируются сверлильные станки?
2. В чем особенности радиально-сверлильных и координатно-расточных станков?
3. Как расшифровывается обозначение модели 2A150?

Глава III

ПЕРЕДАЧИ В СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКАХ И ЭЛЕМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯМИ СТАНКА

§ 5. ЗУБЧАТЫЕ И РЕМЕННЫЕ ПЕРЕДАЧИ

Для осуществления рабочих (главное и подачи) и установочных (перемещение инструмента и стола в рабочее или исходное положение) движений станок снабжается соответствующими механизмами, образующими его привод.

Механизмы, при помощи которых осуществляется вращение шпинделя, называют *главным приводом*. Механизмы, используемые для подачи режущего инструмента или стола, составляют *привод подачи*. В современных станках источником движения для приводов главного и подачи являются индивидуальные электродвигатели. В отдельных случаях (при автоматизации сверлильных станков или при специальном их назначении) станок снабжается двумя индивидуальными двигателями: одним для главного движения, другим для движения подачи. Привод подачи обычно приводится в движение пневмогидравлическим двигателем. У станков малых размеров (например, у настольных) подача шпинделя нередко осуществляется вручную, так как она позволяет рабочему точнее регулировать нагрузки. Хотя усилия подачи здесь и незначительны, применяемые на этих станках сверла малых диаметров могут сломаться даже при сравнительно небольших колебаниях нагрузки.

Виды передач и их передаточное отношение. Электродвигатели передают вращение шпинделю непосредственно или при помощи зубчатых и ременных передач. Ременные передачи обеспечивают большую плавность движения, но более громоздки, нежели зубчатые. Кроме того, возможность проскальзывания ремня по шкиву ведет к потере энергии и неравномерности передаваемого вращения.

Зубчатая передача состоит из двух зубчатых колес, находящихся в зацеплении (рис. 6, а). Каждое из этих колес сидит на своем валу. Вал и колесо, передающие движение, называют

ведущими, а вал и колесо, получающие движение, — ведомыми.

Между числом оборотов в минуту ведомого вала ($n_{\text{ведом}}$) и ведущего ($n_{\text{ведущ}}$), числом зубьев колес ведомого ($z_{\text{ведом}}$) и ведущего ($z_{\text{ведущ}}$) существует следующая зависимость:

$$\frac{n_{\text{ведом}}}{n_{\text{ведущ}}} = \frac{z_{\text{ведущ}}}{z_{\text{ведом}}} = i, \quad (2)$$

где i — передаточное отношение. Таким образом, передаточное

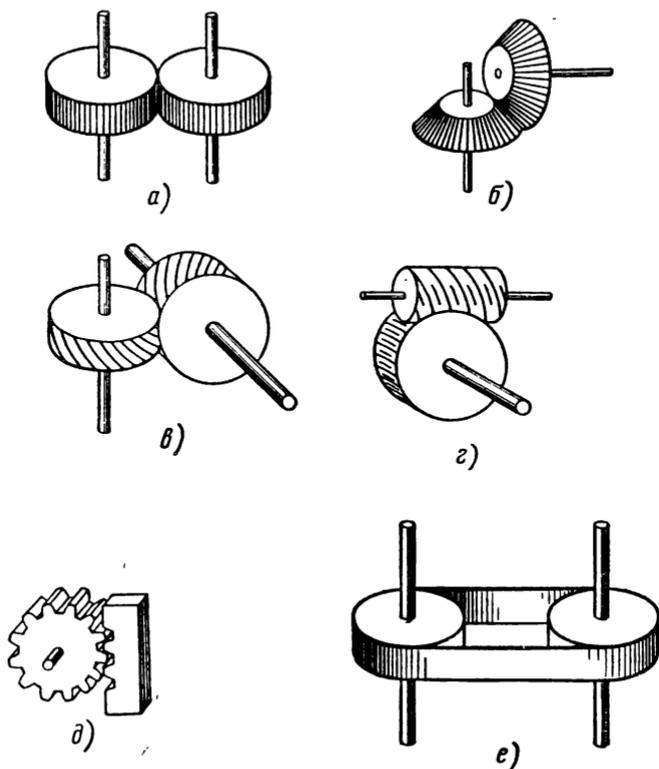


Рис. 6. Передачи, применяемые в сверлильных станках:

а — передача цилиндрическими колесами, б — коническими колесами, в — винтовая, г — червячная, д — реечная, е — ременная

отношение зубчатой передачи представляет отношение числа оборотов в минуту ведомого вала к числу оборотов в минуту ведущего или отношению числа зубьев ведущего колеса к числу зубьев ведомого.

Передаточным отношением пользуются при определении скорости вращения ведомого вала.

Пример 1. Определить скорость вращения ведомого вала, если скорость вращения ведущего $n_{\text{ведущ}} = 1000$ об/мин, а число зубьев колес $z_{\text{ведущ}} = 20$ и $z_{\text{ведом}} = 40$.

Решение. Передаточное отношение зубчатой передачи

$$i = \frac{z_{\text{ведущ}}}{z_{\text{ведом}}} = \frac{20}{40} = 0,5.$$

Так как

$$i = \frac{n_{\text{ведом}}}{n_{\text{ведущ}}}, \text{ то } n_{\text{ведом}} = i \cdot n_{\text{ведущ}} = 0,5 \cdot 1000 = 500 \text{ об/мин.}$$

В тех случаях, когда ведущий вал расположен под прямым углом к ведомому, связь между ними осуществляется при помощи конической (рис. 6, б), винтовой (рис. 6, в) или червячной передачи (рис. 6, г).

Передаточное отношение конической и винтовой зубчатых передач подсчитывается по тем же формулам, что и цилиндрической. У червячных зубчатых передач ведущим является червяк, а ведомым — червячное колесо. Число заходов (K) червяка может быть различным. Так как за один оборот червяка зубчатое колесо поворачивается на столько зубьев, сколько у червяка заходов, то передаточное отношение червячной передачи

$$i_{\text{ч}} = \frac{K}{z} = \frac{n_{\text{ч}}}{n_{\text{к}}},$$

где z — число зубьев червячного колеса,

$n_{\text{ч}}$ и $n_{\text{к}}$ — число оборотов червяка и колеса в минуту.

В приводе подачи широкое применение имеет реечная передача (рис. 6, д). Она состоит из зубчатого колеса, находящегося в зацеплении с зубчатой рейкой.

Назначение реечной передачи — преобразование вращательного движения в поступательное. Величина перемещения рейки в минуту (скорость)

$$s = n \cdot z \cdot t \text{ мм}, \quad (3)$$

где z — число зубьев колеса,

t — шаг реечного зацепления¹,

n — число оборотов колеса в минуту.

Отличие ременной передачи от зубчатой заключается в том, что на валах установлены не зубчатые колеса, а шкивы, связанные ремнем (рис. 6, е). В зависимости от мощности и быстроходности станка ремень может иметь различное сечение: прямоугольное (плоский ремень), круглое (круглый ремень) и трапециевидное (клиновой или тексронный ремень). Различными мо-

¹ Шаг зацепления — расстояние между одноименными поверхностями смежных зубьев.

гут быть материал ремня (хлопчатобумажная, шерстяная или прорезиненная ткань, кожа и пр.) и способ соединения его концов (склейка, металлические соединения, шивка). Сшивные ремни имеют тот недостаток, что набегание шивки на шкив вызывает более или менее сильный удар. У быстроходных передач набегание шивки и удары о шкив повторяются часто и могут вызывать вибрации станка. Наиболее плавно передают движение склеенные ремни.

Если диаметр и число оборотов ведущего шкива обозначить $D_{\text{ведущ}}$ и $n_{\text{ведущ}}$, а ведомого — $D_{\text{ведом}}$ и $n_{\text{ведом}}$, то передаточное отношение ременной передачи

$$i_{\text{рем}} = \frac{D_{\text{ведущ}}}{D_{\text{ведом}}} = \frac{n_{\text{ведом}}}{n_{\text{ведущ}}} \quad (4)$$

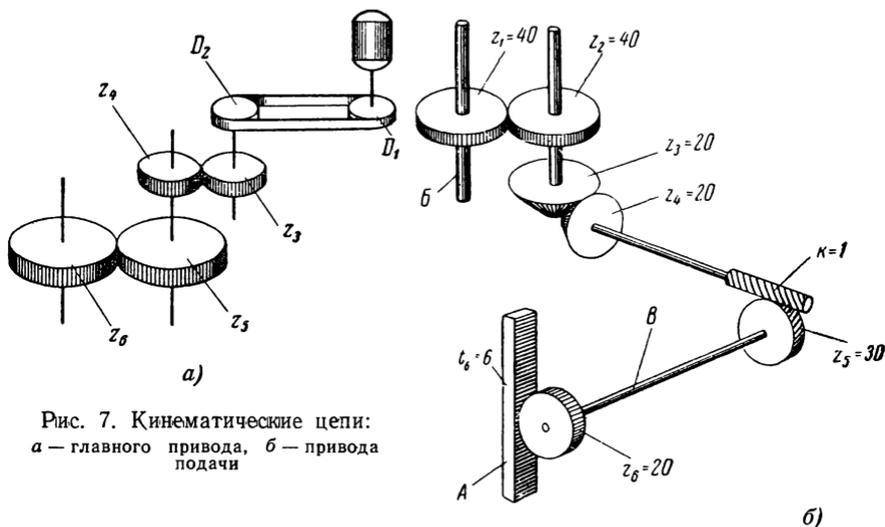


Рис. 7. Кинематические цепи:
а — главного привода, б — привода подачи

В большинстве случаев передача движения от двигателя шпинделю производится через ряд зубчатых передач, часто через ременную. Система зубчатых передач образует кинематическую цепь, в которой ведущим является двигатель, а ведомым — шпиндель. Передаточное отношение этой цепи $i_{\text{ц}}$ равно произведению передаточных отношений отдельных передач, составляющих цепь, или отношению числа оборотов в минуту ведущего вала цепи к числу оборотов в минуту ведомого вала. Для случая, изображенного на рис. 7, а,

$$i_{\text{ц}} = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \quad (5)$$

Так как

$$i_1 = \frac{D_1}{D_2}; \quad i_2 = \frac{z_3}{z_4}; \quad i_3 = \frac{z_5}{z_6},$$

то

$$i_{ц} = \frac{D_1}{D_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} \cdot \frac{z_5}{z_6}.$$

Кроме того,

$$i_{ц} = \frac{n_{шп}}{n_1}, \quad (6)$$

где n_1 — число оборотов в минуту вала двигателя;

$n_{шп}$ — число оборотов в минуту шпинделя.

Приравнявая выражения (5) и (6), получим:

$$\frac{n_{шп}}{n_1} = \frac{D_1}{D_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} \cdot \frac{z_5}{z_6} \quad \text{или}$$
$$n_{шп} = n_1 \frac{D_1}{D_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} \cdot \frac{z_5}{z_6}. \quad (7)$$

Пример 2. Определить скорость вращения шпинделя, если электродвигатель имеет 2000 об/мин, $D_1 = 100$ мм, $D_2 = 200$ мм, $z_3 = 20$, $z_4 = 20$, $z_5 = 30$, $z_6 = 60$.

Решение. Подставляя значения, заданные в условии, в формулу (7), имеем

$$n_{шп} = 2000 \frac{100 \cdot 20 \cdot 30}{200 \cdot 20 \cdot 60} = 500 \text{ об/мин.}$$

Пример 3. Определить подачу рейки A , совершаемую в течение одного оборота вала B (рис. 7.б).

Решение. Подача $s = n_6 \cdot z_6 \cdot t_6$ мм/об.

Значения z_6 и t_6 указаны на рисунке. В изображенной там кинематической цепи вал B является ведущим, а вал V зубчатого колеса z_6 ведомым. Передаточное отношение цепи

$$i_{ц} = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} \cdot \frac{K}{z_5} = \frac{40}{40} \cdot \frac{20}{20} \cdot \frac{1}{30} = \frac{1}{30}.$$

Число оборотов n_6 вала B , а следовательно и зубчатого колеса z_6 ,

$$n_6 = n_B \cdot i_{ц}.$$

Так как нам надо определить перемещение рейки за один оборот вала B , то принимаем $n_B = 1$. Тогда

$$n_B = 1 \cdot i_{ц}; s = 1 \cdot i_{ц} \cdot z_6 \cdot t_6 = 1 \cdot \frac{1}{30} \cdot 20 \cdot 6 = 4 \text{ мм/об.}$$

Понятие о кинематической схеме станка. Для того чтобы добиться высокой производительности труда и обеспечить длительную сохранность станка в хорошем состоянии, рабочий должен знать его устройство и, в первую очередь, как

устроены механизмы, осуществляющие рабочие и установочные движения. Для этого в документации, прилагаемой к каждому станку, имеется его кинематическая схема, изображающая все механизмы станка, используя при этом условные обозначения, предусмотренные ГОСТ.

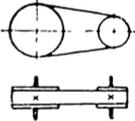
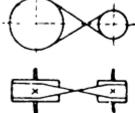
Эти обозначения не только показывают вид передач, но и характеризуют, как отдельные их элементы установлены на своих валах.

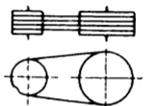
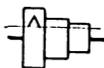
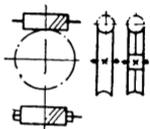
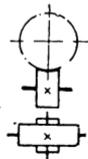
Связь каждого из таких элементов (зубчатых колес, шкивов, муфт и пр.) со своим валом может быть различной. Соединение называют свободным, если элемент передачи и его вал могут вращаться независимо друг от друга. При жестком соединении элемент передачи и его вал связаны шпонкой и их можно рассматривать как одно целое. Соединение на скользящей шпонке осуществляется также при помощи шпонки, но при этом элемент передачи может скользить вдоль вала, сохраняя с ним связь.

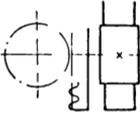
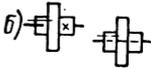
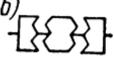
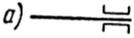
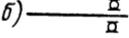
Условные обозначения основных элементов передач сверлильных станков на кинематических схемах приведены в табл. 2.

Таблица 2

Условные обозначения основных элементов передач на кинематических схемах

Наименование	Условное обозначение
Вал	
Шпиндель сверлильного станка	
Ременная передача: а) открытым ремнем	
б) перекрестным ремнем	

Наименование	Условное обозначение
Передача клиновыми ремнями	
Цилиндрическое зубчатое колесо:	
а) свободно сидящее на валу (холостное)	
б) сидящее жестко на шпонке	
в) скользящее по валу на шпонке	
г) закрепляемое на валу вытяжной шпонкой	
д) двойной (двухвенцовый) блок, жестко сидящий на холостой втулке	
Червячная передача	
Передача винтовыми колесами	

Наименование	Условное обозначение
Реечная передача	
Коническое зубчатое колесо: а) скользящее по валу на шпонке б) жестко сидящее на шпонке	
Фрикционная муфта: а) конусная	
б) дисковая	
Кулачковая муфта: а) односторонняя	
б) двухсторонняя	
Подшипник (опора): а) скольжения	
б) качения	
в) качения, упорный	
Передача ходовым винтом с гайкой	

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется главным приводом и что приводом подачи?
2. Какие виды передач применяются в сверлильных станках и как определяют их передаточные отношения?
3. Для чего применяют реечную передачу?
4. В чем недостатки шкивных ремней и в каких случаях они наиболее ощутимы?
5. Что представляет собой кинематическая схема станка?
6. Какие виды соединений элементов передачи встречаются в кинематических схемах и как они обозначаются?

§ 6. ПУСК И ОСТАНОВ СТАНКА

Пуск станка означает приведение во вращение его шпинделя, останов — прекращение этого движения.

У станков с индивидуальным электродвигателем пуск станка и его останов могут быть произведены различными способами.

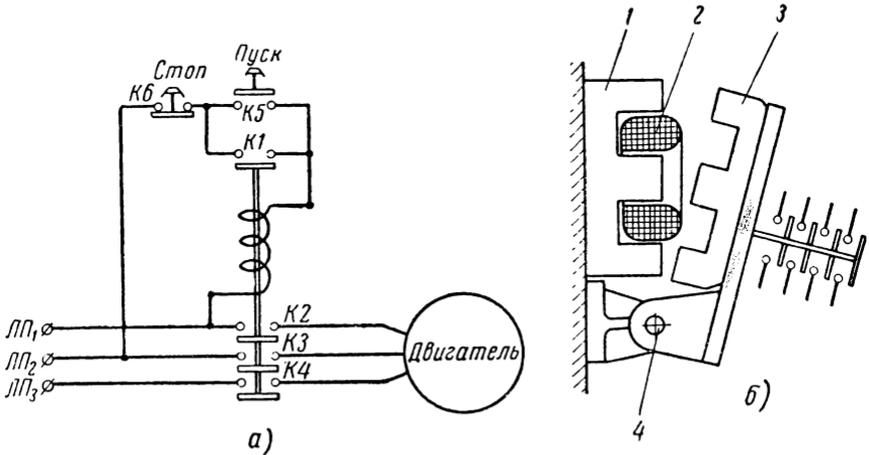


Рис. 8. Схемы действия магнитных пускателей:
а — небольшой мощности, б — большой мощности

Одним из них является включение и выключение электродвигателя при помощи рубильника или магнитного пускателя. Использование магнитного пускателя дает возможность применить кнопочное управление. Другой способ пуска и останова — включением или выключением пусковой муфты при продолжающем работать электродвигателе.

Магнитные пускатели. Конструкция магнитных пускателей разнообразна, но принцип их действия может быть иллюстрирован схемами на рис. 8, а и 8, б.

В обоих случаях непосредственное включение и выключение электродвигателя производится контактором. В магнитных пускателях, предназначенных для станков небольшой мощности (рис. 8, а), контактор состоит из катушки и железного стержня (якоря). К концам якоря присоединены мостики из токонепроводящего материала, к которым присоединены электрические контакты. На схеме изображено положение контактора, когда двигатель отсоединен от электрической сети и ток в катушку не поступает. При нажатии на кнопку «Пуск» замыкаются контакты $K5$, и ток от линейного провода электрической сети $ЛП_2$ проходит к линейному проводу $ЛП_1$ через катушку контактора. В результате этого якорь втягивается в катушку и, поднимаясь, замыкает контакты $K2$, $K3$ и $K4$, присоединяя двигатель к сети. Одновременно замыкаются и блокировочные контакты $K1$.

После нажатия кнопка «Пуск» под действием пружины поднимается и размыкает контакты $K5$, но якорь контактора остается в поднятом состоянии, так как электрический ток продолжает поступать в катушку контактора через замкнувшиеся блокировочные контакты $K1$.

При нажатии на кнопку «Стоп» размыкаются контакты $K6$. Ток перестает поступать в катушку контактора, так как цепь разорвана. В результате этого исчезают магнитные силы, удерживающие якорь поднятым, и он под действием силы тяжести, а иногда и под действием специальной пружины, опускается вниз, размыкая контакты $K2$, $K3$ и $K4$ и отключая двигатель от сети.

Магнитные пускатели для станков большей мощности действуют по такой же схеме, но конструкция контактора в них иная. Вместо втяжного здесь применяется поворотный якорь 3 (рис. 8, б). Катушка 2 расположена на Ш-образном сердечнике 1.

При включении катушки этот сердечник становится магнитом и притягивает якорь, поворачивающийся вокруг оси 4. К якорю присоединен контактный мостик, показанный на рисунке схематически, включающий контакты двигателя и блокировочные контакты.

Кроме контактора и кнопок «Пуск» и «Стоп» магнитные пускатели имеют еще тепловые реле (на схеме не показаны). Назначение теплового реле — отключить электродвигатель от сети, если нагрузка его превысит допустимое значение.

Пусковые муфты. У ряда станков предусмотрена возможность пуска и останова станка независимо от работающего электродвигателя.

Для этого в приводе станка устанавливается сцепная пусковая муфта. В главном приводе применяются сцепные фрикцион-

ные муфты. По конструкции фрикционные муфты могут быть конусные и дисковые.

Конусные муфты состоят из двух полумуфт (рис. 9, а). Полумуфта 3 закреплена на ступице зубчатого колеса 2, свободно вращающегося на валу 1, и имеет на рабочем торце коническую выточку, а полумуфта 4 скреплена с валом скользящей шпонкой и имеет на рабочем конце наружную конусную поверхность. В то время когда полумуфта 4 отведена вправо, зубчатое колесо 2 вращается вхолостую и вал 1 остается неподвижным. Как только полумуфта 4 передвинута влево, она своим конусным концом входит и заклинивается в выточке полумуфты 3. Трение между прижатыми друг к другу коническими поверхностями оказывается достаточным для того, чтобы зубчатое колесо заставило вращаться вал 1, от которого через ряд зубчатых передач (на рисунке не показаны) приводится во вращение шпиндель.

Достоинством конусных фрикционных муфт являются надежность выключения и простота изготовления, недостатком — возможность передачи сравнительно небольшой мощности.

Дисковые фрикционные муфты могут быть однодисковыми и многодисковыми. Принцип действия их одинаков, но конструктивное оформление разное. В качестве примера рассмотрим принцип действия одной из многодисковых муфт (рис. 9, б).

На валу 14 свободно вращается зубчатое колесо 13. На его ступице жестко (шпонкой) закреплена полумуфта 12. На рабочем ее торце имеется глубокая цилиндрическая выточка, стенки которой прорезаны четырьмя продольными пазами. В эту выточку поочередно входят большие 11 и малые 10 фрикционные диски. Большие диски (рис. 9, в) имеют отверстия диаметром, большим диаметра вала. На наружной поверхности эти диски имеют четыре выступа, которыми они входят в продольные пазы полумуфты 12. Благодаря этим выступам муфта, вращаясь, увлекает за собой и все большие диски. У малых дисков (рис. 9, г) шлицевые отверстия выполнены так, что диски могут скользить вдоль вала 14.

При наличии просветов между дисками вращение зубчатого колеса 13 не оказывает влияния на вал 14, который остается неподвижным. Но стоит сжать диски, как между их боковыми поверхностями возникает значительное трение и большие диски увлекают во вращение малые вместе с валом, на котором они сидят.

В рассматриваемой конструкции сжатие дисков осуществляется осевым перемещением втулки 4 влево. При этом она отжимает вниз шарики 3, расположенные между неподвижно закрепленной втулкой 8 и шайбой 2, заставляя пружинящую шайбу 1 сжать диски. При обратном движении втулки выключение

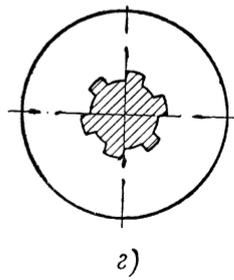
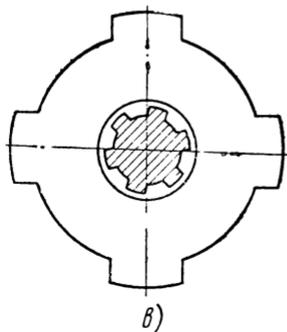
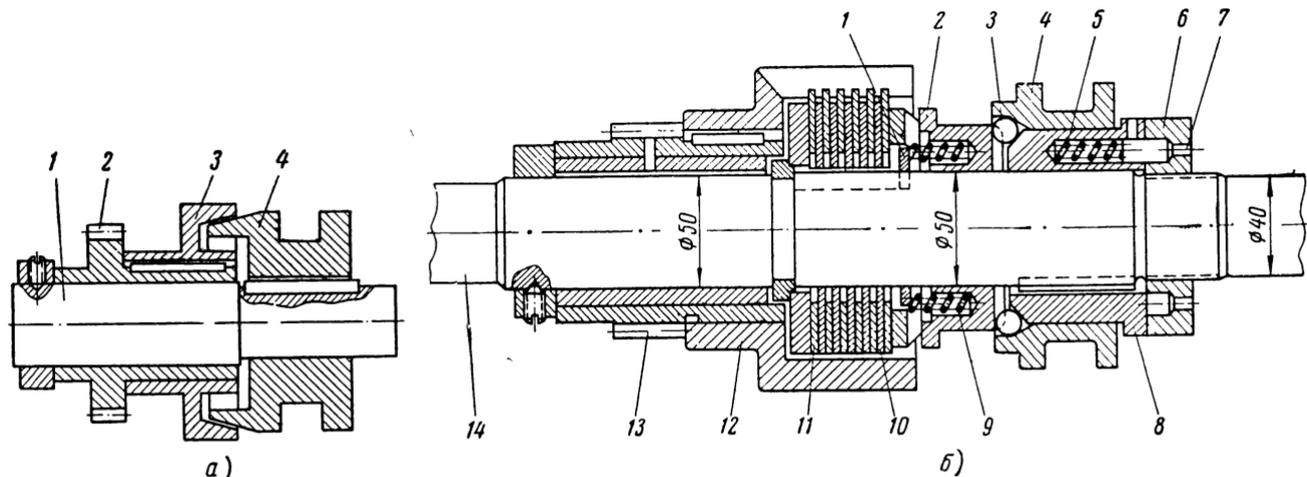


Рис. 9. Фрикционные муфты:
 а — конусная, б — многодисковая, в — большие фрикционные
 диски, г — малые фрикционные диски

муфты обеспечивается пружиной 9, отталкивающей шайбу 2 вправо. Регулирование степени сжатия дисков производится подвинчиванием гайки 6. Эта гайка предохраняется от самопроизвольного отвинчивания фиксатором 7, который прижимается пружиной 5.

Чем большую мощность должна передавать муфта, тем больше предусматривается в ней дисков.

Перемещение полумуфты 4 (рис. 9, а) или втулки 4 (рис. 9, б) производится вручную. В этих целях могут быть использованы механизмы различных конструкций, но наибольшее распространение имеют вилки, поворачиваемые рукояткой или перемещаемые при помощи реечной передачи, которая приводится в действие поворотом рукоятки. Основной недостаток многодисковых фрикционных муфт — сравнительная сложность конструкции и трудность изготовления.

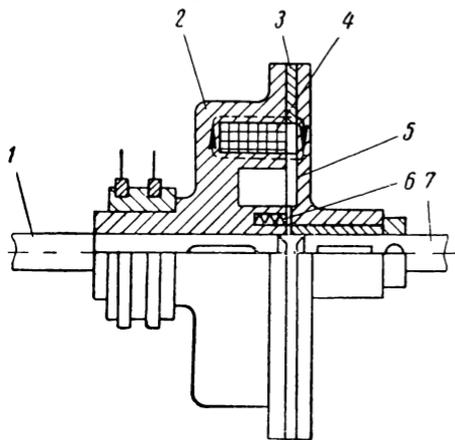


Рис. 10. Электромагнитная дисковая муфта

Электромагнитные фрикционные муфты. В последнее время в станках, особенно автоматизированных, широкое применение начинают находить электромагнитные фрикционные муфты — однодисковые и многодисковые. Принцип их действия может быть рассмотрен на примере однодисковой муфты (рис. 10), предназначенной для передачи вращения от вала 1 валу 7.

Муфта состоит из двух частей. Левая часть (корпус 2) представляет собой электромагнит. Для этого на ее правом торце сделана круговая выточка, в которую вставлена катушка 4. Правая часть (якорь 5) закреплена на ведомом валу 7 скользящей шпонкой. Между корпусом и якорем помещена фрикционная прокладка 3. Если через катушку пропустить ток, то корпус становится магнитом и притягивает к себе якорь, соединяя вал 1 с валом 7.

После прекращения подачи тока в катушку корпус 2 теряет магнитные свойства и пружина 6 отталкивает от него якорь — вращение вала 7 прекращается, хотя вал 1 и продолжает вращаться.

У многодисковых электромагнитных муфт притягивание якоря используется для того, чтобы сжать диски, расположенные между ним и корпусом. Включение происходит в течение 0,03—0,05 сек., отключение — 0,025—0,03 сек.

У многодисковых электромагнитных муфт притягивание якоря используется для того, чтобы сжать диски, расположенные между ним и корпусом. Включение происходит в течение 0,03—0,05 сек., отключение — 0,025—0,03 сек.

§ 7. РЕВЕРСИРОВАНИЕ ВРАЩЕНИЯ ШПИНДЕЛЯ

При нарезании резьбы возникает необходимость выводить режущий инструмент из образованного им резьбового отверстия, для чего требуется изменить направление вращения шпинделя (реверсирование). Это осуществляется различными способами, основными из которых является применение реверсивного электродвигателя или реверсивной пусковой муфты.

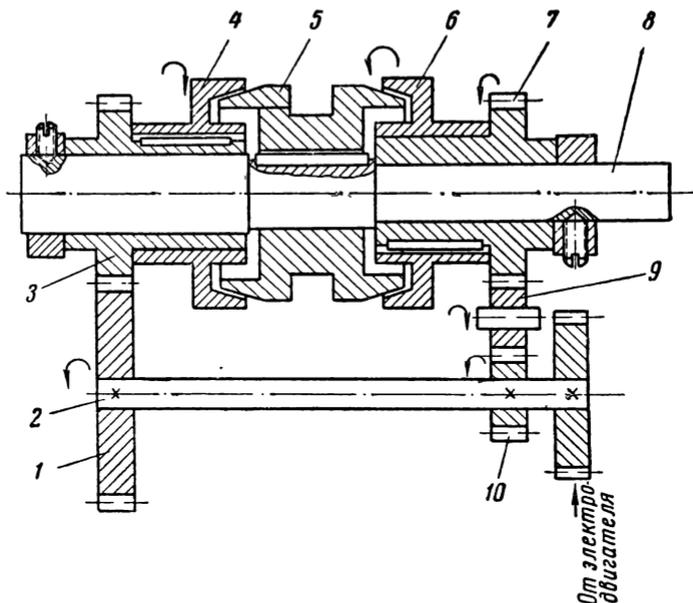


Рис. 11. Реверсивная пусковая муфта

Реверсивные электрические двигатели. Особенностью реверсивных двигателей является возможность вращения вала в противоположных направлениях. Чтобы изменить направление вращения двигателя, достаточно поменять местами включение двух фаз. Магнитный пускатель реверсивных двигателей имеет два контактора и три рядом расположенных кнопки: первая кнопка «Пуск» (вперед), вторая «Стоп», третья «Реверс» (назад). При нажатии на кнопку «Пуск» срабатывает один контактор и присоединяет двигатель к сети трехфазного тока. Нажатием на кнопку «Реверс» выключается первый контактор и одновременно включается второй, который вновь присоединяет электродвигатель к той же сети, но с иным включением двух его фаз. При нажатии на кнопку «Стоп» выключается контактор,

находящийся в рабочем положении, и двигатель останавливается.

Реверсивные пусковые муфты (рис. 11). На приводной вал 8 свободно насажены два зубчатых колеса 3 и 7, получающие вращение от одного и того же электродвигателя через промежуточный вал 2. Передача движения зубчатому колесу 3 производится от зубчатого колеса 1 непосредственно, а зубчатому колесу 7 от колеса 10 через промежуточное паразитное колесо 9. В результате этого зубчатые колеса 3 и 7, а следовательно, и установленные на их ступицах фрикционные чашки 4 и 6, вращаются в противоположные стороны. Втулка 5, передвинутая влево, связывает вал 8 с колесом 3, передвинутая вправо, связывает тот же вал с колесом 7.

Если передаточное отношение зубчатых передач 1—3 и 10—9—7 различно, то переключение втулки 5 меняет скорость вращения вала 8 не только по направлению, но и по величине. Обычно обратный (холостой) ход совершается с более значительной скоростью, чем прямой (рабочий).

На аналогичном принципе основано реверсирование и при помощи дисковых механических или дисковых электромагнитных муфт. Они тоже выполняются двухсторонними. При сжатии дисков одной полумуфты вал вращается в одном направлении, при сжатии дисков второй полумуфты — в противоположном.

§ 8. ИЗМЕНЕНИЕ ЧИСЛА ОБОРОТОВ ШПИНДЕЛЯ

Ряды чисел оборотов шпинделя. Так как на одном и том же станке выполняются разнообразные виды сверлильной обработки заготовок из разных материалов инструментами разного вида и размеров, то станок должен иметь возможность сообщать шпинделю разную скорость вращения.

Существуют такие конструкции главного привода, которые позволяют получить любое число оборотов шпинделя в определенных для данного станка пределах, например, бесступенчатые, а также рассчитанные на использование регулируемых двигателей — электрических или гидравлических. Но для сверлильных станков эти виды привода почти не применяются и потому здесь не рассматриваются.

Главный привод сверлильных станков рассчитан на то, чтобы можно было получить ряд чисел оборотов шпинделя в определенных пределах. У существующих станков этот ряд построен по закону геометрической прогрессии, т. е. каждое следующее число оборотов шпинделя, которое может быть получено на данном станке, в определенное число раз больше предыдущего. Это соотношение характеризуется знаменателем ряда ϕ (греческая буква фи). Знаменатель ряда представляет коэффициент,

на который надо умножить данное число оборотов, чтобы получить значение следующего.

В станкостроении значения знаменателя ряда чисел оборотов стандартизованы. Ряды чисел оборотов шпинделей сверлильных станков в основном построены с помощью знаменателей 1,26; 1,41; 1,58; 1,78. В табл. 3 показано, как строятся ряды чисел оборотов со знаменателями 1,26 и 1,58 от наименьшего числа оборотов ряда (10 об/мин) до наибольшего (около 40 об/мин).

Т а б л и ц а 3

Пример построения рядов чисел оборотов

Ряд чисел оборотов со знаменателем 1,26	Ряд чисел оборотов со знаменателем 1,58
10	10
$10 \cdot 1,26 = 12,5$	$10 \cdot 1,58 = 16$
$12,5 \cdot 1,26 = 16$	$16 \cdot 1,58 = 25$
$16 \cdot 1,26 = 25$	$25 \cdot 1,58 = 39,5$
$25 \cdot 1,26 = 31,5$	
$31,5 \cdot 1,26 = 40$	

Из этой таблицы следует, что чем больше знаменатель ряда, тем меньше разных чисел оборотов может дать станок в пределах одного и того же интервала. Так, при знаменателе 1,26 станок в интервале от 10 до 40 оборотов в минуту дает шесть различных скоростей вращения, а при знаменателе 1,58 — только четыре скорости.

Главные приводы сверлильных станков передают шпинделю только несколько скоростей вращения, из их числа нужно выбрать ту, которая обеспечит условия, наиболее благоприятные для выполняемой работы.

Ступенчато-ременный привод — наиболее простой по конструкции привод, позволяющий получить ограниченное число скоростей вращения шпинделя. Он состоит из двух ступенчатых шкивов, расположенных: один на ведущем, второй на ведомом валах, так, что против убывающих по диаметру ступеней одного из них расположены увеличивающиеся по диаметру ступени другого. Так как передаточное отношение ремненной передачи

$$i_{\text{рем}} = \frac{D_{\text{ведущ}}}{D_{\text{ведом}}},$$

то, перебрасывая ремень, связывающий шкивы, получим разное передаточное отношение рассматриваемой передачи, а следовательно, и разную скорость вращения ведомого вала при одной и той же скорости ведущего.

Число возможных скоростей ступенчато-ременной передачи равно числу ступеней шкивов. Трехступенчатые шкивы позволяют получить только три скорости вращения.

Ступенчато-ременной передаче присущи серьезные недостатки. Во-первых, переброска ремня производится вручную при установленном станке и требует повышенной затраты времени и сил рабочего. Во-вторых, в ременных передачах всегда наблюдается некоторое проскальзывание ремня по шкиву, которое ведет к потере мощности и нарушению плавности передачи движения. Чем слабее натянут ремень на шкивах, тем значительнее ощущается этот недостаток, а при более сильном натяжении ремня затрудняется переброска и усиливается износ опор валов шкивов. В-третьих, число возможных скоростей вращения шпинделя ограничено, так как увеличение этого числа связано с необходимостью соответственного увеличения числа ступеней шкива, а следовательно и увеличения габаритов передачи.

Ступенчато-ременная передача может быть осуществлена и при помощи круглых или клиновых (тексронных) ремней. В этих случаях применяются желобчатые шкивы.

Коробки скоростей. Для того чтобы получать разные скорости вращения шпинделя, надо иметь возможность передавать движение от электродвигателя шпинделю через кинематические цепи с разными передаточными отношениями. Для этого используют коробки скоростей. Типы и конструкции коробок скоростей, применяемых в сверлильных станках, разнообразны. Чем больше различных скоростей вращения должна давать коробка скоростей, тем она сложнее. Может показаться, что каждая коробка скоростей значительно отличается от других, но в действительности все они собираются из типовых элементов, и, зная принцип действия этих элементов и способы их сочетания, нетрудно разобраться в устройстве любой коробки скоростей.

Передача при помощи подвижных блочных колес. Подвижное блочное колесо состоит из втулки и закрепленных на ней зубчатых венцов. Втулка соединена с валом скользящей шпонкой и может перемещаться в осевом направлении, не теряя с ним связи. В коробках скоростей сверлильных станков, как правило, применяются двухвенцовые и трехвенцовые зубчатые колеса.

Передача при помощи двухвенцового колеса показана на рис. 12, а. На одном валу жестко закреплены зубчатые колеса z_1 и z_3 , а на другом валу на скользящей шпонке установлено двухвенцовое колесо, состоящее из зубчатых венцов z_2 и z_4 . Блочное колесо может занимать два рабочих положения. В одном из них (верхнем) в зацеплении находятся зубчатое колесо z_1 и венец z_2 . Передаточное отношение зубчатой пары

$$i_{зуб_1} = \frac{z_1}{z_2}.$$

Когда блочное колесо передвинуто в нижнее рабочее положение, в зацеплении окажутся зубчатые колеса z_3 и венец z_4 . Передаточное отношение этой передачи

$$i_{зуб_2} = \frac{z_3}{z_4}.$$

Таким образом, имея две зубчатые пары с различным передаточным отношением, можем осуществить и две различных скорости вращения ведомого вала.

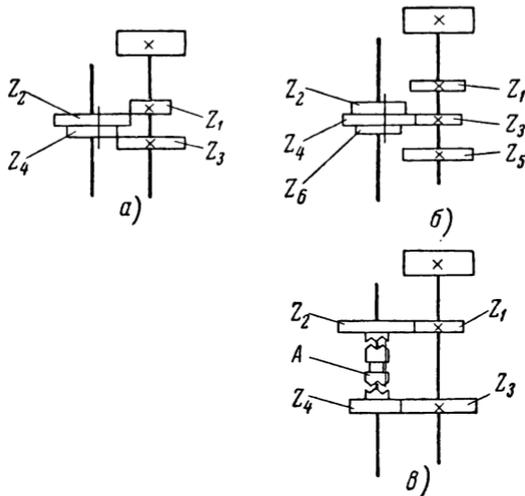


Рис. 12. Схемы элементов коробки скоростей

Пример 4. Определить возможные числа оборотов ведомого вала, если принять: $n_{вщ} = 100$ об/мин, $z_1 = 20$, $z_2 = 40$, $z_3 = 30$, $z_4 = 30$.

Решение. При левом положении блочного колеса

$$i_{зуб_1} = \frac{z_1}{z_2} = \frac{20}{40} = 0,5;$$

$$n_{вм} = n_{вщ} \cdot i_{зуб_1} = 100 \cdot 0,5 = 50 \text{ об/мин.}$$

При правом положении блочного колеса

$$i_{зуб_2} = \frac{z_3}{z_4} = \frac{30}{30} = 1,0; \quad n_{вм} = n_{вщ} \cdot i_{зуб_2} = 100 \cdot 1,0 = 100 \text{ об/мин.}$$

Трехвенцовое колесо (рис. 12, в) имеет три рабочих положения: в зацеплении z_1 и z_2 , в зацеплении z_3 и z_4 и в зацеплении z_5 и z_6 .

Так как каждая зубчатая пара имеет разное передаточное отношение, то каждому рабочему положению блочного колеса соответствует свое число оборотов ведомого вала.

При управлении станком, имеющим в коробке скоростей подвижные зубчатые колеса, следует помнить, что переключение работающего станка с одной скорости на другую сопровождается тем более сильным ударом зубьев сцепляемых колес друг от друга, чем быстрее вращаются колеса. Следствием этих ударов может явиться поломка и выкрашивание торцов зубьев. Чтобы этого избежать, переключение подвижных блочных колес производят при выключенном электродвигателе или отключенной от него коробке скоростей, или на очень тихом ходу.

Передаточные отношения этих передач (рис. 12, в), состоящих из двух пар зубчатых колес, является наличие кулачковой или фрикционной муфты. В рассматриваемом случае зубчатые колеса z_1 и z_3 закреплены на валу жестко, а зубчатые колеса z_2 и z_4 вращаются на своем валу свободно и между ними помещена кулачковая муфта А, сидящая на скользящей шпонке. Муфта А может занимать два рабочих положения, связывая ведомый вал: в левом положении — с колесом z_2 , а в правом — с колесом z_4 . Таким образом, и эта передача дает возможность сообщить ведомому валу две разных скорости вращения.

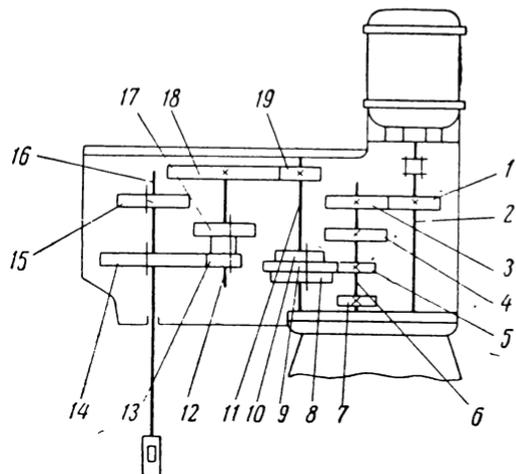


Рис. 13. Схема коробки скоростей вертикально-сверлильного станка

Коробка скоростей с подвижными блочными зубчатыми колесами. Сочетая в одной коробке несколько подвижных блочных шестерен и муфт, можно значительно увеличить число возможных скоростей вращения шпинделя.

Так, коробка скоростей сверлильного станка 2135 (рис. 13) представляет собой сочетание нескольких подвижных блочных колес. Вал 1 получает вращение непосредственно от электродвигателя. Постоянной зубчатой передачей 1—3 он приводит во вращения вал 6, на котором расположены зубчатые колеса 4, 5 и 7. Перестановкой блочного колеса, состоящего из зубчатых венцов 8, 9 и 10, можно получить зацепление зубчатых колес 4—10, 5—9.

34

и 7—8 и тем самым сообщить валу 11 три разных скорости вращения. Постоянная зубчатая передача 19—18 передает эти три скорости валу 12. Блочное колесо с зубчатыми венцами 13—17 позволяет передать движение валу 16 (шпинделю) через зубчатые пары 13—14 или 17—15. Таким образом, при каждой скорости вала 12 можно получить две скорости шпинделя. Всего посредством рассматриваемой коробки скоростей шпиндель может получить шесть различных скоростей вращения. Зубчатые колеса 14 и 15 установлены на скользящей шпонке. Это необходимо потому, что шпиндель не только вращается, но и совершает осевую подачу. Наличие скользящей шпонки позволяет сохранять связь между неподвижными в осевом направлении колесами 14 и 15 и перемещающимся вдоль своей оси шпинделем.

Во всех случаях число возможных скоростей шпинделя можно подсчитывать, перемножая числа рабочих положений блочных колес и муфт.

В данном случае имеется два блочных колеса: одно из них рассчитано на два рабочих положения, другое на три. Число возможных скоростей вращения шпинделя: $3 \times 2 = 6$.

Коробка скоростей с подвижными блочными зубчатыми колесами и реверсивной фрикционной муфтой (рис. 14). Здесь движение от электродвигателя передается приемному валу 5 коробки скоростей ременной передачей 1—4. Перемещением втулки 8 по валу 5 можно связать его либо с неподвижным в осевом направлении блочным колесом 6—7, либо с зубчатым колесом 9.

В первом случае вращение валу 12 сообщается через зубчатую пару 6—3 (при верхнем положении подвижного блока 2—3) или через зубчатую пару 7—2 (при нижнем). От вала 12 вращается вал 14, причем верхнему положению блочного колеса 20—21 соответствует зацепление 22—21, а нижнему 13—20. Второе двухвенцовое колесо 15—19 участвует в дальнейшей передаче движения шпинделю 16 через зубчатые пары либо 19—18, либо 15—17. В передаче движения шпинделю участвуют блочные колеса 2—3, 20—21 и 15—19, каждое из которых имеет по два

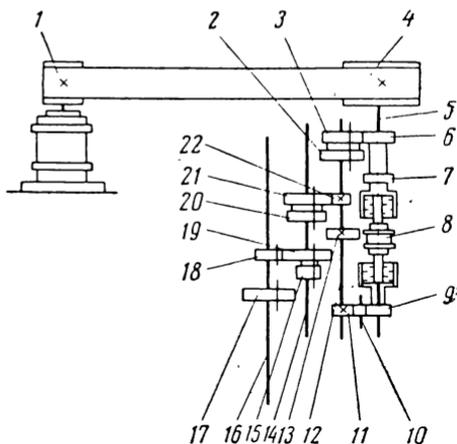


Рис. 14. Схема коробки скоростей с подвижными блочными зубчатыми колесами и реверсивной дисковой фрикционной муфтой

рабочих положения. Таким образом, шпиндель в прямом направлении имеет $2 \times 2 \times 2 = 8$ скоростей вращения.

Если втулка 8 опущена вниз и вал 5 связан с зубчатым колесом 9, то вращение вала 12 передается от нее через зубчатые колеса 10 и 11. Это значит, что вал 12 вращается в обратном направлении. Дальнейшая передача движения от вала 12 шпинделю происходит так же, как и при верхнем положении втулки 8. В передаче обратного движения участвуют только два блочных колеса 21—20 и 15—19; следовательно, в обратном направлении шпиндель имеет $2 \times 2 = 4$ скорости вращения.

Переключение чисел оборотов шпинделя. Изменение положения подвижных блочных колес и муфт производится теми же способами, что и пусковых сцепных муфт. Каждому переключаемому элементу соответствует своя рукоятка на два или три рабочих положения. К шпиндельной бабке прикрепляется табличка, которая показывает, какое положение должны занимать рукоятки для получения нужного числа оборотов шпинделя из числа возможных на данном станке.

Переключение чисел оборотов шпинделя при помощи нескольких рукояток требует повышенного внимания рабочего и связано с довольно значительными затратами времени, особенно для управления станками со сложными коробками скоростей, обеспечивающими большое число скоростей вращения шпинделя. Более совершенными являются такие конструкции механизмов переключения скорости вращения шпинделя, в которых посредством одной рукоятки управляют перемещением нескольких блочных колес.

Так в механизме переключения, изображенном на рис. 15, на валу 8 установлены два подвижных двухвенцовых колеса 9—12 и 15—16. Каждое из них перемещается по валу специальной вилкой: вилка 5 связана с рейкой 4, вилка 6 — с рейкой 7. Перемещение двухвенцовых колес производится поворотом зубчатого колеса 3 рукояткой 2.

В положении, показанном на рисунке, двухвенцовое колесо 9—12 находится в нейтральном положении, а двухвенцовое колесо 15—16 поставлено так, что его венец 16 находится в зацеплении с зубчатым колесом 14. При этом колесо 3 сцеплено с рейкой 7.

Если теперь повернуть рукоятку 2 против часовой стрелки, то рейка 7, вилка 6 и двухвенцовое колесо 15—16 переместятся влево — венец 16 выйдет из зацепления с колесом 14, а венец 15 войдет в зацепление с колесом 13. Вилка 5 и двухвенцовое колесо 9—12 останутся в прежнем положении.

Нажатию на рукоятку 2 валик 1 и зубчатое колесо 3 можно сместить вдоль их оси «от себя». В результате этого колесо 3 войдет в зацепление с рейкой 4. Это можно осуществить только при нейтральном положении колеса 15—16, когда выемка в вилке 6,

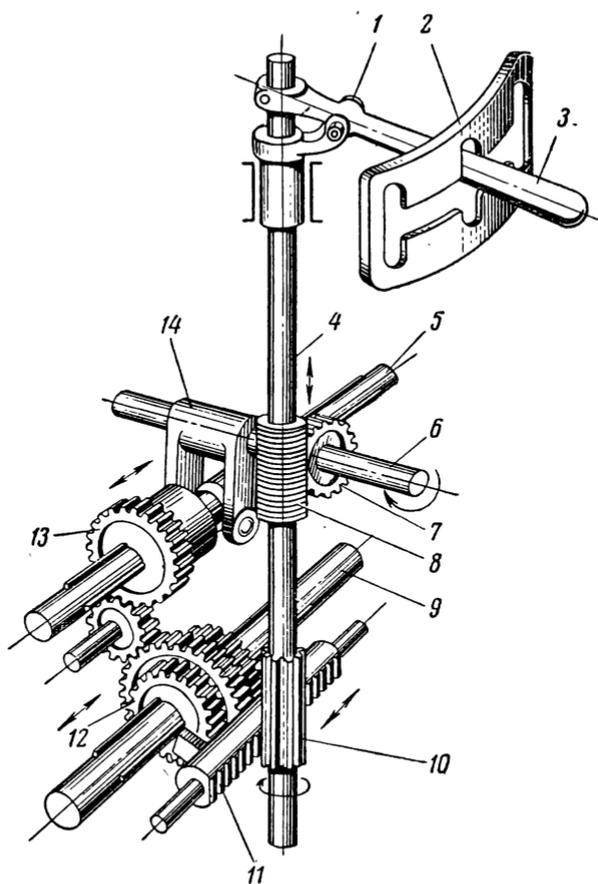


Рис. 16. Механизм переключения подвижных блочных зубчатых колес

Так как в передаче движения участвуют многовенцовые колеса, одно из которых имеет два рабочих положения, а второе — три, то с их помощью можно получить шесть различных скоростей вращения. В соответствии с этим в планке 2 сделано шесть вырезов, позволяющих фиксировать нужное положение рукоятки. Когда рукоятка 3 находится вне этих вырезов, оба блочных колеса 12 и 13 занимают нейтральное положение.

§ 9. ИЗМЕНЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ПОДАЧИ

У большинства сверлильных станков подача осуществляется шпинделем (рис. 17). Он проходит внутри гильзы 5 и может свободно вращаться в шариковых (3 и 6) (или) роликовых подшипниках. В осевом направлении связь между шпинделем и гильзой обеспечивается буртиками 4 и 7 — непосредственно или через упорные подшипники. Тем самым подача гильзы в осевом направлении совершается вместе с вращающимся в ней шпинделем.

Для осуществления подачи к гильзе прикреплена рейка 2, в зацеплении с которой находится реечное колесо 1, вращаемое вручную или механически.

Подача вручную производится поворотом штурвала, надетого на конец валика, несущего реечное колесо 1. Для механической подачи шпинделя станок снабжается механизмом подачи, который позволяет изменять величину подачи в зависимости от условий выполняемой работы.

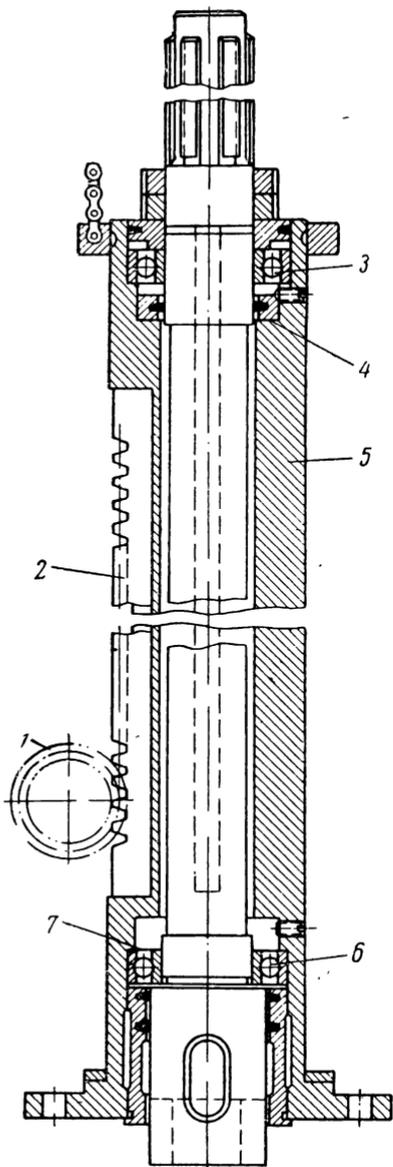


Рис. 17. Шпиндель сверлильного станка

Механизм подачи приводится в движение обычно зубчатым колесом, укрепленным на шпинделе или на одном из промежуточных валов главного привода. Реже механизм подачи приводится в действие отдельным электродвигателем. У автоматизированных сверлильных станков получил распространение пневмогидравлический или гидравлический привод подачи.

Элементы передач в коробках подач. Основными элементами коробок подач сверлильных станков, так же как и коробок скоростей, являются зубчатые передачи с двухвенцовыми или трехвенцовыми колесами.

Особенностью некоторых коробок подач является применение передач с вытяжной шпонкой (рис. 18). На валу 7 жестко

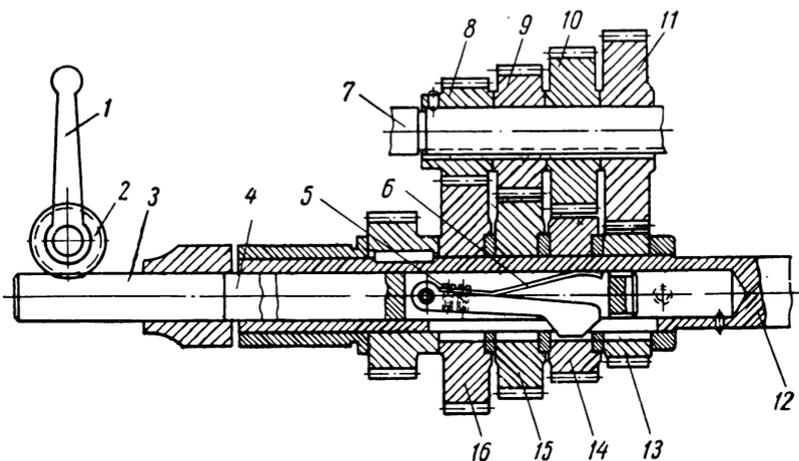


Рис. 18. Схема устройства коробки подач с вытяжной шпонкой

закреплены зубчатые колеса 8—9—10—11. Они находятся в постоянном зацеплении с соответствующими зубчатыми колесами 13—14—15—16, свободно сидящими на полом валу 12. Внутри последнего помещена тяга 4, несущая на правом конце шпонку 5, помещаемую в прорези полового вала 12. На левом конце тяги 4 находится рейка 3, в зацеплении с которой находится зубчатое колесо 2. Поворотом рукоятки 1 тяга 4 перемещается в осевом направлении и устанавливает шпонку под любым из четырех колес 13—14—15—16. Пружина 6 прижимает шпонку 5 к поверхности отверстия того колеса, у которого она расположена.

При вращении вала 7 вращаются все четыре зубчатые пары, но скорость каждой из них различна. Как только против шпонки 5 окажется шпоночный паз соответствующего зубчатого колеса, шпонка под действием пружины 6 входит в шпоночный паз и связывает вал 12 с этим колесом.

Привод подачи. В зависимости от требований, предъявляемых к количеству и интервалу подач, привод подачи, включающий в себя и коробку подач, может иметь различную конструкцию. Упрощенная схема привода подачи радиально-сверлильного станка модели 2А56 приведена на рис. 19.

Источником движения подачи является зубчатое колесо 2, установленное на шпинделе 27 с применением скользящей шпонки, позволяющей сохранять связь между шпинделем и колесом при осевом перемещении шпинделя. Зубчатая пара 2—3 передает вращение валу 26, на котором на скользящей шпонке помещено трехвенцовое колесо 22—23—24. Перемещая это колесо по валу 26, можно получить три рабочих положения: в первом положении венец 24 зацепляется с колесом 4; во втором — венец 23 с колесом 5; в третьем — венец 22 с колесом 8. Таким образом, валу 25 может быть сообщено три разных скорости вращения. На валу 19 установлено трехвенцовое колесо 6—7—9, позволяющее получить три скорости. Перемещением трехвенцового колеса 6—7—9 по валу 19 достигаются зацепления: в первом положении — зубчатой пары 5—6, во втором — 21—7 и в третьем — 10—9.

Через зубчатую пару 11—20, вал 17 и червяк 13 приводится во вращение червячное колесо 14, свободно сидящее на валу 16. Рядом с ним на том же валу на скользящей шпонке установлен штурвал 12.

Если штурвал находится в положении, изображенном на схеме, то вращение червячного колеса вала 16 не передается и осевая подача шпинделя отсутствует. При таком положении штурвала подача шпинделя осуществляется вручную. Поворачивая штурвал 12, поворачивают и реечное колесо 15, находящееся в

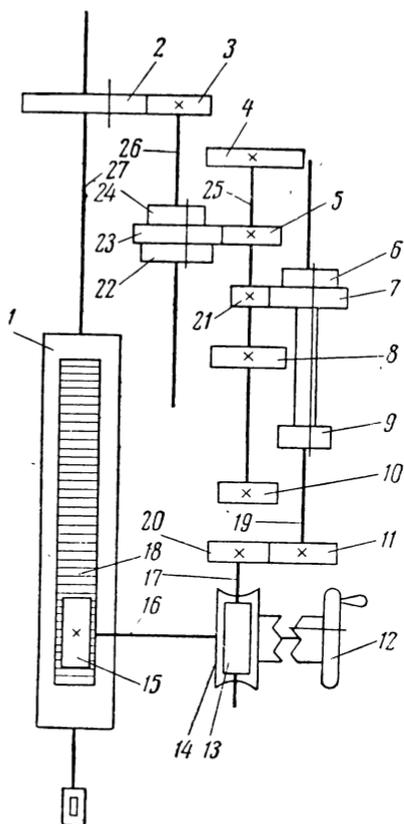


Рис. 19. Упрощенная схема привода подачи радиально-сверлильного станка модели 2А56

зацеплении с рейкой 18 гильзы 1. Внутри гильзы проходит шпиндель, который при этом перемещается вниз.

Для включения механической подачи штурвал 12 перемещают по валу 16 влево до тех пор, пока его торцовые кулачки не войдут в зацепление с кулачками на торце червячного колеса 14.

Переключением блочных колес 22—23—24 и 6—7—9 шпинделю сообщают девять разных скоростей вращения.

Источником движения механизма подачи здесь является шпиндель, поэтому величина подачи s_0 , измеренная в миллиметрах на один оборот, при данном положении блоков 22—23—24 и 6—7—9 остается постоянной и независимой от скорости вращения шпинделя. Изменение скорости вращения шпинделя влияет только на скорость подачи, но не на величину.

Пример 5. Сопоставить скорость подачи при вращении шпинделя с $n_1=100$ об/мин и $n_2=200$ об/мин, если подача $s_0=0,1$ мм/об остается неизменной.

Решение. Подача в минуту при $n_1 = 100$ об/мин

$$s_{\text{мин}_1} = s_0 \cdot n_1 = 0,1 \cdot 100 = 10 \text{ мм/мин.}$$

Подача в минуту при $n_2 = 200$ об/мин

$$s_{\text{мин}_2} = s_0 \cdot n_2 = 0,1 \cdot 200 = 20 \text{ мм/мин.}$$

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Пользуясь рис. 8, объясните принцип действия магнитных пускателей.
2. Расскажите, как действуют механические и электромагнитные фрикционные муфты.
3. Какими способами реверсируется вращение шпинделя? Как реверсируется вращение электродвигателя?
4. Как строится ряд чисел оборотов шпинделя? Что представляет собой коэффициент ряда?
5. Перечислите основные недостатки ступенчато-ременного привода.
6. Какие типовые элементы входят в состав коробки скоростей?
7. Опишите устройство коробок скоростей, изображенных на рис. 13 и 14.
8. Как устроено однорукояточное управление, изображенное на рис. 15 и 16?
9. Объясните устройство шпинделя сверлильного станка, изображенного на рис. 17.
10. Расскажите, как действует коробка подач с вытяжной шпонкой (рис. 18).

Глава IV

УСТРОЙСТВО СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКОВ

§ 10. ОДНОШПИНДЕЛЬНЫЕ ВЕРТИКАЛЬНО-СВЕРЛИЛЬНЫЕ СТАНКИ

Станки этого вида предназначены для обработки отверстий диаметром до 75 мм. Основные модели и их характеристики приведены в табл. 4.

Таблица 4

Техническая характеристика	Модель станка				
	2118	2A125	2A135	2A150	2170
Основные размеры					
Наибольший условный диаметр сверления стали с $\sigma_b = 50 \div 60 \text{ кгс/мм}^2$, мм	18	25	35	50	75
Расстояние от торца шпинделя до плиты, мм:					
наибольшее	865	1100	1130	1200	1300
наименьшее	585	750	705	650	800
Расстояние от оси шпинделя (вылет оси шпинделя) до вертикальных направляющих станины, мм:					
наибольшее	650	700	750	800	850
наименьшее	0	0	0	0	0
Шпиндель					
Наружный диаметр, мм	30	45	90	105	110
Конус Морзе для крепления инструмента	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
Наибольшее перемещение, мм:					
ручное	150	175	225	300	—
механическое	150	175	225	300	—
Наличие выключающего упора	есть	есть	есть	есть	есть
Наличие автоматического выключения перемещения шпинделя	нет	нет	нет	нет	нет
Цена одного деления лимба, мм	лимба нет	1,0	1,0	1,0	лимба нет

Техническая характеристика	Модель станка				
	2118	2А125	2А135	2А150	2170
Перемещение за один оборот лимба, мм	—	212	225	327	—
Цена одного деления линейки, мм	—	—	—	—	1,0
Быстрое перемещение	руч-ное	руч-ное	руч-ное	руч-ное	ручное
Длина линейки для измерения глубины сверления, мм	—	—	—	—	520
Количество ступеней чисел оборотов шпинделя	6	9	9	12	12
Пределы скорости вращения, об/мин	310—2975	97—1360	68—1100	32—1400	22—1018
Шпиндельная бабка					
Наибольшее перемещение, мм:					
ручное	130	200	200	250	500
механическое	—	—	—	—	500
Число ступеней подач	1	9	11	9	9
Пределы подач на один оборот шпинделя, мм	0,2	0,1—0,81	0,115—1,6	0,12—2,64	0,15—3,2
Наибольшее усилие, допускаемое механизмом подачи, кгс	450	900	1600	2500	4000
Наличие предохранителя от перегрузки механизма подачи	нет	есть	есть	есть	есть
Стол					
Размеры рабочей поверхности стола, мм	350××350	375××500	450××500	500××600	600×750
Наибольшее перемещение стола (ручное), мм	435	325	325	325	350
Размеры Т-образного паза, мм:					
ширина	14A ₄	14A ₄	18A ₄	22A ₄	22A ₄
расстояние между осями	—	200	240	150	200
Размер под головку болта	11×24	11×24	14×30	16×36	16×36
Привод					
Электродвигатель главного движения:					
мощность, квт	1,0	2,8	4,5	7,0	10,0
число, об/мин	930	1440	1440	1440	2890
Производительность насоса охлаждения, л/мин	22	22	22	22	45
Вес, габариты					
Вес станка с электрооборудованием и комплектом принадлежностей, кг	453	927	1528	2255	3603
Планировочные габариты станка, мм:					
длина	912	980	1240	1550	1630
ширина	550	825	810	970	1220
высота	1740	2300	2565	2865	3230

От основных размеров станка зависят его производственные возможности. Наибольший условный диаметр сверления определяется как наибольший диаметр отверстия, которое может быть получено при обработке стали средней твердости. Если обрабатываемый материал имеет большую твердость, то величина максимального возможного диаметра обработки соответственно уменьшается, а при обработке менее прочных материалов может быть увеличена.

Расстояние от торца шпинделя до плиты позволяет судить о возможной высоте обрабатываемых деталей, а вылет оси шпинделя — об их радиальных размерах.

Остальные данные технических характеристик дают представление о технологических возможностях сверлильного станка и содержат ряд сведений, нужных для конструирования вспомогательного инструмента, приспособлений, а также для выполнения различных эксплуатационных расчетов.

В последнее время станкостроительные заводы изготовляют более совершенные одношпиндельные вертикально-сверлильные станки 2Н118 (вместо 2118), 2Н125 (вместо 2А125), 2Н135 (вместо 2А135), 2Н150 (вместо 2А150).

В новых моделях обеспечивается более удобное управление коробками скоростей и подач, изменены пределы регулирования скоростей и подач. У станков 2Н125 и 2Н135 увеличены пределы чисел оборотов: у станка 2Н125—45—2000 *об/мин* (вместо 97—1360 *об/мин*), у станка 2Н135—31,5—1440 *об/мин* (вместо 68—1100 *об/мин*).

§ 11. УСТРОЙСТВО ВЕРТИКАЛЬНО-СВЕРЛИЛЬНОГО СТАНКА МОДЕЛИ 2135

На чугунной плите 11 (рис. 20) установлена вертикальная колонна 10. К верхней части этой колонны присоединена коробка скоростей 4 с индивидуальным электродвигателем 3. Последним валом коробки скоростей является шпиндель 2, вращающийся в гильзе 22. Опора вращения последней находится в шпиндельной бабке (кронштейне) 21. Гильза 22 вместе со шпинделем 2 может перемещаться в осевом направлении относительно неподвижной шпиндельной бабки (кронштейна) 21 вручную или механически при помощи привода подачи.

Цепь 1 одним концом присоединена к гильзе 22, другим — к грузу, расположенному внутри колонны 10 и уравнивающему вес гильзы и шпинделя.

При настройке станка шпиндельную бабку можно перемещать по вертикальным направляющим 8 колонны вверх или вниз в пределах 200 мм, закрепляя болтами 12 в положении, наиболее удобном для выполнения данной работы. На тех же направ-

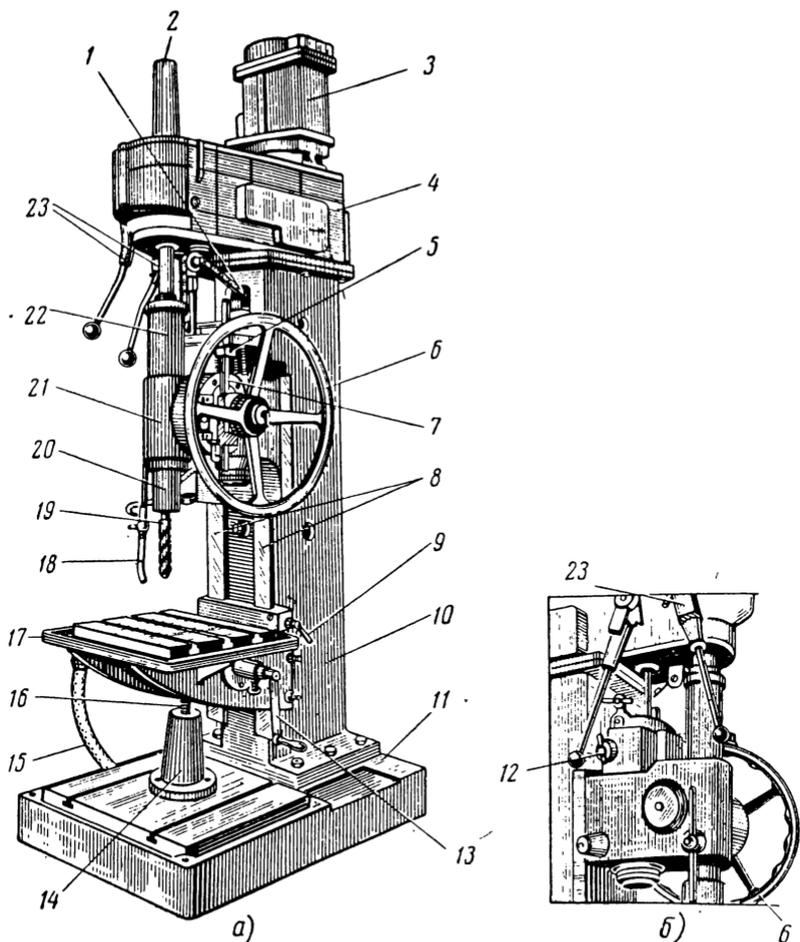


Рис. 20. Вертикально-сверлильный станок модели 2135:

a — общий вид, *б* — рукоятки управления; 1 — цепь противовеса, 2 — шпindelь, 3 — электродвигатель, 4 — коробка скоростей, 5 — хомут механизма автоматического включения подачи, 6 — штурвал, 7 — стержень механизма автоматического выключения подачи, 8 — направляющие, 9 — рукоятка зажатия стола, 10 — колонна, 11 — основание станка, 12 — болты для закрепления шпindelьной бабки, 13 — рукоятка для вертикального перемещения стола, 14 — гайка, 15 — шланг, 16 — винт, 17 — стол, 18 — трубка для подачи охлаждающе-смазывающей жидкости, 19 — режущий инструмент, 20 — переходная втулка, 21 — корпус шпindelьной бабки, 22 — гильза шпindelля, 23 — рычаги для управления коробкой скоростей

ляющих установлен стол 17. При настройке стол перемещают в вертикальном направлении и закрепляют в нужном положении рукояткой 9.

При обработке деталей значительной высоты их устанавливают на плиту 11, удалив стол 17 и подставку-гайку 14.

Шпиндель. В шпинделе станка укрепляется режущий инструмент 19 (рис. 20).

Шестерни коробки скоростей имеют шлицевые отверстия, которыми они надеваются на верхний конец шпинделя, имеющий шлицы (рис. 21). Такое соединение позволяет передавать более значительные мощности, чем шпоночное. Размеры шлицевых отверстий зубчатых колес и шлицевого конца шпинделя подбирают так, что шпиндель может перемещаться в осевом направлении, не теряя связи с сидящими на нем и остающимися неподвижными в осевом направлении зубчатыми колесами.

Шпиндель 1 вращается в длинной гильзе 2 на радиальных шариковых подшипниках 7 и 12. В осевом направлении шпиндель и гильза должны перемещаться совместно: Это достигается тем, что в буртик 5 шпинделя упирается надетая на шпиндель шайба 6, верхний торец которой является опорой для внутренней обоймы радиального подшипника 7. Верхний торец обоймы через подкладку 8 соприкасается с упорным шариковым подшипником 9. Шайба 6, шариковые подшипники 7 и 9 и расположенная между ними подкладка 8 помещены в расточке, сделанной в нижнем конце гильзы 2.

В верхней расточке гильзы 2 установлены радиальный шариковый подшипник 12, шайба 13 и гайка 14. При вращении гайка через шайбу 13 и верхнюю обойму радиального подшипника 12 отжимает гильзу 2 вниз и тем самым устраняет осевой зазор в упорном подшипнике. Нужно отрегулировать положение гильзы 2 так, чтобы в осевом направлении она представляла одно целое со шпинделем, т. е. осевой зазор отсутствовал, но вращение шпинделя в гильзе происходило совершенно свободно.

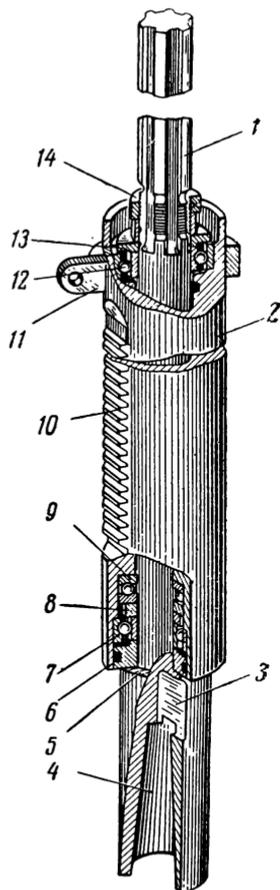


Рис. 21. Шпиндель вертикально-сверлильного станка модели 2135

Гильза имеет зубчатую рейку 10, благодаря которой она вместе со шпинделем может перемещаться в осевом направлении от реечного зубчатого колеса 39 привода подачи (см. рис. 22).

На верхний конец гильзы надет хомут 11 (рис. 21). К нему присоединяется цепь противовеса, уравновешивающего вес гильзы и шпинделя.

В нижнем конце шпинделя 1 имеется конусное отверстие 4 (конус Морзе 4), предназначенное для установки конического хвостовика режущего или вспомогательного инструмента. Удаление инструмента производится через проем 3 в шпинделе.

Главный привод (рис. 22). Назначение главного привода — передать шпинделю станка вращательное движение, источником которого является электродвигатель 2 мощностью 5,2 квт и скоростью вращения 1440 об/мин. Электродвигатель через эластичную муфту сцепления 3 передает вращение валу с зубчатым колесом 5. Благодаря эластичной муфте точность установки оси двигателя относительно этого вала необязательна.

Передача движения шпинделю 1 производится с помощью коробки скоростей 4 через зубчатые зацепления 5—6 и даль-

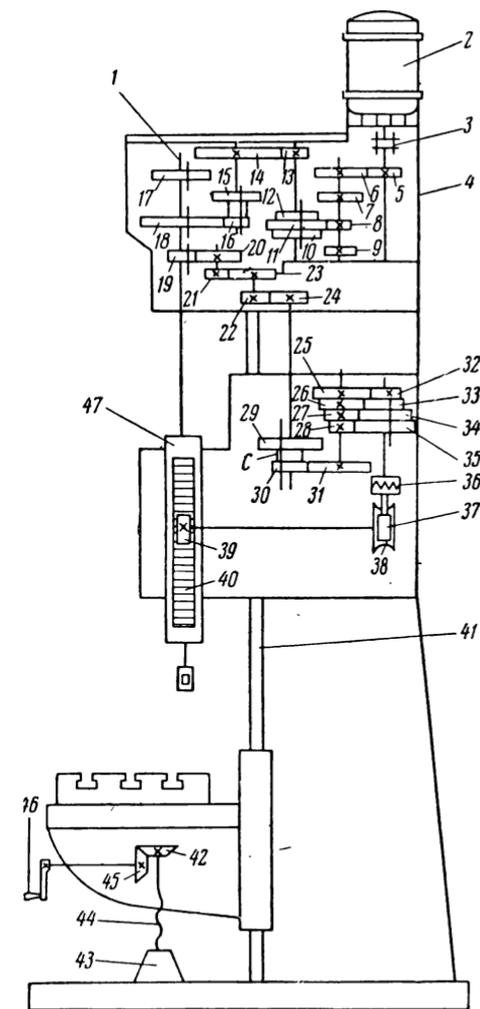


Рис. 22. Кинематическая схема вертикально-сверлильного станка модели 2135

ше—9—10, 8—11 или 7—12 (в зависимости от положения трехвенцового колеса 10—11—12) и через зубчатые зацепления 13—14, 16—18 или 15—17 (в зависимости от положения двухвенцового колеса 15—16). Для переключения блочных колес служат

рукоятки 23 (рис. 20). Каждому рабочему положению блочных колес соответствует определенное фиксированное положение этих рукояток. Всего на этом станке можно получить шесть различных скоростей вращения шпинделя (три положения трехвенцового колеса, умноженные на два положения двухвенцового) 45, 75, 117, 186, 298, 466 об/мин.

Привод подачи. Гильза 47 шпинделя получает осевое перемещение от зубчатого колеса 19, сидящего на шпинделе, через зубчатые передачи 19—20, 21—23, 22—24, коробку подач, муфту 36, червячную передачу 37—38 и реечную передачу 39—40.

Коробка подач состоит из двухвенцового подвижного колеса 29—30 и двух четырехвенцовых колес с вытяжной шпонкой. При одном рабочем положении двухвенцового колеса 29—30 в зацеплении находятся зубчатые колеса 30—31, а при другом — 29—27. Зубчатые пары 28—35, 27—34, 26—33 и 25—32 находятся в постоянном зацеплении. Передача движения дальнейшим

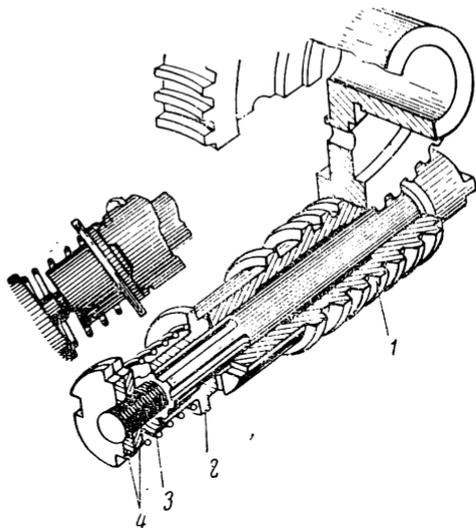


Рис. 23. Предохранительный механизм привода подачи вертикально-сверлильного станка модели 2135

механизмам привода подачи производится от одной из этих пар в зависимости от того, против какого из колес 32, 33, 34 или 35 установлена вытяжная шпонка. Так как двухвенцовое колесо 29—30 имеет два рабочих положения, а вытяжная шпонка — четыре, то коробка подач дает возможность сообщить шпинделю $2 \times 4 = 8$ разных по величине подач: 0,1; 0,145, 0,195; 0,275; 0,4; 0,575; 0,788; 1,11 мм/об.

Предохранительное устройство привода подачи. Назначение муфты 36 (рис. 22) — предохранять механизм подачи от перегрузки. Для этого червяк 1 (рис. 23) сидит на своем валу свободно, а рассматриваемая муфта (на рис. 23 она обозначена цифрой 2) на том же валу на скользящей шпонке. Действием пружины 3 муфта прижимается к червяку и ее торцовые зубья входят в соответствующие впадины на торце ступицы червяка. Тем самым вращение муфты передается червяку, а от него и механизму подачи.

Так как зубья муфты имеют наклонные рабочие поверхности, то при передаче вращения возникает осевая сила, стремящаяся оттолкнуть муфту от червяка. Нормальное давление пружины превышает отталкивающую осевую силу, и муфта остается в сцеплении с червяком. Если же нагрузка на механизм подачи превысит допустимую, то отталкивающая сила становится большей, чем сила действия пружины, муфта и червяк разобщаются и осевое движение шпинделя прекращается.

Величину нагрузки, при которой прекращается подача шпинделя, можно регулировать, изменяя натяжение пружины 3 при помощи регулировочной гайки 4.

Включение и выключение механической подачи шпинделя. Связь между червячным колесом 38 (рис. 22) и его валом осуществляется при помощи специального устройства (рис. 24, а, б), позволяющего производить включение и выключение механической подачи.

На левом конце валика 10 расположена муфта 4, на которой закреплен штурвал 1. Муфта 4, штурвал 1 и валик 10 связаны штифтом 3, проходящим через торцовую прорезь валика. Прорезь имеет скосы (рис. 24, б), позволяющие поворачивать штурвал независимо от валика 10 на угол около 30°. Дальнейший поворот штурвала совершается вместе с валиком 10.

На правом торце муфты 4 нарезаны зубья с наклонными рабочими поверхностями, которые входят во впадины зубьев муфты 5, скрепленной с валиком 10 скользящей шпонкой. Рядом с ней, тоже на скользящей шпонке, расположен диск 6, несущий шесть пружинных храповых собачек, находящихся в зацеплении с зубьями левого торца двухстороннего свободно сидящего храпового диска 7. Рядом с последним на валике 10 свободно установлено червячное колесо 12 (на рис. 22 оно обозначено позицией 38), к левому торцу которого прикреплен храповой диск 8.

Пружина 13 отталкивает двухсторонний храповой диск 7 влево, поэтому сцепление между ним и диском 8 отсутствует, вращение червячного колеса 12 валику 10 не передается и механическая подача шпинделя выключена.

Поворотом штурвала 1 на угол 30° против часовой стрелки (валик 10 при этом остается неподвижным) выступы зубьев муфты 4 располагаются против выступов зубьев муфты 5, муфта передвигается вправо вместе с дисками 6 и 7; зубья правой стороны диска 7 входят в зацепление с зубьями диска 8, и вращение червячного колеса 12 сообщается валику 10, реечное колесо 11 перемещает гильзу 9 шпинделя, т. е. включается механическая подача.

Для выключения механической подачи достаточно задержать вращение штурвала 1. Как только впадины зубьев муфты 5, продолжающей вращение вместе с валиком 10, окажутся против

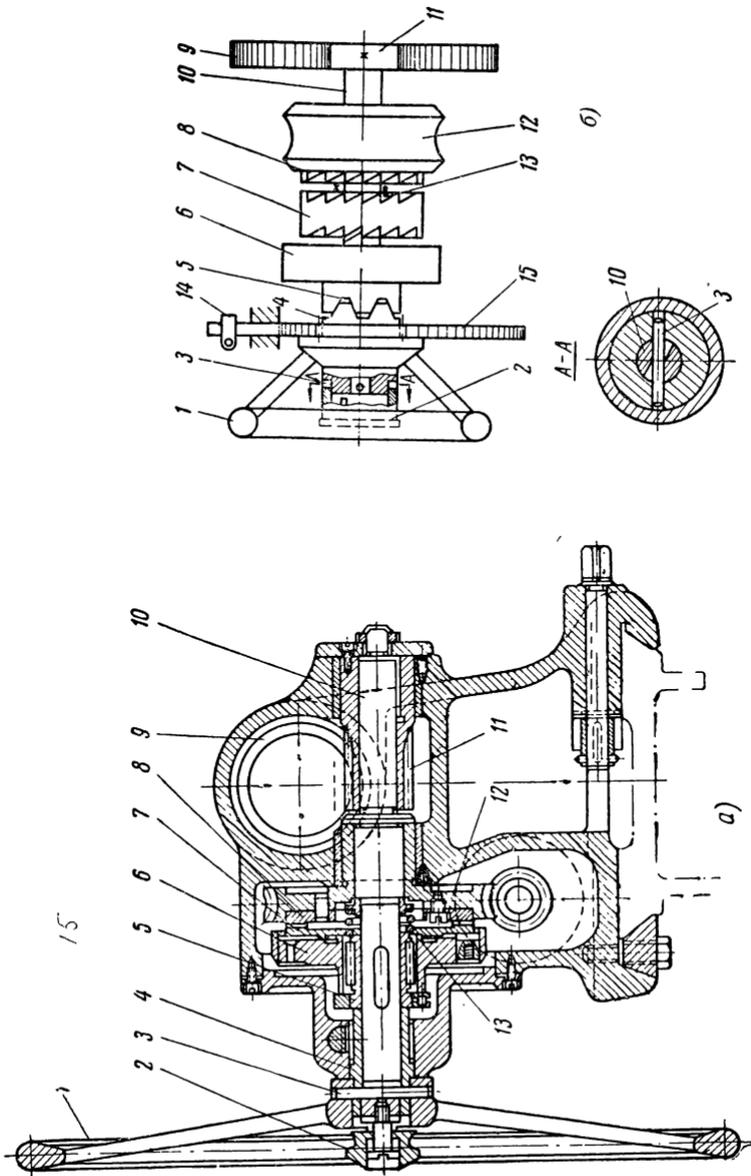


Рис. 24. Механизм включения и выключения подачи шпинделя вертикально-сверильного станка
 Модели 2135:

а — механизм в разрезе, б — кинематическая схема механизма

выступов зубьев муфты 4, пружина 13 отодвинет диски 6 и 7 влево, прекращая связь между дисками 7 и 8.

Это устройство позволяет перейти к ручной рабочей подаче шпинделя в любой момент работы без отключения механической подачи с тем условием, что величина ручной подачи (скорость перемещения шпинделя) больше механической. Для ручной подачи шпинделя штурвал 1 вращается против часовой стрелки, увлекая за собой валик 10 вместе с муфтой 5 и диском 6. При этом собачки проскакивают по зубьям диска 7.

Ручная подача шпинделя в обоих направлениях производится поворотом штурвала 1 после вдвигания кнопки 2 для обеспечения непосредственной связи между штурвалом и валиком 10.

Автоматическое выключение механической подачи. Муфта 4 (рис. 24, б) имеет зубчатый венец, находящийся в зацеплении с рейкой, нарезанной на стержне 15. Вращение муфты 4 вместе с валиком 10 заставляет стержень 15 опускаться вниз. На верхнем конце стержня закреплен хомут 14. Как только он дойдет до торцевой плоскости шпиндельной бабки, вращение муфты 4 и штурвала 1 будет задержано и механическая подача выключится.

Стол станка. Стол 17 (см. рис. 20) станка служит для установки и закрепления обрабатываемой детали. Закрепление детали или приспособления производится болтами, для головок которых в столе образованы Т-образные пазы. Важно, чтобы рабочая поверхность стола была перпендикулярна оси вращения шпинделя — это обеспечивает правильное расположение обрабатываемой детали относительно оси режущего инструмента, необходимое для получения точно направленного отверстия. Вот почему нужно очень бережно относиться к столу, предохранять его от забоин и других повреждений.

Вертикальное перемещение стола позволяет устанавливать его на различном расстоянии от торца шпинделя в зависимости от высоты обрабатываемой детали. Для перемещения стола вверх или вниз надо ослабить зажимные рукоятки 9 (см. рис. 20) и поворотом ручки 46 (см. рис. 22) через зубчатую коническую пару 42—45 привести во вращение ходовой винт 44. При вращении винт входит в подставку-гайку 43 или выходит из нее и заставляет опускаться или подниматься по направляющим 41 скрепленный с ним стол. В нужном положении стол вновь закрепляется поворотом рукояток 9 (см. рис. 20).

Система охлаждения. При выполнении сверлильных работ применяются охлаждающие и смазывающие жидкости.

Резервуар с жидкостью расположен в плите 4 (рис. 25). Отсюда жидкость через фильтр засасывает насос и по трубопроводам подает к месту обработки. Включение и выключение по-

дачи жидкости, а также регулирование ее расхода, производится краном 1. И использованная жидкость стекает в желоб стола, а оттуда через фильтр 2 и трубопровод 3 направляется обратно в резервуар.

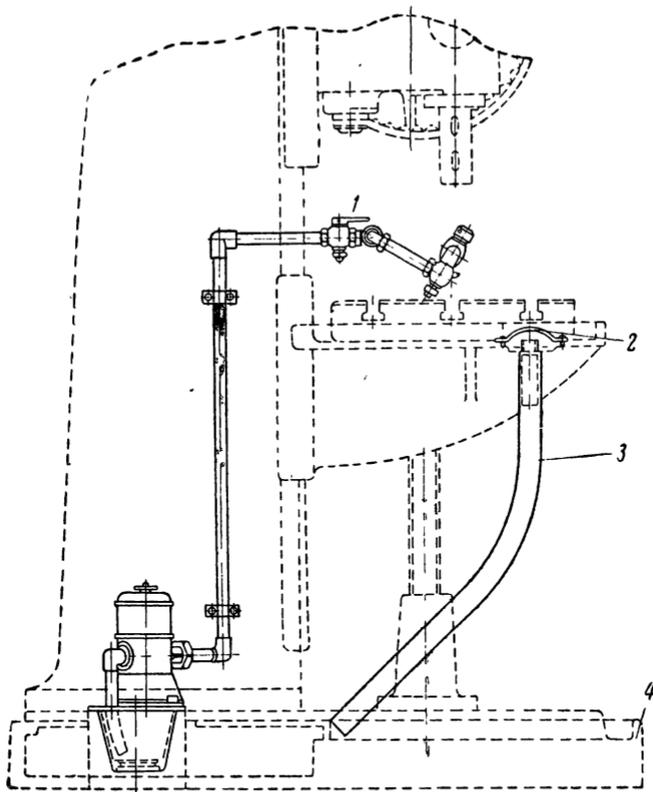


Рис. 25. Система охлаждения вертикально-сверлильного станка модели 2135

§ 12. РАДИАЛЬНО-СВЕРЛИЛЬНЫЕ СТАНКИ

Особенности, назначение и технические характеристики. Основным недостатком вертикально-сверлильных станков является то, что при последовательной обработке нескольких отверстий в одной детали необходимо менять ее рабочее положение. Перемещение тяжелых крупногабаритных или неудобных по конфигурации деталей требует значительной затраты времени и больших физических усилий.

Технические характеристики радиально-сверлильных станков

Технические характеристики	Модели станков						
	2А592	2А53	2Г53	2А55	2Б7	2П57	2Б8
Основные размеры							
Наибольший условный диаметр сверления стали средней твердости, мм	25	35	35	50	75	75	100
Расстояние от оси шпинделя до колонны, мм:							
наибольшее	815	1200	3000	1500	2000	3450	3000
наименьшее	315	350	380	400	500	950	500
Расстояние от торца шпинделя до плиты, мм:							
наименьшее	20	500	до пола	820	600	600	750
наибольшее	860	1500	"	1500	1750	2685	2600
Рабочая площадь плиты, мм	450×590	1240×750	—	1490×810	2065×1300	—	3080×1480
Наибольшее перемещение колонны по станке, мм	—	—	—	—	—	4000	—
Шпиндель							
Конус Морзе для крепления инструмента	№ 2	№ 4	№ 5	№ 5	№ 6	№ 6	№ 6
Наружный диаметр, мм	28	35/70	45/85	45/80	60/105	70/121,8	70/121,8
Наибольшее вертикальное перемещение, мм:							
вручную	130	300	350	350	450	500	500
механическое	—	300	350	350	450	500	500

Технические характеристики	Модели станков						
	2А592	2А53	2Г53	2А55	257	2П57	258
Выключающий упор на глубину сверления	нет	есть	есть	есть	есть	есть	есть
Вертикальное перемещение на одно деление лимба, мм	1	1	1	1	1	—	1
Вертикальное перемещение на один оборот лимба	—	122	122	122	145	169	169
Число ступеней скоростей	4	12	19	19	22	21	21
Пределы чисел оборотов в минуту	175—580	50—2240	34—1700	34—1700	11—1400	9—1000	9—1000
Наибольший крутящий момент, кгс·м	8	37,5	37,5	75	150	150	300
Число ступеней подачи	ручная	8	18	12	18	18	18
Пределы подачи на оборот шпинделя, мм	—	0,06—1,22	0,03—1,2	0,05—2,2	0,037—2,0	0,1—2,12	0,1—2,12
Наибольшее усилие подачи, кгс	400	1250	1250	2000	3400	3400	5000
Сверлильная головка							
Наибольшее горизонтальное перемещение, мм:	500	850	2260	1100	1500	2500	2500
вручную	—	—	—	—	—	2500	2500
механическое	360	—	—	—	—	±30	—
Угол поворота сверлильной головки, град	—	—	—	—	—	—	—
Блокировка механизма подачи при нарезании резьбы	—	—	—	—	—	—	есть
Траверса							
Наибольшее вертикальное установочное перемещение, мм	840	700	—	680	700	1500	1350

Технические характеристики	Модели станков						
	2А592	2А53	2Г53	2А55	257	2П57	258
Скорость вертикального перемещения, мм/мин	—	1300	—	1000	850	600	635
Наибольший угол поворота вокруг вертикальной оси, град	360	360	360	360	360	360	360
Наибольший угол поворота вокруг горизонтальной оси, град	360	—	—	—	—	±90	—
Диаметр расточки под колонну, мм	—	300	—	350	500	—	700
Электродвигатели							
Сверлильные головки:	1,7	2,8	4,5	4,5	7,0	14	14
мощность, кВт	1420	1420/2840	1440	1440	1500	1500	1500
число оборотов в минуту	—	1	—	1,7	2,8	4,5	2,8
Подъем траверсы:	—	1410	—	1420	1500	1500	1500
мощность, кВт	—	—	—	—	—	—	—
число оборотов в минуту	—	—	—	—	—	—	—
Насос охлаждения:	—	0,125	0,125	0,125	0,125	0,15	0,15
мощность, кВт,	—	2800	2800	2800	2800	3000	3000
число оборотов в минуту	—	—	—	—	—	—	—
Габариты и вес							
Вес станка, кг	780	3100	6000	4100	10 000	35 000	20 000
Планировочные габариты, мм:							
длина	1860	2060	4640	2445	3600	6770	4865
ширина	630	910	1500	1000	1550	1730	1730
высота	2000	3070	2920	3265	3875	4940	4530

Другой недостаток вертикально-сверлильных станков в том, что относительно небольшое расстояние между осью шпинделя и колонной ограничивает габаритные размеры обрабатываемых деталей.

Этих недостатков не имеют радиально-сверлильные станки. Конструкция этих станков позволяет осуществлять последовательное сверление и другую обработку нескольких отверстий, изменяя рабочее положение не детали, а сверлильного шпинделя, который может перемещаться относительно оси колонны как в радиальном направлении, так и по дуге окружности. Это позволяет установить ось режущего инструмента в любой точке площади, ограниченной двумя концентрическими окружностями, образованными радиусами максимально и минимально возможного удаления от оси колонны.

Технические характеристики основных моделей радиально-сверлильных станков приведены в табл. 5.

Радиально-сверлильные станки 2А53, 2А55, 257, 258, 2Г53 и 2П57 снабжены механизмом для автоматического выключения подачи при достижении заданной глубины сверления.

Типы радиально-сверлильных станков. Применение в производстве разных типов радиально-сверлильных станков вызвано разнообразием работ, выполняемых на них, конструкцией и размерами обрабатываемых деталей.

Так, при обработке отверстий в очень громоздких и тяжелых деталях легче переместить станок к обрабатываемой детали, чем деталь к станку. Поэтому созданы переносные радиально-сверлильные станки, смонтированные на тележке. Из станков, приведенных в табл. 5, переносным является станок 2А592. Шпиндельная головка этого станка сделана поворотной, чтобы можно было обрабатывать горизонтальные, вертикальные и наклонные отверстия (рис. 26).

Созданы радиально-сверлильные станки, предназначенные для обработки отверстий в низких крупных деталях, высота которых колеблется в сравнительно небольших пределах. В таких случаях нет необходимости поднимать и опускать траверсу, поэтому положение ее по высоте остается постоянным. Для установки деталей вместо плиты предусматривается специальный стэнд (станок 2Г53).

Важнейшей особенностью универсальных радиально-сверлильных станков (рис. 27) является возможность дополнительных поворотов траверсы и шпиндельной бабки вокруг горизонтальных осей. Это позволяет обрабатывать вертикальные, горизонтальные и наклонные отверстия.

Если станок предназначен для обработки отверстий в длинных тяжелых деталях, то подвижной выполняется и сама колонна, на которой установлена траверса. В станке 2П57 колонна смонтирована на каретке, перемещающейся по направляющим

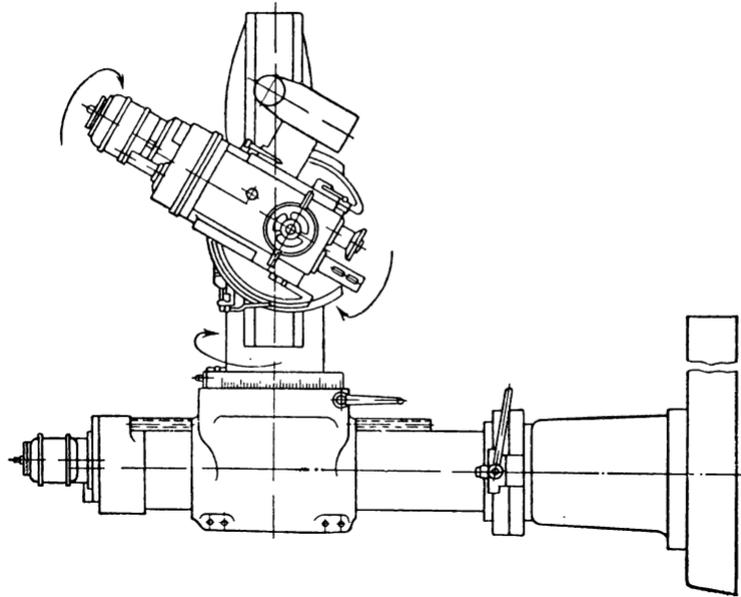


Рис. 27. Универсальный радиально-сверлильный станок

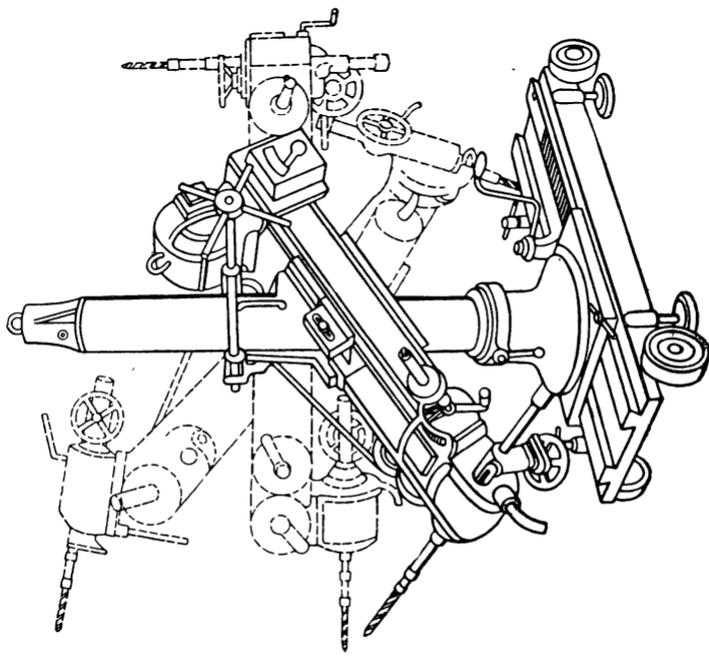


Рис. 26. Переносный радиально-сверлильный станок

станины. Нормальная длина перемещения этой каретки — 4000 мм.

Станкостроительные заводы изготавливают в последние годы более совершенные радиально-сверлильные станки: 2Н53 (вместо 2А53); 2Н55 (вместо 2А55); 2Н57 (вместо 257) и 2Н58 (вместо 258) для обработки отверстий диаметром до 35, 50, 75 и 100 мм.

В новых станках перемещение сверлильной головки по направляющим рукава осуществляется гидравлическим механизмом. Для рационального перемещения инструмента, оснащенного твердым сплавом, повышен верхний предел чисел оборотов шпинделя: в станке 2Н53 до 2500 об/мин (вместо 2240 об/мин), в станке 2Н55 до 2000 об/мин (вместо 1700 об/мин), в станке 2Н57 до 1600 об/мин (вместо 1400 об/мин), в станке 2Н58 до 1250 об/мин (вместо 1000 об/мин).

§ 13. УСТРОЙСТВО РАДИАЛЬНО-СВЕРЛИЛЬНОГО СТАНКА МОДЕЛИ 2А55

Основные элементы и движения станка. Основой, несущей все элементы станка, является плита 1 (рис. 28). На ней закреплена неподвижная колонна 2 с надетой на нее гильзой 4. Гильза может поворачиваться вокруг колонны 2 на 360°, сообщая шпинделю установочное движение относительно неподвижной детали по дуге окружности. В требуемом положении гильзу закрепляют на колонне специальным зажимным хомутом 3.

На гильзу 4 надета траверса 5. Она может поворачиваться (вместе с гильзой) и перемещаться в вертикальном направлении. Втулку траверсы делают разрезной. Стянув разрезную втулку, можно закрепить траверсу, а вместе с нею и шпиндельную бабку на высоте, соответствующей высоте детали.

Траверса имеет направляющие, по которым в радиальном направлении перемещается шпиндельная бабка 10, несущая главный привод, привод подачи и сверлильный шпиндель 24. Радиальное перемещение вместе с поворотом траверсы позволяет расположить ось шпинделя против оси обрабатываемого отверстия.

Рабочими движениями являются вращение и осевое перемещение шпинделя. Для вывода инструмента из резьбового отверстия эти движения могут быть реверсированы. Обрабатываемое изделие крепят на столе 28 или на плите 1.

Главный привод (рис. 29, а). Источником движения является главный электродвигатель 17. Он включается установкой крестового переключателя 15 (см. рис. 28) в положение В — для правого вращения шпинделя и Г — для левого.

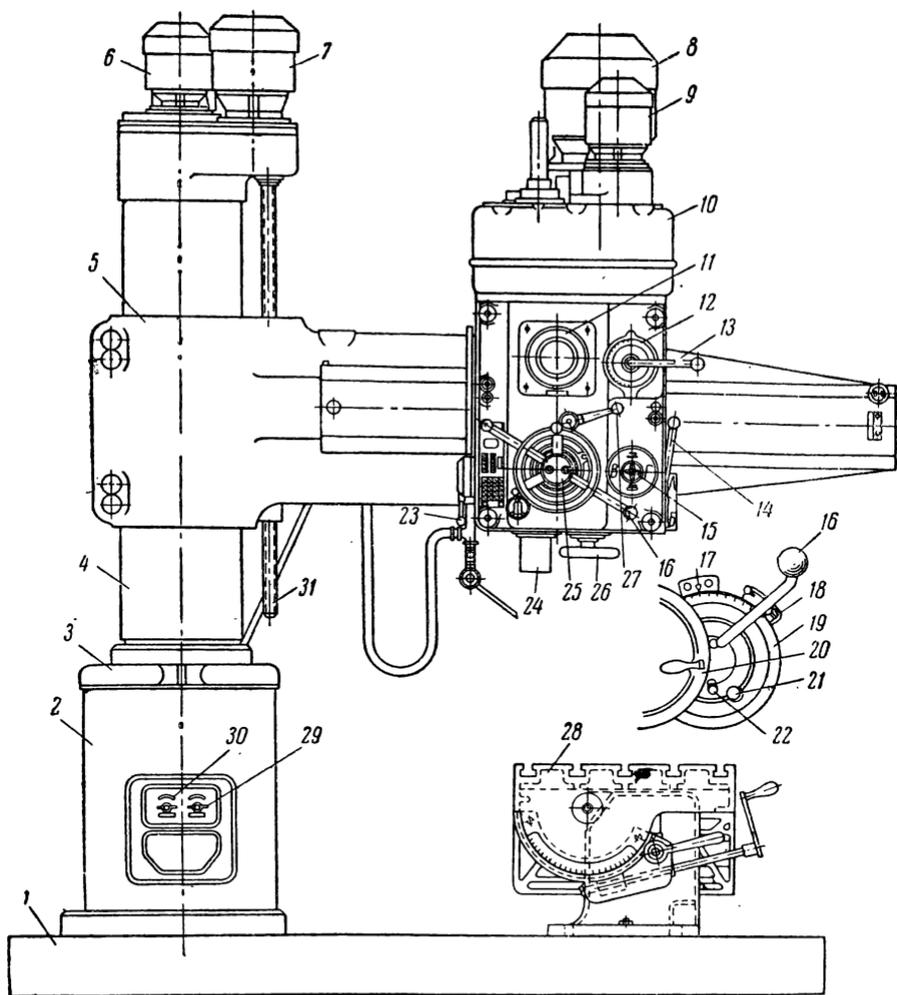


Рис. 28. Общий вид радиально-сверлильного станка 2А55:

1 — основание (плита) станка, 2 — колонна, 3 — зажимный хомут, 4 — гильза, 5 — траверса, 6 — электродвигатель гидравлического механизма зажатия гильзы, 7 — электродвигатель механизма вертикальной подачи траверсы, 8 — главный электродвигатель станка, 9 — электродвигатель гидравлического механизма зажатия шпиндельной бабки, 10 — шпиндельная бабка, 11 — таблица выбора режимов резания, 12 — шкала подач, 13 — рукоятка управления коробкой подач, 14 — рукоятка включения вращения шпинделя, 15 — крестовый переключатель, 16 — рычаг быстрой подачи шпинделя, 17 — указательная стрелка, 18 — нулюус, 19 — лимб, 20 — маховичок для перемещения шпиндельной бабки, 21 — кнопка выключения эксцентриковой втулки, 22 — блокировочная кнопка, 23 — рукоятка управления переключением скоростей шпинделя, 24 — шпиндель, 25 — кнопочная станция, 26 — маховичок медленной подачи, 27 — рукоятка включения подачи, 28 — стол, 29 — выключатель насоса, 30 — выключатель станка, 31 — винт вертикального перемещения траверсы

Двигатель 17 шпindelной бабки 26 через зубчатую муфту 18 приводит во вращение вал коробки скоростей, на котором расположены зубчатые колеса 20 и 21. Первое из них приводит во вращение колесо 19 непосредственно, а второе — колесо 22 через паразитное колесо 43, свободно сидящее на валу 46. В результате этого зубчатые колеса 19 и 22, свободно сидящие на своем валу 16, вращаются в противоположном направлении.

Зубчатое колесо 19 может быть связано со своим валом включением фрикционной муфты 48 (правое вращение шпинделя), а колесо 22 — включением муфты 47 (левое вращение шпинделя). Через зубчатые пары 23—25 и 24—57 движение передается валу 44, на котором установлено трехвенцовое колесо 12—13—14. Это колесо может занимать три рабочих положения: при верхнем его положении в зацеплении находятся зубчатые колеса 13—11, при среднем — колеса 12—10, при нижнем — колеса 14—55. В результате этого каждой скорости вала 44 соответствует три разных скорости вала 45.

Для дальнейшей передачи движения используется трехвенцовое колесо 7—8—54, закрепленное на валу 49. Оно также может находиться в трех рабочих положениях: верхнем, когда сцеплены зубчатые колеса 11—7, среднем — колеса 55—8, нижнем — колеса 56—54.

Соосно шпинделю расположено двухвенцовое колесо 52—58. В верхнем положении зубчатое колесо 52 входит в зубчатую муфту 51, и тогда шпиндель приводится во вращение через зубчатую пару 9—50, в нижнем положении в зацеплении окажутся колеса 42—58.

Рассматриваемая коробка скоростей дает возможность получить $3 \times 3 \times 2 = 18$ различных положений подвижных блоков, а следовательно, и столько же скоростей вращения шпинделя в пределах от 34 до 1500 об/мин.

В случае необходимости может быть получена и девятнадцатая скорость вращения (1700 об/мин). Для этого необходимо включить муфту 47, а двигатель 17 переключить на обратный ход.

В рассматриваемом станке применено однурукоятное управление переключением подвижных блоков (рис. 30).

Рукоятка 1 (рис. 30, а) управления переключением скоростей помещена на левой боковой поверхности корпуса шпindelной бабки. Нижний ее конец имеет форму зубчатого сектора и находится в зацеплении с рейкой, расположенной на конце тяги 2. При повороте рукоятки влево тяга 2 перемещается вправо вместе с дисками 3 и 4. В результате этого диск 3 выходит из зацепления с пальцами рычага 6 (рис. 30, б), а диск 4 с пальцами рычага 10. После этого рукоятку 1 вместе с дисками 3, 4 и 5 поворачивают до тех пор, пока значение нужного числа оборотов, записанное в шкале диска, не расположится против стрелочного

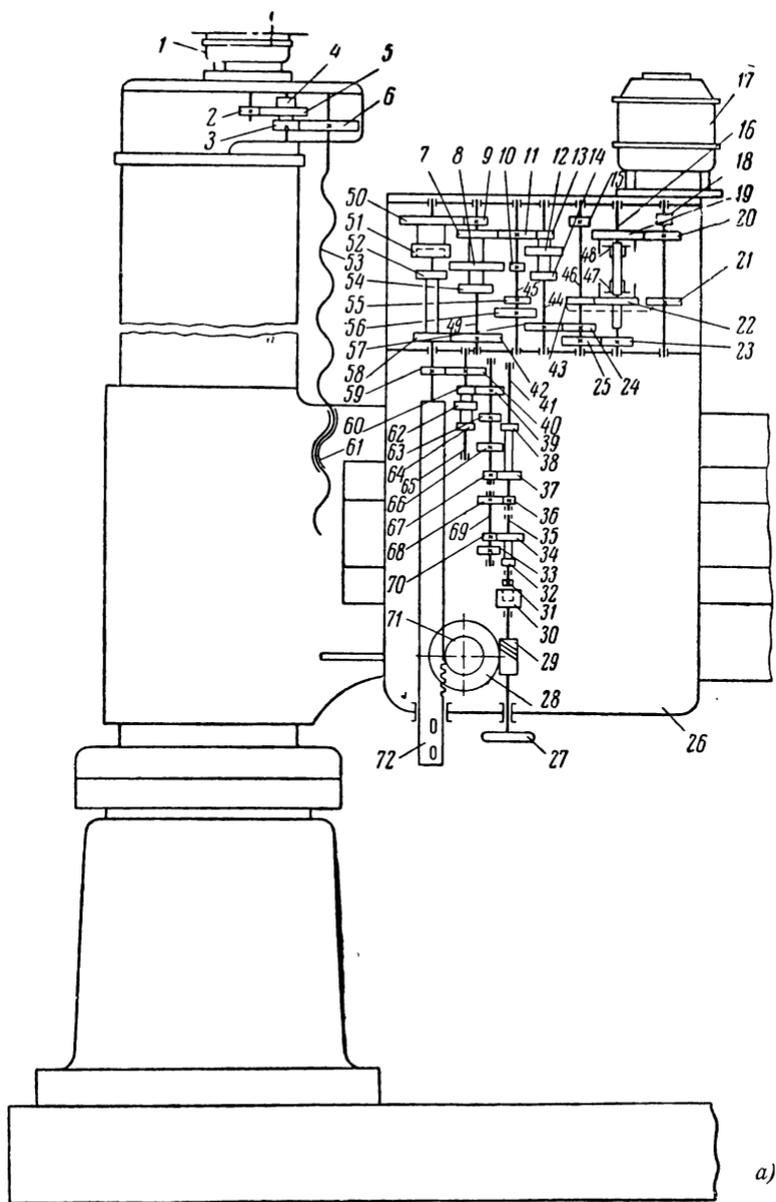


Рис. 29. Кинематическая схема радиально-сверлильного стан-
выключения

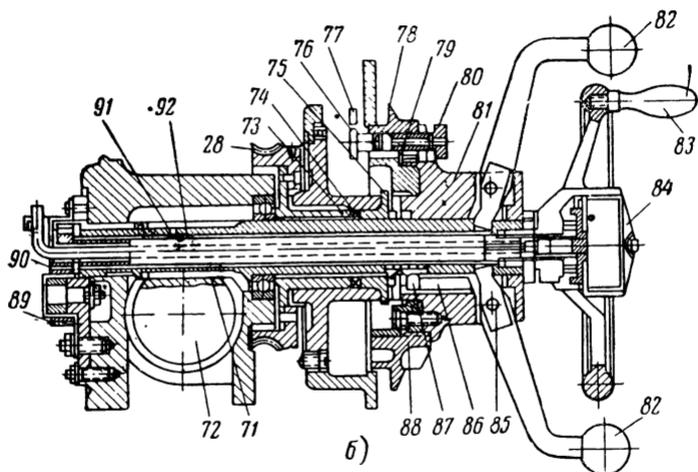
указателя. При этом диск 5 воздействует на пальцы рычага 14. Верхний конец рычага имеет вид зубчатого сектора, находящегося в зацеплении с зубчатым колесом 15. Диск 5 поворачивает рычаг, в результате чего зубчатое колесо 16, сидящее на одной оси с зубчатым колесом 15, перемещает тягу 17, а с ней и двухвенцовое колесо 52—58 (см. рис. 29, а) в рабочее положение.

Если теперь рукоятку 1 повернуть вправо, то диски 3 и 4 переместятся влево. Диск 3, действуя на пальцы рычага 6, поворачивает зубчатые колеса 7 и 8 и тем самым вызывает перемещение тяги 9, связанной с трехвенцовым колесом 7—8—54 (см. рис. 29, а).

Диск 4, действуя на пальцы рычага 10 при помощи зубчатых колес 11—12 и тяги 13, устанавливает в нужное положение трехвенцовое колесо 12—13—14 (см. рис. 29, а).

Включение шпинделя производят поворотом рукоятки 14 (см. рис. 28), управляющей положением фрикционных муфт 47 и 48 (см. рис. 29). Эта рукоятка имеет три рабочих положения: верхнее — для сообщения шпинделю правого вращения, нижнее — для сообщения шпинделю левого вращения и среднее — для выключения шпинделя. Для быстрого прекращения вращения шпинделя одновременно с выключением его включают тормоз 15 (см. рис. 29, а).

Привод подачи. Как у вертикально-сверлильных станков, источником движения механизма подачи здесь является шпиндель. Зубчатая пара 59—40 (см. рис. 29, а) приводит во вращение трехвенцовое колесо 60—62—64, сидящее на валу 65. В верхнем положении трехвенцового колеса в зацеплении нахо-



ка 2А55 (а) и разрез механизма автоматического подачи (б)

дятся зубчатые колеса 60—39, в среднем — колеса 62—63 и в нижнем — колеса 64—66. Дальше в передаче движения валу 41 участвует двухвенцовое колесо 37—38. В верхнем его положении сцеплены зубчатые колеса 63—38, в нижнем — колеса 67—37. Через зубчатую пару 36—68 получает вращение вал 69. Передача движения валу 35 зависит от положения двухвенцового колеса 34—32. При верхнем положении двухвенцового колеса в зацеплении находятся зубчатые колеса 70—34, при нижнем — колеса 33—32.

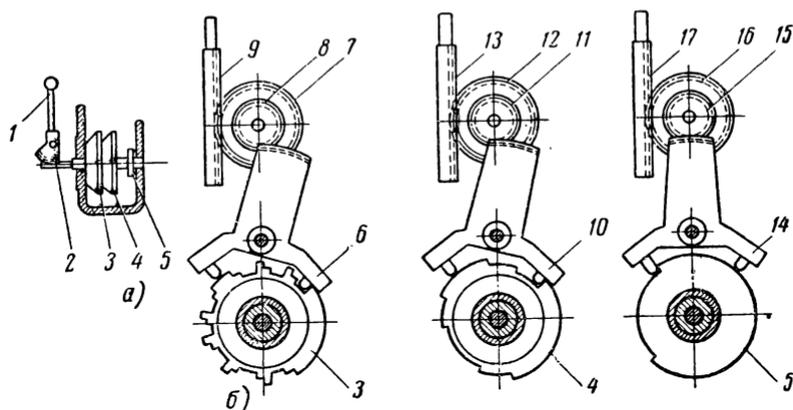


Рис. 30. Схема действия одnorукоятчного управления переключением скоростей шпинделя радиально-сверлильного станка 2А55:

а — схема расположения дисков одnorукоятчного управления,
б — схема механизмов переключения блочных колес

Вал 35 может быть связан с червяком 29 зубчатой муфтой 30. Для этого муфта должна занимать верхнее положение, при котором в нее входит колесо 31. При нижнем положении муфты 30 механическая подача выключена.

Через шариковую муфту, предохраняющую механизм станка от перегрузки при чрезмерном возрастании осевой составляющей силы резания, приводится во вращение шлицевая втулка червяка 29 (на рисунке муфта и втулка не показаны).

Переключение зубчатых колес 60—62—64, 37—38 и 34—32 производится рукояткой 13 (см. рис. 28) при помощи такого же механизма одnorукоятчного управления, как и переключение скоростей вращения шпинделя.

Для установки необходимой подачи рукоятку 13 сначала поворачивают на «себя», а затем вращают вокруг горизонтальной оси до тех пор, пока против указателя не окажется требуемое значение подачи. После этого возвращают рукоятку в исходное положение.

Перемещение муфты 30 (см. рис. 29, а) осуществляют поворотом рукоятки 27: влево — для связывания вала 35 с червяком 29 и вправо — для их разъединения.

Червяк 29 находится в постоянном зацеплении с червячным колесом 28, свободно сидящим на полой валике 91 (см. рис. 29, б). Ступица 73 этого колеса торцовыми зубьями 74 связана с полумуфтой 75, правый конец которой имеет зубчатый венец. Рядом с полумуфтой 75 помещена полумуфта 88, присоединенная к головке 81. В радиальных пазах головки на осях 85 установлены рычаги 82. Нижние концы этих рычагов несут сухари, которые входят в радиальные прорези полого валика 91 и связывают последний с головкой. Если отжать любой из рычагов 82 (на рис. 29, б влево), то он, упершись сухарем в стенку прорези неподвижного валика 91, передвинет головку 81 влево, полумуфта 88 войдет в зацепление с полумуфтой 75 и червячное колесо окажется связанным с валиком 91. При вращении валика реечное колесо 71 заставляет рейку 72 перемещать гильзу шпинделя, сообщая ей движение подачи.

Для отключения валика 91 от червячного колеса 28 рычаг 82 подают «на себя» (на рис. 29, б вправо), возвращая в исходное положение головку 81 и полумуфту 88.

Каждое из указанных двух положений головки 81 и полумуфты 88 фиксируется пружинным стопором 86, попадающим в соответствующий паз 87 на поверхности полого валика 91.

Выключение механической подачи может быть произведено как вручную, так и автоматически. Выключение вручную можно осуществить нажатием на рычаг 82, отодвигая муфту 88, и поворотом рукоятки 27 (см. рис. 28), отключая муфту 30 (см. рис. 29, а).

Для автоматического выключения механической подачи используется следующее устройство. На полумуфте 88 (см. рис. 29, б) расположен лимб 78. В этом лимбе установлена втулка 79 с эксцентрично расположенным отверстием, сквозь которое пропущен жестко связанный с ней валик. На одном конце этого валика расположен упор 76, а на другом — кнопка 80. При нажатии на кнопку 80 упор 76 передвигается влево и занимает рабочее положение.

При подаче шпинделя муфта 88 вращается, а вместе с ней вращается и диск 78, так как эксцентриковая втулка имеет на своей поверхности зубцы, находящиеся в зацеплении с зубчатым венцом полумуфты 88. Втулка выполняет в этом случае роль фиксатора, связывающего ~~вал~~ с муфтой. После достижения шпинделем заданного конечного положения упор 76 нажимает на ролик 77, связанный с рычагом, который отключает муфту 30 (см. рис. 29, а), и механическая подача прекращается.

Для настройки механизма выключения автоматической подачи на требующуюся глубину сверления поворотом кнопки 80

(см. рис. 29, б) выводят эксцентриковую втулку из зацепления с муфтой 88. В результате этого создается возможность поворачивать диск 78 вместе с упором 76 относительно неподвижной муфты 88. Диск поворачивают до тех пор, пока против указательной стрелки 17 (см. рис. 28) не окажется нужное деление шкалы лимба. После этого обратным поворотом кнопки 80 фиксируют новое положение диска, а следовательно и упора 76.

В тех случаях, когда автоматическое выключение подачи не требуется, кнопку 80 оттягивают «на себя». Это заставит упор 76 занять положение, при котором он может проходить мимо ролика 77, не задевая его.

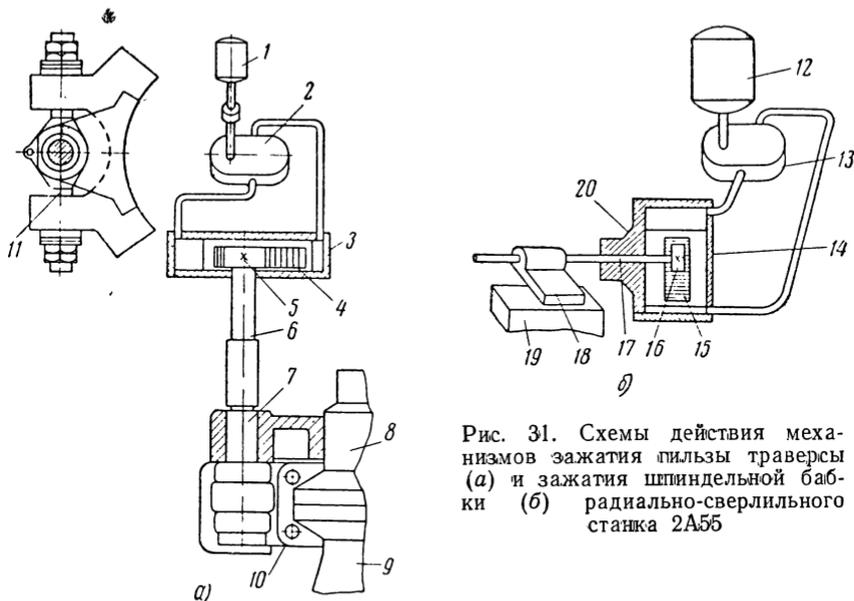


Рис. 31. Схемы действия механизмов зажатия пилы траверсы (а) и зажатия шпиндельной бабки (б) радиально-сверлильного станка 2А55

Подачу шпинделя вручную можно производить быстро или медленно. Быстрое перемещение производят вращением рычагов 82 вокруг оси валика 91 при отключенной полумуфте 88. Медленную подачу шпинделя осуществляют вращением маховичка 27 (см. рис. 29, а) при включенных муфтах 30 и 88.

Поворот траверсы. Траверсу вместе с гильзой 4 (см. рис. 28) поворачивают вручную. Для того чтобы вращение происходило легко и свободно, гильза 4 установлена на колонне 2 на двух опорах качения. Нижняя опора представляет собой радиальный роликовый подшипник, а верхняя состоит из радиального и упорного шарикоподшипников. Между последними двумя подшипниками помещены тарельчатые пружины. После освобождения гильзы от зажатия эти пружины поднимают ее вместе

с рукавом и в месте стыка гильзы с колонной 2 образуется зазор в 0,1—0,2 мм.

Траверсу в определенном положении закрепляют стягиванием разрезного хомута 3. Для этого, нажимая соответствующую кнопку кнопочной станции 25 (см. рис. 28), включают электродвигатель 1 (рис. 31, а) приводящий в действие насос 2. Жидкость под давлением подается насосом по одну сторону поршня 4 цилиндра 3. Так как рейка, образованная на этом поршне, находится в зацеплении с зубчатым колесом 5, то перемещение поршня вызовет поворот валика 6 и связанного с ним эксцентрикового валика 7. Надетые на этот валик сцепления тяги 11 стянут при этом хомут 10. Так как хомут охватывает конические поверхности гильзы 8 и колонны 9, то перед зажатием будет преодолено противодействие тарельчатых пружин и гильза окажется прижатой к нижнему торцу колонны.

После освобождения гильза (для этого предназначена специальная кнопка станции 25 (см. рис. 28) заставит двигатель 1 вращаться в обратную сторону, и жидкость от насоса заполнит пространство по другую сторону поршня и возвратит его в исходное положение.

Наличие в гидравлической системе предохранительного клапана (на схеме не показан) ограничивает силу зажатия.

Вертикальное перемещение траверсы осуществляется механически рукояткой крестового переключателя 15 (см. рис. 28). Поворотом рукоятки включают реверсивный двигатель 1 (см. рис. 29, а), вращающий винт 53 через зубчатые пары 2—5 и 3—6. Поступательное перемещение траверса получает от гайки 61. Для правого вращения электродвигателя и поднятия траверсы рукоятку 15 (см. рис. 28) поворачивают вверх, для левого вращения электродвигателя и опускания траверсы — вниз. Для предохранения механизма от поломки при перегрузке связь между зубчатыми колесами 2 и 5 (см. рис. 29, а) осуществляется через предохранительную шариковую муфту 4.

Поднятие или опускание траверсы происходит следующим образом (рис. 32). Винт 1 (на рис. 29, а он обозначен поз. 53) пропущен сквозь грузовую гайку 3, которая имеет возможность свободно вращаться в своих опорах относительно траверсы 15. Тот же винт проходит и сквозь гайку 6, удерживаемую от вращения тем, что присоединенная к ней планка 4 входит в продольный паз в траверсе 15. В результате этого, хотя при включении электродвигателя 7 (см. рис. 29, а) сразу же начинается вращение винта 1, траверса 2 остается на месте, так как гайка 3 вращается вместе с винтом, а гайка 6 перемещается по винту, не оказывая на траверсу никакого воздействия. Это необходимо для того, чтобы предварительно освободить траверсу от закрепления на гильзе. По мере перемещения гайки 6 по винту 1 рычаг 14 поворачивает валик с зубчатым колесом 13. Как толь-

ко он перестанет нажимать на ролик 9, прекращается воздействие тяг 8 и 10 на болты 7, стягивающие траверсу на гильзе. Теперь траверса свободна и может совершать по гильзе вертикальное перемещение.

К тому времени, когда происходит освобождение траверсы на гильзе, гайка 6 занимает такое положение, при котором выступ

связанной с ней планки 4 оказывается против зуба 5, присоединенного к гайке 3. Как только этот зуб вращающейся гайки 3 встретит на своем пути выступ планки 4, вращение гайки 3 прекратится и начнется поступательное ее перемещение по винту, а следовательно, и вертикальное перемещение траверсы.

Зубчатый конец рычага 14 находится в зацеплении с зубчатым колесом 13, на одной оси с которым установлен барабанный переключатель (на рисунке не показан). Поворот рычага 14 ставит этот переключатель в положение, при котором электрическая цепь управления электродвигателем 7 (см. рис. 28) подготавливается к реверсированию. Для прекращения вертикального перемещения траверсы достаточно возвратить переключатель 15 в нейтральное положение. При этом барабанный переключатель включает электродвигатель 7 на кратковременный обратный ход. Как только электродвигатель реверсируется, гайка 6 (см. рис. 32) вместе с линейкой 4 начнет перемещение в обратном направлении. Зуб 5 сходит с выступа линейки 4 и вращение гайки 3, а следовательно и перемещение траверсы, прекращается.

Дальнейшее перемещение гайки 6 вызывает возврат кулачка 11, установленного на диске 12, в исходное положение и зажатие траверсы на гильзе. Одновременно с этим поворачивается и барабанный переключатель. После возвращения переключателя в исходное положение электродвигатель 7 (см. рис. 28) отключается.

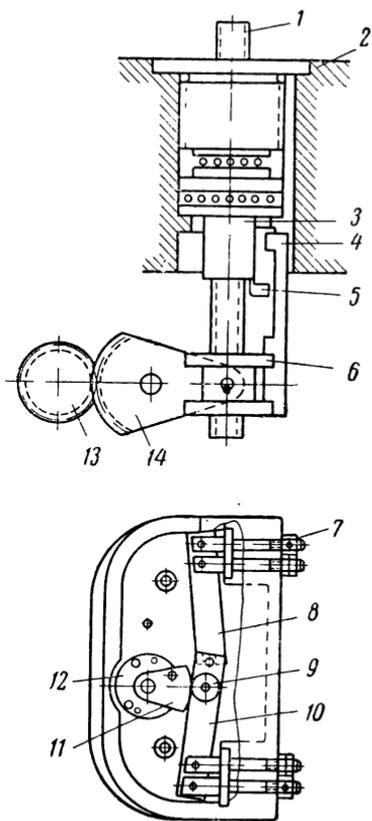


Рис. 32. Схема действия механизма подъема и опускания траверсы радиально-сверлильного станка 2А55

Механизм вертикального перемещения траверсы снабжен предохранительным устройством, автоматически выключающим движение в крайних по высоте положениях траверсы.

Перемещение шпиндельной бабки по траверсе. Шпиндельная бабка 10 (см. рис. 28) имеет возможность перемещаться по направляющим траверсы, приближая шпиндель 24 к оси колонны 2 или удаляя от нее. В необходимом для работы положении шпиндельная бабка закрепляется на направляющих траверсы гидравлическим зажимом.

Перемещение шпиндельной бабки по траверсе совершается вручную поворотом маховичка 83 (см. рис. 29, б), при помощи гайки 84 жестко связанной с валиком 92, пропущенным сквозь пустотелый валик 91. На левом конце валика установлено зубчатое колесо 90, находящееся в зацеплении с реечным колесом 89, которое сцепляется с рейкой, прикрепленной к траверсе.

Закрепление шпиндельной головки в рабочем положении осуществляют одновременно с закреплением траверсы на гильзе нажатием на соответствующую кнопку кнопочной станции 25 (см. рис. 28). Для закрепления используют механизм, упрощенная схема которого показана на рис. 31, б.

Нажатие на кнопку приводит к включению электродвигателя 12 (см. рис. 31, б) шестеренчатого насоса 13. Насосом поток жидкости направляется в соответствующую полость гидравлического поршневого двигателя 14, поршень 15, передвигаясь поступательно, при помощи нарезанной на нем рейки поворачивает зубчатое колесо 16 вместе с валиком 17. При повороте валика сидящая на нем эксцентриковая втулка, упираясь через выступ рычага 18 в верхнюю направляющую траверсы, поднимает шпиндельную бабку и прижимает ее к нижней направляющей траверсы.

Как только зажатие осуществлено и давление жидкости в системе достигнет установленного максимального значения, открывается предохранительный клапан.

Кнопка отжата заставляет электродвигатель 12 вращать насос 13 в обратном направлении и механизм возвращается в исходное положение.

Таблица выбора режимов резания 11 (см. рис. 28) состоит из двух дисков: наружного неподвижного и внутреннего подвижного.

На наружном неподвижном диске нанесены:

рекомендуемые значения подачи и скоростей резания при обработке стали, чугуна, бронзы и алюминия. Значения подач при сверлении даны в зависимости от диаметра инструмента, а значения скоростей резания — в зависимости от вида обработки (сверление, развертывание, нарезание резьбы);

значения возможных чисел оборотов шпинделя и соответствующие им положения рукоятки управления;

шкала диаметров режущего инструмента.

На внутреннем подвижном диске изображена указательная стрелка и шкала скоростей резания.

Выбрав целесообразную для данных условий работы скорость резания, поворачивают внутренний подвижный диск, устанавливая его в положении, при котором стрелка совпадает со значением диаметра применяемого инструмента. Тогда против значения рекомендуемой скорости резания окажется соответствующее ей число оборотов шпинделя.

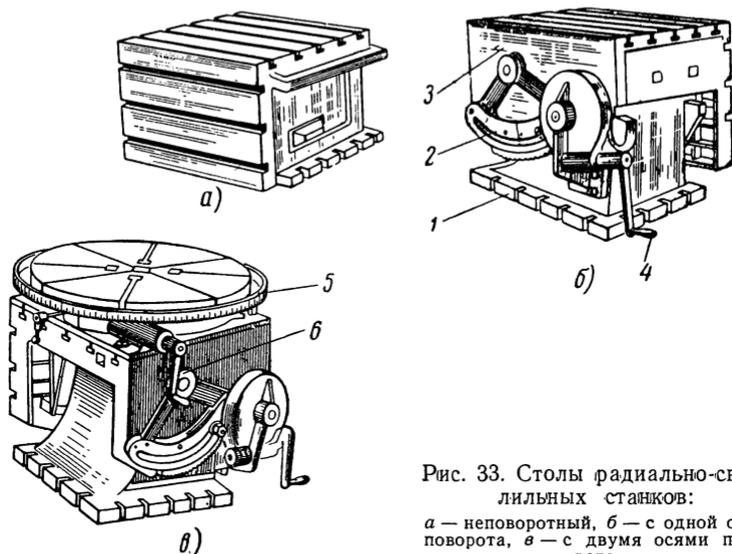


Рис. 33. Столы радиально-сверлильных станков:

а — неповоротный, *б* — с одной осью поворота, *в* — с двумя осями поворота

Включение станка в сеть осуществляется выключателем 30 (см. рис. 28). Для включения насоса служит выключатель 29.

Столы радиально-сверлильных станков. Для установки и закрепления обрабатываемых деталей применяют столы различной конструкции. Наиболее простым из них является неповоротный стол (рис. 33, *а*). Он имеет пазы для болтов, которыми крепится обрабатываемая деталь, как на горизонтальной, так и на вертикальной поверхностях.

Поворотные столы могут быть с одной (рис. 33, *б*) или двумя осями поворота (рис. 33, *в*). Стол 3 с одной осью имеет неподвижный корпус 1, поворачиваемый рукояткой 4 вокруг горизонтальной оси, и шкалу 2 для отсчета угла поворота. Стол 5 с двумя осями (рис. 33, *в*) отличается тем, что имеет круглую форму и поворачивается вокруг вертикальной оси рукояткой 6.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные элементы вертикально-сверлильного станка и укажите их назначение.

2. Какие установочные движения могут совершаться на вертикально-сверлильном станке? Как шпиндельная бабка и стол закрепляются в рабочее положение?

3. Пользуясь рис. 20 и 21, опишите устройство шпинделя и его втулки, укажите, как регулируется шпиндель во втулке в осевом направлении.

4. Пользуясь рис. 21 и 22, опишите главный привод станка, а по рис. 23 и 24 — привод подачи, его предохранительное устройство и включение и выключение механической подачи. Как осуществляется ручная подача? Как производится автоматическое выключение механической подачи?

5. Какие требования предъявляются к столу станка и как производится установка его по высоте?

6. В чем особенности конструкции радиально-сверлильных станков? Какие возможны установочные движения здесь и как устроены механизмы для осуществления каждого из этих движений?

7. Опишите устройство главного привода радиально-сверлильного станка (рис. 29) и принцип действия механизма однорукоточного управления переключением подвижных блоков (рис. 30).

8. По рис. 29 опишите устройство привода подачи.

9. Как производится перемещение шпиндельной бабки по траверсе?



Глава V

УСТРОЙСТВО МНОГОШПИНДЕЛЬНЫХ И АГРЕГАТНЫХ СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКОВ

§ 14. УСТРОЙСТВО МНОГОШПИНДЕЛЬНЫХ СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКОВ

Многошпиндельные сверлильные станки с постоянными шпинделями. На общей станине установлен ряд стоек, обычно от двух до шести. Каждая стойка несет свой шпиндель с отдельным приводом от индивидуального электродвигателя.

Устанавливая в шпинделях разные режущие инструменты, можно вести последовательную обработку одного и того же отверстия или нескольких разных отверстий одной детали.

Применение многошпиндельных станков экономит время, затрачиваемое при обработке на одношпиндельных станках, на перестановку режущего инструмента и повторные установки обрабатываемой детали.

Каждая стойка станка представляет как бы независимый одношпиндельный сверлильный станок, устройство и управление работой которого уже рассматривалось нами подробно.

Многошпиндельные сверлильные станки с переставными шпинделями отличаются от одношпиндельных только конструкцией шпиндельной бабки. Поворотом штурвала или при помощи привода подачи шпиндельная бабка опускается вниз. В ней размещен ряд шпинделей, каждый из которых несет свой режущий инструмент, получающий вращательное движение от общего шпинделя. Для этого на нижнем конце шпинделя на валике 1 (рис. 34) установлено зубчатое колесо 4, в зацеплении с которым находится ряд зубчатых колес 3, расположенных на коротких валах 2. От них через универсальные шарниры 5, телескопические валики 6—7 и универсальные шарниры 8 вращение передается сверлильным шпинделям 13.

Расстояние между осями коротких валиков 2 постоянно, а расстояние между осями шпинделей 13 может меняться. Это обеспечивается тем, что шпиндели помещены во втулках 9, установленных в скобах 10. В продольные пазы скоб вставлены болты 15—16. Головки этих болтов находятся в Т-образных пазах корпуса 17 шпиндельной бабки. Ослабив эти болты, скобу можно переместить относительно корпуса 17, закрепив затем в нужном положении.

Положение шпинделя можно регулировать также по высоте. Для этого ключ 14 квадратным концом вставляется в торцовое углубление валика зубчатого колеса 11. Поворот колеса передается втулке 9, имеющей на части своей окружности зубчатый венец и по всей наружной поверхности резьбу. Вращение втулки 9 в гайке 12 сдвигает ее в осевом направлении вместе со шпинделем 13.

Рассмотренное устройство шпиндельной бабки является только одним из примеров разнообразного конструктивного оформления многошпиндельных станков с переставными шпинделями.

Основное достоинство многошпиндельных станков — возможность одновременной обработки у одной детали большого числа отверстий различных диаметров. Нужно только, чтобы расстояние между осями смежных отверстий было достаточным для размещения шпинделей и диаметры одновременно обрабатываемых отверстий незначительно отличались друг от друга. Последнее требование объясняется тем, что скорость вращения всех шпинделей одинакова, а скорость резания каждого инструмента зависит от его диаметра. Скорость вращения шпинделя выбирается в зависимости от диаметра наибольшего отверстия, тогда скорости резания при обработке остальных отверстий тем менее экономичны, чем меньше их диаметр.

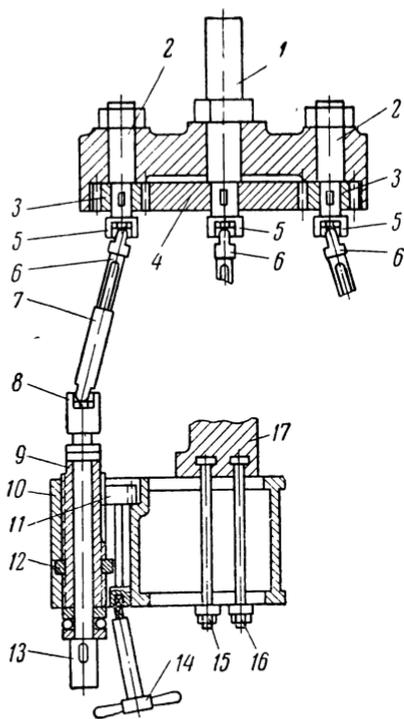


Рис. 34. Многошпиндельный сверлильный станок с переставными шпинделями

§ 15. УСТРОЙСТВО АГРЕГАТНО-СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКОВ

Агрегатными называются станки, собранные из стандартных нормализованных узлов. Основными элементами таких станков являются: основания, станины, стойки, силовые головки и шпиндельные коробки.

Агрегатные станки предназначены для обработки определенной детали или определенной номенклатуры деталей и позволяют резко сократить затраты времени на их обработку.

Высокая производительность агрегатных станков обусловлена одновременной обработкой несколькими инструментами и сокращением вспомогательного времени.

В зависимости от условий выполняемой работы агрегатный станок может иметь разное число вертикальных, горизонтальных или наклонных силовых головок.

Агрегатный станок наиболее простой конструкции состоит из станины, на которой помещен передвижной стол для закрепления обрабатываемой детали и силовая головка. В состав головки входит каретка, на которой смонтированы шпиндельная бабка, несущая один или несколько шпинделей, и электродвигатель, сообщающий им вращательное движение. Движение подачи шпиндельная бабка получает от одного из валов главного привода или от отдельного двигателя электрического, гидравлического или пневмогидравлического.

После установки обрабатываемой детали на стол станка нажимается пусковая кнопка и шпиндельная бабка вместе с вращающимися в ней шпинделями быстро подводится к обрабатываемой детали. Перед началом резания инструментов в деталь быстрая подача автоматически заменяется медленной. По окончании резания движение шпиндельной бабки реверсируется и она быстрым ходом возвращается в исходное положение.

В агрегатных станках, предназначенных для одновременной обработки одной детали с нескольких сторон, на станине устанавливаются несколько силовых головок. В рассматриваемом случае установлены две горизонтальные и одна вертикальная силовые головки, которые одновременно вступают в работу.

Применяются также агрегатные станки, предназначенные для одновременной обработки нескольких деталей, обычно за несколько, последовательно выполняемых операций. Такого рода станок приведен на рис. 35. У него на станине расположены пять горизонтальных силовых головок и круглый поворотный стол. Этот стол имеет шесть позиций для установки и закрепления шести обрабатываемых деталей.

Рабочий цикл начинается с закрепления в позиции А (загрузочной) заготовки, подлежащей обработке. При нажатии на пусковую кнопку стол поворачивается, рабочее место с заготовкой переходит в позицию В и заготовка обрабатывается силовой го-

ловкой *I*. В это время рабочий устанавливает новую заготовку на рабочее место, перешедшее в загрузочную позицию *A* из позиции *E*.

Когда после окончания обработки силовой головкой *I* стол автоматически повернется снова на 60° , то против головки *I* окажется вторая заготовка, а первая будет против головки *II*.

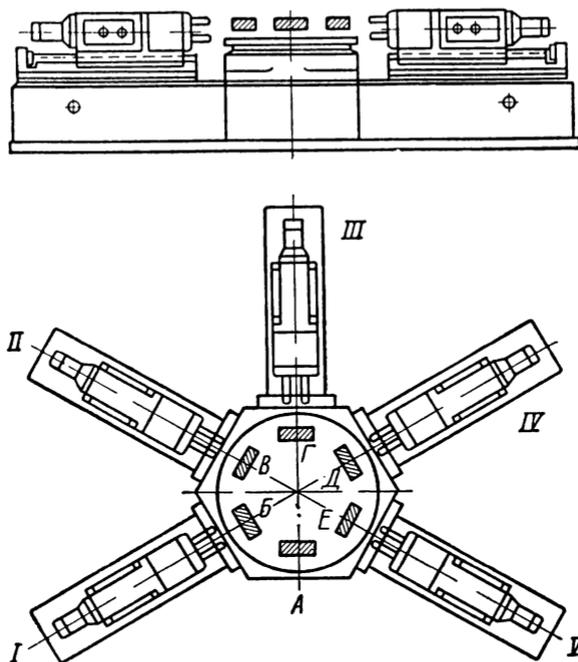


Рис. 35. Схема агрегатного станка с пятью горизонтальными головками

Пока обрабатываются первые две заготовки на рабочем месте, оказавшееся в загрузочной позиции, устанавливается третья заготовка. Новый поворот стола и теперь одновременно обрабатываются три заготовки: первая — *III* головкой, вторая — *II* и третья — *I*.

Так постепенно вводятся в работу все пять силовых головок. Обработанную деталь в загрузочной позиции рабочий заменяет новой заготовкой. Здесь важно так распределить операции между силовыми головками, чтобы все головки заканчивали обработку в одно время.

Силовые головки. Конструкции силовых головок разнообразны. Применяются силовые головки одношпиндельные и многошпиндельные, с ручной подачей и с механической, с ис-

пользованием для подачи гидравлических, пневмогидравлических или электрических двигателей.

Для того чтобы понять принцип действия силовых головок, рассмотрим конструкции механической и пневмогидравлической головок.

В механической головке цикл движений осуществляется при помощи дискового кулачка (рис. 36). Источником движения является электродвигатель 1. Через сменные зубчатые колеса 2 и пустотелую втулку 6 с внутренними шлицами приводится во вращение шпиндель 7.

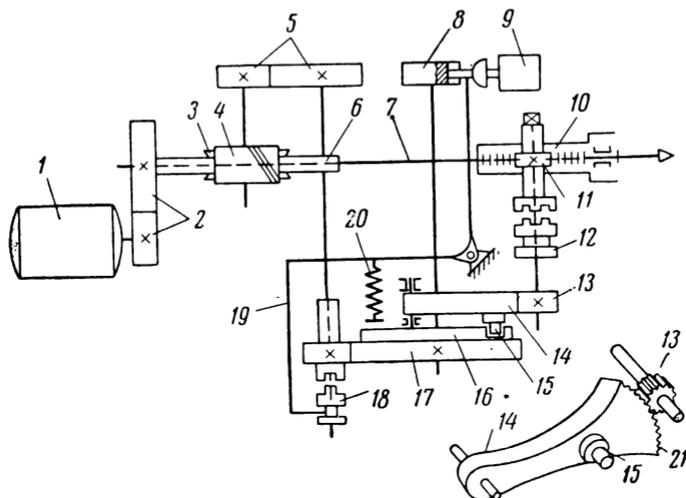


Рис. 36. Схема действия силовой головки с механической подачей

На втулке 6 закреплен червяк 4. Через червячное колесо 3, пару сменных зубчатых колес 5, кулачковую муфту 18 и зубчатую пару 17 приводится во вращение дисковый кулачок 16.

В торцовый паз кулачка входит ролик 15, закрепленный на рычаге 14. Правый конец рычага имеет зубчатый сектор 21, находящийся в зацеплении с зубчатым колесом 13. Кулачок поворачивает рычаг, зубчатый сектор вращает колесо 13.

Для осуществления рабочего цикла включают муфту 12. Тогда вращение шестерни 13 через эту муфту и реечное колесо 11 сообщает осевую подачу гильзе 10 шпинделя.

Рабочая поверхность кулачка состоит из трех участков. При соприкосновении ролика 15 с поверхностью первого участка кулачка происходит быстрый подход шпинделя к обрабатываемой детали. При соприкосновении с поверхностью второго участка

осуществляется резание, с поверхностью третьего участка — быстрый возврат в исходное положение.

На одной оси с кулачком 16 закреплен кулачок 8. На цилиндрической поверхности этого кулачка имеется впадина. По рабочей поверхности кулачка 8 скользит конец штока, связанного со стержнем соленоида 9. К штоку присоединен конец рычага 19. Соленоид 9 представляет собой катушку, образованную из электрического проводника, внутри которой расположен железный стержень (сердечник). Когда в катушке тока нет, сердечник действием веса или пружины выдвигается из катушки; как только подается ток, сердечник втягивается в нее.

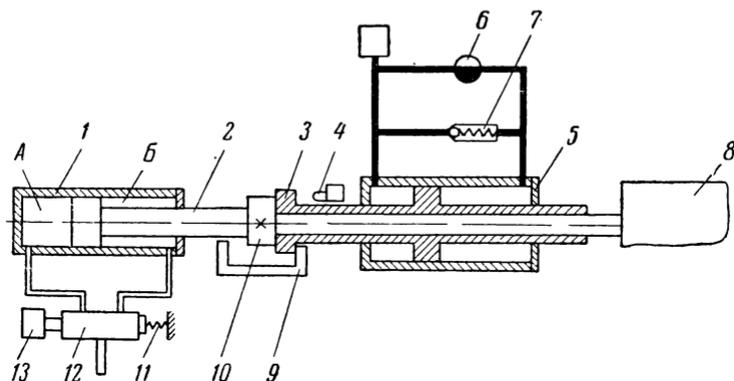


Рис. 37. Схема действия пневматической головки

Когда шток соленоида находится во впадине кулачка 8, пружина 20 тянет рычаг 19, заставляя его повернуться против часовой стрелки и выключить кулачковую муфту 18. Шпиндель в этот момент находится в своем начальном положении.

Чтобы начать подачу шпинделя, надо подать ток в катушку соленоида. Это делается либо нажатием на пусковую кнопку, либо автоматически (если станок является автоматом или полуавтоматом). Как только в катушку соленоида поступил ток, стержень его втягивается и рычаг 19 поворачивается по часовой стрелке, включая муфту 18, после чего кулачок 16 начинает вращаться, передавая через гильзу 10 шпинделю движение в осевом направлении. Подача производится до тех пор, пока кулачки 16 и 8 не совершат полного оборота, в конце которого впадина на рабочей поверхности кулачка 8 вновь окажется против штока соленоида, муфта 18 отключится и перемещение шпинделя прекратится.

На рис. 37 изображена силовая головка другой конструкции. Здесь салазки, несущие шпиндельную бабку, связаны втулкой

10 со штоком пневматического двигателя 1. При подаче сжатого воздуха в полость А двигателя шток его поршня перемещает шпindelную бабку 8 в одном направлении, а при подаче сжатого воздуха в полость Б — в противоположном.

При подаче тока в катушку соленоида 13 его сердечник втягивается и ставит присоединенный к нему плунжер золотника 12 в такое положение, при котором сжатый воздух подается в полость А двигателя 1 и шток 2 вместе с шпindelной бабкой 8 перемещается вправо. Это перемещение происходит с большой скоростью до тех пор, пока выступ 9 штока 2 не встретит на своем пути полый поршень 3.

С этого момента вместе со штоком 2 перемещается и поршень буферного цилиндра 5. Правая полость этого цилиндра заполнена маслом. Поэтому перемещение штока 2 может происходить только по мере освобождения правой полости от масла, которое перетекает в левую полость через дроссель 6. Дроссель представляет собой кран с узкой щелью. Условное его обозначение в схемах такое, как показано на рассматриваемом рисунке. Увеличивая при настройке станка щель дросселя, можно быстрее освобождать правую полость и получать более быстрое перемещение шпindelной бабки. Таким образом, настройка дросселя позволяет установить скорость рабочей подачи.

Как только салазки достигают нужного конечного положения, срабатывает электрический выключатель 4 и подача тока в соленоид 13 прекращается. Пружина 11 ставит золотник 12 в такое положение, при котором сжатый воздух из магистрали будет поступать уже в правую полость Б пневматического двигателя 1. Это заставит поршень его и шток 2 двигаться влево, увлекая за собой и полый поршень 3. Теперь жидкость из левой полости буферного цилиндра возвращается в правую, но не через дроссель, а, минуя его, через шариковый клапан 7. Проходное отверстие в этом клапане имеет значительное сечение, поэтому левая полость буферного цилиндра освобождается быстро, позволяя салазкам перемещаться влево с большой скоростью.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем особенности устройства многошпindelных сверлильных станков с постоянными шпинделями? В каких случаях они применяются и какими преимуществами обладают?

2. Опишите устройство многошпindelного сверлильного станка с переставными шпинделями. Как меняется расстояние между шпинделями и как регулируется положение шпинделей по высоте? В чем достоинство этих станков и когда целесообразно их применение?

3. Какие станки называются агрегатными? Из каких основных элементов они состоят? Какие типы агрегатных станков имеют основное применение?

4. По рис. 36 опишите устройство силовой головки с дисковым кулачком, а по рис. 37 — силовой пневмогидравлической головки.

Глава VI

УСТРОЙСТВО СТАНКОВ ДЛЯ ГЛУБОКОГО СВЕРЛЕНИЯ И ЦЕНТРАЛЬНЫХ СТАНКОВ

§ 16. СТАНКИ ДЛЯ ГЛУБОКОГО СВЕРЛЕНИЯ

Станки для глубокого сверления, часто называемые токарно-сверлильными, предназначены для обработки глубоких отверстий. Глубокими принято называть такие отверстия, длина которых в пять и более раз превышает их диаметр. Добиться правильного положения и точных размеров такого отверстия очень трудно.

Конструкция станка зависит от характера выполняемой обработки, предъявляемых к ней требований, длины и диаметральных габаритов детали, а также от ряда других факторов. В связи с тем что условия обработки глубоких отверстий очень разнообразны, на производстве встречается большое число типов станков для глубокого сверления.

При сверлении сравнительно небольших по размерам деталей вращательное движение совершает не инструмент, а заготовка. При обработке крупных или неудобных по форме деталей вращается режущий инструмент.

Устройство станка для глубокого сверления 1С-190А. Станок предназначен для сверления одновременно в двух деталях отверстий диаметром 17—25 мм и глубиной до 650 мм. При сверлении вращается обрабатываемая деталь, а режущий инструмент совершает поступательную подачу.

На станине 18 (рис. 38) установлены две бабки — передняя 7 и задняя 13 (каждая из них несет два рядом расположенных шпинделя) — и зажимное устройство 11.

На шпинделях передней бабки установлены приспособления для закрепления в них левого конца обрабатываемой детали (в

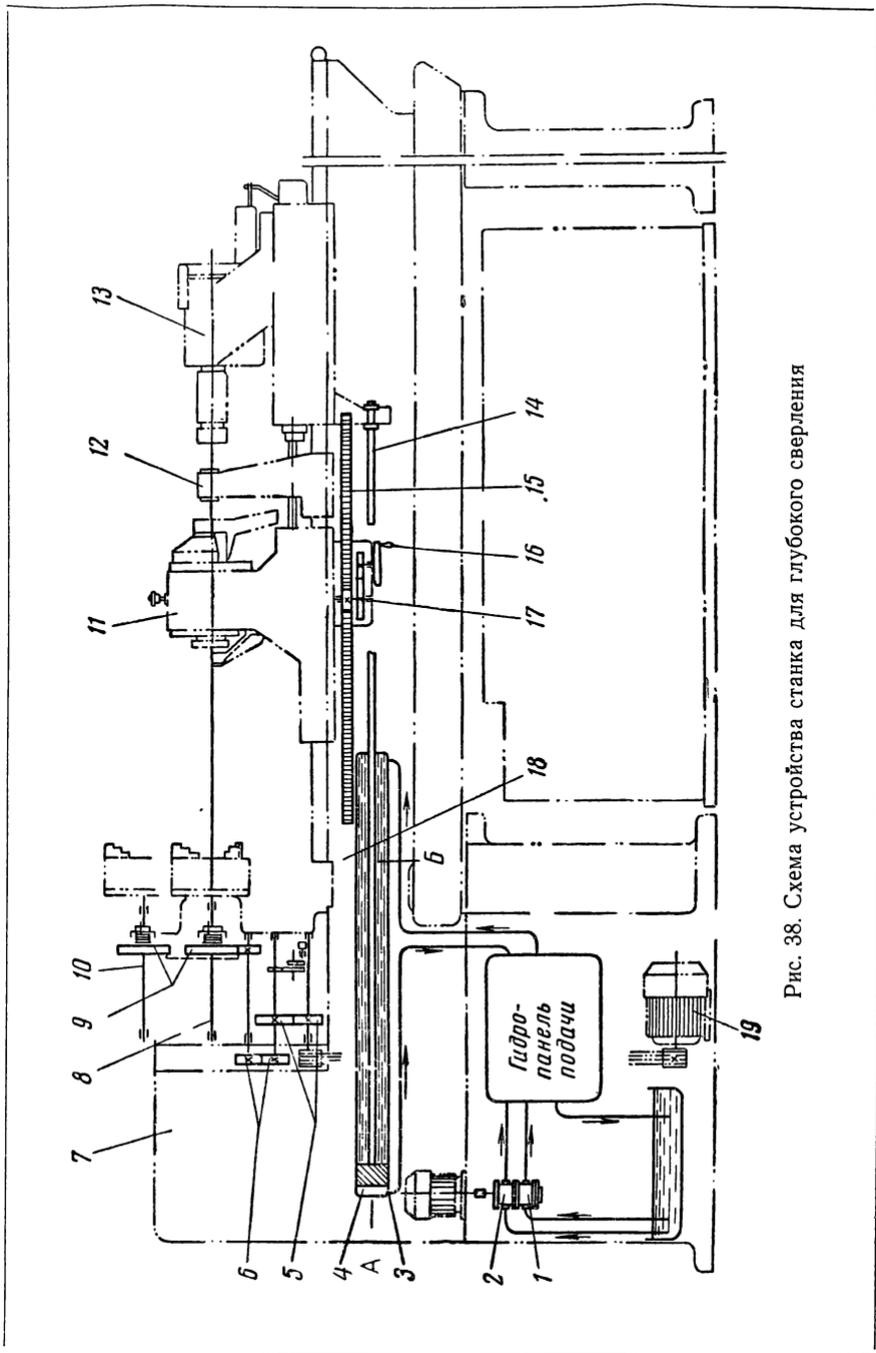


Рис. 38. Схема устройства станка для глубокого сверления

данном случае — трехлапчатые самоцентрирующие патроны). Шпиндели 8 и 10 получают вращательное движение от электродвигателя 19 через клиноременную передачу, две пары постоянных зубчатых колес 5, 9 и пару сменных зубчатых колес 6. Набор сменных колес позволяет изменять скорость вращения шпинделей в пределах от 260 до 2000 об/мин.

Правый конец заготовки закрепляется в зажимном приспособлении 11. Так как длина заготовок различна, то зажимное приспособление можно перемещать при настройке по направляющим станины. Для этого вращают маховичок 16; вращение маховичка передается реечному колесу 17, которое обкатываясь по рейке 15, прикрепленной к станине станка, заставляет зажимное устройство перемещаться влево или вправо.

С правой стороны зажимное приспособление имеет фланец с кондукторными втулками для правильного направления сверла в начале врезания его в заготовку. В процессе резания сверло поддерживается люнетом 12.

Задняя бабка несет две рядом расположенные пиноли (невращающиеся шпиндели). В них крепятся режущие инструменты, подача которых при резании производится перемещением задней бабки по направляющим станины.

Станок работает по полуавтоматическому циклу: сняв две обработанные детали, рабочий закрепляет две новые заготовки, а затем нажимает пусковую кнопку. Нажатие на эту кнопку приводит во вращение шпиндели передней бабки, а задняя бабка начинает быстрое перемещение по направляющим и подводит сверла к заготовкам. Как только сверла подведены, быстрое перемещение автоматически заменяется медленным с рабочей подачей, необходимой для резания. По завершении резания движение задней бабки автоматически реверсируется и она быстро отводится в исходное положение.

Задняя бабка приводится в движение поршневым гидравлическим двигателем, состоящим из цилиндра 3 и поршня 4. Шток 14 этого поршня присоединен к задней бабке. Если поток масла поступает в полость А двигателя, поршень, а следовательно, и задняя бабка перемещаются вправо; при подаче масла в полость Б поршень и задняя бабка перемещаются влево. Поток жидкости направляется в ту или иную полость автоматически, при помощи распределительного устройства, собранного в виде гидропанели.

В гидропанели установлены: насос 1 низкого давления и большой производительности и насос 2 высокого давления и малой производительности. Сначала распределительное устройство направляет масло (от обоих насосов) в правую полость Б двигателя, и задняя бабка быстро перемещается влево. Когда режущий инструмент подведен к деталям, распределительное устройство автоматически отключает насос большой производи-

тельности и в правую полость двигателя продолжает поступать только масло от насоса малой производительности для осуществления медленной, рабочей подачи. Как только резание закончено, распределительное устройство направляет оба потока в левую полость *A* двигателя и задняя бабка быстро отводится в исходное положение. Переключение распределительного устройства производится соленоидами. Подача тока в соленоиды и прекращение подачи происходит при нажатии задней бабки на электрические переключатели, установленные на станине.

§ 17. ЦЕНТРОВАЛЬНЫЕ СТАНКИ

Для установки в центрах при обработке на токарных или шлифовальных станках на торцах валов образуются центровые отверстия. Формы этих отверстий представлены на рис. 39.

При выполнении центровых отверстий важно, чтобы оси их возможно точнее совпадали с осью вала и глубина у всех валов

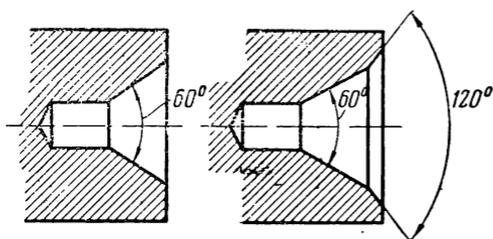


Рис. 39. Центровые отверстия

данной партии была одинакова. Выполнить эти требования наиболее просто и удобно при центровке на специально для этого предназначенных центровальных станках.

Центровальные станки могут быть односторонними и двухсторонними. На односторонних станках сначала ведут обработку

одного торца вала, потом вал поворачивают на 180° и обрабатывают другой его конец. Двухсторонние центровальные станки позволяют одновременно обработать оба торца. Как в том, так и в другом случае вал во время центрования неподвижен, а главное движение (вращение) и движение подачи совершает режущий инструмент.

Устройство двухстороннего центровального станка (рис. 40). На станине *12* установлены две сверлильные головки *3* и *8*, каждая из которых имеет шпиндель, несущий режущий инструмент. Между сверлильными головками на станине помещено устройство для зажатия обрабатываемой детали.

Зажимное устройство состоит из двух стоек *6*, несущих призмы *7* и *13*. Когда призмы раздвинуты, в них укладывают обрабатываемую заготовку. Нижние призмы *13* связаны со штоком поршня *15* гидравлического двигателя *14* и с верхними призма-

ми посредством рычагов 16, имеющих на одном конце зубчатые секторы.

Подача масла под давлением в нижнюю полость поршневого двигателя заставляет нижние призмы подняться, а верхние опуститься. В результате этого вал окажется зажатым в таком положении, при котором его ось будет расположена точно прогив осей шпинделей сверлильных головок.

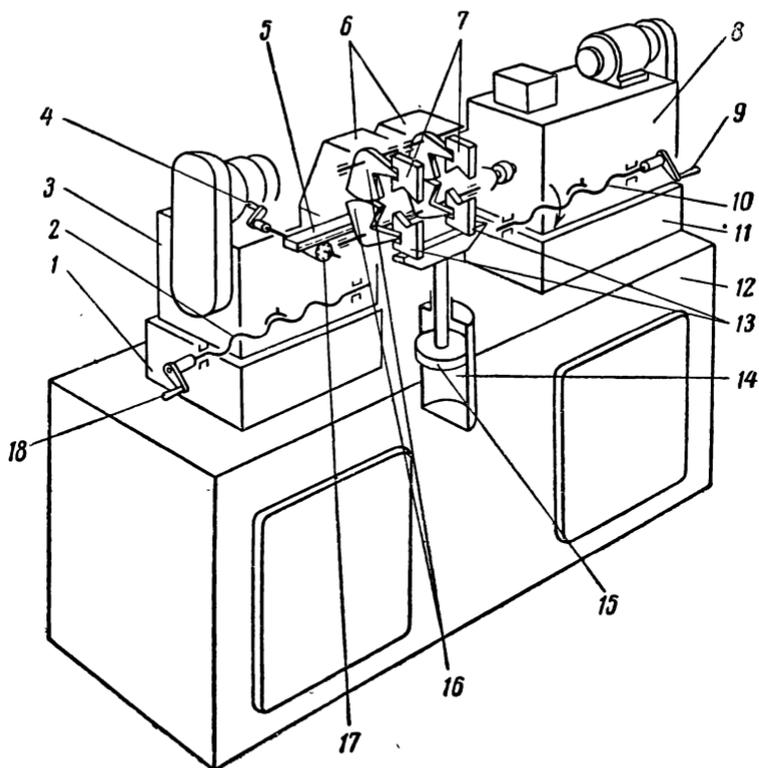


Рис. 40. Схема устройства двухстороннего центрального станка

Стойки 6 можно переставлять на салазках, поворачивая рукоятку 4. Поворот рукоятки заставляет реечное колесо 17 перемещать рейку 5, присоединенную к салазкам зажимного приспособления.

Сверлильные головки при настройке станка перемещают по основаниям (1 или 11) рукоятками 18 или 9, установленными на концах винтов 2 и 10.

Шпиндель 10 (рис. 41) сверлильной головки приводится во вращение электродвигателем 2 через ременную передачу. Шки-

вы сменные и их перестановкой можно изменять скорость вращения шпинделя.

Привод подачи получает движение от шпинделя 10 через червячную передачу 1, кулачковую муфту 18, сменные зубчатые колеса 14, постоянные зубчатые колеса 13 и кулачок 15. К поверхности кулачка 15 пружиной 16 прижимается ролик 12, уста-

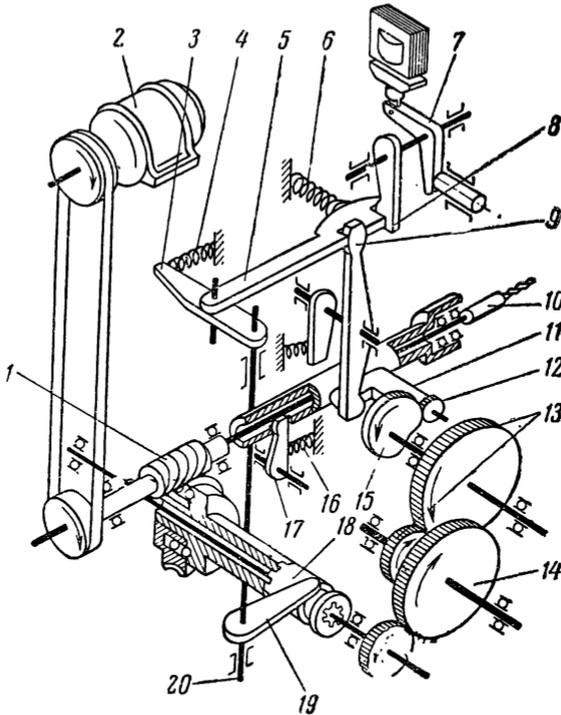


Рис. 41. Схема действия силовой головки двухстороннего центрального станка

новленный на конце выступа 11. Выступ 11 присоединен к гильзе шпинделя, в паз которой входит верхний конец рычага 17. Пружина 16, нажимая на рычаг 17, отводит гильзу вместе со шпинделем влево и тем самым прижимает ролик 12 к кулачку 15.

Придавая рабочей поверхности кулачка соответствующую форму, можно получить быстрый подвод сверла к обрабатываемой детали, рабочую подачу и быстрый отвод назад. Когда шпиндель возвращается в исходное положение, выступ 11 нажимает на нижний конец рычага 9 и поворачивает его по часовой стрелке. В свою очередь, рычаг 9 своим верхним концом пере-

мещает вправо тягу 5 и поворачивает рычаг 3 вместе с валиком 20 по часовой стрелке. Это заставляет рычаг 19 выключить кулачковую муфту, и вращение кулачка 15 прекращается, шпиндель остается в исходном положении.

Для повторения цикла нажимается пусковая кнопка и включается подача тока в соленоид. Стержень соленоида втягивается и поворачивает рычаг 7, а вместе с ним и рычаг 8, по часовой стрелке. Под нажимом рычага 8 тяга 5 отводится от рычага 9, сжимая пружину 6. Это позволяет пружине 4 повернуть рычаг 3 против часовой стрелки и включить кулачковую муфту 18. Одновременно прекращается подача тока в соленоид, и тяга 5 снова входит в зацепление с рычагом 9.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В каких случаях применяются станки для глубокого сверления? Когда при обработке вращается инструмент и когда деталь?

2. Из каких элементов состоит станок 1С-190А? В чем назначение каждого элемента и какие установочные или рабочие движения он совершает?

3. Какой технологический цикл осуществляет станок? Пользуясь рис. 38, опишите, при помощи каких устройств выполняется этот цикл.

4. Для чего служат центральные станки и чем отличается односторонний станок от двухстороннего?

5. Из каких элементов состоит двухсторонний центрально-сверлильный станок? В чем назначение каждого из элементов и какие установочные или рабочие движения может совершать станок?

6. Пользуясь рис. 41, расскажите, как приводится во вращение и как осуществляется подача шпинделя.

7. Пользуясь тем же рисунком, опишите устройство механизма для повторения цикла.

Глава VII

ПРОМЫШЛЕННАЯ САНИТАРИЯ И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Программа, принятая XXII съездом КПСС, проявляет величайшую заботу о всемерном оздоровлении и облегчении условий труда. На всех предприятиях будут внедрены современные средства техники безопасности и обеспечены санитарно-гигиенические условия, устраняющие производственный травматизм и профессиональные заболевания.

§ 18. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О ПРОМЫШЛЕННОЙ САНИТАРИИ

Задачей промышленной санитарии является создание на производстве условий работы, оздоравливающих труд, уменьшающих утомляемость рабочих. К числу таких условий относятся: нормальная температура помещений, чистый воздух, отсутствие сквозняков, хорошее освещение, чистота и порядок как на рабочем месте, так и во всем цехе, личная гигиена.

Нормальная температура производственных помещений 16—18°С. Зимой эта температура поддерживается надлежащей интенсивностью отопления. Летом выдерживать этот уровень труднее, особенно в жаркие дни, но использование рационально сконструированной вентиляции позволяет сделать отклонения от нормальной температуры минимальными. Кроме того, вентиляция очищает воздух цеха от пыли, вредных испарений и позволяет поддерживать необходимую влажность.

При отсутствии вентиляции рекомендуется проветривание помещений.

Для проветривания лучше всего открывать форточки в световых фонарях, так как в этом случае движение потоков воздуха не создает ощутимых и вредно влияющих сквозняков. По

той же причине при проветривании через окна открывающиеся части окон располагают возможно выше.

Наряду с температурой и чистотой воздуха в производственных помещениях на утомляемость значительное влияние оказывает освещенность рабочего места и расположение источников света. Освещение рабочего места должно быть достаточно ярким, равномерным, не давать ярких бликов и резких теней. Это достигается в том случае, когда источники света расположены слева, сзади и сверху рабочего места.

Естественное освещение современных производственных помещений осуществляется через боковые окна и верхние фонари. При правильном размещении оборудования и достаточной чистоте стекол указанные выше требования освещенности, как правило, полностью удовлетворяются.

Искусственное освещение делается общим и местным. Источники света, достаточно ярко освещая рабочее место, особенно рабочую зону, не должны слепить глаза. Электрические лампы должны поддерживаться в чистоте: покрытые пылью они дают почти вдвое меньше света.

Большое влияние на утомляемость оказывает состояние рабочего места. Правильное расположение на рабочем месте всего необходимого для работы позволяет резко сократить число и продолжительность выполняемых движений и устранить наиболее утомительные из них.

Во время работы рабочий потеет, руки, лицо и другие части тела покрываются грязью, поры кожи лишаются возможности дышать. Охлаждающие и смазывающие жидкости для резания, попадая на кожу, могут вызвать разъедающее действие. Поэтому необходимо в конце работы и перед едой промывать руки и лицо теплой водой, тщательно намыливая их и протирая щеткой или мочалкой. Спецодежду надо регулярно стирать, так как, покрывшись грязной масляной коркой, она затрудняет дыхание тела.

Для того чтобы рабочий мог поддерживать личную гигиену, производственные помещения имеют благоустроенные души и умывальники.

Выполнение в процессе работы много раз повторяющихся однообразных движений тоже способствует утомляемости, бороться с которой помогает производственная гимнастика, проводимая в определенные часы почти на всех предприятиях нашей страны.

Выполнение утренних зарядок, занятия физкультурой воспитывает физическую выносливость, всесторонне развивает организм человека и является лучшим средством борьбы с утомляемостью на производстве. Большое значение для восстановления сил имеет спокойный ночной сон длительностью 7—8 час.

§ 19. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Техника безопасности — это совокупность мероприятий, обеспечивающих предупреждение несчастных случаев на производстве. Эти мероприятия заключаются в следующем:

1) ограждение механизмов станка, представляющих опасность для рабочих;

2) предохранение от поражения электрическим током;

3) обучение рабочих правилам безопасной работы.

Ограждение механизмов станка. Зубчатые, ременные и цепные передачи, вращающиеся со значительной скоростью, могут захватить одежду рабочего, его руки и волосы и, затянув их, явиться причиной несчастного случая. Во избежание этого еще при конструировании и изготовлении станка предусматриваются надежные прикрытия (кожухи) или ограждения всех его вращающихся механизмов.

Сменные вращающиеся части прикрываются съёмными щитками. В этих случаях необходимо следить за тем, чтобы после соответствующей настройки станка съёмные щитки были немедленно поставлены на место.

Предохранение от поражения электрическим током. Для освещения электродвигателей станка используется ток напряжением 220 в и выше. Ток такого напряжения для человеческого организма, как правило, не смертелен, но может явиться причиной серьезных травм, так как человек, пораженный током, теряет сознание.

Опасность поражения током возникает в тех случаях, когда нарушена изоляция электрической сети станка или аппаратуры управления. Она особенно значительна, если рабочий стоит на мокром полу, во влажной обуви и руки его потны или мокры.

Во избежание поражения рабочего током станок должен быть заземлен. Рабочий должен строго соблюдать правила пуска и останова двигателей и следить за исправностью проводки. Особенно проводки местного освещения. Лучше если для местного электрического освещения используется ток низкого напряжения — до 36 в, поражение которым не представляет опасности для здоровья рабочего.

Правила техники безопасности. Каждый вновь поступающий рабочий инструктируется, как выполнять правила техники безопасности при работе на сверлильных станках. Одновременно его знакомят с местонахождением аптечки, носилок и медпункта. В дальнейшем такой инструктаж следует периодически повторять на рабочем месте.

Перед началом работы рабочий должен:

1) проверить состояние рабочего места, т. е. наличие ограждений мест станка, представляющих опасность, исправность

электрического оборудования, местного освещения и электрической проводки, отсутствие на полу загромождений, мешающих работе, наличие сухой решетчатой подставки, предохраняющей обувь от сырости и обеспечивающей лучшую устойчивость рабочего во время работы;

2) проверить состояние спецодежды. Желательно, чтобы одежда рабочего плотно охватывала его тело и не имела свободных концов и завязок. Если таковые имеются, то следует проверить, правильно и надежно ли они завязаны. Девушки должны покрывать голову косынкой, убирая под нее волосы, концы косынки следует аккуратно заправить;

3) надеть защитные очки при работе с разлетающейся стружкой (попадание стружки в глаза может вызвать серьезные и опасные их повреждения);

4) правильно расположить источник местного освещения, чтобы рабочая зона была хорошо освещена, но свет не слепил глаза;

5) проверить состояние применяемого инструмента (гаечный ключ берется нужного размера и без забоин на рукоятке, вызывающих ссадины на руках, молоток должен быть с хорошим бойком, прочно насаженным на рукоятку, отвертка — прочно насажена на рукоятку и конец ее правильно заточен).

В процессе работы нужно соблюдать следующие правила:

1) надежно закреплять обрабатываемую деталь и режущий инструмент;

2) не удерживать деталь руками во время обработки;

3) не оставлять ключа в сверлильном патроне;

4) перед включением электродвигателя поставить рычаги управления в нейтральное положение;

5) перед включением станка проверить, чтобы это никому не угрожало;

6) не браться руками за режущий инструмент и вращающиеся элементы станка (за исключением маховичков, если это необходимо для управления станком);

7) не удалять стружку со станка руками, а пользоваться специальными крючками и приспособлениями;

8) при установке и снятии детали, при смене режущего инструмента останавливать станок, если не предусмотрена возможность выполнения этих операций на ходу станка;

9) не передавать каких-либо предметов через станок;

10) не опираться на станок.

Во время перерывов в работе даже на короткое время станок должен быть выключен. По окончании работы станок останавливают и рычаги управления ставят в нейтральное положение.

Противопожарные мероприятия. Для того чтобы предотвратить возникновение пожара в цехе, необходимо соблюдать правила хранения легковоспламеняющихся материалов.

В конце смены после уборки рабочего места все обтирочные материалы убираются в специально для этого предназначенные металлические ящики, а смазочные — в отведенные для них места. Электродвигатель и местное освещение отключаются. Курение у рабочего места запрещается.

Нельзя самостоятельно устранять неполадки электрооборудования. При перегорании предохранителей или при сильном нагревании электродвигателя надо вызывать электромонтера.

В случае возникновения пожара следует немедленно отключить электродвигатель станка и при помощи ближайшего пожарного сигнала или по телефону вызвать пожарных. До прихода пожарных тушить пожар песком, огнетушителем и другими имеющимися средствами.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое промышленная санитария?
 2. В каких условиях должен происходить рабочий процесс в цехе?
 3. Перечислите правила личной гигиены рабочего.
 4. Что в целях безопасности должен сделать рабочий перед началом работы?
 5. Какие правила техники безопасности должны соблюдаться в процессе работы?
 6. Как надо быть одетым для безопасной работы и какие меры применяются для предохранения глаз от попадания стружки?
 7. Какие меры предосторожности предпринимаются против поражения электрическим током?
 8. Что следует делать при возникновении пожара?
-

Глава VIII

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ И ЖИДКОСТИ ДЛЯ РЕЗАНИЯ

§ 20. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СВЕРЛИЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Требования, предъявляемые к материалам для сверлильных инструментов. Большая часть механической энергии, расходуемой при сверлении, превращается в теплоту, часть которой передается режущему инструменту. Особенно сильно нагреваются режущие кромки инструмента. Чем больше подача сверла и скорость резания, тем больше расходуется механической энергии и тем сильнее нагревается режущая часть инструмента.

Сверлильный инструмент работает в неблагоприятных условиях: при высоких температурах режущей кромки, с большими давлениями на обрабатываемую заготовку, при большом трении, возникающем между стружкой и поверхностями винтовых канавок, между сверлом и заготовкой.

Сохранение длительной работоспособности в таких условиях возможно только в том случае, если материалы для изготовления сверлильных инструментов обладают следующими свойствами:

1) высокой твердостью, значительно большей, чем твердость обрабатываемого материала, для того чтобы иметь возможность внедряться в последний и снимать стружку при резании;

2) высокой тепловой стойкостью. Тепловая стойкость инструмента характеризуется температурой, при нагреве до которой режущая кромка из данного инструментального материала продолжает сохранять свою твердость или прочность, т. е. то, что в первую очередь определяет его режущие свойства;

3) высокой износоустойчивостью, т. е. способностью хорошо сопротивляться истиранию;

4) высокой механической прочностью, позволяющей сверлу

хорошо выдерживать сжимающие и изгибающие нагрузки, возникающие при сверлении;

5) возможно меньшей хрупкостью, во избежание выкрашивания режущей кромки при значительном колебании сил резания.

Разные инструментальные материалы в разной степени удовлетворяют этим требованиям. В настоящее время для изготовления сверлильных инструментов применяют: углеродистые инструментальные стали, легированные инструментальные стали, быстрорежущие стали и твердые сплавы.

Углеродистые инструментальные стали. Из углеродистых инструментальных сталей для сверлильных инструментов, имеющих обычно небольшие размеры, применяются только стали, содержащие углерода около 1%, главным образом марок У10А, У11А и У12А.

Тепловая стойкость углеродистых инструментальных сталей невысока — в пределах 250° С. При более значительном нагревании происходит быстрый отпуск стали, режущие кромки сверла размягчаются (салятся) и сверло теряет способность резать. Из-за низкой режущей способности углеродистые стали применяются при резании хорошо обрабатываемых материалов на пониженных скоростях резания.

Легированные инструментальные стали отличаются от углеродистых тем, что в них в сравнительно небольших количествах добавляются специальные, так называемые легирующие примеси. Наиболее часто для изготовления сверлильных инструментов используют хромо-кремнистые стали марки 9ХС, содержащей около 0,9% хрома и около 1,4% кремния.

После термической обработки их тепловая стойкость выше, чем у углеродистых сталей, а твердость примерно такая же.

Быстрорежущие стали отличаются от легированных инструментальных сталей повышенным содержанием специальных примесей. Эти примеси, и в особенности вольфрам, придают быстрорежущей стали более высокие, чем у углеродистых инструментальных сталей, режущие свойства: повышается твердость, в 2—2,5 раза возрастает износостойчивость, тепловая стойкость достигает 600° С. Подавляющая часть сверлильных инструментов изготавливается из быстрорежущих сталей.

Быстрорежущие стали выпускаются двух марок: Р9 и Р18. Первая содержит: около 9% вольфрама, около 4,5% хрома и около 2% ванадия. Вторая — около 18% вольфрама, около 4,5% хрома и около 1% ванадия.

Стойкость и производительность сверл и зенкеров, изготовленных из быстрорежущей стали этих марок, примерно равны, если они подвергались закалке при строгом соблюдении рекомендуемого режима. Несоблюдение режима закалки ухудшает режущие свойства Р9 значительно больше, чем Р18.

Сверильный инструмент, работающий при пониженных скоростях резания и требующий длительного сохранения своего размера, например развертки, выполняют обычно из стали Р18, обладающей несколько большей износоустойчивостью, чем Р9.

В последнее время появились новые марки быстрорежущей стали, получившие название быстрорежущих сталей повышенной производительности, так как они обладают более высокой износоустойчивостью и позволяют применять повышенные режимы резания. Эти марки могут быть сведены в три группы.

1. Стали на базе Р18 и имеющие повышенное содержание ванадия (Р18Ф2) или ванадия и кобальта (Р18Ф2К5).

2. Стали на базе Р9 и имеющие повышенное содержание ванадия (Р9Ф5) или ванадия и кобальта (Р9Ф2К5, Р9Ф2К10).

3. Стали с несколько пониженным в сравнении с Р18 содержанием вольфрама и повышенным содержанием ванадия (Р14Ф4).

Стали Р18Ф2К5, Р9Ф2К5 и Р9Ф2К10 рекомендуется применять при обработке жаропрочных сталей и улучшенных сталей высокой прочности для тяжелых режимов резания.

Стали марок Р18Ф2, Р14Ф4 и Р9Ф5 дают хорошие результаты при обработке улучшенных сталей высокой прочности, особенно при чистовой обработке.

Основной недостаток почти всех перечисленных марок повышенной производительности — плохая шлифуемость, затрудняющая заточку режущего инструмента. Из них лучшей шлифуемостью обладают стали Р18Ф2 и Р18Ф2К5. Это обстоятельство, а также меньшая сравнительно с другими марками стоимость обусловили большее распространение стали Р18Ф2 для изготовления режущих инструментов.

Т в е р д ы е с п л а в ы. Кроме различных марок стали для изготовления режущих инструментов применяют металлокерамические твердые сплавы. По химическому составу твердые сплавы разделяют на вольфрамовые и титановольфрамовые. Вольфрамовые твердые сплавы состоят из карбидов вольфрама (химические соединения вольфрама с углеродом) и кобальта, а титановольфрамовые — из карбидов вольфрама, карбидов титана и кобальта. Режущими свойствами в твердых сплавах обладают только частицы карбидов, составляющие основу сплава; кобальт служит для связки частиц карбидов в одно целое.

Твердые сплавы выпускаются в виде пластинок стандартных форм и размеров, присоединяемых затем к корпусу режущего инструмента пайкой или механическим креплением.

Твердые сплавы для режущих инструментов выпускаются следующих основных марок: вольфрамовые — ВК2, ВК3, ВК6, ВК8, ВК10, ВК12; титановольфрамовые — Т5К10, Т15К6, Т60К6, Т30К4. Числа, стоящие после букв К и Т, показывают соответственно процентное содержание кобальта и карбида титана.

Остальная часть твердого сплава приходится на долю карбидов вольфрама.

Твердые сплавы обладают следующими свойствами:

1) высокой твердостью, близкой к твердости алмаза, которая возрастает при увеличении содержания вольфрама или титана и с уменьшением содержания кобальта;

2) высокой тепловой стойкостью, достигающей 850—1000°. Когда температура режущих кромок превышает это значение, кобальт размягчается, менее прочно держит частицы карбидов и режущие кромки под действием сил резания разрушаются (выкрашиваются);

3) высокой износоустойчивостью, значительно превышающей износоустойчивость быстрорежущей стали;

4) твердые сплавы оказывают хорошее сопротивление сжимающим нагрузкам (предел прочности около 400 кгс/мм²) и плохое — изгибающим;

5) довольно высокой хрупкостью, которая тем больше, чем меньше содержит сплав кобальта.

Вольфрамовые твердые сплавы применяются для обработки чугуна и цветных металлов, а титановольфрамовые — для обработки стали.

Чем с большими силами резания ведется обработка и чем сильнее удары при резании, тем большим в твердом сплаве должно быть содержание кобальта, так как это обеспечит меньшую хрупкость сплава. В остальных случаях следует применять твердые сплавы с меньшим содержанием кобальта, так как они обладают большей твердостью и лучшей износоустойчивостью.

Высокое содержание в твердых сплавах вольфрама и титана приводит к высокой их стоимости. Поэтому применение твердосплавного инструмента оправдано только в тех случаях, когда условия работы позволяют использовать те высокие режущие свойства, которыми обладают эти сплавы.

§ 21. ЖИДКОСТИ ДЛЯ РЕЗАНИЯ

Виды жидкостей для резания. Стремление повысить производительность предопределяет применение больших скоростей резания и сечений срезаемого слоя. Соответственно увеличивается механическая энергия, расходуемая на резание, а следовательно, и количество выделяемой при этом теплоты, отрицательно влияющей на стойкость режущей кромки инструмента. В целях уменьшения нагрева инструмента применяют жидкости для резания: охлаждающие, смазывающие и эмульсии.

Охлаждающие жидкости. Лучшей охлаждающей жидкостью является вода. Для уменьшения ржавления изделий, частей станка и инструмента к воде добавляют 5—10% кальци-

Смазочно-охлаждающие жидкости для резания

Обрабатываемый материал	Смазочно-охлаждающие жидкости, применяемые при		
	сверлении и зенкерования	развертывании	нарезании резьбы метчиком
Конструкционная и инструментальная углеродистая сталь	Водные растворы соды, соды с антикоррозийными добавками, мыла, буры и жидкого стекла. Сверлильная эмульсия	Водный раствор мыла, эмульсия, осерненное масло	Сверлильная эмульсия, осерненное масло, осерненное масло с керосином
Стальное литье	Сверлильная эмульсия	Сверлильная эмульсия, осерненное масло	Сверлильная эмульсия, осерненное масло
Легированная сталь	Водные растворы соды, буры и мыла Сверлильная эмульсия	Водный раствор мыла, осерненное масло, сульфифрезол	Сверлильная эмульсия, осерненное масло, осерненное масло с добавками керосина и олеиновой кислоты
Ковкий чугун	Сверлильная эмульсия	Сверлильная эмульсия, минеральное масло, обработка всухую	Сверлильная эмульсия
Нержавеющие и жаропрочные сплавы	Сверлильная эмульсия, 5-процентный раствор эмульсола с добавками хлористого бария и нитрита натрия	Сверлильная эмульсия	Смесь: 45—60% осерненного масла + 25—30% керосина + 15—20% олеиновой кислоты
Титановые сплавы	Сверлильная эмульсия, осерненное минеральное масло	Масло с добавкой серы и хлора	Касторовое масло
Бронза	Сверлильная эмульсия, обработка всухую	Сверлильная эмульсия, минеральное масло	Смешанные масла, обработка всухую

Обрабатываемый материал	Смазочно-охлаждающие жидкости, применяемые при		
	сверлении и зенкерования	развертывании	нарезании резьбы метчиком
Цинк	Сверлильная эмульсия, обработка всухую		Сверлильная эмульсия
Латунь	Сверлильная эмульсия, обработка всухую	Сверлильная эмульсия, осерненное масло, обработка всухую	Сверлильная эмульсия, осерненное масло, обработка всухую
Медь	Сверлильная эмульсия	Сверлильная эмульсия	Сверлильная эмульсия
Никель	Сверлильная эмульсия	Сверлильная эмульсия	Сверлильная эмульсия
Алюминий и его сплавы	Сверлильная эмульсия, керосин, обработка всухую	Сверлильная эмульсия, скипидар с керосином, керосин, сурепное масло	Керосин, сверлильная эмульсия, обработка всухую
Волокнит, винипласт, органическое стекло, полистирол и др.	Сверлильная эмульсия	Сверлильная эмульсия	Сверлильная эмульсия
Текстолит, гетинакс, амипласт	Обдувка сжатым воздухом, обработка всухую	Обдувка сжатым воздухом	Обдувка сжатым воздухом
Чугунное литье	Сверлильная эмульсия, керосин, водный раствор буры и глицерина, обработка всухую	Минеральное масло, керосин, обработка всухую	Сверлильная эмульсия, керосин, обработка всухую

нированной соды, но содовый раствор оказывает вредное влияние на краску станков и портит смазочное масло в подшипниках. Охлаждающие жидкости не оказывают ощутимого влияния на работу трения и в небольшой степени улучшают чистоту обработанной поверхности.

Иногда охлаждение ведется струей сжатого воздуха.

Смазывающие жидкости. Применение смазывающих жидкостей дает возможность облегчить условия резания за счет лучшего стружкообразования и уменьшения трения между инструментом и обрабатываемой заготовкой и срезанной стружкой. Чем лучшими смазывающими свойствами обладает жидкость, тем благоприятнее условия резания и тем чище обработанная поверхность.

В качестве смазывающих жидкостей широко применяются минеральные масла. Для ответственных работ, требующих повышенной чистоты поверхности, иногда используются растительные масла, обладающие лучшими смазывающими свойствами, чем минеральные. Наиболее высокими смазывающими свойствами обладают животные жиры и масла, но из-за большой стоимости и дефицитности они применяются только в особых случаях.

Эмульсии, представляющие раствор минеральных масел или животных жиров в воде, обладают хорошими охлаждающими и вполне удовлетворительными смазывающими свойствами. Примером эмульсии на основе животного жира может служить мыльная вода. Для повышения смазывающих свойств эмульсий, имеющих в составе минеральное масло, к ним добавляют 0,5—0,9% серы. Так, сера входит в состав сульфоземла, который в основном состоит из веретенного масла.

Смазочно-охлаждающая жидкость выбирается в зависимости от вида обработки и обрабатываемого материала (табл. 6).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каким требованиям должны удовлетворять материалы для режущих инструментов? Чем вызваны эти требования?

2. Какие марки углеродистой инструментальной стали применяются для сверлильных инструментов? Охарактеризуйте режущие свойства этих марок.

3. Чем отличаются быстрорежущие стали от углеродистых по составу? В каких случаях и почему применяются стали P18 и P9? Какими преимуществами и недостатками в сравнении с углеродистыми они обладают?

4. Укажите основные марки твердых сплавов и объясните, как расшифровывается их обозначение. Какой состав имеют марки ВК8 и Т15К6?

5. Какими свойствами обладают твердые сплавы? Для каких работ применяются вольфрамовые и для каких работ титановольфрамовые сплавы?

6. Перечислите виды жидкостей для резания. Почему при повышенных требованиях к чистоте поверхности целесообразно применение смазывающих жидкостей для резания?

7. Что такое эмульсия и какими свойствами она обладает?

Глава IX

СПИРАЛЬНЫЕ СВЕРЛА И ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗАНИЯ

§ 22. ЭЛЕМЕНТЫ И УГЛЫ СПИРАЛЬНОГО СВЕРЛА

Элементы спирального сверла. Основными элементами спирального сверла (рис. 42, а) являются:

рабочая часть, осуществляющая резание и обеспечивающая правильное направление сверла в образуемом им отверстии;

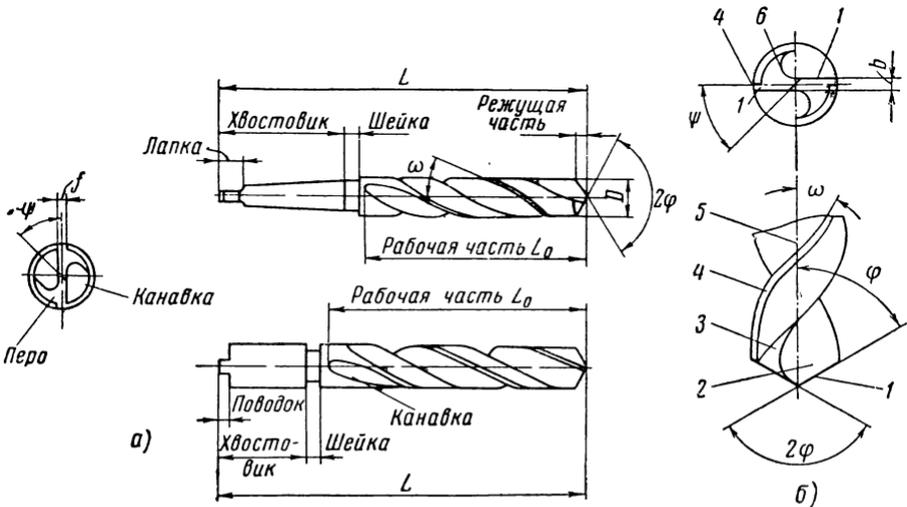


Рис. 42. Спиральные сверла:
а — общий вид сверла, б — элементы рабочей части сверла

шейка, соединяющая рабочую часть с хвостовиком;
хвостовик, цилиндрический или конический, служащий для установки сверла в шпиндель станка (непосредственно или при помощи крепежного устройства);

поводок (лапка), предотвращающий проворачивание сверла и служащий упором при выбивании сверл с коническим хвостовиком.

Рабочая часть сверла представляет собой цилиндр, прорезанный двумя диаметрально противоположными винтовыми канавками. Режущая часть сверла состоит из двух главных режущих кромок 1 (рис. 42, б) и одной поперечной режущей кромок 6.

Поверхности 2 винтовых канавок, примыкающие к главным режущим кромкам, являются передними поверхностями спирального сверла, по которым сходит срезаемая стружка, а поверхности 3, примыкающие к главным кромкам, представляют собой задние поверхности сверла.

Ширина ленточек 4 должна быть достаточной для точного направления сверла в отверстии, но не слишком большой, чтобы не вызывать чрезмерного трения сверла о стенки отверстия. Чем больше диаметр сверла, тем шире ленточка. Для сверл диаметром от 1 до 30 мм ее выполняют шириной от 0,2 до 1,0 мм. Пересечение ленточек с винтовыми канавками образует две винтовые вспомогательные режущие кромки 5, слегка зачищающие обработанную поверхность.

Форма срезаемой стружки и ее отвод зависят от угла наклона винтовых канавок ω (омега). Чтобы улучшить условия образования стружки и облегчить ее отвод, желательно угол наклона винтовых канавок иметь возможно большим, но с увеличением этого угла ослабляется режущий клин у периферии сверла и уменьшается прочность сверла. Поэтому для сверл диаметром 10—22 мм предусмотрен угол наклона винтовой канавки $\omega = 30^\circ$; для сверл меньших размеров этот угол тем меньше, чем меньше диаметр сверла, и для диаметра меньше 0,25 мм достигает 19° .

Толщина b (рис. 42, б) перемычки между винтовыми канавками определяет прочность и жесткость сверла. Увеличение толщины перемычки уменьшает опасность изгиба сверла в процессе резания, но ведет к увеличению длины поперечной режущей кромки, которая не режет, а скоблит и выдавливает металл, вызывая дополнительный расход энергии, значительное повышение сил резания, а следовательно, и дополнительный расход энергии. Поэтому толщина перемычки со стороны режущего конца выполняется наименьшей, а непосредственно перед хвостовиком для повышения прочности сверла постепенно возрастет за счет соответственного уменьшения глубины винтовых канавок.

Для устранения заедания в отверстии и уменьшения трения наружный диаметр направляющей части сверла уменьшается по направлению к хвостовику на 0,05—0,1 мм на длине 100 мм (обратная конусность).

Размеры конусной поверхности хвостовика зависят от диаметра рабочей части сверла (табл. 7).

Таблица 7

Номера конусов Морзе * у спиральных сверл с коническим хвостовиком

Диаметр сверла, мм	6—15,5	15,6—23,5	23,6—32,5	32,6—49,5	49,6—65,0	68—80
Номер конуса Морзе	1	2	3	4	5	6

* В системе Морзе рекомендуются определенные стандартные размеры конусных поверхностей. Каждому такому стандартному размеру присвоен свой номер.

Углы сверла. Положение передней и задней поверхностей и режущих кромок определяется соответствующими углами

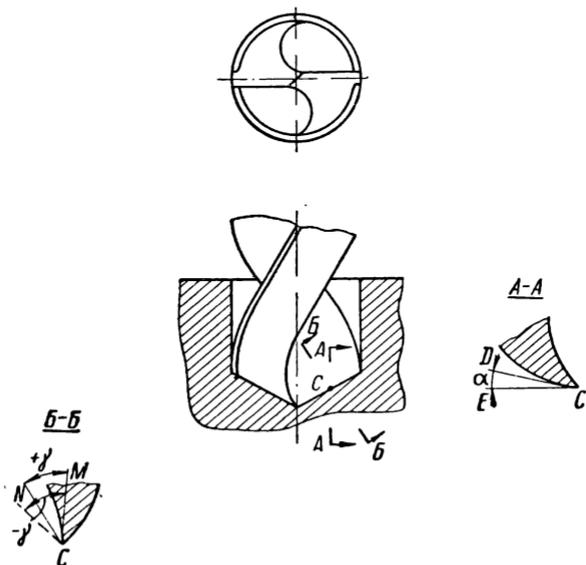


Рис. 43. Углы спирального сверла

сверла и оказывает существенное влияние на его стойкость (см. § 28) и производительность.

Передний угол γ (гамма) главной режущей кромки с вершиной в точке C (рис. 43) измеряется в нормальной¹ плоскости

¹ Нормальная плоскость — это плоскость, перпендикулярная главной режущей кромке.

$B-B$, перпендикулярной режущей кромке. Он образуется касательной SM к передней поверхности и нормалью SN к поверхности резания (поверхность резания образуется в отверстии вращением главной режущей кромки вокруг оси сверла). Величина переднего угла в разных точках режущей кромки неодинакова: чем дальше удалена данная точка от оси сверла, тем больше величина переднего угла. Таким образом, наибольшее значение ($25-30^\circ$) угол имеет у наружной поверхности сверла и наименьшее — около поперечной кромки, где он может оказаться даже отрицательным. В этом случае передняя поверхность расположена так, как показано пунктиром — по другую сторону нормали. Разные передние углы в разных точках режущей кромки создают и разные условия образования стружки: с увеличением переднего угла облегчается врезание режущих кромок в обрабатываемый материал, уменьшается деформация¹ срезаемого слоя и улучшается сбегание образующейся стружки.

Наиболее благоприятны условия резания в тех точках режущей кромки, которые имеют отрицательный передний угол. Врезание сверла в этих точках встречает значительное сопротивление, срезаемый слой подвергается большой деформации, на которую расходуется много механической энергии.

Задний угол α (альфа) определяет положение задней поверхности сверла. Он измеряется в плоскости, касательной к цилиндрической поверхности, проведенной через данную точку C режущей кромки так, что ось ее совпадает с осью сверла. Задний угол образуется касательной CD (сечение $A-A$) к задней поверхности сверла и плоскостью CE , перпендикулярной оси сверла. Величина заднего угла изменяется вдоль режущей кромки. Наименьшее значение ($7,15^\circ$) задний угол имеет у наружной поверхности сверла, и наибольшее ($20-26^\circ$) — около поперечной режущей кромки.

Главные режущие кромки при сверлении образуют конусную поверхность резания. Если бы задние углы этих режущих кромок были равны нулю, то задние поверхности на всем своем протяжении соприкасались бы с поверхностью резания и между ними возникло бы большое трение. Трение тем меньше, чем больше величина заднего угла. Указанные выше значения угла α достигаются соответствующей заточкой задних поверхностей.

Конусность режущей части сверла определяется углом 2φ (φ) при его вершине (см. рис. 45, б), образуемым главными

¹ Деформацией называется изменение формы или размера тела под влиянием действующих на него сил. Если деформация после прекращения действия силы исчезает, она называется упругой, если сохраняется и после прекращения действия силы — остаточной (пластической). Металлы, обладающие способностью пластически деформироваться без разрушения, называются пластичными, металлы, не имеющие этой способности, называются хрупкими.

режущими кромками. От величины угла ϕ зависят форма режущей кромки, передний и задний углы, прочность сверла у пере­мычки и силы резания. С уменьшением угла ϕ удлиняется глав­ная режущая кромка, улучшается теплоотдача, однако проч­ность сверла резко понижается. Рекомендуемые значения угла 2ϕ в зависимости от обрабатываемого материала приведены в табл. 8. Значения угла 2ϕ достигаются при заточке задней по­верхности сверла. Значительное отклонение от заданных в

Т а б л и ц а 8

Рекомендуемые значения угла 2ϕ при вершине, град

Обрабатываемый материал	Угол 2ϕ
Сталь, чугун, твердая бронза	116—118
Латунь, мягкая бронза	130
Алюминий, дуралюмин, силумин, электрон, баббит	140
Красная медь	125
Целлюлоид, эбонит	85—90
Мрамор и другие хрупкие материалы	80

табл. 8 значений для стандартных спиральных сверл, имеющих определенный угол наклона винтовых канавок, недопустимо, так как оно приводит к нежелательному изменению переднего угла и делает главные режущие кромки криволинейными.

Передний и задний углы поперечной режущей кромки (см. рис. 42, б) определяются в нормальной плоскости, проведенной перпендикулярно поперечной режущей кромке, и являются отрицательными. Это вызывает значительное увеличение сил резания и мощности, расходуемой при резании. При правильной заточке сверла угол наклона поперечной режущей кромки ϕ (пси) равен 55° (рис. 42, б).

§ 23. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ СПИРАЛЬНЫХ СВЕРЛ

Спиральные сверла с цилиндрическим хвостовиком. Для сверлильных станков сверла этого вида выпускаются длинными с диаметром 2—20 мм и короткими с диаметром 25—30 мм. Рабочая часть длинных сверл в 1,25—1,75 раза длиннее, чем коротких того же диаметра. Сверла из углеродистой и легированной сталей выполняются без лапки, а из быстрорежущей, имеющие диаметр больше 3 мм — с лапкой. Шейку имеют только сверла диаметром больше 12 мм.

Спиральные сверла с коническим хвостови-

к о м. Для сверлильных станков спиральные сверла с коническим хвостовиком выпускаются диаметром от 6,0 до 80,0 мм стандартной длины и удлиненные. Кроме того, по особому заказу для тяжелых работ изготавливаются сверла с усиленным коническим хвостовиком.

Витые спиральные сверла. Винтовые канавки витых сверл получают не фрезерованием, как у обычных, а завиванием прокатанного стержня. Сечение витых сверл по форме близко к сечению фрезерованных.

Витые сверла могут быть без хвостовика (рис. 44, а), с укороченным цилиндрическим хвостовиком, с лапкой (рис. 44, б), с разным шагом завивки рабочей и хвостовой части (рис. 44, в) и с запрессованным хвостовиком (рис. 44, г).

Применение витых спиральных сверл уменьшает расход инструментальной стали.

Спиральные сверла, оснащенные пластинками из твердых сплавов. В рабочем торце спирального сверла, выполненного из углеродистой инструментальной стали марки У9А или легированной стали 9ХС, прорезается прямоугольный паз, в котором припоем крепится пластинка из твердого сплава.

Рабочая часть корпуса сверла должна быть подвергнута термической обработке до твердости $HRC=58 \div 62$. Сверла рассматриваемого вида выпускаются диаметром 6,0—26,1 мм с коническим хвостовиком и диаметром 5,0—12,0 мм — с цилиндрическим (рис. 45, а). Первые выполняются как длинными, так и укороченными, вторые — только нормальной длины. Для повышения жесткости длина рабочей части такого сверла значительно меньше, чем сверла из быстрорежущей стали.

ГОСТ 5349—50 предусматривает выпуск сверл диаметром от 2,5 до 5,0 мм, оснащенных твердым сплавом, с косыми канавками и цилиндрическим хвостовиком (рис. 45, б). Длина канавок невелика, и такие сверла могут быть использованы только для сверления неглубоких отверстий. Для устранения трения о стенки отверстия диаметр державки меньше диаметра рабочей части сверла. Ширина ленточек на направляющей поверхности f зависит от диаметра сверла и колеблется между 0,15 и 0,30 мм. Остальная часть направляющей затачивается под углом 3—5°.

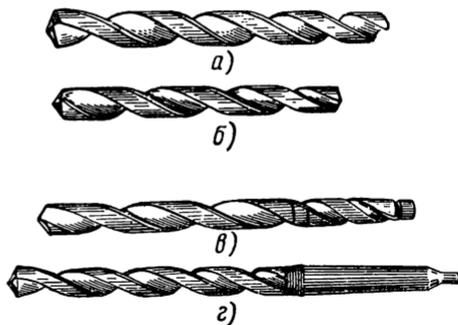


Рис. 44. Витые спиральные сверла:
 а — без хвостовика, б — с укороченным хвостовиком и с лапкой, в — с разным шагом рабочей и хвостовой части, г — с запрессованным хвостовиком

Для уменьшения трения направляющей поверхности о стенки образуемого отверстия наружный диаметр пластинки уменьшается к нерабочему концу пластинки на 0,04—0,05 мм. Возможна и такая конструкция твердосплавного сверла, когда рабочая часть в виде твердосплавной головки припаяна к кор-

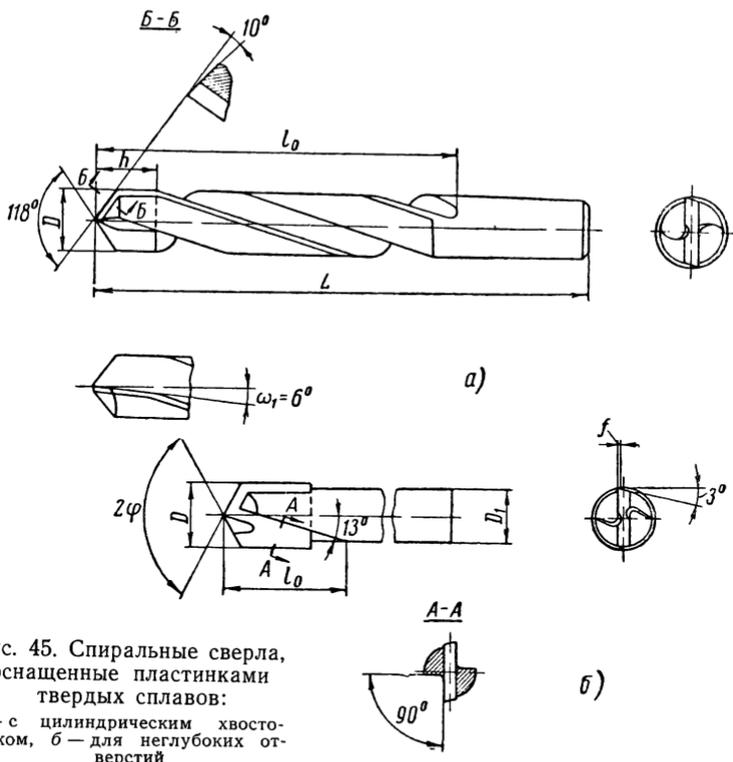


Рис. 45. Спиральные сверла, оснащенные пластинками твердых сплавов:
 а — с цилиндрическим хвостовиком, б — для неглубоких отверстий

пусу, выполненному как и в предыдущих случаях, из стали 9ХС. Сверла малых диаметров (меньше 5 мм) могут быть выполнены целиком из твердого сплава (монокристаллические сверла).

§ 24. ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗАНИЯ ПРИ СВЕРЛЕНИИ

Скорость резания v (скорость главного движения) представляет собой длину пути в метрах, проходимого данной точкой режущей кромки в одну минуту в направлении главного движения. Между скоростью резания v , радиусом данной точки A режущей кромки R_a (рис. 46, а) и числом оборотов сверла n в минуту существует следующая зависимость:

$$v = \frac{2\pi \cdot R_a \cdot n}{1000} \text{ м/мин.} \quad (8)$$

Из этой зависимости следует, что при одной и той же скорости вращения сверла скорость резания v у различных точек режущей кромки неодинакова. Она тем больше, чем дальше

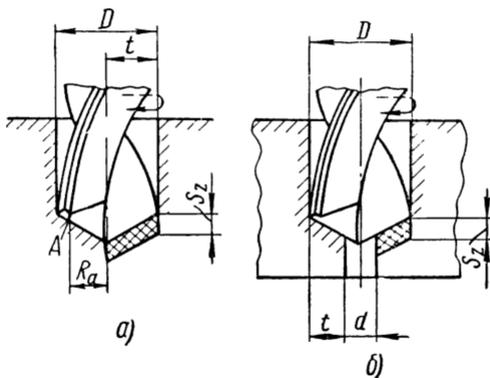


Рис. 46. Элементы резания при обработке спиральными сверлами:
а — при сверлении, б — при рассверливании

данная точка A расположена от оси (чем больше R_a). Скорость резания при сверлении принято указывать для наиболее удаленной точки режущей кромки, лежащей на наружной поверхности сверла, и подсчитывать ее, пользуясь зависимостью.

$$v = \frac{3,14 \cdot D \cdot n}{1000} \text{ м/мин}, \quad (9)$$

где D — диаметр сверла, мм.

Подача и глубина резания. Подача s_0 — это перемещение сверла вдоль оси, измеряемое в миллиметрах и совершаемое за период времени, в течение которого сверло делает один оборот. Так как при сверлении работают две режущие кромки, то подача s_z , приходящаяся на каждую из них (рис. 46, а),

$$s_z = \frac{s_0}{2} \text{ мм/зуб}. \quad (10)$$

Глубина резания при сверлении (в сплошном металле)

$$t = \frac{D}{2} \text{ мм}, \quad (11)$$

а при рассверливании, т. е. при увеличении диаметра ранее имевшегося отверстия (рис. 46, б),

$$t = \frac{D-d}{2} \text{ мм}. \quad (12)$$

Сечение срезаемого слоя. Срезаемый каждой режущей кромкой слой имеет форму параллелограмма (на рис. 46 сечение срезаемого слоя показано перекрестной штриховкой). Основанием этого параллелограмма служит s_z , а высотой t . Сечение срезаемого слоя, равное площади заштрихованного параллелограмма,

$$f = t \cdot s_z \cdot \text{мм}^2. \quad (13)$$

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите все элементы спирального сверла и назначение каждого из них.

2. Покажите на рис. 42, а и непосредственно на сверле главные вспомогательные и поперечную режущие кромки и объясните, чем они образуются. Покажите на рис. 42, а и непосредственно на сверле переднюю и заднюю поверхности.

3. Какое влияние на стойкость и прочность сверла оказывает угол наклона винтовых канавок?

4. Почему длина поперечной режущей кромки у изношенных сверл больше, чем у новых?

5. Для чего и как образуются ленточки? Почему они образуются не на цилиндрической, а на конусной поверхности? В каком направлении и насколько уменьшается диаметр этой поверхности? Какова ширина ленточки у сверл разных диаметров?

6. Покажите на рис. 43 и непосредственно на сверле, как образуются передний и задний углы главных режущих кромок. Как изменяются эти углы по мере удаления от оси сверла?

7. Каким является передний угол поперечной режущей кромки (положительным или отрицательным)?

8. Какое влияние оказывает поперечная режущая кромка на условия резания?

9. Чем образуется угол при вершине 2ϕ и каковы примерные его значения для основных видов обрабатываемых материалов?

10. Какое движение при сверлении называется главным и какое движением подачи? В чем назначение каждого из них?

11. Что собой представляет и как подсчитывается скорость резания? Подсчитайте скорость резания для случая, когда диаметр сверла $D = 5$ мм и $n = 1000$ об/мин. Как изменится скорость резания, если оставить тот же диаметр сверла, а число оборотов увеличить в два раза? Как изменится скорость резания, если число оборотов оставить без изменения (1000 об/мин), а диаметр сверла увеличить в два раза?

12. Что представляет собой движение подачи? Подсчитайте сечение срезаемого слоя f , если $D = 5$ мм, а $s = 0,2$ мм/об.

Глава X

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИ РЕЗАНИИ МЕТАЛЛОВ

§ 25. ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ СТРУЖКИ

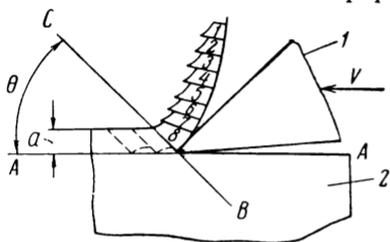
Развитие науки о резании металлов. Представление о сущности процесса резания и характере происходящих при этом явлений имеет исключительно важное значение для осуществления высокопроизводительного резания в различных производственных условиях. Первое подробное описание процесса образования стружки, заложившее основы науки о резании металлов, дано русским ученым проф. И. А. Тиме, который в шестидесятых годах прошлого столетия произвел ряд исследований в этом направлении. Он установил три вида стружки: скалывания, сливная и надлома, названия которых существуют и в настоящее время, и вывел основные зависимости для определения величины сил резания. Дальнейшие исследования русских ученых проф. Зворыкина, проф. Брикса, Усачева и др., а также некоторых иностранных ученых расширили и уточнили представления о процессе стружкообразования. Наибольший размах исследовательские работы в нашей стране получили после Великой Октябрьской социалистической революции, особенно после возникновения стахановского движения. Советские ученые чл.-корр. Академии наук СССР проф. Кузнецов, проф. Розенберг и др. и новаторы производства внесли много ценного в эту область науки.

Образование и виды стружки. Схему процесса стружкообразования удобно рассмотреть на примере работы строгального резца (рис. 47).

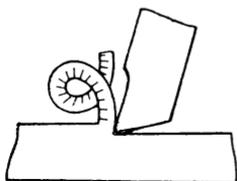
При перемещении резца 1 (рис. 47, а) со скоростью резания v частицы неподвижной заготовки 2 испытывают давление в том месте, где резец соприкасается с заготовкой. Под действием этого давления в срезаемом слое (выше линии AA) возникают напряжения, вызывающие пластическую деформацию срезаемого слоя. Наибольшее напряжение наблюдается в непосредствен-

ной близости к передней поверхности резца, по мере удаления от последней напряжения в срезаемом слое ослабевают.

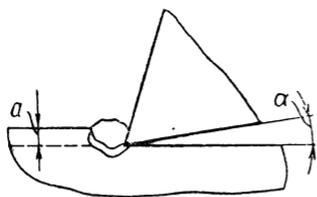
Следствием пластической деформации является изменение механических свойств деформированного слоя: твердость и хрупкость его возрастают. Хрупкость деформированного слоя, возрастающая одновременно с увеличением давления, может привести к появлению трещины, которую называют опережающей.



а)



б)



в)

Рис. 47. Образование и виды стружек:

а — стружка скалывания, *б* — сливная стружка, *в* — стружка при обработке хрупких металлов

Направление этой трещины неопределенно, часто она уходит вглубь заготовки, ухудшая качество обработанной поверхности. Чем меньше толщина слоя *а*, тем меньше размеры опережающей трещины. При снятии тонких стружек трещина большей частью отсутствует и обработанная поверхность получается более чистой.

Когда напряжения в деформированном слое преобладают силы сцепления между частицами, произойдет отделение (скалывание) очередного элемента стружки *в* от основной массы металла. Направление плоскости скалывания *СВ* определяется углом θ (тета), величина которого для разных условий работы и разных материалов колеблется в пределах $30-35^\circ$.

Практически применяемые скорости резания довольно высоки. Поэтому при обработке пластичных металлов (сталь, алюминиевые сплавы и др.) полного отделения скалываемого элемента от остальной массы срезаемого металла не произойдет. Прежде чем скалываемый элемент успеет полностью отделиться, резец, продвигаясь быстро вперед, начинает образование и скалывание следующего элемента. Дальнейшее перемещение элементов стружки происходит совместно и механическая связь между ними сохраняется достаточно прочной. Этому способствует высокая температура

и значительное давление, при которых совершается процесс резания.

Вид стружки для разных условий обработки резанием неодинаков. Степень сдвига и величина отдельных элементов стружки различны и определяются условиями работы. Чем меньше передний угол и чем больше толщина a снимаемого слоя, тем большими бывают размеры и относительные сдвиги отдельных ее элементов. Стружка в этом случае имеет пиловидную форму с довольно сильно выступающими на внутренней стороне отдельными зубцами (рис. 47, *а*). Такая стружка, называемая стружкой скалывания, образуется, например, при обработке стали средней твердости со сравнительно небольшими скоростями резания и значительной толщиной срезаемого слоя.

При обработке пластических металлов с малой толщиной срезаемого слоя и значительными скоростями резания относительный сдвиг отдельных элементов резко уменьшается и при соответствующих условиях становится неощутимым. Пиловидные выступы отсутствуют и стружка имеет вид спирали или ленты с почти ровными краями (рис. 47, *б*). Такая стружка называется сливной. Резкой границы между стружкой скалывания и сливной стружкой нет. С изменением условий работы один вид стружки постепенно переходит в другой. При образовании сливной стружки обработанная поверхность чище, чем при образовании стружки скалывания. При сверлении обычно образуется сливная стружка.

При резании хрупких материалов (чугуна, бронзы) пластические деформации отсутствуют. Как только величина напряжений превысит силу сцепления между частицами металла, произойдет отделение элемента от основной массы заготовки. При больших передних углах отрывается большой элемент и обработанная поверхность получается грубой и неровной (рис. 47, *в*). Такая стружка резко снижает стойкость режущего инструмента. Поэтому стараются применить такие передние углы, скорость резания и т. д., при которых снимаемая стружка была бы близка к стружке скалывания. Так как отдельные элементы стружки при обработке хрупких металлов отделены друг от друга полностью и стружка состоит из отдельных частиц (элементов), то ее называют элементной.

Нарост на резце. При обработке пластичных металлов наблюдается накапливание мелких частиц металла между передней поверхностью резца и стружкой в непосредственной близости к режущей кромке. Сильным давлением стружки эти частицы металла плотно спрессовываются. Вследствие высокой температуры, образующейся в зоне резания, спрессованные частицы привариваются к передней поверхности резца, образуя нарост (рис. 48). Прочность соединения нароста с передней поверхностью достаточно велика, чтобы скольжение стружки не ув-

лекло его за собой. Твердость нароста приближается к твердости закаленной быстрорежущей стали.

При непрерывном резании нарост покрывает полностью режущую кромку и даже выступает несколько впереди нее, выполняя при этом ее роль. В результате того что работу ведет тупая фальшивая режущая кромка, силы резания возрастают, а чистота обработанной поверхности ухудшается.

Появление нароста наблюдается главным образом при обработке стали со средними скоростями резания и значительной толщиной стружки.

Если толщина стружки незначительна, то ее давление недостаточно для спрессовывания частиц металла. Не образуется нарост и при обработке стали с очень малыми (меньше 8—10 м/мин) или очень большими (больше 75 м/мин) скоростями резания. Это объясняется тем, что при очень малых скоростях температура резания низка и недостаточна для приваривания нароста, а при очень больших — повышается настолько, что нарост размягчается и уносится стружкой.

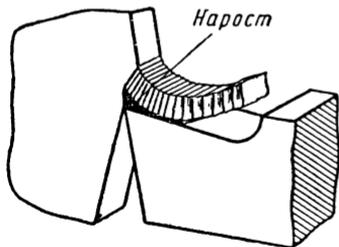


Рис. 48. Нарост на режце

Наклеп обработанной поверхности. Пластическая деформация металла происходит не только выше, но и ниже линии среза АА (см. рис. 47). Механические свойства слоя, прилегающего к обработанной поверхности, меняются: твердость и хрупкость его повышаются, а в деформированном слое появляется множество мелких, невидимых простым глазом, трещин. Это изменение механических свойств поверхностного слоя под влиянием его пластической деформации при резании носит название наклепа.

Глубина наклепа зависит от условий работы и в первую очередь от подачи и состояния режущего инструмента. Чем больше подача и чем тупее режущий инструмент, тем на большую глубину в тело детали проникает наклеп. С увеличением скорости резания наклеп уменьшается. Это происходит потому, что пластическая деформация требует для своего осуществления некоторого времени, а по мере возрастания скорости резания длительность действия инструмента в каждой точке обработанной поверхности уменьшается и наклеп не успевает распространиться. Глубина наклепа при сверлении стали средней твердости составляет 0,2—0,4 мм.

Наличие наклепа затрудняет получение поверхности высоко качества, так как дальнейшая обработка отверстия полностью или частично (в зависимости от глубины наклепа) ведется в деформированном слое.

Особенности образования стружки при сверлении. Процесс образования стружки при сверлении в основном такой же, как и при работе резцом, но протекает в более тяжелых условиях.

Сверло является многокромочным режущим инструментом. Резание при сверлении совершается пятью режущими кромками одновременно: двумя главными, двумя вспомогательными (на ленточках) и поперечной.

Главные режущие кромки имеют на всем своем протяжении переменные передний и задний углы. Это значит, что условия образования стружки для разных точек этих кромок неодинаковы и по мере приближения к оси сверла ухудшаются.

Для вспомогательных режущих кромок задний угол равен нулю. В результате этого между ленточками и стенками отверстия возникает сильное трение, повышающее сопротивление резанию.

Поперечная режущая кромка имеет отрицательный передний угол и работает со скоростью резания, близкой к нулю. Она сильно деформирует расположенный под ней металл и резко повышает сопротивление подаче сверла.

Ухудшает условия резания и то, что стружка, удаляемая через винтовые канавки, долго находится в соприкосновении с режущим инструментом и передает ему значительную часть теплоты, выделяющейся при резании.

§ 26. СИЛЫ РЕЗАНИЯ, КРУТЯЩИЕ МОМЕНТЫ И МОЩНОСТЬ ПРИ СВЕРЛЕНИИ

Сила резания. Для того чтобы осуществить процесс сверления, необходимо приложить к сверлу силу соответствующей величины. Кроме того, нужна еще сила для преодоления трения стружки о переднюю поверхность сверла и задних поверхностей всех режущих кромок о стенки отверстия. Суммарное значение этих сил характеризует сопротивление резанию и называется силой резания.

Для решения практических задач удобнее оперировать не суммарной силой резания, а ее составляющими, полученными в результате разложения силы резания.

На каждую режущую кромку дей-

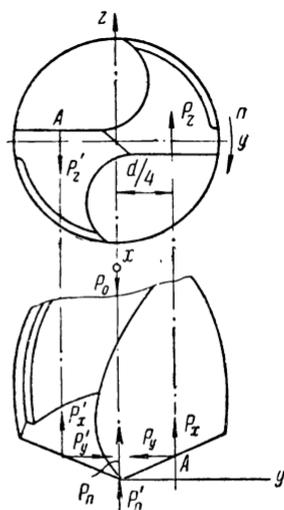


Рис. 49. Силы резания при сверлении спиральным сверлом

ствуют три силы (рис. 49): P_x — сила, параллельная оси сверла, P_y — сила, действующая в радиальном направлении и P_z — окружная сила.

Так как обе режущие кромки работают одновременно, то равнодействующая сила в каждом из этих направлений получается сложением соответствующих сил, вызванных работой отдельных режущих кромок.

В результате сложения сил P_x , P'_x и силы P_n , действующей на поперечную кромку, получается суммарная сила P'_o , действующая вдоль оси сверла. Для ее преодоления к сверлу должна быть приложена осевая сила P_o , называемая часто силой подачи. Величина P_o возрастает с увеличением диаметра сверла и повышением твердости обрабатываемого материала.

Для приблизительных расчетов значение P_o может быть найдено по формуле

$$P_o = C_p \cdot D \cdot s_o \text{ кгс.} \quad (14)$$

Величина коэффициента C_p , зависящая от условий работы, приведена в таблицах нормативов. Примером такой таблицы может служить табл. 9.

Т а б л и ц а 9.

Значения коэффициентов C_p и C_m
(для сверления в сплошном металле)

Обрабатываемый металл	C_p	C_m
Сталь конструкционная углеродистая мягкая	84,7	33,8
Чугун серый	60,5	23,3
Чугун ковкий	52,5	20,3
Бронза БрАЖ9-4	31,5	12,2

Радиальные силы P_y и P'_y , действующие на режущих кромках, направлены по радиусу одна навстречу другой. Если заточка сверла произведена правильно, главные режущие кромки имеют одинаковую длину и располагаются симметрично относительно оси сверла. В этом случае силы P_y и P'_y одинаковы по величине и равнодействующая их равна нулю. При несоблюдении этого условия одна из сил окажется больше другой и рабочий конец сверла, изогнувшись, может отклониться от правильного направления.

Окружные силы P_z и P'_z , действующие на главных режущих кромках, создают крутящий момент сверления¹. Величина этих

¹ Окружные силы, действующие на поперечной режущей кромке и на режущих кромках ленточек, настолько малы, что ими можно пренебречь.

сил обычно не рассчитывается; для практических целей удобнее оперировать не самими силами, а создаваемым ими крутящим моментом.

Крутящий момент сверления. Произведение силы P на длину плеча a , к которому приложена эта сила, называется моментом силы M . Так как длина плеча может быть выражена в метрах, сантиметрах или миллиметрах, то момент силы $M = P \cdot a$ может измеряться в *кгс·м*, *кгс·см*, *кгс·мм*.

Момент силы, передаваемый какому-либо телу для его вращения, называют крутящим моментом. Его обозначают буквами $M_{кр}$ и измеряют в тех же единицах, что и момент силы M .

При сверлении к режущим кромкам прилагаются силы P_z и P_z' . Точки их приложения отстоят от оси сверла примерно на расстояние $\frac{D}{4}$, где D — диаметр сверла¹. В соответствии с этим

$$M_{кр} = 2 \cdot P_z \cdot \frac{D}{4} \text{ кгс} \cdot \text{мм}.$$

Для ориентировочных расчетов можно пользоваться формулой

$$M_{кр} = C_m \cdot D^2 \cdot s_0 \text{ кгс} \cdot \text{мм}. \quad (15)$$

Величина коэффициента C_m зависит от условий работы (табл. 9).

Мощность. Мощность, расходуемая на образование стружки и преодоление возникающих при этом сил трения между сверлом и заготовкой, называется эффективной мощностью, обозначается буквами $N_э$ и определяется по формуле²

$$N_э = \frac{M_{кр} \cdot n}{716 \cdot 200 \cdot 1,36} \text{ кВт}, \quad (16)$$

где n — число оборотов сверла в минуту

Эту мощность должен развивать шпиндель сверлильного станка, несущий сверло. Источником энергии в станке является электродвигатель. Он приводит шпиндель во вращение и сообщает ему механическую подачу через ряд зубчатых или ременных передач. Часть передаваемой энергии расходуется на преодоление трения в подшипниках, в зубчатых и ременных передачах и в других подвижных элементах станка. Доля энергии, которая может быть использована полезно, характеризуется коэффициентом полезного действия станка (сокращенно к.п.д.), обозначаемым буквой η (эта).

¹ Грановский Г. И. и др. Резание металлов. Машгиз, 1954.

² Мощность, расходуемая на сопротивление подаче сверла, столь незначительна по величине в сравнении с мощностью, затрачиваемой на вращение, что ею при расчете мощности, необходимой для сверления, пренебрегают.

Потери энергии в механизмах станка зависят от конструкции станка, его мощности, быстроходности и составляют от 10 до 35% всей мощности двигателя ($\eta=0,90-0,65$).

Мощность электродвигателя станка ($N_{ст}$) должна быть больше эффективной мощности на величину потерь, учитываемых к.п.д. станка:

$$N_{ст} = \frac{N_э}{\eta}. \quad (17)$$

Например, если для осуществления процесса резания требуется эффективная мощность $N_э=4$ квт, а к. п. д. станка $\eta=0,80$, то мощность станка должна быть:

$$N_{ст} = \frac{N_э}{\eta} = \frac{4}{0,80} = 5,0 \text{ квт.}$$

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как измеряются механические свойства срезаемого слоя, находящегося перед фрезом, по мере продвижения последнего? Как и когда происходит отделение стружки и почему при обработке пластичных металлов ее элементы сохраняют связь между собой?

2. Какие виды стружки получаются при обработке пластичных металлов и какие условия работы вызывают образование каждого из них?

3. Как протекает процесс резания при обработке хрупких металлов и какой вид имеет стружка при этом?

4. Как получается нарост? Какую роль он играет при резании? В каких условиях и почему нарост не образуется?

5. Как направлена и от чего зависит сила P_o ? Как действует сила P_y и в каких случаях она стремится изогнуть сверло?

6. Что такое эффективная мощность и по какой формуле ее рассчитывают? Что такое к.п.д. станка, что он характеризует и от чего зависит его величина?

7. Определите необходимую мощность электродвигателя, если $N_э=3,6$ квт, а $\eta=0,90$. Какова эффективная мощность станка, имеющего электродвигатель мощностью $N_{ст}=4$ квт и $\eta=0,75$?

Глава XI

ИЗНОС РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ, ВЫБОР РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ СВЕРЛЕНИИ, ЗАТОЧКА СПИРАЛЬНЫХ СВЕРЛ

§ 27. ИЗНОС СПИРАЛЬНЫХ СВЕРЛ

В процессе сверления между различными элементами сверла и обрабатываемой заготовкой, а также между передней поверхностью сверла и стружкой возникает значительное трение. В результате этого рабочие поверхности сверла изнашиваются, режущие кромки притупляются или выкрашиваются.

В режущей части спиральных сверл изнашиваются задняя и передняя поверхности, ленточки, уголки и поперечная режущая кромка (рис. 50).

Износ задних поверхностей для различных точек режущей кромки протекает неравномерно: по мере приближения к поперечной режущей кромке степень износа уменьшается. Это объясняется тем, что на периферии сверла наибольшая скорость резания. Изношенный участок задней поверхности напоминает по своей конфигурации треугольник. Степень износа задней поверхности определяется шириной h_3 изношенной площадки у периферии.

Износ задней поверх-

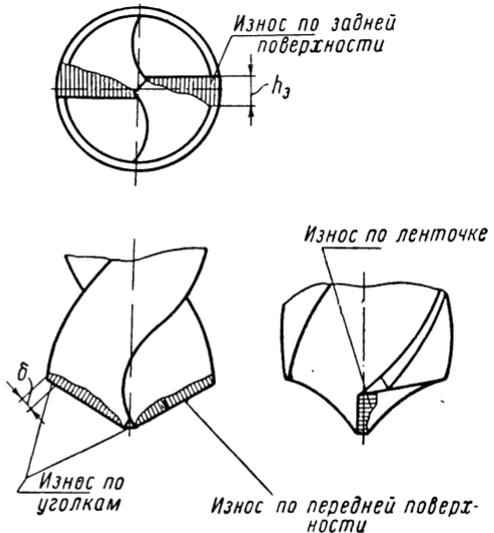


Рис. 50. Износ спиральных сверл

ности затрудняет врезание режущих кромок в тело обрабатываемой заготовки, так как возрастает трение между задними поверхностями (в местах износа) и поверхностью резания.

Износ передних поверхностей ведет к уменьшению переднего угла и затрудняет внедрение режущих кромок в тело обрабатываемой заготовки.

Износ уголков. Уголок — место пересечения главной режущей кромки с режущей кромкой ленточки. В результате износа уголок округляется и ширина этого скругления служит характеристикой степени износа. Чем больше изнашивается уголок, тем на большей длине происходит износ ленточки и при заточке приходится удалять значительную часть сверла.

Износ ленточек. При заклинивании стружки между стенками отверстия и вспомогательными винтовыми режущими кромками ленточек трение резко возрастает и происходит ускоренное притупление этих кромок на переднем конце сверла. Диаметр переднего конца направляющей части уменьшается и возможно заедание сверла в отверстии.

Износ поперечной кромки ведет к резкому возрастанию осевой силы.

§ 28. ВЫБОР РЕЖИМА РЕЗАНИЯ ПРИ СВЕРЛЕНИИ

Период резания. Длительность периода резания T_0 определяется по формуле

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot s_0} \text{ мин.}, \quad (18)$$

где L — длина рабочего хода сверла, мм,
 n — число оборотов сверла в минуту,
 s_0 — подача сверла за один оборот, мм.

Длина рабочего хода сверла складывается из следующих элементов (рис. 51):

$$L = l + l_1 + l_2, \quad (19)$$

где l — глубина отверстия,

l_1 — длина врезания сверла, измеряющаяся путем, проходным сверлом от момента касания заготовки до врезания в нее на полный диаметр (обычно ее принимают равной одной трети диаметра сверла),

l_2 — длина перебега сверла, равняющаяся обычно 1—2 мм (при сверлении глухих отверстий перебег отсутствует).

Так как

$$v = \frac{3,14 \cdot D \cdot n}{1000} \text{ м/мин.},$$

то отсюда

$$T_0 = \frac{3,14 \cdot D \cdot L}{1000 \cdot v \cdot s_0} \quad (20)$$

Из этой формулы следует, что при сверлении отверстия диаметром D и глубиной l период резания будет тем меньше, чем с большей скоростью резания v или с большей подачей s_0 будет вестись обработка.

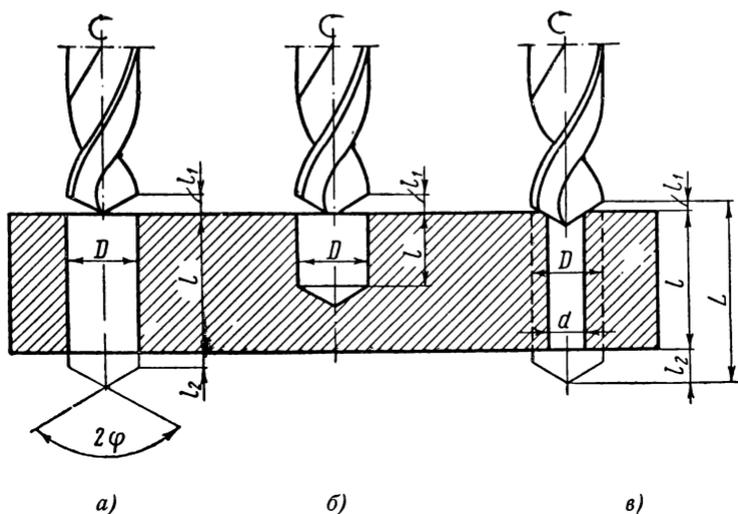


Рис. 51. Определение длины рабочего хода:
 а — при сверлении сквозных отверстий, б — при сверлении глухих отверстий, в — при рассверливании

Стойкость инструмента. В результате работы режущий инструмент изнашивается и теряет режущие свойства. Их восстановление осуществляется путем заточки. Длительность непрерывной работы инструмента между заточками называют его стойкостью.

Стойкость инструмента зависит от материала режущего инструмента, материала заготовки, величины подачи сверла, величины скорости резания и других условий обработки. Решающее влияние на стойкость оказывает скорость резания, с увеличением которой стойкость резко уменьшается.

Экономическая скорость резания. Для любых условий работы может быть установлена такая скорость резания, при которой стоимость сверлильной обработки будет наименьшей. Такую скорость называют экономической скоростью резания. Желательно, чтобы она была возможно большей, тогда одновременно с наименьшей стоимостью сверлильной обработки будет достигнута и наибольшая ее производительность.

Экономической скорости резания соответствует экономическая стойкость инструмента. Рекомендуемые средние значения экономической стойкости приведены в табл. 10.

Таблица 10

Средние значения экономической стойкости спиральных сверл T , мин.

Диаметр сверла, мм	Обрабатываемый металл		
	Сталь	Чугун, цветные металлы и сплавы	
	сверла из быстрорежущей стали	сверла из быстрорежущей стали	сверла, оснащенные твердым сплавом
5	7	12	—
10	12	21	6
15	14—20	25—30	7
20	18—22	32—40	7—8
25	20—25	40—50	10—12
30	25—30	50—55	12—17
40	40—55	75—85	—
60	60—90	105—160	—
80	120—230	210—400	—

Величина экономической скорости резания зависит от условий обработки и в первую очередь от следующих факторов: диаметра сверла, глубины отверстия, величины подачи, геометрии рабочей части сверла, материала инструмента, охлаждающей жидкости для резания.

Влияние на скорость резания диаметра сверла. С увеличением диаметра сверла скорость резания может быть несколько повышена, так как условия его работы улучшаются: возрастает сечение винтовых канавок, что облегчает отвод стружки, повышается жесткость сверла, что уменьшает опасность его изгиба, меньше нагреваются режущие кромки, поскольку масса сверла становится большей.

Влияние на скорость резания глубины отверстия. С увеличением глубины отверстия скорость резания несколько снижают. Чем глубже при данном диаметре отверстие, тем сложнее отводить стружку и подавать охлаждающую жидкость. Длительное пребывание стружки в канавках приводит к более интенсивному нагреванию сверла и снижению его стойкости.

При сверлении в пластичных металлах отверстий, глубина которых превышает их диаметр больше чем в 2,5—3 раза, отвод стружки становится затруднительным настолько, что приходится периодически выводить сверло из отверстия для удаления застрявшей стружки.

Влияние на скорость резания подачи. С увеличением подачи возрастает сечение срезаемого слоя и при сохранении постоянной скорости резания увеличивается мощность, расходуемая на резание, а следовательно, и количество выделяемого при этом тепла. Чтобы предотвратить перегрев режущих кромок и сохранить стойкость сверла, рекомендуется при увеличении подачи снижать скорость резания.

Влияние геометрии рабочей части сверла. Рациональная геометрия рабочей части сверла, т. е. геометрическая характеристика формы и взаимного расположения рабочих поверхностей и режущих кромок сверлильного инструмента, создает условия для лучшего использования инструмента и облегчает отвод тепла от режущих кромок, что позволяет повысить скорость резания при той же стойкости инструмента. Способы улучшения геометрии инструмента рассмотрены в § 29.

Влияние на скорость резания материала режущего инструмента. Чем больше тепловая стойкость и износоустойчивость материала, из которого изготовлен режущий инструмент, тем с большей скоростью резания можно вести обработку. Так, скорость резания при обработке инструментом из быстрорежущей стали в 2 раза больше, чем при обработке инструментом из стали У10 или У10А, а твердосплавный инструмент позволяет применять скорости резания в 5—7 раз большие, чем инструмент из углеродистой стали.

Влияние на скорость резания охлаждающе-смазывающей жидкости. Охлаждающая жидкость позволяет увеличить скорость резания инструментами, изготовленными из углеродистой или быстрорежущей стали, в 1,4—1,5 раза.

Твердосплавные инструменты работают всухую. Охлаждающая жидкость не применяется, так как тепловая стойкость этих инструментов высока и случайный перерыв в подаче жидкости может привести к растрескиванию твердого сплава.

Выбор режима резания производится на основе нормативов, учитывающих результаты научных исследований и опыт новаторов производства. Нормативы сведены в таблицы, где приводятся рекомендуемые значения подачи s_0 и скорости резания v для различных случаев обработки. Некоторые нормативы для наиболее распространенных случаев обработки приведены в табл. 11 и 12.

Выбор режима резания начинается с установления величины подачи, которая зависит в первую очередь от диаметра сверла и свойств обрабатываемого материала (табл. 11).

Из таблицы следует, что увеличение диаметра сверла позволяет повысить подачу, так как чем больше диаметр сверла, тем оно прочнее и жестче и тем меньше подвержено продольному изгибу.

Выбор значения подачи от наименьшего до наибольшего из

**Поддачи при сверлении спиральными сверлами углеродистых
и легированных сталей и стального литья**

Диаметр сверла, мм	Поддача s_0 , мм/об		
	для мягкой стали	для стали средней твердости	для твердой стали
2	0,025—0,05	0,02—0,04	0,015—0,03
4	0,045—0,09	0,04—0,07	0,025—0,05
6	0,080—0,16	0,055—0,11	0,045—0,09
8	0,10—0,20	0,07—0,14	0,06—0,12
10	0,12—0,25	0,10—0,19	0,08—0,15
12	0,14—0,28	0,11—0,21	0,09—0,17
16	0,17—0,34	0,13—0,25	0,10—0,20
20	0,20—0,39	0,15—0,29	0,12—0,23
24	0,22—0,43	0,16—0,32	0,13—0,26
28	0,24—0,47	0,17—0,34	0,14—0,28
30	0,25—0,50	0,18—0,36	0,15—0,30

рекомендуемых для данного диаметра значений (например, от 0,10 до 0,20 мм/об для сверла диаметром 8 мм) определяется условиями обработки. Так для сверления отверстий под резьбу выбирают среднее значение поддачи (в рассматриваемом случае 0,15 мм/об); наименьшее значение (0,10 мм/об) берут при сверлении отверстий, которые затем должны быть обработаны зенкером или разверткой.

После того как установлена подача, переходят к выбору скорости резания, которая зависит от диаметра сверла и выбранной поддачи (табл. 12).

Таблица 12

Скорость резания v (м/мин) и число оборотов n (мин.) при сверлении мягкой углеродистой стали сверлами из быстрорежущей стали марки Р9 с охлаждением эмульсией

Поддача, мм/об	Диаметр сверла, мм									
	6		8		10		12		14	
	v	n	v	n	v	n	v	n	v	n
До										
0,05	52,6	2793	—	—	—	—	—	—	—	—
0,07	41,7	2214	—	—	—	—	—	—	—	—
0,08	37,9	2010	42,7	1699	46,6	1483	—	—	—	—
0,10	32,4	1718	36,5	1453	39,8	1268	42,8	1137	—	—
0,12	28,5	1513	32,1	1280	35,1	1117	37,7	1001	40,1	912
0,15	24,3	1288	27,3	1088	29,8	950	32,1	852	34,1	776
0,18	21,5	1142	24,3	965	26,5	843	28,5	756	30,3	688
0,20	20,0	1059	22,5	896	24,6	782	26,4	701	28,1	639
0,25	17,7	940	21,2	840	22,0	700	23,8	632	25,3	575

Подача и скорость резания для других условий работы (иной обрабатываемый материал, иные режущие инструменты и т. д.) выбираются по аналогичным таблицам, которые приводятся в нормативах.

§ 29. ЗАТОЧКА И РАЦИОНАЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ СПИРАЛЬНЫХ СВЕРЛ

Цели и способы заточки. Заточка придает задним поверхностям режущей части сверла форму и положение, обеспечивающие наиболее благоприятные условия резания, и восстанавливает режущую способность затупившегося инструмента. Чем меньше толщина слоя, снимаемого при заточке, тем долговечнее сверло.

Заточка производится на специальных заточных станках абразивными кругами: корундовыми, если инструмент изготовлен из углеродистой или быстрорежущей стали, и карборундовыми, если инструмент изготовлен из твердого сплава.

Задним поверхностям придается коническая или винтовая форма.

В первом случае сверло 3 (рис. 52, а), закрепленное в специальном приспособлении 4, прижимается задней поверхностью к торцу абразивного круга 1 и при заточке покачивается, отклоняясь от оси OO . Нужное положение сверла относительно оси круга и оси OO определяется при помощи специальных таблиц и зависит от требуемых значений 2φ , α и др. При этой заточке задняя поверхность является частью воображаемого конуса 2.

При винтовой заточке сверло 5 (рис. 52, б) зажато в патроне и медленно вращается вокруг своей оси. Шлифовальный круг 11 закреплен на шпинделе 6. Шпиндель установлен во втулке 9. Так как ось EB вращения шпинделя не совпадает с осью AA вращения втулки, то при одновременном вращении втулки и шпинделя шлифовальный круг 11 совершает планетарное движение: вращается вокруг оси BB и вместе с ней вокруг оси AA . Втулка 9 несет кулачок 10, прижимаемый пружиной 7 к неподвижному выступу 8.

Рабочей поверхности кулачка придано такое очертание, что в течение первой половины оборота втулка и круг 11 равномерно перемещаются вдоль оси вправо, а в течение второй половины оборота влево. В результате сочетания всех перечисленных движений круга и сверла задние поверхности последнего получают винтовыми.

Заточка по винтовым поверхностям применяется только при сверлении мягких металлов, так как она дает более резкое увеличение заднего угла к центру сверла, чем заточка по конусу.

прочность уголка повышается. Стойкость сверл с двойной заточкой выше стойкости обычных на 25—35%. Двойная заточка сверл диаметром меньше 10 мм неэффективна.

Сверла с подточенной перемычкой. Поперечная режущая кромка работает в неблагоприятных условиях и является причиной резкого увеличения осевой силы. Уменьшить

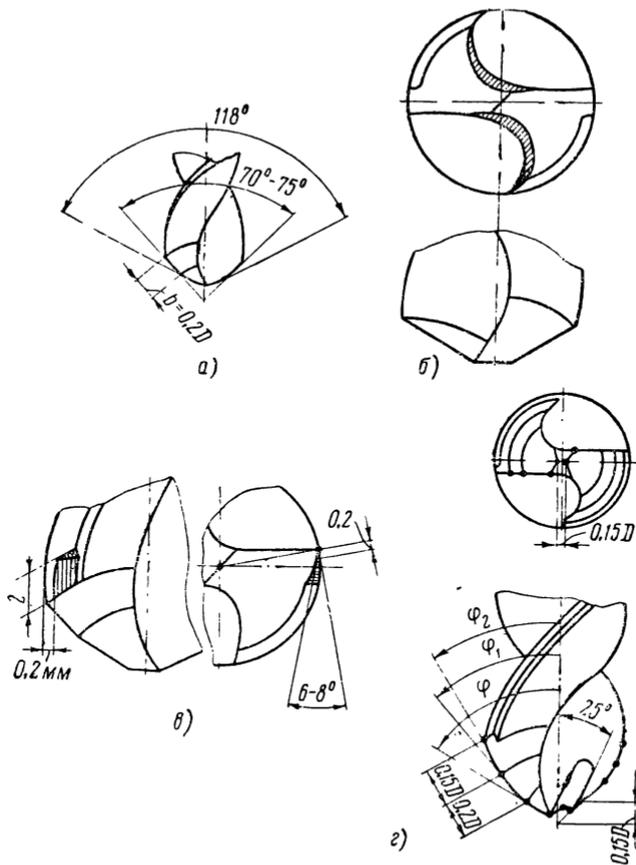


Рис. 53. Способы заточки спиральных сверл:
 а — с двойной заточкой, б — с подточенной перемычкой, в — с подточенной ленточкой, г — бесперемычное сверло

длину этой кромки, а с нею и противодействие осевой силы можно подточкой перемычки. Подточка увеличивает передний угол поперечной кромки, уменьшает ее длину и тем самым снижает осевую силу резания.

Существуют различные способы подточки перемычки. Из них наиболее часто применяется способ, показанный на рис. 53, б,

снижающий величину осевой силы P_0 почти на $1/3$ в сравнении с силой, возникающей при работе обычным сверлом.

Сверла с подточенной ленточкой (рис. 53, в). Стойкость сверл с диаметром больше 12 мм повышают, подтачивая ленточку на длине 2—3 мм от рабочего конца направляющей части сверла под углом 6—8°, сохраняя при этом ленточку шириной 0,2 мм.

Бесперемычные сверла. Новатор В. И. Жиров предложил прорезать в перемычке паз шириной 1,5—2,5 мм и глубиной до 2 мм (рис. 53, г). При работе такими сверлами осевая сила и крутящий момент уменьшаются, а стойкость сверла возрастает.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В каких местах происходит износ сверла? Как изнашиваются передние и задние поверхности и какое влияние их износ оказывает на резание?
 2. Как и почему изнашиваются уголки и ленточки? Какое влияние их износ оказывает на работу сверла?
 3. Как сказывается на работе сверла износ поперечной режущей кромки?
 4. Подсчитайте период резания для следующих условий: сверление под резьбу сверлом диаметром 15 мм, глубина отверстия 6 мм, обрабатываемый материал — мягкая углеродистая сталь, материал режущего инструмента—Р9. Значения подачи и числа оборотов в минуту найдите по таблицам.
 5. Какая скорость резания называется экономической?
 6. Как влияют на скорость резания увеличение подачи и диаметра сверла?
 7. От каких факторов зависят подача и скорость резания?
 8. Какие движения сообщаются сверлу и абразивному кругу для придания задним поверхностям конической формы и какие для придания винтовой формы?
 9. В каких случаях целесообразна винтовая заточка задних поверхностей? Для чего и как производятся подточка перемычки и подточка ленточки?
 10. В чем особенности конструкции и достоинства бесперемычных сверл?
-

Глава XII

ОСНОВЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ЗЕНКЕРОВАНИИ.

§ 30. НАЗНАЧЕНИЕ, ЭЛЕМЕНТЫ И ГЕОМЕТРИЯ ЗЕНКЕРОВ

Назначение зенкерования. Зенкерование предназначается для увеличения диаметра отверстия, полученного сверлением или образованного в литых или штампованных заготовках при их изготовлении. В связи с более благоприятными условиями резания и большей жесткостью режущего инструмента (зенкера) зенкерование обеспечивает несколько большую точность и лучшую чистоту обработанной поверхности, нежели сверление.

Очень часто зенкерование используется для обработки торцовых поверхностей приливов и бобышек и для получения конических или цилиндрических углублений под головки винтов.

Элементы и геометрия зенкера для обработки и отверстий. Рабочая часть трехперого цельного спирального зенкера на длине l_1 (рис. 54, а) прорезана тремя винтовыми канавками, образующими в пересечении с задней поверхностью три режущие кромки с ленточками f (рис. 54, б). Это отличает зенкер от сверла, имеющего две канавки, и обеспечивает лучшее направление при обработке.

Режущие кромки рабочей части зенкера лежат на воображаемой поверхности усеченного конуса. Возможность усечения объясняется тем, что в резании принимает участие только небольшой участок длины режущих кромок, примыкающий к наружному диаметру наружной поверхности.

Для повышения производительности зенкерования режущая часть зенкера должна иметь геометрию, наиболее благоприятную условиям выполняемой обработки.

Так, угол φ режущей части оказывает влияние на форму стружки и на отвод ее из канавок. При обработке стали рекомендуется угол φ , равный 60° , при обработке чугуна — равный $45-60^\circ$. Уменьшение этих значений может вызвать вибрацию,

а увеличение снижает стойкость зенкера в связи с более быстрым износом передней поверхности. Для зенкеров, оснащенных пластинами твердого сплава (рис. 54, *г*), рекомендуется угол φ , равный 75° .

Винтовые канавки трехперых зенкеров имеют профиль, приведенный на рис. 54, *б*; профиль четырех- и шестиперых зенкеров показан на рис. 54, *в*. Так как при зенкеровании толщина

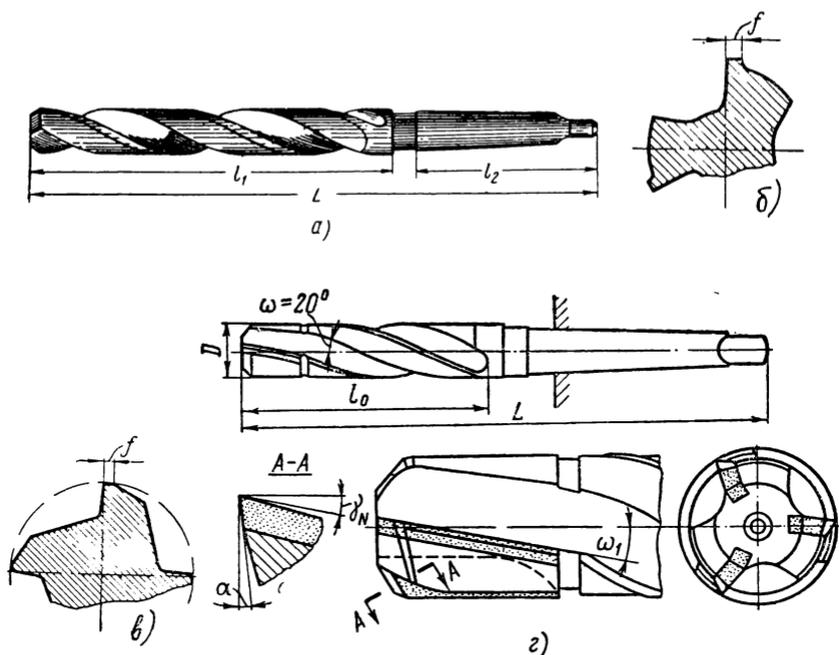


Рис. 54. Спиральные зенкеры:

а — трехперый зенкер, *б* — профиль канавки трехперого зенкера, *в* — профиль канавки четырехперого зенкера, *г* — твердосплавный зенкер

слоя, снимаемого каждым зубом зенкера, меньше, чем при сверлении, и поперечная режущая кромка отсутствует, то и глубина канавок может быть значительно уменьшена. В результате сердцевина зенкера получается более массивной и инструмент приобретает большую жесткость.

Угол ω наклона винтовых канавок оказывает влияние на величину переднего угла и на отвод стружки от режущих кромок. С увеличением ω передний угол возрастает и силы резания уменьшаются, но одновременно с этим уменьшается прочность режущей кромки. Величина ω выбирается в пределах от 10° до 30° в зависимости от вида и свойств обрабатываемого материала и диаметра зенкера. Чем меньше диаметр зенкера и чем

больше твердость обрабатываемого материала, тем меньше должна быть величина ω .

Твердосплавные зенкеры (рис. 54, з) имеют винтовые канавки с разным углом подъема ω . На участке рабочей части он (ω) меньше, чем на остальной поверхности державки (ω_1).

Передний угол γ и задний α у рассматриваемых зенкеров образуются так же, как у спиральных сверл. Величина переднего угла зенкера определяется формой канавки, углом ω наклона винтовых канавок и углом ϕ . Величина переднего угла γ_N измеряется в плоскости $A-A$, перпендикулярной главной режущей кромке. Рекомендуемые значения передних углов γ_N приведены в табл. 13.

Таблица 13

Рекомендуемые значения передних углов зенкеров

Обрабатываемый материал	Величина переднего угла γ_N , град
Алюминий, латунь	25—30
Мягкая сталь	15—20
Сталь средней твердости, стальное литье	8—12
Чугун средней твердости	6—8
Твердая сталь, твердый чугун	0—5

Задний угол α режущей части зенкеров из быстрорежущей стали равен 6—10°, а зенкеров, оснащенных твердыми сплавами,— 10—15°. Выбор величины угла α производится так же, как и при сверлении.

Для того чтобы направить зенкер в отверстие и придать отверстию окончательный размер, на направляющей части зенкера образуется ленточка. Ширина ее f должна быть достаточна для выполнения этой задачи, но не создавать чрезмерного трения. У зенкеров диаметром 10—80 мм ширина ленточки равна 0,8—2 мм.

Чтобы снизить трение ленточки об обработанную поверхность отверстия, ленточки шлифуют не по цилиндру, а по конусу, уменьшая их диаметр по направлению к хвостовику на 0,05—0,015 мм на каждые 100 мм длины.

§ 31. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ЗЕНКЕРОВ

Трехперые спиральные зенкеры (см. рис. 54, а) выполняются диаметром от 12 до 35 мм и имеют конический хвостовик. Они изготавливаются цельными из стали марок У11А, У12А, 9ХС и сварными из быстрорежущей стали Р9. В последнем случае хвостовик выполняется из стали 50.

Рассматриваемый вид зенкеров может быть оснащен и пластинками твердого сплава (рис. 54, з). Для этого пластинки впаиваются в гнезда, прорезанные на рабочем конце оправки под такими углами к ее радиусу и оси, чтобы на передней поверхности затачивалась только небольшая площадка шириной 2—5 мм для получения нужного переднего угла ($\gamma = 10\text{—}12^\circ$).

Канавка на длине пластинки твердого сплава делается косой под углом $\omega = 10^\circ$. Для лучшего отвода стружки эта канавка должна плавно переходить в винтовую с углом $\omega = 20^\circ$.

Насадные цельные зенкеры (рис. 55) изготавливают отдельно от оправки, насаживая затем цилиндрическим отверстием на ее цапфу. На заднем торце насадного зенкера делают паз для установки шпонки, предохраняющей зенкер от проворачивания на оправке. Хвостовик оправки выполняют коническим.

Насадные зенкеры предназначены для обработки отверстий диаметром от 25 до 80 мм и выпускаются с четырьмя-шестью зубьями в зависимости от диаметра. Материалом для их изготовления служит быстрорежущая сталь Р9.

Насадные сборные регулируемые зенкеры (рис. 56, а) применяют для зенкерования отверстий диаметром от 40 до 100 мм. Эти зенкеры имеют вставные зубья (ножи) из быстрорежущей стали Р9 или из пластинок твердого сплава. Число вставных зубьев зависит от диаметра зенкера: если диаметр меньше 55 мм — их число $z = 4$, если больше 55 мм — $z = 6$.

Возможны различные способы установки зубьев в корпус зенкера. Наиболее распространенный из них (рис. 56, б), когда клиновидный зуб (угол клина 5°) с продольным рифлением на задней поверхности заколачивается в соответствующий паз корпуса зенкера с рифлением на задней поверхности, параллельным дну. Рифление создает возможность некоторого регулирования диаметра зенкера.

Зенкеры для выработки цилиндрических углублений. Их назначение — расширить ранее образованные отверстия главным образом под головки винтов и болтов. Дно образуемого углубления — плоское.

На рабочем конце зенкер имеет цапфу, которой направляется по предварительно просверленному отверстию. Особенностью рассматриваемых зенкеров (рис. 57, а) является то, что режущие кромки на их торце имеют угол $\phi = 90^\circ$, т. е. плоскость, в которой расположены торцовые режущие кромки, перпендикулярна оси зенкера. Число зубьев обычно равно четырем.

Направляющая цапфа может быть изготовлена как одно целое с зенкером или съемной. В последнем случае на рабочем торце образуется конусное отверстие, а цапфа выполняется с конусным хвостовиком, которым она вставляется в углубление.

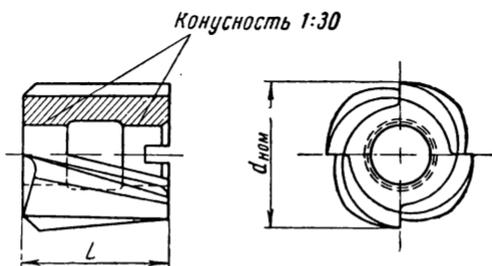


Рис. 55. Насадные цельные зенкеры

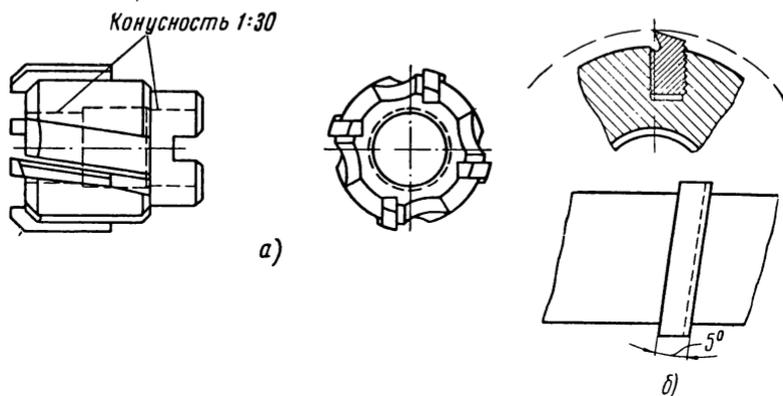


Рис. 56. Насадной сборной регулируемый зенкер (а) и вставной зуб с рифлением (б)

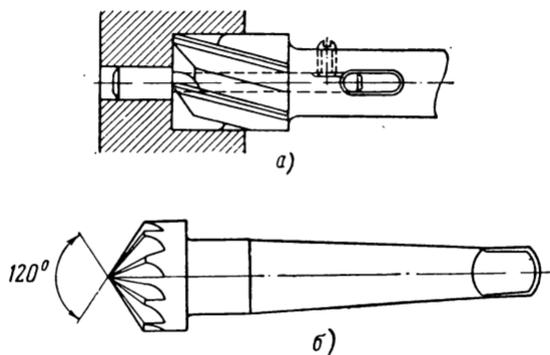


Рис. 57. Зенкеры для выполнения углублений: а — цилиндрических, б — конических

Возможность удаления цапфы значительно облегчает заточку зенкера.

Зенкеры для образования конических углублений под головки винтов (зенковки) выполняются как одно целое с хвостовиком (рис. 57, б). Угол конусности углубления 90 и 120°. Сравнительно малый размер впадин между зубьями этих зенкеров затрудняет отвод стружки и способствует быстрой порче их режущих кромок и передних поверхностей.

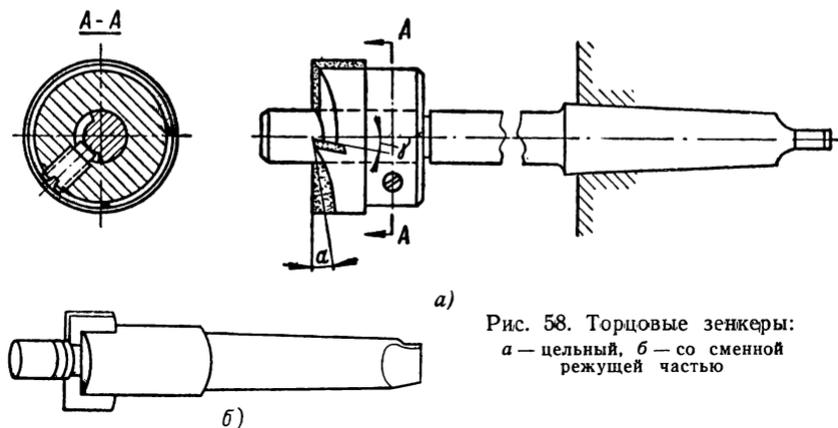


Рис. 58. Торцовые зенкеры:
а — цельный, б — со сменной режущей частью

Торцовые зенкеры предназначены для обработки торцовых поверхностей бобышек, приливов и пр. Они выполняются насадными и надеваются на оправку с коническим хвостовиком.

Зубья у торцовых зенкеров расположены только на рабочем торце (рис. 58, а). Торцовые зенкеры имеют направляющую цапфу.

Зенкеры диаметром более 32 мм могут иметь сменную режущую часть в виде ножа (рис. 58, б).

§ 32. ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗАНИЯ, СИЛЫ РЕЗАНИЯ, КРУТЯЩИЕ МОМЕНТЫ И МОЩНОСТЬ ПРИ ЗЕНКЕРОВАНИИ

Элементы резания при зенкероании те же, что и при сверлении: глубина резания, подача, поперечное сечение срезаемого слоя, скорость резания. Характеристика этих элементов также не отличается от характеристики элементов резания при сверлении.

Глубина резания при зенкероании (рис. 59)

$$t = \frac{D - d}{2} \text{ мм,}$$

где d — диаметр первоначально образованного отверстия,
 D — диаметр отверстия, получаемого при зенкеровании.
 Подача на один зуб

$$s_z = \frac{s_0}{z} \text{ мм/зуб,}$$

где s_0 — перемещение зенкера за один его оборот,
 z — число зубьев зенкера.

Площадь поперечного сечения срезаемого слоя

$$f = t \cdot s \text{ мм}^2.$$

Скорость резания

$$v = \frac{\pi D n}{1000} \text{ м/мин.}$$

Скорость резания, как и при сверлении, определяется для точек режущих кромок, лежащих на наружном диаметре зенкера, т. е. работающих в наиболее неблагоприятных условиях.

Сила резания, крутящий момент и мощность. Основные силы при зенкеровании те же, что и при сверлении: осевая сила P_o , измеряемая в кгс, и крутящий момент $M_{кр}$, измеряемый в кгс·мм. При этом виде обработки снимается слой сравнительно небольшой толщины, поэтому величины осевой силы, крутящего момента и мощности гораздо меньше, чем при сверлении.

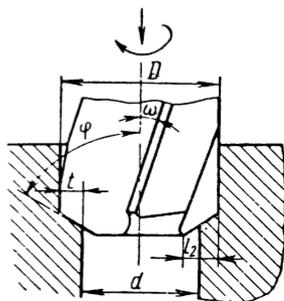


Рис. 59. Элементы резания при зенкеровании

§ 33. ИЗНОС ЗЕНКЕРОВ, ВЫБОР РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ И ЗАТОЧКА ЗЕНКЕРОВ

Износ зенкером. Зенкер изнашивается по задней и передней поверхностям, а также по ленточкам.

Износ задней поверхности нарастает постепенно. Износ передней поверхности приводит к образованию на ней широкой лунки небольшой глубины (20—30 мк). Особенно сильно стойкость инструмента снижает износ ленточек, имеющий вид поперечных проточин. При обработке чугуна зенкерами из быстрорежущей стали решающее значение имеет износ уголков.

Период резания. Длительность периода резания при зенкеровании определяется по тому же уравнению, что и при сверлении:

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot s_0} \text{ мин.}$$

Отличие заключается только в том, что при определении длины рабочего хода $L=l+l_1+l_2$ длину врезания l_1 принимают приближенно равной $\frac{D-d}{4}$ мм, а перебега $l_2 = 3s_0$.

Стойкость инструмента. Стойкость зенкера определяется его конструкцией, геометрией режущей части и условиями обработки. Если исходить из предположения, что режущая часть имеет рекомендуемые для данных условий работы углы резания, то решающее значение для стойкости инструмента имеет диаметр зенкера и обрабатываемый материал. Для зенкеров из быстрорежущей стали средние периоды экономической стойкости зенкеров указаны в табл. 14.

Таблица 14

Средние периоды стойкости зенкеров из быстрорежущей стали

Характеристика зенкера	Обрабатываемый материал	Период стойкости T , мин., при диаметре зенкера, мм										
		15—19	20—24	25—29	30—34	35—39	40—44	45—49	50—54	55—59	60—69	70—80
Со вставными зубьями	Сталь	—	—	36	42	50	55	60	70	90	110	130
	Чугун	—	—	60	70	85	130	150	170	180	200	280
Цельные	Сталь	12	18	24	30	—	—	—	—	—	—	—
	Чугун	30	35	42	54	—	—	—	—	—	—	—

Режимы резания. Глубина резания определяется размером предварительно образованного отверстия. Обычно весь припуск, оставляемый для зенкерования, снимается за один проход.

Величина рекомендуемой подачи устанавливается в зависимости от диаметра зенкера, материала его режущей части, вида и свойств обрабатываемого материала (табл. 15).

Скорость резания зависит от диаметра зенкера, глубины резания, подачи, материала режущего инструмента, вида и свойств обрабатываемого материала. В результате многочисленных исследований созданы нормативы, имеющие вид таблиц, в которых указаны рекомендуемые значения скорости резания в зависимости от условий работы. Примером таких нормативов может служить табл. 16.

Пример 1. Определить режим резания при зенкерование отверстия в стали средней твердости зенкером из быстрорежущей стали диаметром 25 мм при глубине резания 0,75 мм.

Решение. Определяем подачу по табл. 15: для зенкера диаметром 25 мм рекомендуется подача в пределах от 0,5 до

Рекомендуемые подачи при зенкеровании стали средней твердости

Зенкер из быстрорежущей стали				Зенкер, оснащенный пластинками твердого сплава			
Диаметр зенкера, мм	Подача, мм/об	Диаметр зенкера, мм	Подача, мм/об	Диаметр зенкера, мм	Подача, мм/об	Диаметр зенкера, мм	Подача, мм/об
15	0,4—0,7	45	0,7—1,4	15	0,4—0,55	45	0,75—1,2
20	0,5—0,9	50	0,8—1,5	20	0,5—0,7	50	0,80—1,3
25	0,5—1,0	60	0,8—1,6	25	0,6—0,9	60	0,80—1,3
30	0,6—1,1	70	0,9—1,8	30	0,65—1,0	70	0,90—1,4
35	0,7—1,3	80	1,0—2,0	35	0,7—1,1	80	1,0—1,5
40	0,7—1,4	—	—	40	0,7—1,1	—	—

Примечание. При обработке глухих отверстий подачи берутся в пределах 0,2—0,6 мм/об.

Таблица 16

Скорости резания, рекомендуемые при зенкеровании стали средней твердости зенкерами из быстрорежущей стали

Подача, мм/об	Скорость резания v , м/мин, при диаметре зенкера D , мм, и глубине резания t , мм									
	D		D		D		D		D	
	D	t	D	t	D	t	D	t	D	t
	15	0,5	25	0,75	35	0,75	45	1,0	50	1,5
0,2		44		—		—		—		—
0,3		36,0		—		—		—		—
0,4		31,0		27,0		—		—		—
0,5		28,0		24,0		25,0		—		—
0,6		25,0		22,0		23,0		—		—
0,7		24,0		21,0		21,0		16,0		—
0,8		—		19,0		20,0		15,0		—
1,0		—		17,0		18,0		13,0		11,0
1,2		—		16,0		16,0		12,0		10,0
1,4		—		15,0		15,0		11,0		9,0
1,6		—		—		—		10,0		9,0

1,0 мм. Так как рассчитывается режим резания в обычных условиях, принимаем среднее значение $\approx 0,7$ мм/об.

По табл. 16. находим рекомендуемую скорость резания:

$$v = 21,0 \text{ м/мин.}$$

Заточка зенкеров. Все выше рассмотренные виды зенкеров затачиваются по (задней) поверхности на универсально-за-

точных станках. В отверстие шпинделя заточного станка цельные зенкеры вставляются коническим хвостовиком непосредственно или через переходную втулку, а насадные надеваются на закрепленную в шпинделе оправку 3 (рис. 60).

Для фиксирования зенкера 2 в определенном положении, необходимом для заточки задней поверхности данного зуба, на столе станка устанавливается упор 4, в который упирается передняя поверхность затачиваемого зуба. Для заточки зенкер прижимается к торцовой поверхности чашечного круга 1.

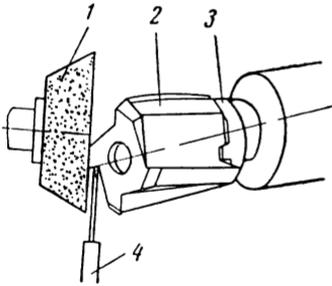


Рис. 60. Схема заточки насадного зенкера по задней поверхности

Следует обратить внимание на то, чтобы режущая кромка получилась достаточно острой и не была завалена.

Если по каким-либо причинам необходимо заточить переднюю поверхность, то затачивать ее следует перед заточкой задней поверхности.

Целью заточки задней поверхности является получение заднего угла требующейся величины. При заточке не должно быть перегрева и биения режущих кромок, что обеспечивается точным положением посадочной поверхности относительно оси шпинделя (надо, чтобы оси их совпадали). Биение посадочной поверхности проверяется при помощи индикатора.

Диаметр посадочного отверстия зенкера должен строго соответствовать диаметру посадочной поверхности оправки, чтобы зенкер надевался на оправку без усилия, но и без зазора.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для выполнения каких работ применяются зенкеры? Укажите основные виды зенкеров, особенности конструкции и область применения.
2. Чем отличается трехперый спиральный зенкер от спирального сверла?
3. Какое влияние оказывают: угол ϕ , винтовые канавки, передний и задний углы зенкера на условия резания?
4. Назовите изнашивающиеся поверхности зенкера. Износ какой из поверхностей имеет решающее значение?
5. От каких факторов зависит выбор скорости резания и подачи?
6. Как производится заточка зенкеров? На что следует обратить внимание при заточке?

Глава XIII

ОСНОВЫ РЕЗАНИЯ ПРИ РАЗВЕРТЫВАНИИ

§ 34. НАЗНАЧЕНИЕ, ЭЛЕМЕНТЫ И ГЕОМЕТРИЯ РАЗВЕРТОК

Назначение и виды развертывания. Чистота обработанной поверхности в значительной степени зависит от толщины стружки, снимаемой при обработке: чем тоньше стружка, тем чище обработанная поверхность.

Сверление ведется при значительной толщине стружки, и полученные этим способом отверстия всегда имеют шероховатую поверхность. Кроме того, сверло недостаточно жестко и под действием значительных сил резания изгибается, поэтому точность размера и направления обработанного отверстия невысоки.

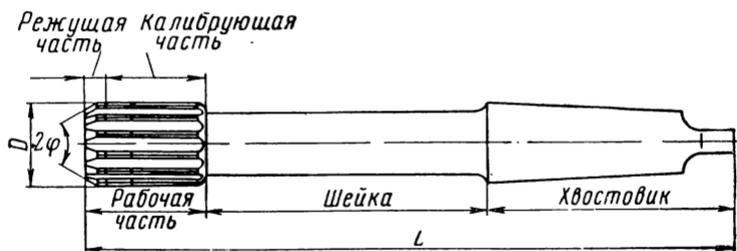
Более высокая жесткость зенкеров и более благоприятные условия образования и отвода стружки позволяют получить более точные и более чистые отверстия. Но нередко для соединения деталей в машинах или приборах (например, для подвижных посадок второго и третьего классов точности) требуется обеспечить более высокую размерную точность отверстий и лучшую чистоту поверхности. В этих случаях отверстия после сверления или зенкерования подвергаются обработке разверткой (развертыванию).

Развертывание делится на черновое и чистовое, отличающиеся друг от друга глубиной резания. Черновое развертывание ведется с глубиной резания от 0,07 до 0,25 мм и дает поверхность посредственной чистоты, хотя и более высокой, нежели сверление и зенкерование. Чистовое развертывание производится с глубиной резания от 0,025 до 0,1 мм и позволяет получать очень точные отверстия с чистой поверхностью.

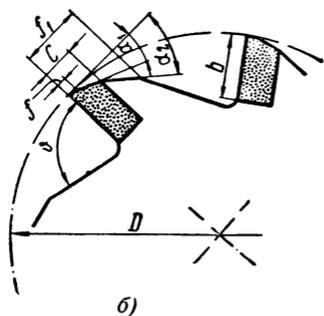
Элементы развертки. При обработке на сверлильных станках применяются машинные развертки, имеющие некоторые конструктивные отличия от ручных, используемых при слесарно-монтажных работах.

Машинная развертка состоит из рабочей части и хвостовика, связанных между собой удлиненной шейкой (рис. 61, а).

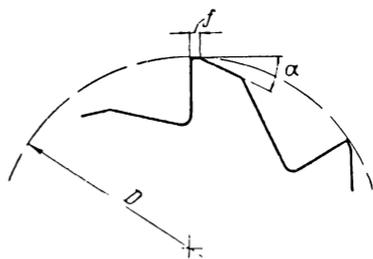
Число зубьев. Рабочая часть снабжена несколькими режущими зубьями, параллельными оси развертки или наклонными к ней. Чем больше число зубьев, тем меньше при данной подаче нагрузка, приходящаяся на каждый из них, тем чище обработанная поверхность. Кроме того, увеличение числа зубьев



а)



б)



в)

Рис. 61. Машинная развертка:

а — общий вид, б — профиль канавок разверток, оснащенных твердым сплавом, в — профиль канавок разверток из быстрорежущей стали

способствует лучшему направлению развертки в обрабатываемом отверстии.

Однако увеличение числа зубьев уменьшает величину стружечных канавок. Отвод стружки может затрудниться настолько, что заставит уменьшить подачу и снизить производительность резания.

Число зубьев развертки устанавливается в зависимости от ее диаметра и назначения. При диаметре 3—10 мм машинная развертка имеет 6 зубьев, при диаметре 20—30 мм их 10, при диаметре 32—45 мм — 12, а при диаметре 46—50 мм — 14.

Чтобы удобнее было измерять диаметр развертки при помощи микрометра, число зубьев (обычно) бывает четным.

Профиль канавок должен обеспечить рациональную

геометрию режущих и калибрующих зубьев, надлежащую их прочность и достаточное пространство для размещения снимаемой стружки.

Профиль канавок у разверток, оснащенных твердыми сплавами, показан на рис. 61, б, у разверток из быстрорежущей стали — на рис. 61, в.

Распределение зубьев по окружности. Неравномерная плотность обрабатываемого материала и наличие в нем более твердых включений, изменяя нагрузку на зубья развертки, может привести к отжиму развертки. Все следующие зубья, приходя в соприкосновение с этим более твердым участком, будут ударяться о него, заставляя развертку оставаться отжатой. В результате этого отверстие может получить продольное рифление.

Для устранения этого недостатка применяют развертки с неравномерным шагом зубьев по окружности. Но и здесь диаметрально противоположные шаги выполняют равными (рис. 62) для того, чтобы сохранить расположение режущих кромок каждой пары противоположных зубьев на одном диаметре и облегчить измерение диаметра развертки.

У двенадцати зубой развертки с неравномерным распределением зубьев по окружности расстоянием между зубьями 1—2 и 7—8 соответствует угол $\omega_1 = 27^\circ 30'$, а расстоянием между зубьями 2—3 и 8—9 — $\omega_2 = 28^\circ 30'$.

Схемы неравномерной разбивки зубьев по окружности различаются в зависимости от числа зубьев.

Направление канавок. Наибольшее распространение получили развертки с прямыми зубьями, т. е. с канавками, расположенными параллельно оси развертки. Их преимущество в том, что диаметр таких разверток может быть точно замерен, а изготовление и заточка несложны.

В ряде случаев, например при обработке отверстий, имеющих продольные пазы или выемки, возникает необходимость использования разверток с наклонными к оси канавками и винтовыми канавками, угол наклона канавки от 7 до 15° . Такие канавки могут быть правыми (рис. 63, а) и левыми (рис. 63, б). Направление винтовых канавок должно быть противоположным направлению вращения шпинделя, иначе давление стружки может затянуть развертку в обрабатываемое отверстие и выдернуть ее из конусной расточки шпинделя. При обычном направлении вращения шпинделя сверлильного станка применяют развертки с левыми винтовыми канавками.

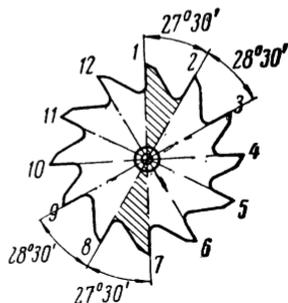


Рис. 62. Схема расположения зубьев у развертки с неравномерным шагом

Обработка развертками с винтовыми канавками происходит в менее благоприятных условиях, чем развертками с прямыми канавками: осевая сила больше, отвод стружки хуже.

Геометрия рабочей части. Рабочая часть развертки состоит из режущего и калибрующего участков (рис. 64). Режущий участок l_1 выполняет основную работу резания. Положе-

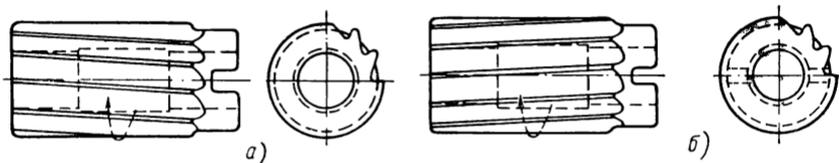


Рис. 63. Развертки с винтовыми канавками:
а — правыми, б — левыми

ние режущих кромок на этом участке определяется величиной угла ϕ . Чем он меньше, тем большая при остальных одинаковых условиях работы длина режущей кромки принимает участие в работе, стружка получается тоньше, осевое усилие меньше, а длина рабочего хода больше. Малый угол ϕ способствует плавному входу и выходу развертки из отверстия.

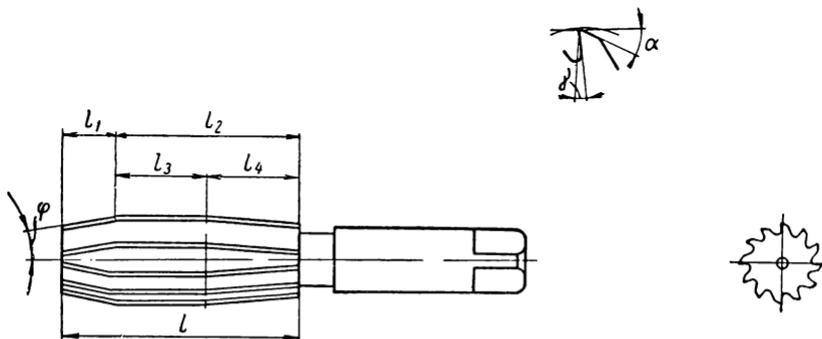


Рис. 64. Ручная развертка

При развертывании осевые силы столь незначительны, что некоторое их уменьшение или увеличение в зависимости от угла ϕ существенного влияния на условия резания не оказывает, а уменьшение толщины стружки, сопровождаемое соответственным увеличением ее ширины, затрудняет ее размещение и удаление. Это затруднение особенно ощутимо при обработке таких вязких металлов, как сталь. В связи с этим чрезмерное уменьшение угла ϕ нежелательно. При обработке хрупких материалов угол

ϕ равен 3—5°, а вязких — 12—15°. При разворачивании глухих отверстий для всех обрабатываемых металлов угол ϕ равен 60°.

Задний угол режущего участка у цельных разверток $\alpha = 5—8^\circ$, а у регулируемых $\alpha = 6—8^\circ$. У чистовых разверток задний угол берется меньше, чем у черновых. Передний угол $\gamma = 0^\circ$. Столь малые значения заднего и переднего углов обеспечивают более высокую прочность режущих кромок.

Калибрующий участок рабочей части образуется направляющими ленточками зубьев развертки. Назначение этих ленточек такое же, как и в других сверлильных инструментах, — направлять и центрировать развертку в отверстии. Для лучшего выполнения этой задачи было бы желательным делать ленточки более широкими, но это привело бы к увеличению трения. По этой причине ширина f ленточки ограничена и берется в зависимости от диаметра развертки (в пределах 0,05—0,3 мм для разверток диаметром 5—50 мм).

Калибрующая часть развертки изнашивается неравномерно — быстрее в местах, примыкающих к режущему участку. Если бы ленточки были образованы на цилиндрической поверхности, то в результате износа диаметр калибрующей части спереди оказался бы больше ее диаметра сзади, что привело бы к заклиниванию развертки в отверстии и могло бы вызвать ее поломку. Чтобы это предотвратить, а также для уменьшения трения, на длине l_4 (рис. 61) развертки образуется обратный конус: диаметр ленточек уменьшается по направлению к хвостовику на 0,04—0,06 мм.

§ 35. ВИДЫ МАШИНЫХ РАЗВЕРТОК

Цельные развертки (см. рис. 61). Рабочая часть цельной развертки выполняется как одно целое с хвостовиком из стали марок У12А и 9ХС или из быстрорежущей стали марок Р9 и Р18, свариваясь в стык с оправкой. Развертки больших диаметров могут быть оснащены пластинками твердого сплава.

У разверток диаметром 3—10 мм хвостовик выполняется цилиндрическим, у разверток диаметром 10—32 мм — коническим. Как те, так и другие развертки изготавливаются длинными и короткими. Длина рабочей части и хвостовика длинных и коротких разверток одинакова, различной бывает длина шеек. Каждому диаметру развертки соответствует определенное, нормализованное значение ее длины.

В тех случаях, когда требуется самоцентрирование разверток в обрабатываемом отверстии, могут быть использованы машинные развертки, у которых конец хвостовика обточен на квадрат.

Для обработки конических отверстий применяются конические цельные развертки (рис. 65). Этот вид разверток работает в более тяжелых условиях, чем цилиндрические, так как резание ведется по всей длине ее рабочей части. Это заставляет производить развертывание конических отверстий комплектом из трех разверток: обдирочной, промежуточной и чистовой. Обдирочная

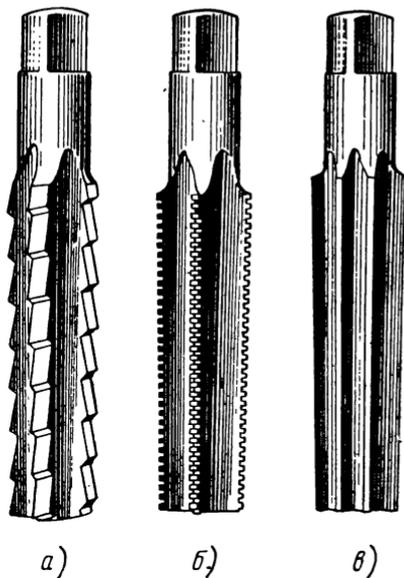


Рис. 65. Развертки для конических отверстий:

а — обдирочная, *б* — получистовая, *в* — чистовая

развертка (рис. 65, *а*) выполняет основную работу резания, удаляя большую часть припуска. Если бы она имела вид, изображенный на рис. 65, *в*, то стружка была бы очень широкой и условия резания оказались бы неблагоприятными. Чтобы стружка не была слишком широкой, режущая кромка в этой развертке делается ступенчатой, в ней прорезается винтовая поперечная канавка. Для создания более благоприятных условий резания у обдирочных разверток образуется положительный передний угол.

Промежуточная развертка (рис. 65, *б*) имеет стружкоразделительные канавки в виде прямоугольной резьбы, шаг которой (1,5—3 мм) зависит от диаметра развертки. Зубья остроконечной формы, с небольшой ленточкой.

Чистовая развертка (рис. 65, *в*) имеет прямые зубья по всей длине рабочей части.

Ширина направляющих ленточек у этой развертки незначительна (0,05 мм), так как в работе принимает участие вся длина режущей кромки и при большой ширине ленточек трение между ними и поверхностью обрабатываемого отверстия оказалось бы недопустимо большим.

Насадные развертки могут быть цельными и со вставными зубьями. К оправке развертки присоединяются теми же способами, что и зенкеры. Цельные насадные развертки применяются для обработки отверстий диаметром от 25 до 80 мм. Развертки со вставными зубьями используются для обработки отверстий диаметром от 40 до 100 мм. Для присоединения зубьев к корпусу могут быть использованы различные способы, в том числе и такие же, как у зенкеров.

Развертки со вставными зубьями могут быть оснащены твердыми сплавами и служат для обработки отверстий диаметром от 34 до 50 мм.

§ 36. РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ ПРИ РАЗВЕРТЫВАНИИ И ЗАТОЧКА РАЗВЕРТОК

Элементы резания. Как видно из схемы резания (рис. 66), глубина резания t и подача s_z определяются так же, как и при зенкеровании:

$$t = \frac{D-d}{2} \text{ мм}; \quad s_z = \frac{s_0}{z} \text{ мм},$$

Зависимость между скоростью резания, наружным диаметром D развертки и числом оборотов n в минуту:

$$v = \frac{3,14 \cdot D \cdot n}{1000} \text{ м/мин.}$$

Силы резания, крутящие моменты и мощность. Очень малые сечения снимаемой стружки являются причиной того, что величины осевой силы, крутящего момента и мощности незначительны.

Износ. При развёртывании решающее значение для выхода инструмента из строя имеет износ задней поверхности и уголков. Характер этого износа у инструментов из быстрорежущей стали и оснащенных твердыми сплавами одинаков.

Режимы резания. Выбор режимов резания подчинен стремлению обеспечить высокую чистоту поверхности обработанного отверстия. Как и при выполнении остальных сверлильных работ, эта задача решается с помощью нормативов, рекомендующих наиболее благоприятные режимы для разных условий выполняемой работы. Примерами таких нормативов для развёртывания могут служить приведенные в табл. 17 и 18.

Как видно из этих таблиц, с увеличением диаметра обрабатываемого отверстия может быть увеличена подача. Это объясняется тем, что с увеличением диаметра возрастает жесткость инструмента. При увеличении подачи скорость резания необхо-

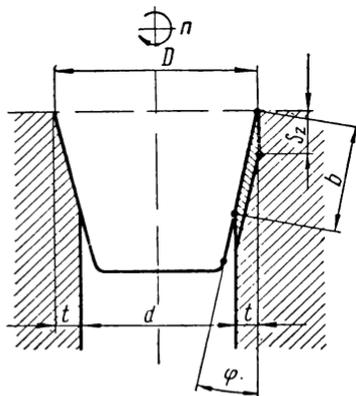


Рис. 66. Элементы резания при развёртывании

**Рекомендуемые подачи при развертывании инструментом
из быстрорежущей стали**

Обрабатываемый материал	Подача, мм/об, при диаметре отверстия, мм					
	1—5	6—10	11—15	16—25	26—40	41—60
Сталь, стальное литье, ковкий чугун, бронза	0,3	0,3—0,4	0,3—0,4	0,4—0,5	0,5—0,6	0,5—0,6
Серый чугун, красная медь, латунь, алюминий	0,5	0,5—1	1—1,5	1—1,5	1,5—2	1,5—2

Таблица 18

**Скорости резания при развертывании с охлаждением отверстий
в стали средней твердости развертками из быстрорежущей стали Р9**

Подача, мм/об	Скорость резания v , м/мин, при диаметре развертки D , мм, и глубине резания t , мм											
	D	t	D	t	D	t	D	t	D	t	D	t
	5	0,05	15	0,1	25	0,12	40	0,15	60	0,2	80	0,25
0,5	18	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,6	16	15	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,7	15	13	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,8	13	12	11	10	8,5	—	—	—	—	—	—	—
1,0	—	11	9,5	8	7	6,5	—	—	—	—	—	—

димо несколько уменьшить. При развертывании обработка производится со значительно меньшими скоростями резания, чем при сверлении и зенкерованиях. Это объясняется неблагоприятными условиями отвода стружки.

Заточка разверток. Чтобы получить поверхность высокой чистоты, режущие кромки развертки должны быть острыми, а передняя и задняя поверхности — очень чистыми. Кроме того, размер калибрующего участка развертки следует выдерживать в очень узких пределах, устранив биение режущих кромок относительно оси инструмента. Все это заставляет особенно тщательно выполнять заточку, правильно подбирая шлифовальные круги и соблюдая технологию заточки.

Заточка производится чашечными или тарельчатыми мелкозернистыми кругами на универсально-заточных станках. Сначала затачивается передняя поверхность (рис. 67, а). Для заточки развертка устанавливается в центрах станка (в торцах разверт-

ки имеются центровые отверстия, которые необходимо предохранять от повреждений) и закрепляется при помощи упорки (рис. 67, б).

По задней поверхности затачивается (только) режущая часть. Для получения острой режущей кромки вращение шлифовального круга должно быть направлено навстречу ей. Если обнаруживается биение режущих кромок калибрующей части относительно оси развертки, то развертку шлифуют на круглошлифовальном станке по наружному диаметру калибрующего участка.

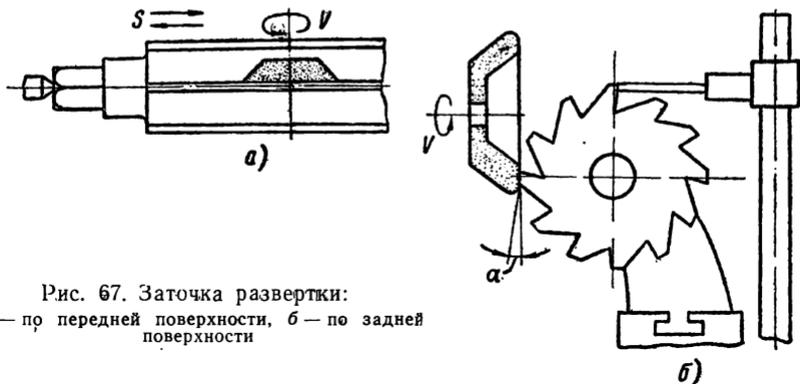


Рис. 67. Заточка развертки:
а — по передней поверхности, б — по задней поверхности

После заточки рекомендуется доводить развертки мелкозернистыми чашечными карборундовыми кругами или чугунными дисками с абразивной пастой на специальном доводочном станке.

Сложность заточки и доводки разверток требует, чтобы их производили высококвалифицированные заточники в централизованных заточных отделениях завода.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего предназначено развертывание? Чем отличается черновое развертывание от чистового?
2. Какое влияние оказывает число зубьев на резание при развертывании? Почему число зубьев развертки предпочитают делать четным?
3. Какие требования предъявляются к форме и направлению канавок развертки?
4. В каких случаях целесообразно применение разверток с неравномерным шагом? Как распределяются по окружности зубья у таких разверток?
5. Какова величина угла φ ? Почему у разверток применяются малые задние и нулевые передние углы?
6. Перечислите основные виды разверток, укажите их особенности и область применения.
7. Чем объясняется применение небольших скоростей резания при развертывании?
8. Какие требования предъявляются к заточке разверток? Как производится их заточка и доводка?

Глава XIV

ОСНОВЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ОБРАЗОВАНИИ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКАМИ

§ 37. НАЗНАЧЕНИЕ И ЭЛЕМЕНТЫ МЕТЧИКОВ

Назначение метчиков. Метчики (рис. 68, *а*) предназначены для нарезания резьбы в отверстиях. Машинные метчики, применяемые на сверлильных станках, состоят из рабочей части и хвостовика. Рабочая часть представляет собой винт, прорезанный для образования режущих кромок несколькими продольными или винтовыми канавками.

После каждого оборота метчик продвигается вдоль оси отверстия на величину шага резьбы. Стружка, снимаемая при резании, отводится из отверстия через канавки метчика. По окончании нарезания резьбы направление вращения метчика меняется на обратное и он вывинчивается из образованного им резьбового отверстия. Иногда метчик полностью пропускают сквозь отверстие и вынимают с противоположной стороны.

Передний конец рабочей части — режущая часть метчика — имеет форму конуса с углом наклона ϕ образующей к оси метчика. Рабочая часть метчика в осевом сечении имеет вид, приведенный на рис. 68, *б*. Зубья режущей части постепенно углубляют резьбовую канавку, а зубья калибрующей части, имеющие полную высоту, придают ей окончательный размер. Схема образования резьбы в нарезанном отверстии представлена на рис. 68, *в*. Толщина слоя *а*, срезанного каждым зубом режущей части метчика, зависит от высоты зуба, числа канавок у метчика и длины заборной части.

Профиль и число канавок. Профиль канавок должен обеспечить достаточное пространство для размещения стружки, возможность отвода ее из нарезанного отверстия и отсутствие заклинивания стружки между метчиком и нарезанной резьбой при вывинчивании инструмента из отверстия. Кроме того, пересечение канавок с задней поверхностью режущей части образу-

ет режущую кромку, поэтому профиль канавок определяет форму передней поверхности и величину переднего угла. Существует ряд стандартных профилей канавок, удовлетворяющих поставленным требованиям, один из которых выбирается при изготовлении метчика. Заточка не подвергает профиль никаким изменениям.

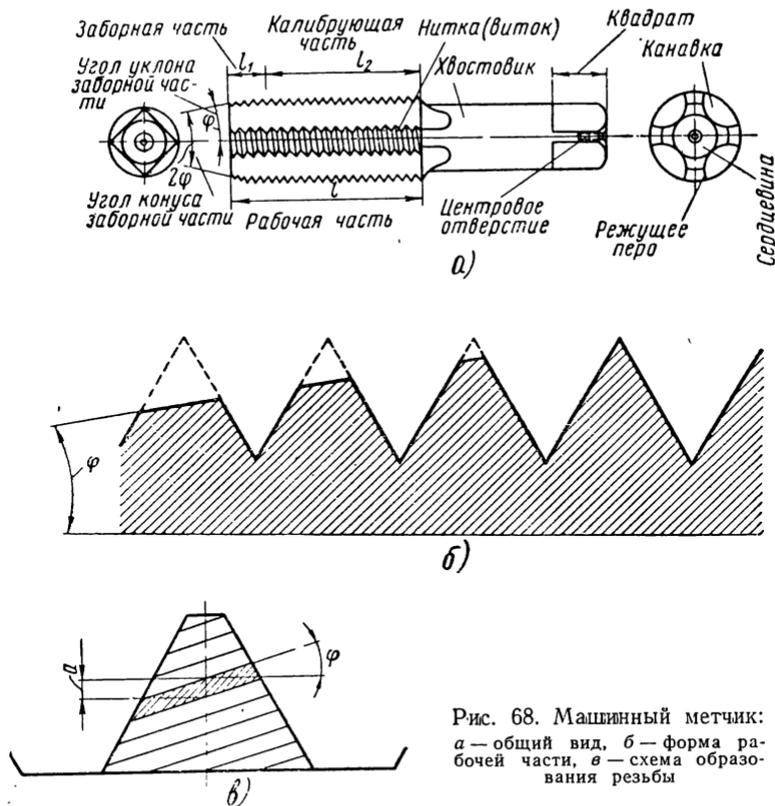


Рис. 68. Машинный метчик:
 а — общий вид, б — форма рабочей части, в — схема образования резьбы

Число канавок оказывает большое влияние на протекание процесса обработки и в первую очередь на распределение нагрузки между зубьями. От него также зависит величина пространства для размещения стружки. Число канавок метчика выбирается в зависимости от его диаметра. Если диаметр D не превышает 20 мм, то z равно 3, если $D = 22—36$ мм, то $z = 4$; если $D = 39—52$ мм, то $z = 4—6$.

Метчики обычно изготавливают с прямыми канавками, параллельными оси. В отдельных случаях, при значительных углах подъема резьбы, применяют метчики с винтовыми канавками.

Направлением винтовых канавок можно регулировать направление схода стружки (рис. 69, *a* и *б*).

У метчиков с прямыми канавками (рис. 69, *в*) отвод стружки облегчают наклоном канавки под углом λ (лямбда), равным $8-10^\circ$, который заставляет стружку идти вперед.

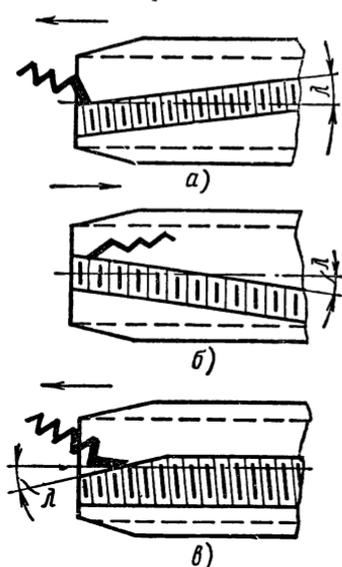


Рис. 69. Метчики с канавками:
a — правыми, *б* — левыми,
в — прямыми

Геометрия режущей части. Длина режущей части зависит от величины угла наклона ϕ образующей конуса к оси метчика (см. рис. 68, *б*). Большая длина режущей части целесообразна только при нарезании резьбы в коротком сквозном отверстии, особенно при обработке твердых металлов. При нарезании резьбы в глухих отверстиях большая длина режущего участка привела бы к образованию неполной резьбы на значительной части глубины отверстия, а при нарезании глубоких отверстий — к заклиниванию стружки и поломке метчика. Поэтому обычно применяют метчики с короткой режущей частью. Длину режущей части (а значит и угол ϕ) у метчиков выбирают в зависимости от диаметра резьбы. Чтобы легче было ввести метчик в нарезаемое отверстие и правильно направить его, диаметр переднего торца должен быть меньше

сверла, которым выполнялось отверстие под резьбу, на $0,1-0,35$ мм.

Величина переднего угла метчика зависит от вида обрабатываемого материала (табл. 19).

Таблица 19

Рекомендуемые значения переднего угла

Обрабатываемый металл	Алюминий	Сталь мягкая	Сталь твердая	Сталь средней твердости	Латунь	Чугун	Бронза
Передний угол γ , град . .	25—30	15	5	10	10	5	0

Величина заднего угла у машинных метчиков $\alpha=10-12^\circ$, у ручных — $6-8^\circ$. При обработке легких сплавов угол α уменьшают до $5-6^\circ$.

Калибрующая часть метчика. Окончательный размер резьбы формирует первый виток, следующие витки предназначены для направления и самоподачи метчика в отверстии, а также как резерв для последующих заточек. Чтобы уменьшить трение и предупредить заклинивание метчика, калибрующий участок изготавливают с небольшой обратной конусностью, уменьшая наружный и внутренний диаметры на 0,02—0,05 мм.

Хвостовик машинного метчика, как и у других сверлильных инструментов, представляет собой стержень, при помощи которого метчик крепят на станке. Для передачи вращательного движения конец метчика делают квадратным. Иногда вместо квадрата делают лыску или шпоночную продольную канавку.

Центровые отверстия. Так же, как и развертка, метчик имеет на торцах центровые отверстия, позволяющие точно установить его в центрах при изготовлении и заточке на станках и проверить отсутствие биения.

§ 38. ВИДЫ МЕТЧИКОВ

Машинные метчики. Основное назначение этого вида метчиков — нарезание резьбы в глухих отверстиях. Они выпускаются для нарезания метрической резьбы диаметром от 3 до 52 мм и дюймовой диаметром от 1/4" до 2".

Машинные метчики изготавливают из стали марок У11А, У12А, 9ХС с нешлифованной резьбой и из стали марки Р18 со шлифованной резьбой.

Машинные метчики выпускают или поштучно, для нарезания резьбы за один проход, или комплектами из двух штук (предварительный и окончательный). Первые обычно применяются для обработки чугуна, вторые — для обработки стали.

Гаечные станочные метчики (рис. 70) предназначены для нарезания метрических резьб диаметром от 3 до 33 мм и дюймовых диаметром от 1/4" до 1 1/4" в сквозных отверстиях на специальных гайкорезных станках.

Станочные метчики выполняют с длинным цилиндрическим хвостовиком, имеющим диаметр d , меньший, чем диаметр d_0 рабочей части (рис. 70, а). На хвостовик нанизываются нарезанные гайки, что позволяет устранить вращение метчика в обратном направлении и повысить производительность труда. Когда весь хвостовик будет заполнен обработанными гайками, станок останавливают, чтобы вынуть метчик из углубления шпинделя и снять гайки.

Чтобы не останавливать станок для съема гаек, хвостовик делают изогнутым (рис. 70, б) и вставляют в изогнутый шпиндель специального станка. Диаметр отверстия в шпинделе доста-

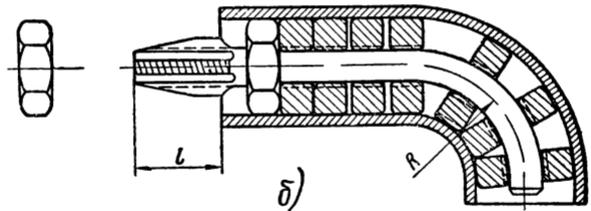
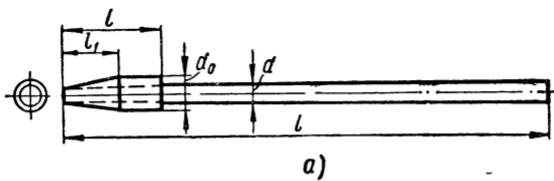
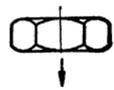


Рис. 70. Станочные метчики: а — с прямым хвостовиком, б — с изогнутым хвостовиком



б-б

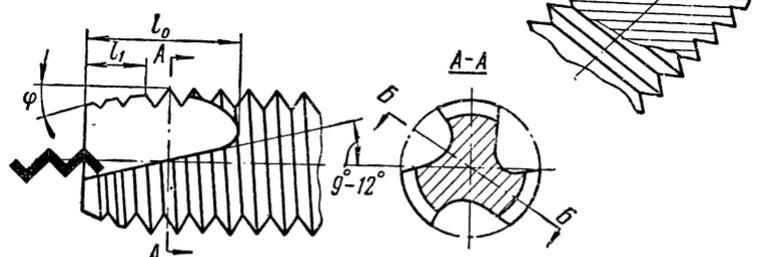


Рис. 71. Бесканавочный метчик

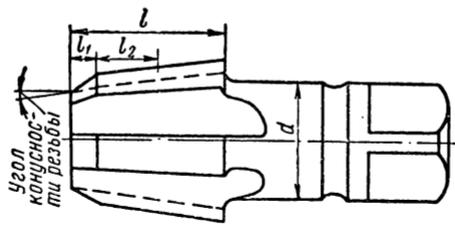


Рис. 72. Метчики для конических резьб

точен для размещения нарезанных гаек на хвостовике метчика. По мере нарезания гайки перемещаются по хвостовику и, достигнув его правого торца, падают в ящик.

Гаечные станочные метчики обычно делают сварными: рабочую часть приваривают в стык к хвостовику, изготовленному из инструментальной стали марок У7 и У8.

Бесканавочные метчики отличаются от машинных тем, что имеют продольные канавки не по всей длине рабочей части, а только на переднем ее конце, на длине l_0 , равной удвоенной длине режущего участка (рис. 71). Угол наклона канавки к оси метчика $9-12^\circ$.

Такие метчики могут быть использованы только при нарезании резьбы в сквозных отверстиях, так как удаление срезаемой стружки возможно лишь через нарезаемое отверстие впереди метчика.

Бесканавочные метчики значительно прочнее, чем обычные, и могут точнее направляться в нарезаемое отверстие и обеспечивают получение более чистой обрабатываемой поверхности. Эти преимущества особенно заметны при нарезании резьб в вязкой и высокопрочной стали, а также в легких сплавах.

Метчики для конических резьб (рис. 72). Их особенность в том, что калибрующий участок метчика, образованный на конусной поверхности, не только калибрует, но и режет по всей своей длине.

§ 39. РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ И ЗАТОЧКА МЕТЧИКОВ

Режимы резания при нарезании резьбы метчиками. Осевое перемещение (подача) метчика за один его оборот всегда равно шагу нарезаемой резьбы. Величина рекомендуемой скорости резания указывается в нормативах, учитывающих условия выполняемой работы. Примером таких нормативов может служить табл. 20.

Из этой таблицы видно, что нарезание резьбы производится при небольших скоростях резания. Это объясняется тяжелыми условиями отвода стружки и тепла, особенно у метчиков малых диаметров. При увеличении диаметра резьбы применяют более массивные метчики; глубина канавок для выхода стружки увеличивается, что облегчает отвод стружки и доступ охлаждающей жидкости к рабочей части метчика.

Заточка метчика. Наиболее сильно у метчиков изнашивается задняя поверхность режущей части и первые калибрующие витки в месте перехода от конуса к цилиндру. В меньшей степени изнашивается передняя поверхность. Заточка метчика ведется по передней и задней поверхностям.

Скорости резания при нарезании резьбы метчиками
из быстрорежущей стали с охлаждением

Диаметр резьбы, мм	Обрабатываемый материал			
	Сталь средней твердости (126—178 НВ), медь, латунь		Сталь мягкая (до 110 НВ) и твердая (выше 180 НВ)	
	Резьба (по ОСТ НКТП)			
	32	271	32	271
Скорость резания, м/мин				
6	6,5	8	4,5	5,5
8	7,5	9	5,0	6,5
10	8,0	11	5,5	7,5
12	9,0	12	6,0	8,5
14	9,5	12	6,5	8,5
16	11,0	14	7,5	10,0
18	11,5	16	8,0	11,0
20	12,0	18	8,5	12,5
22	13,0	20	9,5	14,0
24	13,5	20	9,5	14,0
27	14,5	20	10,0	14,0
30	15,0	20	10,0	14,0
36	16,0	20	11,0	14,0

Заточка передней поверхности метчика производится на универсально-заточном станке профильным шлифовальным кругом (рис. 73).

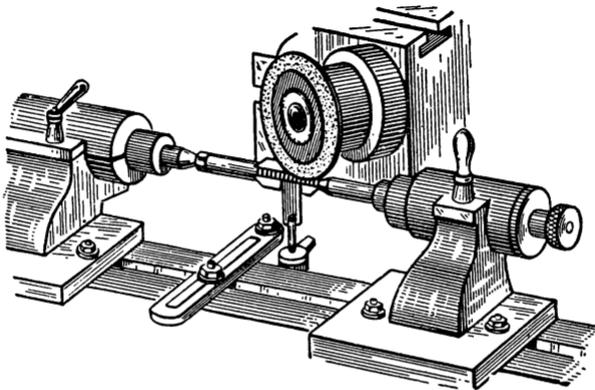


Рис. 73. Установка метчика при заточке

На задней поверхности затачивается каждый зуб в отдельности. Это делается на специальных станках или на приспособлениях, снабженных устройством для затылования.

Заточка метчиков вручную не рекомендуется, так как она не дает возможности получить правильную геометрию режущей части.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего предназначены метчики? Как производят нарезание резьбы метчиком? Как метчик удаляют из нарезанного отверстия?

2. Какая форма придается переднему концу метчика при заточке? Начертите схему образования резьбы в отверстии.

3. Какие требования предъявляются к профилю канавок? Какое влияние на резание оказывают число и направление канавок?

4. Как можно заставить стружку идти впереди метчика?

5. Перечислите виды метчиков, применяемые в производстве; укажите особенности каждого вида и область его применения.

6. В каких случаях и почему целесообразно применение бесканавочных метчиков?

7. Почему нарезание резьбы метчиками ведут при пониженных скоростях резания? Почему с увеличением диаметра метчика величина скорости резания может быть повышена?

8. По каким поверхностям затачивают метчик?

Глава XV

ПОНЯТИЕ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ, ТОЧНОСТИ, ЧИСТОТЕ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ

§ 40. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС И ЕГО ДОКУМЕНТАЦИЯ

Понятие о технологическом процессе. Технологический процесс — это часть производственного процесса, непосредственно связанная с изменением формы, размера или состояния изготавливаемой детали.

Действия, составляющие технологический процесс, очень разнообразны. Одни из них предназначены для получения заготовки (ковка, литье, штамповка), другие — для предварительной или окончательной механической обработки заготовки на различных металлорежущих станках, третьи — для декоративной отделки поверхностей или предохранения их от коррозии и т. д. Чтобы удобнее было планировать, готовить и выполнять технологический процесс, его делят на ряд операций.

Операцией называют законченную часть технологического процесса обработки данной заготовки, выполняемую одним рабочим на одном рабочем месте.

Пример 1. При изготовлении детали «втулка» требуется просверлить три отверстия диаметром 14 мм, просверлить и прозенкеровать два отверстия диаметром 50 мм, просверлить и развернуть два отверстия диаметром 25 мм. Эту работу выполняют на нескольких станках: первые три отверстия — на вертикально-сверлильном станке 2118, вторые два отверстия — на вертикально-сверлильном станке 2150 и третьи два отверстия — на вертикально-сверлильном станке 2135. Каждый станок обслуживается отдельным рабочим. При обработке на станках 2150 и 2125 используется по два инструмента: на станке 2150 — при сверлении и зенкеровании, на станке 2125 — при сверлении и развертыва-

нии (после обработки одним инструментом его заменяют другим). За сколько операций производят обработку втулки?

Решение. Так как в одну операцию включается только обработка одной заготовки, выполняемая одним рабочим на одном рабочем месте, то перечисленная выше работа делится на три самостоятельные операции.

Пример 2. Предположим, что сверление и развертывание отверстия диаметром 25 мм, составляющие в примере 1 одну операцию, выполняются иначе: сначала у всех деталей данной партии отверстия сверлятся, а затем они развертываются. Обе работы выполняются одним рабочим, на одном рабочем месте. За сколько самостоятельных операций выполняется описанная обработка?

Решение. Здесь сверление и развертывание — самостоятельные операции, хотя и выполняются одним рабочим и на одном рабочем месте. Объясняется это тем, что, просверлив втулку, рабочий переходит к сверлению другой втулки той же партии, т. е. к выполнению следующей операции, так как каждая операция ограничена обработкой одной и той же детали.

Операция делится на *переходы*. Переход представляет законченную часть операции по обработке одной и той же поверхности одним инструментом при постоянном режиме резания. В примере 1 сверление каждого из отверстий является самостоятельным переходом, так как меняется обрабатываемая поверхность. Сверление и развертывание одного и того же отверстия тоже являются самостоятельными переходами одной операции, так как меняется режущий инструмент.

Для выполнения операций рабочий должен выполнить ряд вспомогательных действий: пустить или остановить станок, изменить режим резания, установить и снять деталь и др. Каждое законченное действие, необходимое для выполнения данной операции, называется *приемом*. Каждый прием складывается из отдельных движений. Например, прием и пуск станка требует осуществления следующих движений: поднести руку к кнопке «Пуск», нажать ее, отвести руку назад. Для уменьшения затрат времени на выполнение приемов надо осуществлять их наиболее короткими движениями.

Технологическая документация. На предприятиях с высокой технической культурой технологический процесс разрабатывается заблаговременно, для того чтобы можно было подготовить заранее все необходимое для его осуществления и правильно спланировать подготовку производства, загрузку оборудования и сроки выполнения заказа производственными цехами. Разработанный технологический процесс заносится на специально для этого предназначенные технологические карты. Для каждой операции заполняется отдельная технологическая карта, называемая *операционной технологической картой*.

Такая карта содержит операционный эскиз и все необходимые для работы сведения.

На операционном эскизе обрабатываемая заготовка представлена в том виде, какой она имеет после выполнения данной операции. Заготовка изображается в рабочем положении, занимаемом ею при обработке. Указываются размеры и чистота поверхности, которые нужно выдержать при выполнении операции. Такое изображение заготовки нередко заменяет чертеж, значительно упрощая ознакомление с требованиями, предъявляемыми к выполняемой работе.

В технологическую карту заносятся сведения, характеризующие обрабатываемую деталь, применяемое оборудование и приспособления, выполняемые переходы, режущий, измерительный и вспомогательный инструменты, режимы резания и элементы нормы времени для каждого перехода. В карте указывается и норма времени для выполнения всей операции.

Технологические карты рассмотренного типа применяются в серийном производстве. Содержащиеся в них сведения могут быть использованы для подготовки производства: приобретения или конструирования и изготовления режущих, измерительных и вспомогательных инструментов, приспособления для крепления обрабатываемых деталей, а также для подбора их в кладовых и доставки к рабочему месту перед началом работы.

В единичном производстве, где одинаковые детали выпускаются в небольших количествах и не часто повторяются, вместо операционных технологических карт применяют *маршрутные технологические карты*, где приводится перечень операций, необходимых для изготовления данной детали, без разбивки их на переходы. Режущие, измерительные и вспомогательные инструменты указываются только для тех операций, для которых они являются специальными; универсальные инструменты в маршрутной технологической карте не отмечаются.

Технологические карты для массового производства отличаются от применяемых в серийном тем, что в них подробно указывают не только переходы, но и выполняемые приемы. Нередко приводятся подробные инструкции о том, какие движения являются наиболее экономичными при выполнении этих приемов. В этих случаях карты называют *инструкционными*.

§ 41. ТОЧНОСТЬ И ЧИСТОТА ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ

Понятие о точности. При любом способе обработки на сверлильных станках нельзя абсолютно точно выдержать заданные диаметр и направление обрабатываемого отверстия. Так, диаметр отверстия получается несколько больше диаметра режущего инструмента. Величина погрешностей у разных дета-

лей одной партии, обрабатываемых в совершенно одинаковых условиях, различна и колеблется в определенных пределах. Поэтому при конструировании детали устанавливают не только размеры отверстий, но и допускаемые для каждого из них отклонения, проставляемые на чертежах в виде соответствующих *допусков*. Годными будут только те детали, размеры отверстий которых находятся в пределах установленных допусков.

Погрешности обработки можно разграничить на погрешности размера, формы, относительного положения отверстий и чистоты поверхности.

Форма отверстия определяется его назначением. Отверстие может быть цилиндрическим, конусным или резьбовым. Во всех этих случаях ось отверстия прямолинейна и в поперечном сечении отверстие должно иметь форму круга. Отклонения от заданной формы могут привести к искривлению оси отверстия и получению в поперечном сечении вместо круга эллипса или многогранника. Допуски на отклонение отверстия от заданной формы указываются в чертежах только для отверстий повышенной точности.

Размер цилиндрических отверстий характеризуется диаметром их: конусных — диаметрами на концах отверстия или диаметром на одном конце и величиной, характеризующей конусность; резьбовых — диаметром и шагом нарезаемой резьбы. Для глухих отверстий указывают глубину отверстия. Во всех случаях дают величину допускаемых отклонений.

Расположение отверстия на детали характеризуется расстоянием оси этого отверстия от заданных поверхностей детали или от оси другого отверстия. Оси отверстий должны быть параллельны или расположены под определенным углом к заданным поверхностям или к осям других отверстий.

Требования, предъявляемые к точности относительного расположения отверстий, указываются на чертеже.

Влияние на точность обработки отверстия конструкции и состояния сверлильного станка. При проектировании станка разрабатываются технические условия на изготовление отдельных деталей, сборку узлов и станка в целом, в соответствии с нормами точности, предусмотренными для этого соответствующими ГОСТ. Проверка геометрической точности станка производится не только при его изготовлении, но и в процессе эксплуатации — после ремонта, при котором она может быть нарушена. Непрямолинейность направляющих колонны, неплоскостность рабочей поверхности стола и заготовки на ней могут явиться причиной неправильного положения шпинделя относительно стола: ось шпинделя может оказаться неперпендикулярной плоскости стола, что приводит к неправильному направлению оси отверстия в обрабатываемой детали.

Ось шпинделя должна быть параллельна направляющим шпиндельной бабки и совпадать с осью его вращения. Это требует строгой concentричности гильзы, в которой вращается шпиндель, и правильного ее расположения в своих опорах. Отклонение от параллельности приводит к неправильному направлению инструмента относительно обрабатываемой детали, а несоответствие оси шпинделя с осью вращения — к тому, что диаметр отверстия получается больше, чем диаметр инструмента.

Точность обработки снижают зазоры в подвижных соединениях: между гильзой шпинделя и ее опорами, между гильзой шпинделя и самим шпинделем, между шпиндельной бабкой и ее направляющими. Поэтому шпиндель тщательно подгоняют под размер отверстия гильзы, опоры гильзы регулируют, а шпиндельную бабку притягивают к направляющим лишь после установки ее в нужное положение. Вращение шпинделя в гильзе и перемещение гильзы в своих опорах должно происходить без зазора, но свободно, иначе возникает значительное трение, вызывающее быстрый, а зачастую и неравномерный, износ трущихся поверхностей.

В процессе резания возникают силы, стремящиеся изменить положение элементов станка за счет зазоров в соединениях, а при недостаточной жесткости элементов станка и за счет их деформации (рис. 74), которые также снижают точность обработки отверстия.

Влияние на точность обработки вспомогательного и режущего инструментов. При выполнении большинства сверлильных работ диаметр обрабатываемого отверстия предопределяется диаметром режущего инструмента. Этот инструмент изготовляют с определенной точностью, предусмотренной техническими условиями, погрешности его изготовления, как правило, переносятся и на обрабатываемое отверстие.

Существенное влияние на точность отверстия оказывает заточка режущего инструмента, особенно недостаточно жесткого. Так, например, если заточка спирального сверла произведена небрежно и его режущие кромки получили неодинаковую длину (рис. 75, а), то диаметр отверстия, обрабатываемого этим сверлом, превысит диаметр сверла. А из-за того, что силы резания, действующие на каждой режущей кромке, неодинаковы, инструмент отклонится от требуемого направления. К подобным же результатам приведет и такая заточка, после которой у режущих кромок углы ϕ окажутся неравными.

Недостаточно жесткие инструменты под действием сил резания могут изогнуться и их ось станет криволинейной, что приведет к отклонению оси отверстия от требуемого направления (рис. 76).

Сверлильные инструменты присоединяют к шпинделю при помощи специальных вспомогательных инструментов: втулок, патронов и др. Ось вспомогательного инструмента должна совпадать с осью шпинделя. Абсолютно точное совпадение практически невозможно, так как погрешности изготовления и установки неизбежны. В результате этих отклонений режущий инструмент расширяет обрабатываемое отверстие. Чем точнее необходимо обработать отверстие, тем меньшим должно быть несовпадение осей шпинделя, вспомогательного и режущего инструментов.

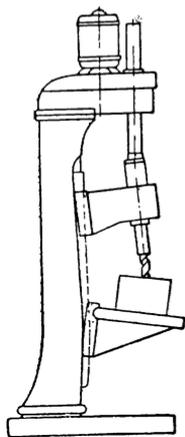


Рис. 74. Деформация станка под действием сил резания. (утрированный вид)

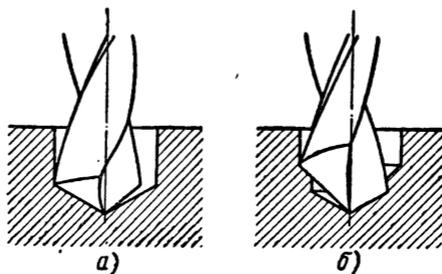


Рис. 75. Сверление неправильно заточенным сверлом:

a — с режущими кромками неодинаковой длины, *б* — с разными углами φ для режущих кромок

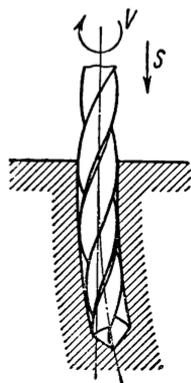


Рис. 76. Увод оси сверла в результате его деформации

Влияние на точность обрабатываемого отверстия жесткости обрабатываемой детали. Большинство деталей при обработке закрепляют на столе или в устанавливаемом на стол специальном приспособлении. Если обрабатываемая деталь недостаточно жестка, а конструкция зажимного устройства неудачна, то под действием сил закрепления деталь может подвергнуться обработке в деформированном виде. После обработки деталь освобождают из зажимного устройства и действие сил упругости возвращает ее в первоначальное состояние: расположение осей отверстий изменится.

Если деталь закреплена правильно, но обрабатываемый участок не имеет достаточной жесткости, то он может деформироваться под действием сил резания. В правильно сконструированном приспособлении предусматривается дополнительная опора для

недостаточно жесткого участка, устраняющая возможность его деформации. Если опору по каким-либо причинам установить нельзя, то обработку производят при пониженных режимах резания.

Чистота обработанной поверхности. На основании ГОСТ 2789—61 различают 14 классов чистоты.

От чистоты поверхности зависят эксплуатационные свойства деталей: с повышением чистоты увеличивается сопротивление поверхности истиранию (износоустойчивость), обеспечивается большая надежность неподвижных соединений, точнее выдерживают подвижные посадки, установленные конструктором, и т. д. Завышенные требования к чистоте поверхности нежелательны, так как достижение более высокой чистоты поверхности связано с увеличением затрат времени и средств на обработку.

Чистота поверхности, которая может быть достигнута при сверлильных работах, зависит от вида и свойств обрабатываемого металла и режимов резания. С повышением скорости резания от 3 до 12—15 м/мин чистота поверхности при обработке стали ухудшается, затем при повышении скорости резания до 200 м/мин происходит улучшение чистоты поверхности. Дальнейший рост скорости резания ведет к мало заметному повышению чистоты поверхности.

Большое влияние на чистоту поверхности оказывает толщина срезаемого слоя металла: чем она меньше, тем чище получается поверхность отверстия. Надо только иметь в виду, что уменьшение толщины стружки до 0,02 мм приводит к тому, что режущий инструмент не режет, а сминает слой металла, подлежащий удалению.

Очень важно вести обработку так, чтобы отсутствовала вибрация, не только ухудшающая чистоту обработанной поверхности, но и снижающая стойкость режущего инструмента.

Понятие об экономической точности и чистоте обработки. Влияние на точность и чистоту обработки перечисленных выше факторов приводит к тому, что для каждого вида обработки имеется предел точности и чистоты, который зависит от применяемых инструментов, оборудования и методов обработки. Точность и чистоту, достигаемые при использовании обычных станков, инструментов и методов обработки, обеспечивающих наименьшую стоимость выполняемой работы, называют экономическими. Проектируя технологические процессы, исходя из возможных значений экономической точности и чистоты при различных способах обработки отверстий.

В отдельных случаях можно добиться более высокой точности и чистоты, чем экономичности, благодаря применению более точного оборудования и инструментов, пониженным режимам резания и введению дополнительных операций.

Ориентировочные значения экономической точности и чистоты обработки при выполнении различных сверлильных работ приведены в табл. 21.

Т а б л и ц а 21

Ориентировочные значения экономической точности и чистоты выполнения сверлильных работ

Вид обработки	Класс точности	Класс чистоты
Сверление	7—5; для диаметров до 18 мм — 4	Для диаметров: до 15 мм — 4, свыше 15 мм — 4—5
Рассверливание . . .	5—4; для диаметров до 18 мм — 4	4—5
Зенкерование	4	5—6
Развертывание: одной разверткой . .	3	5—6
двумя развертками .	2	6—8
Нарезание резьбы метчиками	3—2	5—6

Последовательность обработки отверстий. Ориентировочные значения экономической точности и чистоты обработки дают возможность устанавливать при проектировании технологических процессов последовательность обработки отверстий в зависимости от заданной точности (табл. 22).

Т а б л и ц а 22

Последовательность обработки отверстий

Конечный класс точности отверстия	Место обработки	Вид и последовательность обработки
7—5	Сплошной металл	Сверление
4	Отверстие Сплошной металл	Зенкерование Для диаметров до 18 мм — сверление, для больших диаметров — сверление и зенкерование или сверление и развертывание
3	Отверстие Сплошной металл	Черновое и чистовое зенкерование Для диаметров до 18 мм — сверление и развертывание, для больших диаметров — сверление, зенкерование и развертывание
2	Отверстие Сплошной металл	Черновое зенкерование, чистовое зенкерование, развертывание Для диаметров до 18 мм — сверление, предварительное и окончательное развертывание; для больших диаметров — сверление, зенкерование, предварительное и окончательное развертывание

Конечный класс точности отверстия	Место обработки	Вид и последовательность обработки
	Отверстие	Черновое и чистовое зенкерование, пред-варительное и окончательное развертывание

§ 42. БАЗЫ И БАЗИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ

Понятие о конструкторских базах. Чтобы расположение отверстия в детали было строго определенным, при конструировании устанавливают направление оси отверстия и ее расстояние относительно основных поверхностей, называемых

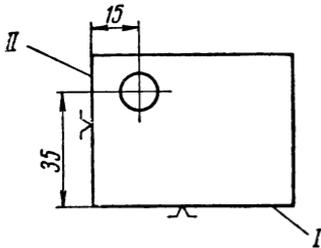


Рис. 77. Пример выбора конструкторских баз

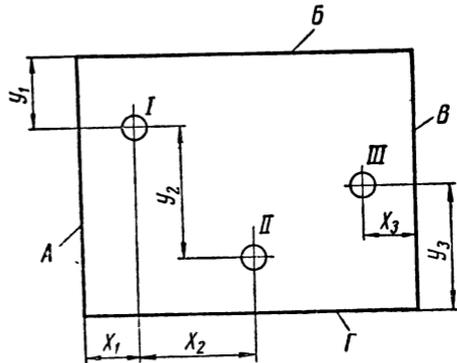


Рис. 78. Простановка размеров характеризующих относительное положение отверстий

конструкторскими базами. Если у обрабатываемой детали несколько отверстий, то конструкторские базы могут быть одними и теми же для всех отверстий или разными для отдельных из них. На чертежах конструкторские базы показывают простановкой от них соответствующих размеров. Так, на рис. 77 конструкторскими базами служат плоскости I и II, а координатами для обрабатываемого отверстия — размеры 35 и 15.

На рис. 78 для отверстия I конструкторскими базами являются поверхности A и B (от них и даны размеры X_1 и Y_1 , указывающие положения оси отверстия I); для отверстия II конструкторской базой является ось отверстия I; для отверстия III конструкторской базой служат поверхности B и Г.

Понятие о технологических базах. Деталь в про-

цессе обработки должна занимать определенное положение относительно режущего инструмента. Поверхности, определяющие положение детали на станке во время обработки, называют технологическими базами.

Наиболее точного расположения отверстия достигают в тех случаях, когда технологическая база совпадает с конструкторской, т. е. установка детали на станке производится относительно тех поверхностей, от которых проставлены размеры, определяющие положение оси отверстия. Такие технологические базы называют *основными*.

Если же условия выполняемой обработки не позволяют совместить конструкторские и технологические базы, установку обрабатываемой детали производят относительно поверхностей, не связанных размерами с осью обрабатываемого отверстия. Такие поверхности называют *вспомогательными* технологическими базами.

Предположим, например, что деталь, изображенная на рис. 78, устанавливается для обработки отверстия III по поверхностям А и Б, хотя конструкторскими базами этого отверстия являются поверхности В и Г. Тогда для данной обработки поверхности А и Б будут вспомогательными технологическими базами.

Технологические базы называют *установочными* в тех случаях, когда применяют приспособления, позволяющие установить деталь в нужное положение без дополнительной проверки. Технологические базы называют *проверочными* в тех случаях, когда их используют для проверки положения детали на станке.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое технологический процесс, операция, переход и прием? Приведите примеры каждого из них.
2. Для чего применяют в серийном производстве технологическую карту и какие сведения в ней содержатся?
3. Укажите основные погрешности обработки.
4. Как зависит точность обработки от станка, режущего и вспомогательного инструмента? Какие требования предъявляют к установке станка? Какие погрешности может вызвать режущий инструмент? Какие погрешности может вызвать вспомогательный инструмент?
5. Какое влияние оказывает на точность обработки отверстия жесткость обрабатываемой детали?
6. Как влияет чистота обработанной поверхности на прочность, износостойчивость детали и на вид посадки? От чего зависит чистота поверхности, получаемая при обработке на сверлильных станках?
7. Когда точность и чистоту обработки называют экономическими? Назовите примерные значения экономических точности и чистоты для разных видов обработки отверстий.
8. Укажите последовательность обработки отверстия третьего класса точности диаметром 12 мм в сплошном металле.
9. Что называется конструкторской и что технологической базами? В каких случаях технологическую базу называют основной и в каких — вспомогательной?

Глава XVI

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

§ 43. УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

Назначение и основные требования. Вращательное и поступательное движения, необходимые для осуществления резания, режущий инструмент получает от шпинделя, к которому его присоединяют при помощи специально для этого предназначенных вспомогательных инструментов. Крепление режущего инструмента к шпинделю должно быть надежным, чтобы предотвратить проскальзывание сверла относительно шпинделя при высокопроизводительных режимах резания и обеспечить строгое совпадение их осей.

Способ присоединения и конструкция вспомогательного инструмента должны позволять также быстро менять режущие инструменты, обеспечивая при этом полную безопасность.

Крепление режущего инструмента с коническим хвостовиком. Режущий инструмент с коническим хвостовиком вставляют в посадочное конусное отверстие на рабочем конце шпинделя так, чтобы его лапка вошла в паз, сделанный в дне этого отверстия. При таком соединении конусная поверхность хвостовика обеспечивает совпадение осей сверла и шпинделя, а лапка служит для передачи вращательного движения.

Осевая сила резания способствует более плотному соприкосновению конусных поверхностей и сохранению их взаимного расположения.

Правильная установка сверла в шпинделе требует строгого совпадения сопрягаемых поверхностей. Это значит, что номер конуса Морзе хвостовика должен быть равен номеру конуса Морзе отверстия шпинделя. Если номер конуса Морзе хвостовика меньше, чем у отверстия шпинделя, то устанавливать режущий инструмент непосредственно в шпиндель нельзя, так как невозможно добиться правильного их взаиморасположения. В этих случаях

используют переходные конические втулки: режущий инструмент вставляют в переходную втулку, а втулку вместе с инструментом — в шпиндель.

Если нет необходимого размера переходной втулки, можно воспользоваться несколькими переходными втулками, вставляемыми одна в другую.

Удаляют режущие инструменты и переходные втулки из шпинделя при помощи плоского клина, пропускаемого через поперечный паз в шпинделе. Для этих целей используют также радиусный клин и другие вспомогательные инструменты.

Иногда отверстие в детали расположено так, что близко подвести к нему шпиндель невозможно, а применение длинных сверл нецелесообразно из-за недостаточной их жесткости. В этих случаях используют направляющий удлинитель — переходную втулку с длинным наружным цилиндрическим участком, который предохраняет сверло от изгиба и, входя во втулку приспособления или кондуктора, дает ему правильное направление. Для смазки на поверхности удлинителя делают винтовые канавки.

Крепление режущего инструмента с коническим хвостовиком в шариковом быстросменном патроне. Для сокращения затрат времени на установку и снятие режущих инструментов с коническим хвостовиком применяют быстросменные патроны с шариковым или кулачковым зажимами.

Конструкция патрона с шариковым зажимом проста (рис. 79). Патрон 1 коническим хвостовиком вставлен в шпиндель. Он имеет цилиндрическое отверстие с втулкой 2, в которой крепится режущий инструмент (на рисунке инструмент не показан). Шарик 3 входит в соответствующий круговой паз втулки 2 и связывает ее с патроном.

При замене инструмента кольцо 4 поднимают вверх по корпусу патрона. Против шариков 3 оказывается выточка 5 кольца 4, в которую шарики выталкиваются при удалении втулки 2 вместе с режущим инструментом и установке вместо нее другой втулки с новым инструментом. Опустив кольцо 4, вновь прижимают шарики к втулке 2 и связывают ее с корпусом патрона.

Крепление режущего инструмента с коническим хвостовиком в быстросменном патроне с

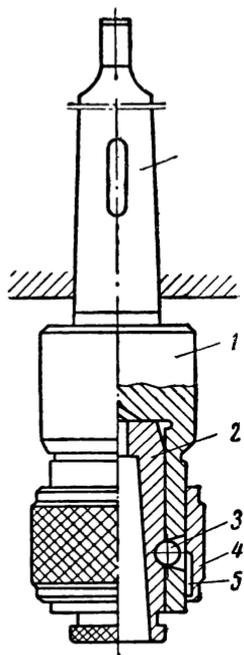


Рис. 79. Быстросменный патрон с шариковым замком

кулачковым зажимом. В быстросменном патроне с кулачковым зажимом режущий инструмент вставляют конусным хвостовиком во втулку 8 (рис. 80). При установке в патрон втулка 8 своим верхним концом отжимает кулачок 3 и заставляет его поднять кольцо 5 вместе с рифленой снаружи втулкой 4. Как только против рабочего выступа окажется круговая призматиче-

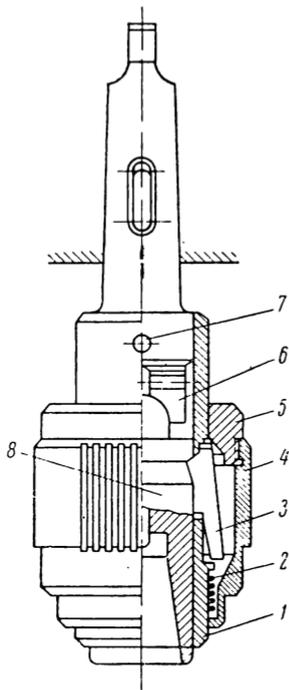


Рис. 80. Быстросменный патрон с кулачковым зажимом

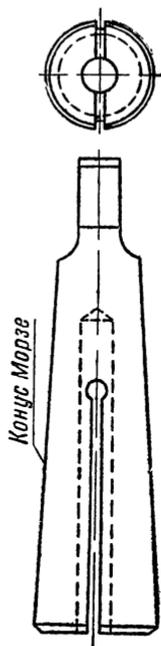


Рис. 81. Втулка разрезная зажимная

ская выточка втулки 8, пружина 2 заставит кулачок повернуться против часовой стрелки и рабочим выступом зафиксировать положение втулки 8, связав ее с корпусом патрона 1.

Чтобы удалить режущий инструмент, втулку 4 передвигают вверх. Нижней конусной расточкой она нажимает на кулачок и поворачивает его по часовой стрелке: втулка 8 освобождается и может быть вынута из патрона. Вращение втулке 8 передает поводок 6, связанный с корпусом патрона шпилькой 7.

Быстросменные патроны позволяют устанавливать и снимать инструмент на ходу станка.

Крепление режущего инструмента с цилиндрическим хвостовиком в разрезной втулке (рис. 81). Если диаметр хвостовика 1—12 мм, то в качестве крепежного устройства используют зажимную разрезную втулку. Такая втулка имеет поверхность конической формы (размер которой определяется номером конуса Морзе) и цилиндрическое продольное отверстие для установки хвостовика инструмента. На значительной длине втулку прорезает продольный паз. Когда втулку, с установленным в ней сверлом, вставляют в шпиндель, она сжимается и плотнее охватывает инструмент. При резании осевая сила заклинивает втулку в шпинделе и заставляет ее удерживать режущий инструмент настолько прочно, насколько это необходимо для обработки.

Каждая втулка рассчитана на определенный диаметр хвостовика. Это ограничивает ее применение и повышает затраты времени на установку и снятие инструмента и является основным недостатком данного способа крепления.

Крепление режущего инструмента в самоцентрирующих кулачковых патронах. Для этой цели используют трехкулачковый сверлильный патрон с укороченным конусом Морзе (рис. 82). В патрон вставляют режущие инструменты с цилиндрическим хвостовиком диаметром от 2 до 12 мм. Крепление инструмента осуществляется силами резания, и чем они больше, тем прочнее удерживается режущий инструмент в патроне.

Корпус патрона 1, обойма 3, втулка 6 и резьбовая втулка 7 связаны между собой. При повороте корпуса по часовой стрелке резьбовая втулка 7 вращается по резьбе винта 5 и заставляет корпус 1 переместиться вдоль оси. В конусной расточке корпуса помещены кулачки 2, между которыми устанавливают режущий инструмент. Смещение корпуса вдоль оси вверх сжимает кулачки и связывает инструмент с патроном, а смещение его вниз — освобождает инструмент.

При установке инструмента слегка зажимают поворотом корпуса по часовой стрелке. Под действием сил резания корпус, стремясь повернуться в том же направлении, сжимает кулачки сильнее и надежно связывает инструмент с патроном. Шарики 4 служат для восприятия осевой нагрузки. Для предохранения резьбовой втулки 7 от перегрузки предусмотрено упорное кольцо 8.

Крепление режущих инструментов с цилиндрическим хвостовиком в цанговом патроне. Устройство цанговых патронов показано на рис. 83. В корпусе 1 имеется углубление с конусной расточкой 4, в которую входит конический выступ 6 разрезной цанги 5. При наворачивании гайки 8 на резьбу 3 корпуса эта гайка вдвигает цангу в корпус. Конусная расточка 4, заклинивая выступ 6, сжимает цангу, а та —

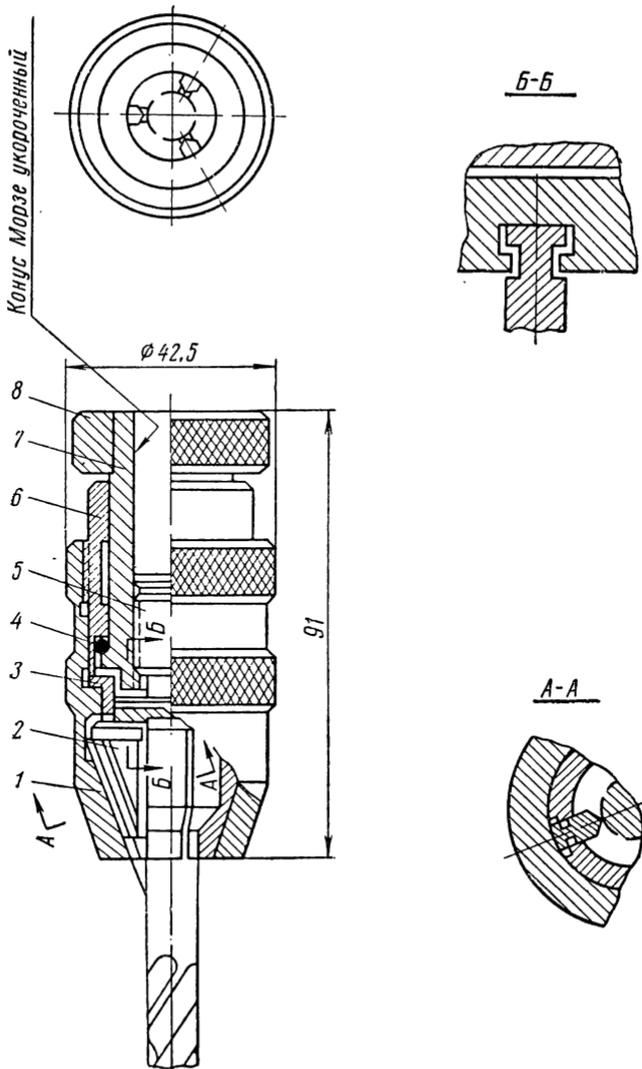


Рис 82. Трехкулачковый сверлильный патрон

вставленный в нее инструмент. На корпусе 1 и гайке 8 сделаны лыски 2 и 7 для работы гаечным ключом.

Основной недостаток цанговых патронов заключается в том, что одну и ту же цангу можно использовать для крепления инструментов с колебанием диаметра хвостовика в пределах не больше 0,3 мм; при превышении этого интервала может произойти поломка цанги.

§ 44. УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

Установка деталей в тисках. Детали малых и средних размеров, изготовляемые небольшими партиями, крепят в машинных тисках, устанавливаемых на столе станка (рис. 84, а). На основании 7, обычно присоединяемом к столу станка болтами 6, расположены две губки: неподвижная 5, выполненная как одно целое с основанием, и подвижная 3. Сквозь резьбовое отверстие подвижной губки пропущен винт 2, поворачиваемый рукояткой 1. Обрабатываемую деталь располагают между губками. Чтобы при зажатии не повредить поверхность обрабатываемой детали, между ней и губками предусматривают прокладки 4 из более мягкого металла, чем губки: свинцовые, медные или из мягкой стали. При вращении винта губки сближаются и зажимают деталь.

Машинные тиски с винтовым зажимом требуют повышенных затрат времени на установку, тем более, что часто для зажатия или освобождения детали винт приходится поворачивать на угол больше 180°. Поэтому вместо рукоятки используют накладной ключ.

Для многих работ применяют машинные тиски не с винтовым, а с эксцентриковым зажимом. В одной из конструкций эксцентриковых тисков (рис. 84, б) подвижная губка 1 имеет хвостовик, пропущенный сквозь прямоугольный паз корпуса 8. На этом хвостовике закреплена ось 5 эксцентрика 6. При повороте рукоятки 12 эксцентрик, упираясь в упор 4, отталкивает ось 5 вместе с подвижной губкой вправо по направлению к неподвижной губке 3 и таким образом зажимает деталь 2. Для освобождения детали рукоятку 12 поворачивают в обратную сторону, и пружина 7 возвращает подвижную губку влево в исходное положение.

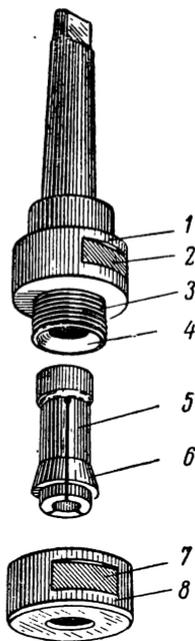


Рис. 83. Цанговый сверлильный патрон

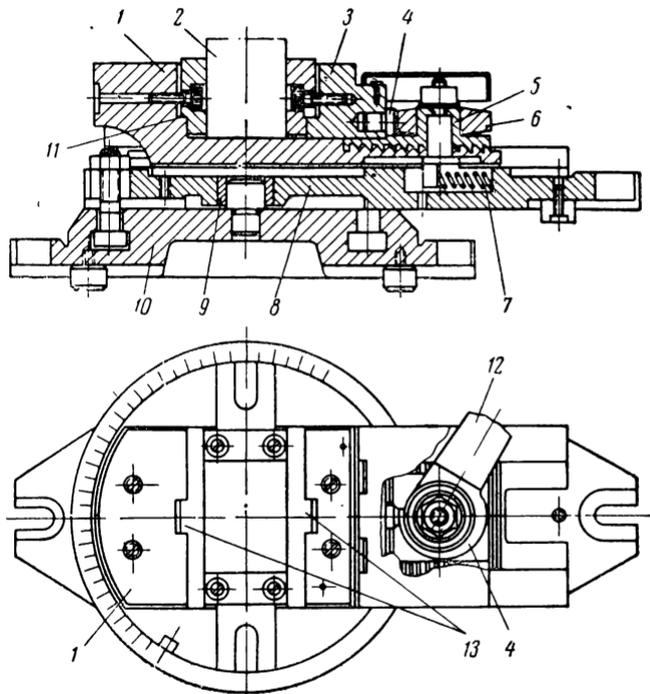
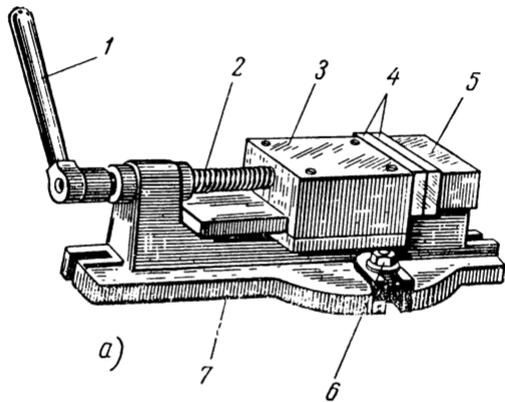


Рис. 84. Машинные тиски:

а — с винтовым зажимом, б — с эксцентриковым зажимом

При больших размерах зажимаемой детали перемещение подвижной губки можно увеличивать, переставляя ось эксцентрика по рифленой поверхности хвостовика.

У рассматриваемых тисков прокладки привернуты к губкам и правильность их расположения обеспечивается накрест расположенными выступами 11 и 13.

Корпус тисков крепится к столу при помощи нижнего основания 10, которое позволяет поворачивать тиски вокруг оси 9 и устанавливать их под некоторым углом, отсчитываемом по лимбу.

Значительно уменьшает затраты времени на закрепление и освобождение детали применение пневматических или гидравлических тисков. Для разнообразных конструкций этого вида ти-

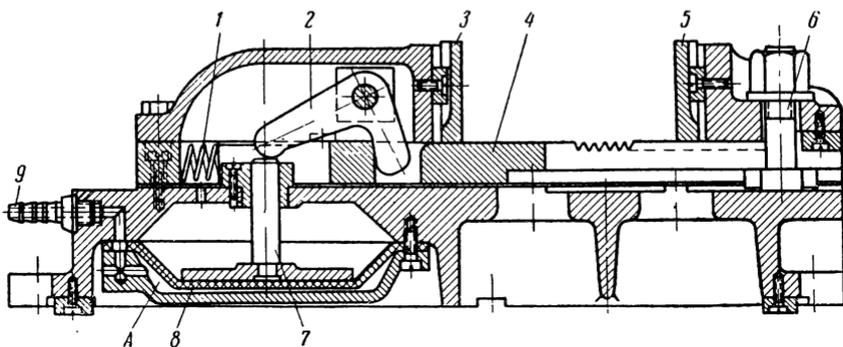


Рис. 85. Пневматические тиски

сков общим является то, что зажатие производится действием жидкости или воздуха, подаваемых под давлением.

У пневматических тисков, изображенных на рис. 85, подвижная губка 5 закреплена на ползуне 4. Поворотом распределительного крана (на рисунке не показан) сжатый воздух через штуцер 9 подает в полость А пневматического двигателя. Резиновая диафрагма 8 двигателя вместе со штоком отжимается вверх. Шток 7 поворачивает рычаг 2 по часовой стрелке. Правым своим концом рычаг оттягивает ползун 4 вместе с подвижной губкой влево, прижимая обрабатываемую деталь к неподвижной губке 3. Повернув распределительный кран в исходное положение, открывают сжатому воздуху выход из полости А в атмосферу. Это дает возможность пружине 1 вернуть ползун вправо, освободив обработанную деталь. При больших размерах детали подвижную губку передвигают по рифленой поверхности ползуна и в нужном положении закрепляют болтом 6.

Механизация крепления детали не только ускоряет закрепление и освобождение детали (не более 2—3 сек.), но и значительно облегчает труд рабочего.

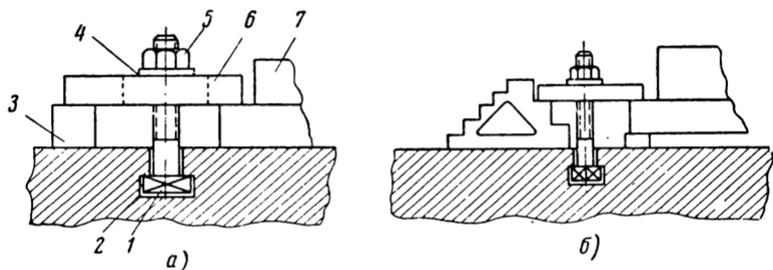


Рис. 86. Закрепление обрабатываемой детали на столе:
а — прихватами, *б* — ступенчатыми упорами, *в* — регулируемыми упорами

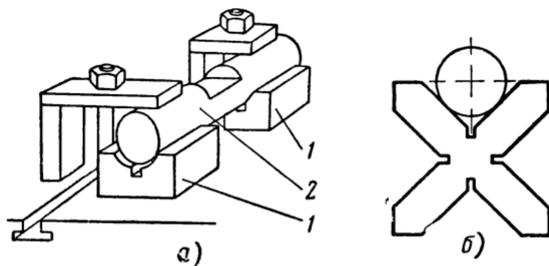
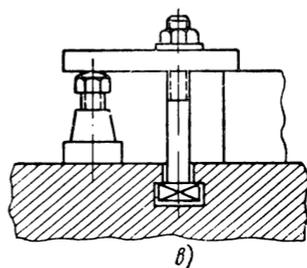


Рис. 87. Установка деталей:
а — на призмах, *б* — на комбинированных призмах

Установка обрабатываемой детали на столе. При сверлении глухого отверстия обрабатываемую деталь можно устанавливать непосредственно на столе станка и закреплять прихватами (рис. 86, *a*). Прихват состоит из прижимной планки *б*, одним концом опирающейся на упор *з*, а другим — на край обрабатываемой детали *7*. Головка болта *1* заводится в Т-образный паз стола *2*. При наворачивании гайки *5* на болт *1* планка *б* притягивает обрабатываемую деталь к столу станка. Равномерное нажатие гайки на планку обеспечивается шайбой *4*.

Для того чтобы планку можно было сдвигать влево или вправо, отверстие в ней, через которое проходит болт *1*, выполнено продолговатым.

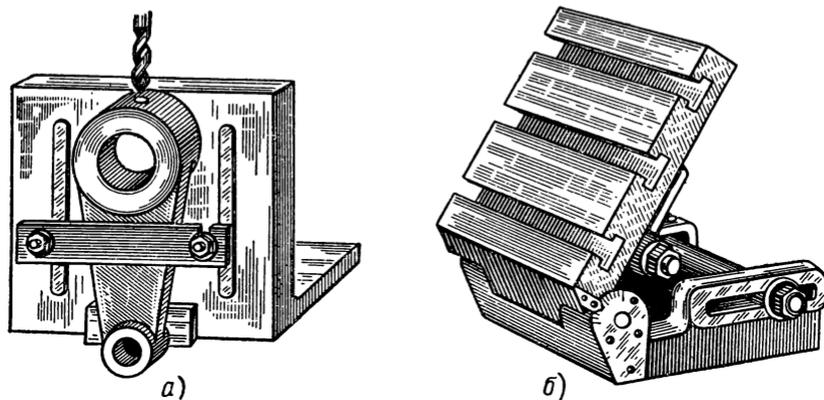


Рис. 88. Установка деталей:
a — на угольниках, *б* — на поворотных стойках

Различная величина деталей, обрабатываемых на одном станке, требует, чтобы и упоры имели различную высоту. Увеличивать высоту упоров можно, накладывая планки одна на другую, но процесс этот кропотлив и не всегда обеспечивает достаточную надежность зажатия. Новаторы производства, стремясь сократить затраты времени, используют ступенчатые (рис. 86, *б*) или регулируемые (рис. 86, *в*) упоры.

При обработке сквозных отверстий крепление детали такое же, как и при обработке глухих, только в месте расположения отверстия деталь приподнимают над столом (например, устанавливают на прокладках, рис. 86, *б*) для выхода режущего инструмента.

Установка деталей на призмах и угольниках. Цилиндрические детали *2* (валики, втулки и т. п.) устанавливают на призмах *1*, прижимая их к последним прихватами (рис. 87, *a*). Такая установка обеспечивает нужное расположение оси детали в процессе резания. Для работы на станке целесообразно иметь

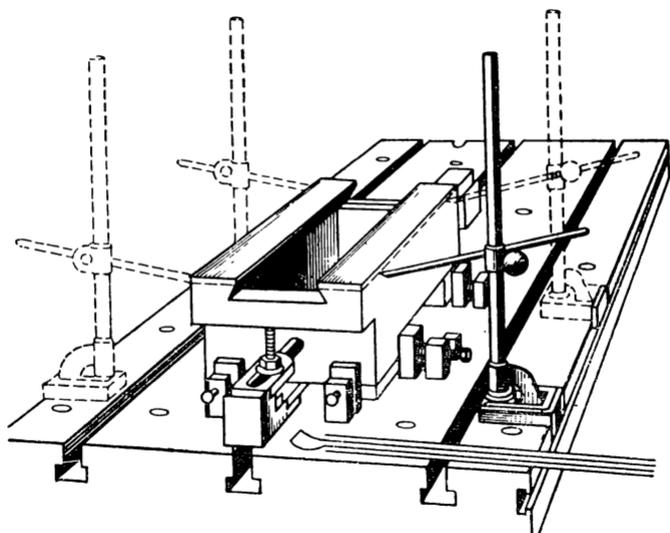


Рис. 89. Установка детали по разметке

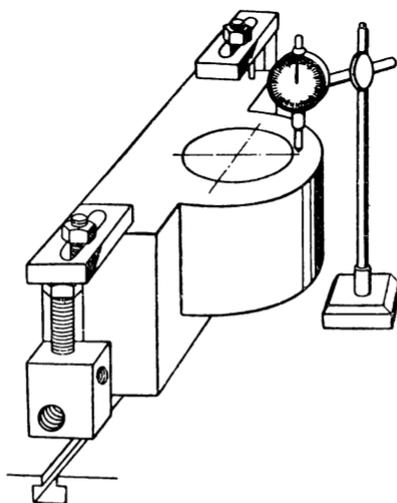


Рис. 90. Установка детали по индикатору

набор призм разного размера. Удобно также пользоваться комбинированными призмами (рис. 87, б), каждая сторона которых имеет иной размер.

Для крепления детали на вертикальной или наклонной поверхности используют угольники (рис. 88, а), поворотные стойки различного вида (рис. 88, б) и универсальные столы.

Выверка положения детали при сверлении по разметке. В тех случаях, когда деталь устанавливают плоскостью на столе или в тисках, а также при использовании различного рода поворотных устройств, угол поворота которых отсчитывают по соответствующему лимбу, надобность в дополнительной выверке положения детали обычно отсутствует.

Иное дело при обработке деталей сложной конфигурации, которые устанавливают в необходимое положение при помощи различного рода регулируемых и нерегулируемых подпорок и подставок. Здесь правильность установки детали проверяют по контрольным рискам, намечаемым при разметке (рис. 89), используя для этого рейсмус. При более высоких требованиях к точности установки детали правильность положения поверхности проверяют индикатором (рис. 90).

§ 45. НАЗНАЧЕНИЕ КОНДУКТОРОВ И СХЕМЫ УСТАНОВКИ В НИХ ДЕТАЛЕЙ

Назначение кондукторов. Основным недостатком всех ранее рассмотренных способов установки деталей на сверлильных станках является то, что на предварительную разметку положения отверстий и установку детали тратится много времени, а точность положения отверстий сравнительно невысока.

При сверлении отверстий по разметке расстояние между осями отверстий и расстояния этих осей от поверхностей, принятых в качестве баз, могут быть установлены с точностью до 0,25—0,5 мм.

Для увеличения производительности труда и повышения точности выполняемой работы широко применяют кондукторы. Кондуктор представляет собой приспособление для закрепления обрабатываемой детали, позволяющее правильно расположить ее относительно режущего инструмента. Это обеспечивается тем, что деталь можно ориентировать при установке в кондукторе определенным образом поверхностями, принятыми в качестве баз, а режущий инструмент направляется кондукторной втулкой.

Если в детали сверлят не одно, а несколько отверстий, то для каждого из них должна быть отдельная кондукторная втулка, размер которой строго соответствует размеру режущего инструмента.

Кондукторы могут быть съемными и стационарными. Съемные кондукторы устанавливают на стол станка без закрепления. После сверления на вертикально-сверлильном станке одного отверстия такой кондуктор вместе с закрепленной в нем деталью передвигают по столу для совмещения оси инструмента с осью отверстия следующей кондукторной втулки. Совмещение обычно производят на глаз. Иногда для совмещения осей используют упоры, закрепленные на столе.

Съемный кондуктор в процессе резания удерживают от поворота рукой или упором. После того как все отверстия просверлены, обработанную деталь вынимают из кондуктора. Очистив кондуктор от стружки, в него устанавливают следующую заготовку.

Стационарные кондукторы жестко закрепляют на станке в нужном положении, которое сохраняют до конца обработки всех деталей данной партии. На вертикально-сверлильных станках стационарные кондукторы применяют только в случаях, когда у детали обрабатывается одно отверстие. Применение поворотных и передвижных столов позволяет использовать стационарные кондукторы для обработки нескольких отверстий, а также при работе на радиально-сверлильных станках.

Установочные элементы кондукторов. Элементы кондуктора, соприкасающиеся с технологическими установочными базами детали и определяющие ее положение в нем, называют установочными элементами кондуктора. Число и вид их выбирают в зависимости от вида технологических баз, конфигурации детали, требований, предъявляемых к точности относительного положения отверстий. Установочные элементы делают излишней выверку положения детали в кондукторе и ускоряют ее установку.

Схема установки обрабатываемых деталей, у которых технологической базой являются две плоскости. На рис. 91, а показан один из наиболее простых случаев обработки деталей. Здесь положение отверстия задано расстояниями 5 и 10 от его оси до плоскостей A и B .

Чтобы все обработанные в данном кондукторе детали имели одинаково расположенное отверстие, их прижимают плоскостями A и B к установочным элементам приспособления, которые представляют собой плоскости, выполненные в корпусе кондуктора (рис. 91, б) или в специальной пластинке, привинчиваемой к корпусу. Если длина плоскости обрабатываемой детали, являющейся технологической базой, превышает 50 мм, поверхность установочного элемента делают прерывистой (рис. 91, в).

В тех случаях, когда поверхности A и B не обработаны, деталь устанавливают на три опоры. Каждая опора представляет собой штифт с плоской головкой.

Схема установки обрабатываемых деталей, у которых технологическими базами являются ось отверстия и плоскость. Иногда положение обрабатываемого отверстия задают размером от оси другого отверстия, внутреннюю поверхность которого устанавливают в качестве технологической базы.

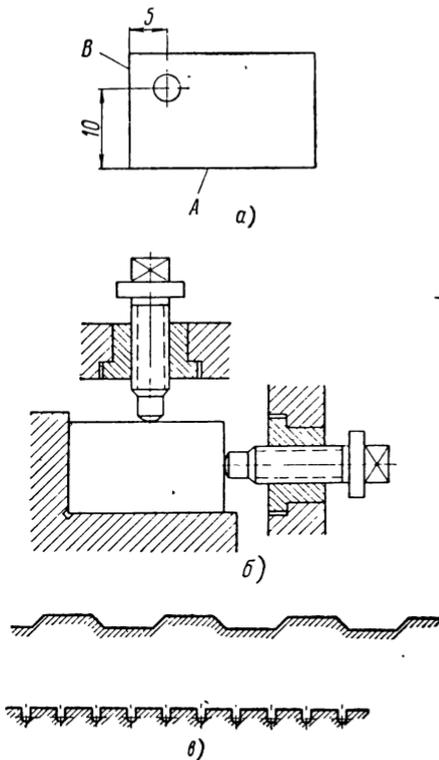


Рис. 91. Схема установки детали: а — по установочным плоскостям, б — по установочному элементу приспособления, в — по прерывистой установочной поверхности

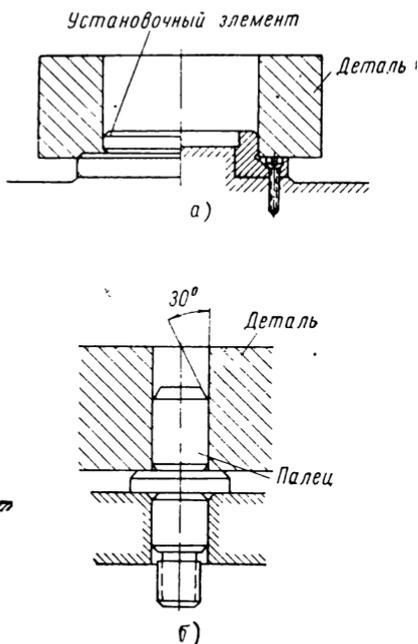


Рис. 92. Схема установки детали: а — по установочному цилиндрическому элементу, б — по пальцу

Установочным элементом служит цилиндр, который выполняют как одно целое с корпусом приспособления или жестко крепят к нему (рис. 92, а). Часто для этих целей используют цилиндрическую головку пальца, закрепленного в корпусе кондуктора (рис. 92, б).

Между сопряженными поверхностями установочного элемента и базового отверстия обрабатываемой детали всегда имеется некоторый зазор, который приводит к погрешностям в расположении обрабатываемого отверстия. Поэтому в тех случаях, когда

требуется, чтобы обрабатываемое отверстие было расположено очень точно, возникает необходимость применять самоцентрирующие установочные элементы, в качестве которых используют конусные установочные поверхности или разжимные цанги, а при значительном диаметре посадочных отверстий детали¹ — самоцентрирующие кулачковые патроны.

Гладкий цилиндрический палец может быть использован и для установки обрабатываемой детали, имеющей резьбовое отверстие. В этом случае центрирование детали ведется по внутреннему диаметру резьбы. Более точное расположение обрабатываемого отверстия относительно оси резьбового посадочного отверстия получают, используя резьбовой установочный элемент, который применяется редко, так как это увеличивает затраты времени.

Схема установки деталей, у которых технологическими базами являются оси двух отверстий и плоскость. Как и в предыдущем случае, действительными технологическими базами являются не оси, а поверхности посадочных отверстий *A* и *B*, хотя положение обрабатываемого отверстия *a* и задано расстояниями от его оси до оси одного из посадочных отверстий и расстоянием от линии их центров (рис. 93, *a*).

Рис. 93. Схема установки детали по двум отверстиям и плоскости:
a — технологические базы, *б* — установочные пальцы

Посадочными отверстиями деталь устанавливается на два пальца, жестко присоединенных к корпусу кондуктора, один из которых имеет цилиндрическую форму, другой — ромбическую (рис. 93, *б*).

Схема установки деталей, у которых технологической базой является наружная цилинд-

рическая поверхность, устанавливается на два пальца, жестко присоединенных к корпусу кондуктора, один из которых имеет цилиндрическую форму, другой — ромбическую (рис. 93, *б*).

¹ Посадочными называются отверстия в детали, которыми она надевается на установочные элементы приспособления.

рическая поверхность. Установочным элементом здесь является цилиндрическое отверстие в корпусе кондуктора (рис. 94, а).

Устанавливать деталь подобным образом можно только в том случае, если цилиндрическая поверхность, являющаяся технологической базой, предварительно обработана.

Установку деталей, у которых базовой является наружная цилиндрическая поверхность, можно также производить, используя в качестве установочного элемента призмы (рис. 94, б). Призма обеспечивает расположение оси детали в плоскости симметрии. Расстояние оси детали от основания призмы определяют допустимые отклонения диаметра посадочной поверхности.

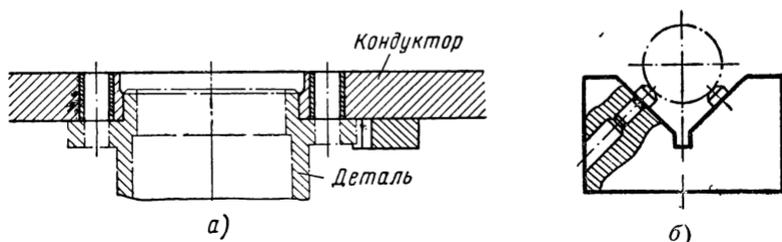


Рис. 94. Схема установки детали по внешней цилиндрической поверхности:

а — по отверстию в кондукторе, б — по призме

Во всех рассмотренных выше схемах установки следует предусматривать, чтобы обрабатываемая деталь достаточно надежно упиралась в корпус кондуктора или в плоскость стола в направлении сверления.

Кондукторные втулки. Кондукторная втулка определяет положение режущего инструмента относительно обрабатываемой детали и, располагаясь в непосредственной близости к детали, создает инструменту вторую опору, предохраняя его от изгиба и предотвращая увод в сторону от нужного направления.

В подавляющем большинстве приспособлений применяют стандартные втулки, в более редких случаях используют специальные. Стандартные втулки могут быть постоянными, сменными и быстросменными.

Постоянные втулки с буртиком или без него (рис. 95, а и б) запрессовывают в корпус приспособления. Между торцом втулки и поверхностью обрабатываемой детали предусматривают зазор, составляющий около половины диаметра сверла. Он нужен для выхода мелкой стружки, не поднимающейся по канавкам сверла. При сверлении отверстий большого диаметра такой зазор нужен еще и для того, чтобы при врезании устранить трение уголков режущей части инструмента о втулку.

Сменные втулки не запрессовывают в корпус, а соединяют плотной посадкой (П). Для более крупных втулок используют посадку скольжения. В буртике таких втулок делают выемку для головки винта, предотвращающего проворачивание втулки (рис. 95, в).

Быстросменные втулки применяют при последовательной обработке отверстия несколькими инструментами, когда возникает

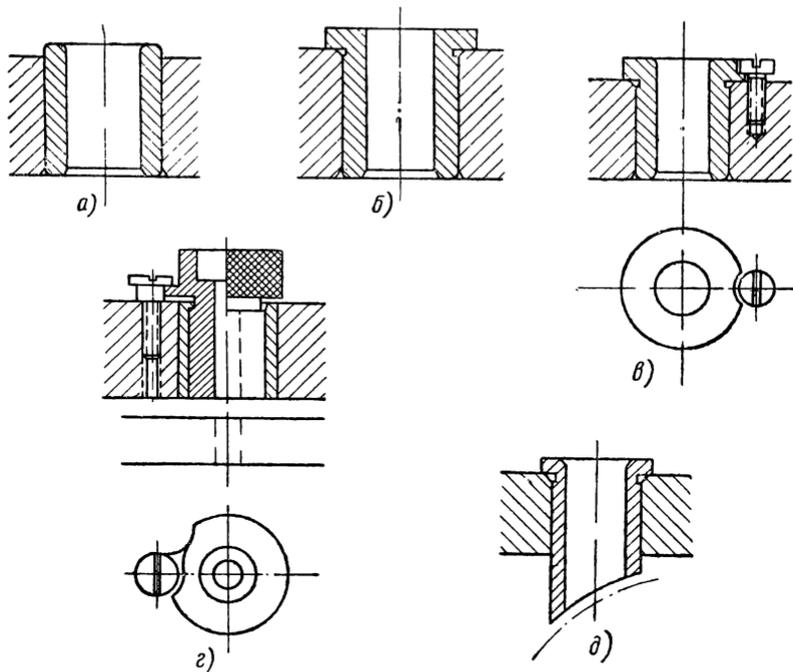


Рис. 95. Кондукторные втулки:

а — без буртика, б — с буртиком, в — сменная втулка, г — быстросменная втулка, д — специальная втулка

необходимость быстро заменять втулку с одним диаметром втулкой с другим диаметром.

Быстросменную втулку устанавливают в корпус кондуктора или непосредственно, что бывает чаще, или через закаленную промежуточную втулку, используя посадку движения (Д), и закрепляют винтом, назначение которого предохранить втулку от проворачивания (рис. 95, в). Под головкой винта образован уступ, позволяющий затянуть винт наглухо, не зажав при этом самой втулки. Если втулку нужно удалить, ее поворачивают так, чтобы под головкой винта оказался сквозной паз в ее буртике. Для облегчения поворота, снятия и установки буртик быстросменных втулок имеет накатку.

Конструкции специальных втулок весьма разнообразны и зависят от условий выполняемой обработки. Так, если при врезании сверла работает только одна его режущая кромка, то для предотвращения изгиба сверла применяют специальную втулку, создающую дополнительную опору со стороны, не работающей в начале резания (рис. 95, *д*).

§ 46. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ КОНДУКТОРОВ

Накладные кондукторы. Это наиболее простые по конструкции и наиболее экономичные по стоимости приспособления для сверлильных станков. Накладными их называют потому, что их надевают (накладывают) на обрабатываемую деталь.

Накладной кондуктор представляет собой плиту с кондукторными втулками, к которой присоединены установочные и зажим-

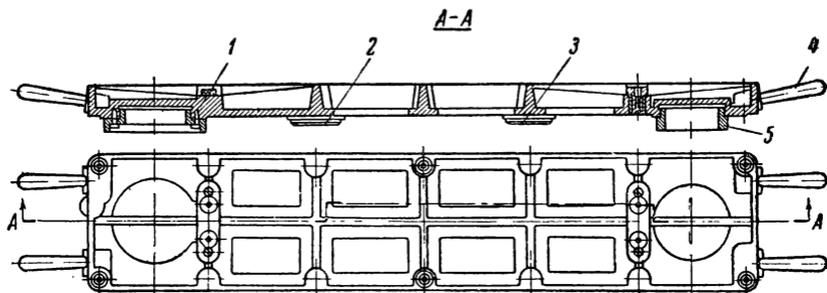


Рис. 96. Накладной кондуктор на незакрепляемой детали

ные элементы. При выполнении работ, не требующих высокой точности, накладной кондуктор ориентируют по элементам контура обрабатываемой детали. Для получения более точного расположения отверстий в качестве технологических баз используют предварительно обработанные поверхности.

Накладные кондукторы могут быть незакрепляемыми и закрепляемыми. Незакрепляемым является, например кондуктор, предназначенный для сверления и развертывания отверстий в рубашке цилиндров двигателей внутреннего сгорания (рис. 96), так как кондуктор в этом случае — литая чугунная ребристая плита, имеющая значительные размеры и вес, то для удобства наложения и снятия он снабжен ручками 4. Нижняя поверхность плиты соприкасается с соответствующей поверхностью детали сухарями 2 и 3, обеспечивающими и необходимый зазор между втулками и обрабатываемой деталью. Опорой для кондукторной плиты служат установочные пальцы 1 и 5.

Другая конструкция накладного кондуктора показана на рис. 97. Кондуктор 4 с укрепленными в нем втулками 3 надевают на обрабатываемую деталь 5, установленную на подставке 6. Требуемое положение кондуктора обеспечивают установочные пальцы 1 и 2, входящие в ранее обработанные отверстия детали.

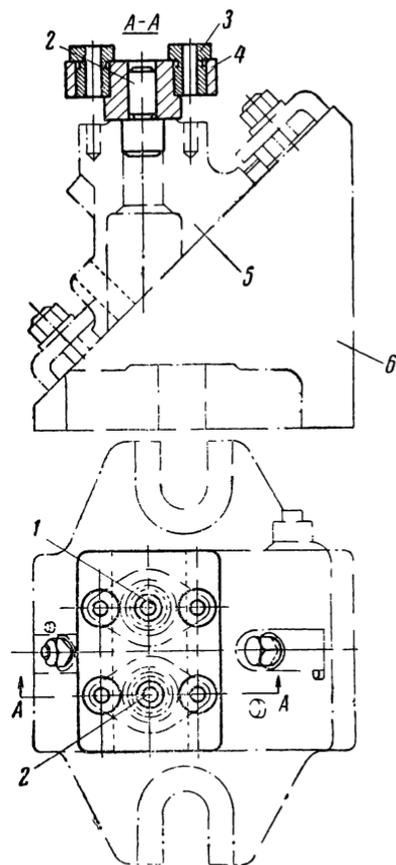


Рис. 97. Незакрепляемый накладной кондуктор

Закрепляемый кондуктор в отличие от незакрепляемого, имеет зажимные элементы, связывающие кондуктор с обрабатываемой деталью. В тех случаях, когда конфигурация обрабатываемой детали не позволяет установить ее на столе станка или на подставке, к кондуктору добавляют еще элементы для установки его на столе. Такой кондуктор опирается на стол и поддерживает присоединенную к нему деталь. В накладном закрепляемом кондукторе 1 (рис. 98), обрабатываемую деталь 2 (показана пунктиром) устанавливают между выточками пальцев 4, а затем винтом 5 откидной планки 6 прижимают к упору 3.

Крышечные кондукторы состоят из корпуса и крышки, в которую вделаны кондукторные втулки. Крышку можно снимать с корпуса или откидывать для замены детали.

Кондуктор со съемной крышкой для сверления ряда отверстий в зубчатом колесе показан на рис. 99. Технологической базой является центральное отверстие зубчатого колеса. Зубчатое колесо надевают на посадочную поверхность 5 втулки 6, присоединенной

к основанию 7. Верхний торец фланца 9 втулки 6 служит для зубчатого колеса опорой.

Крышку 3 с кондукторными втулками, центральным отверстием надевают на вторую посадочную поверхность 4 той же втулки 6. Этим обеспечивают строгую concentricity образуемых отверстий оси зубчатого колеса. При затягивании гайки 2 фланец крышки прижимает обрабатываемое зубчатое колесо к

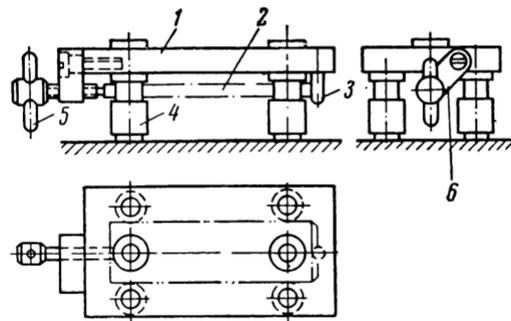


Рис. 98. Закрепляемый накладной кондуктор с ножками

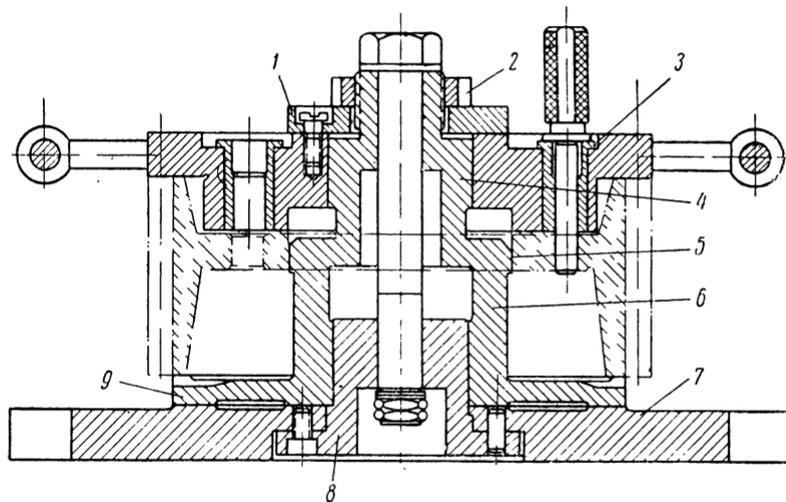


Рис. 99. Крышечный кондуктор со съемной крышкой

основанию, удерживая его от проворачивания в процессе резания. Для удаления крышки достаточно слегка открутить гайку 2 и повернуть откидную шайбу 1.

Чтобы удобнее было переводить кондуктор вместе с обрабатываемой деталью из одной позиции в другую для сверления следующего отверстия, втулку 6 можно поворачивать вокруг центрирующего пальца 8.

Ящичные и полуящичные кондукторы. Особенностью ящичных кондукторов является жесткое соединение пли-

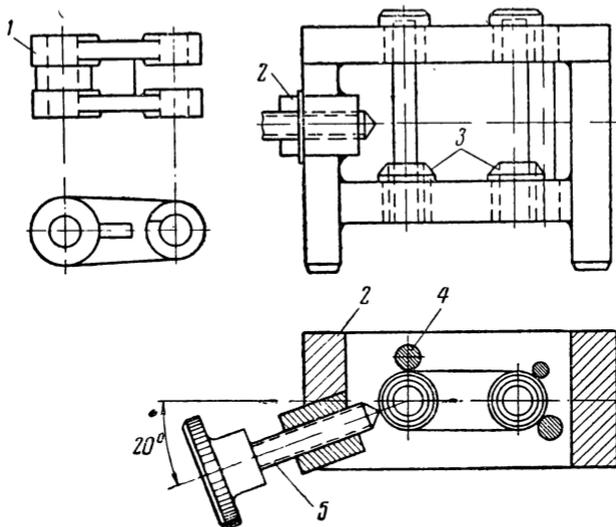


Рис. 100. Ящичный кондуктор

ты, несущей кондукторные втулки, с основанием, которое осуществляют при помощи двух или более стенок. Примером конструкции этого типа может служить ящичный кондуктор для сверления серьги 1 (рис. 100). Корпус 2 этого кондуктора состоит из основания и крышки, связанных между собой двумя жесткими стенками, на нижний край которых опирается кондуктор при установке на столе станка. В основании кондуктора закреплены два сухаря 3, на верхние плоскости которых устанавливают обрабатываемую деталь. Деталь ориентируют по наружной поверхности колонками 4 и закрепляют в нужном положении прижимным винтом 5.

Полуящичные кондукторы в отличие от ящичных обычно имеют только одну жесткую стенку, связывающую основание с кондукторной плитой. Более открытые, чем ящичные, полуящич-

ные кондукторы значительно удобнее для установки и снятия обрабатываемой детали. Но они обладают меньшей жесткостью и применяются только в тех случаях, когда кондукторная плита имеет небольшие размеры, так как большая плита может изогнуться и тогда оси выполняемых отверстий сместятся. В полуящичном кондукторе, изображенном на рис. 101, технологической базой обрабатываемой детали 1 является центральное отверстие, которым она насаживается на посадочную поверхность центри-

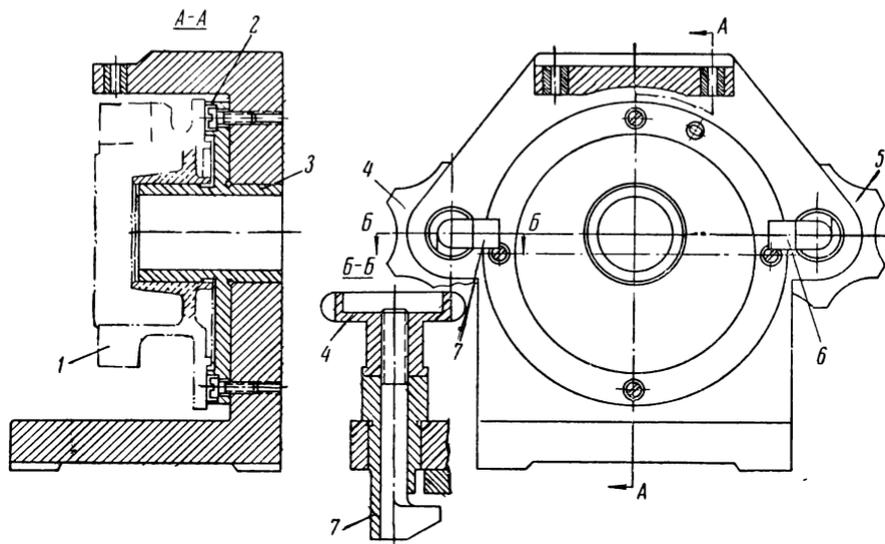


Рис. 101. Полуящичный кондуктор

рующей втулки 3. Кольцевая поверхность 2 на верхнем торце фланца этой втулки является опорой для торца обрабатываемой детали. Деталь прижимают к этой поверхности прихваты 6 и 7, которые затягиваются барашками 4 и 5.

Ящичные и полуящичные кондукторы устанавливают на стол станка свободно или закрепляют их на столе. Свободно установленные кондукторы при резании удерживают в нужном положении рукой. Если силы резания значительны, то от поворота кондуктор предохраняют упорные планки, закрепленные на столе (рис. 102).

Опрокидываемые кондукторы. В производстве часто возникает необходимость обработать в одной заготовке несколько отверстий, оси которых расположены под некоторым углом друг к другу. Чтобы не устанавливать деталь в кондукторе несколько раз и не затрачивать время на установку заготовки и снятие обработанной детали, кондуктор после обработки одной

группы параллельно расположенных отверстий смещают в другое положение, расположенное к первоначальному под нужным углом (опрокидывают). Опрокидываемые кондукторы применяют для обработки деталей небольших размеров.

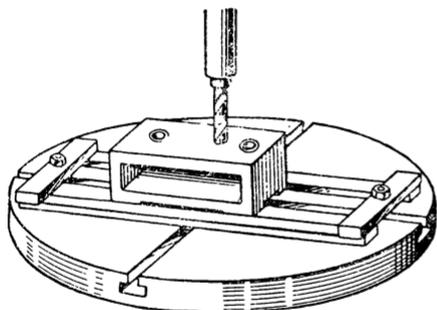


Рис. 102. Установка ящичного кондуктора в планках

Опрокидываемый кондуктор, предназначенный для сверления трех отверстий, расположенных под углом 120° в тонкостенной втулке, показан на рис. 103. Корпус 4 этого кондуктора выполнен в виде шестигранной призмы. Обрабатываемая деталь центральным отверстием надевается на правый цилиндрический конец фиксатора 2 и поджимается планкой 7 при вращении винта 9, пропущен-

ного через откидной кронштейн 8.

При сверлении первого отверстия через втулку 6 кондуктор установлен на столе поверхностями А. Для обработки второго отверстия кондуктор поворачивается на 120° и устанавливается

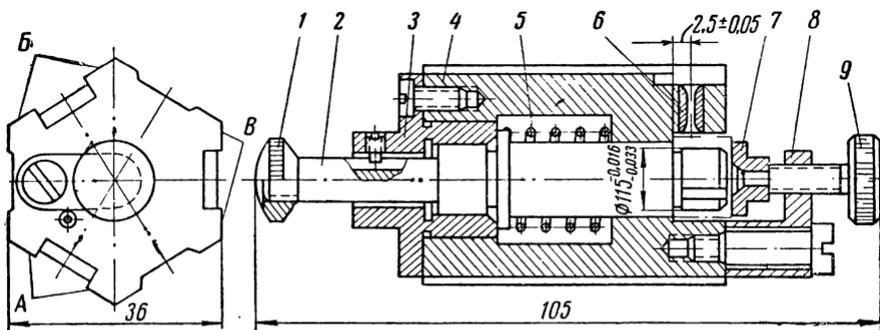


Рис. 103. Опрокидываемый кондуктор

на столе поверхностями Б. При обработке третьего отверстия кондуктор опирается на поверхности В.

Окончив обработку, слегка отворачивают винт 9, отводят в сторону кронштейн 8 и выталкивают обработанную деталь из кондуктора нажатием на кнопку 1 фиксатора, проходящего сквозь фланец 3. После этого кнопку отпускают и пружина 5 возвращает фиксатор в исходное положение.

Поворотные кондукторы используют при сверлении нескольких отверстий, расположенных по окружности. Чтобы изменить расположение детали для обработки следующего отверстия, ее поворачивают вместе с кондукторной плитой или без нее.

При повороте детали с плитой число кондукторных втулок должно соответствовать числу обрабатываемых отверстий, при повороте без плиты нередко оказывается возможным обрабатывать ряд отверстий при помощи одной и той же кондукторной втулки.

В поворотном кондукторе, изображенном на рис. 104, в корпусе 5 установлен шпindelь 11. Выточка на левом торце шпинделя

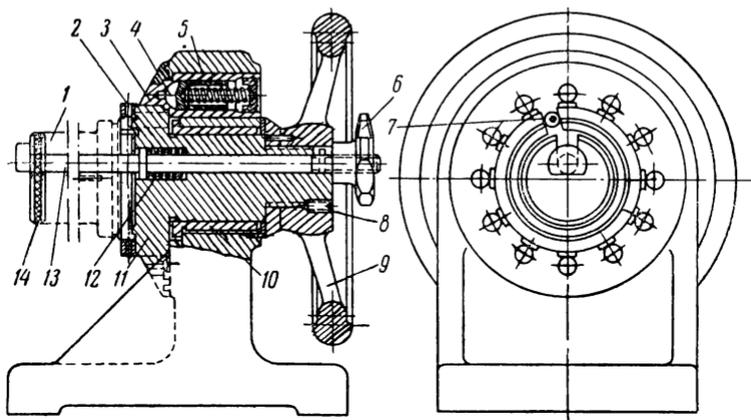


Рис. 104. Поворотный кондуктор

для служит для центрирования обрабатываемой детали 1, ориентируемой в нужном по окружности положении пальцем 7. Закрепление обрабатываемой детали на шпинделе производят съемной шайбой 14 при помощи тяги 13, поворачивая для этого рукоятку 6. Шпindelь является также и кондукторной плитой — в нем по окружности установлен ряд кондукторных втулок 2.

Поворот шпинделя во втулке 10 вместе с деталью и кондукторными втулками производят маховичком 9, который связан со шпинделем винтом 8. Для установки в рабочей позиции к шпинделю присоединен делительный диск 3, а в корпусе 5 размещен пружинный фиксатор 4. На торцевой поверхности делительного диска 3 сделаны конические отверстия. Входя в одно из них, фиксатор закрепляет деталь в положении, необходимом для обработки одного из отверстий. После обработки всех отверстий, чтобы удалить обработанную деталь, отвернув рукоятку 6, снимают шайбу 14, и пружина 12 выталкивает деталь из выточки шпинделя.

Поворотный кондуктор с одной втулкой имеет более простую конструкцию. В отличие от предыдущего кондуктора обрабатываемую деталь здесь поворачивают без кондукторной плиты. Кондукторную втулку 6 крепят к корпусу 1 (рис. 105). На рабочий конец шпинделя 2 надевают обрабатываемую деталь 5 и закрепляют гайкой с быстросъемной шайбой. Делительный диск 3 служит для правильного определения рабочего положения обрабатываемой детали, а пружинный фиксатор 4 — для закрепления ее в этом положении. После того как обработано одно отверстие, деталь вместе со шпинделем поворачивают, чтобы фиксатор вошел в следующее отверстие делительного диска. В этот момент ось отверстия, подлежащего обработке, совпадет с осью кондукторной втулки и деталь займет положение, необходимое для обработки.

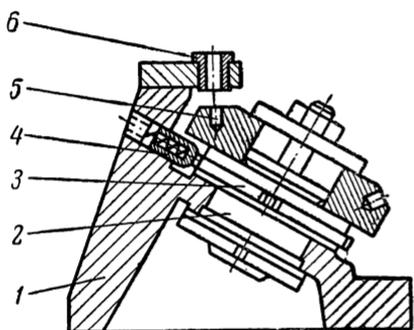


Рис. 105. Поворотный кондуктор с одной втулкой

§ 47. ГРУППОВЫЕ И УНИВЕРСАЛЬНЫЕ КОНДУКТОРЫ

Групповые кондукторы. Обычно кондуктор предназначен для обработки отверстий деталей одной определенной конструкции. Ограниченность назначения кондуктора дает возможность придать ему конструкцию, позволяющую добиться высокой точности обработки при максимальной производительности, но такой кондуктор экономически целесообразен только при выпуске достаточно большого количества одинаковых деталей.

Стремление уменьшить стоимость технологической оснастки и использовать преимущества обработки в кондукторах даже при небольших сериях одинаковых деталей привело к появлению группового метода обработки, предложенного С. П. Митрофановым. При обработке на сверлильных станках каждый групповой кондуктор предназначают для обработки отверстий ряда деталей, составляющих одну группу. Основными признаками для объединения деталей в одну группу являются: наличие одинаковых технологических баз, примерно равные габаритные размеры деталей и размеры обрабатываемых отверстий, примерно одинаковое число и положение отверстий.

Примеры группирования и конструкции групповых кондукторов. На оптико-механических заводах в одну группу объединяют фланцы, диски, круглые крышки и т. п. (рис. 106). Отверстия у этих деталей расположены только на одном из торцов и могут быть как глухими, так и сквозными. Максимальный диаметр окружности, на которой лежат оси отверстий, ограничен 100 мм. Размеры диаметров обрабатываемых отверстий отличаются не более, чем на 1,35—9,5 мм. Для всех деталей данной группы технологической базой является наружная цилиндрическая поверхность.

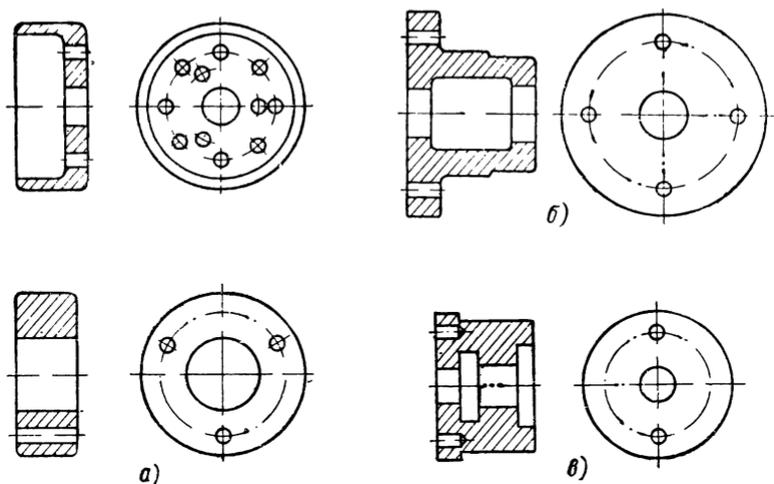


Рис. 106. Группа деталей:
а — диски, б — фланцы, в — крышки

В кондукторе, предназначенном для обработки этих деталей (рис. 107), крепление обрабатываемой детали производят самоцентрирующим трехкулачковым патроном обычного типа. Положение оси патрона относительно основания кондуктора неизменно для всех деталей данной группы. Быстросменная кондукторная втулка 2 установлена в ползуне 1. Горизонтальное перемещение последней при настройке по направляющим кронштейна 11 дает возможность устанавливать втулку на требуемое радиальное расстояние. Величина перемещения отсчитывается по шкале 14 при помощи нониуса 13.

По высоте кондукторную втулку устанавливают перемещением кронштейна 11 по вертикальным направляющим скалкам 10. В положении, необходимом для обработки, кронштейн крепят стопорным винтом 15.

В основании 9 установлен шпиндель 4, на котором закреплен поворотный стол 5.

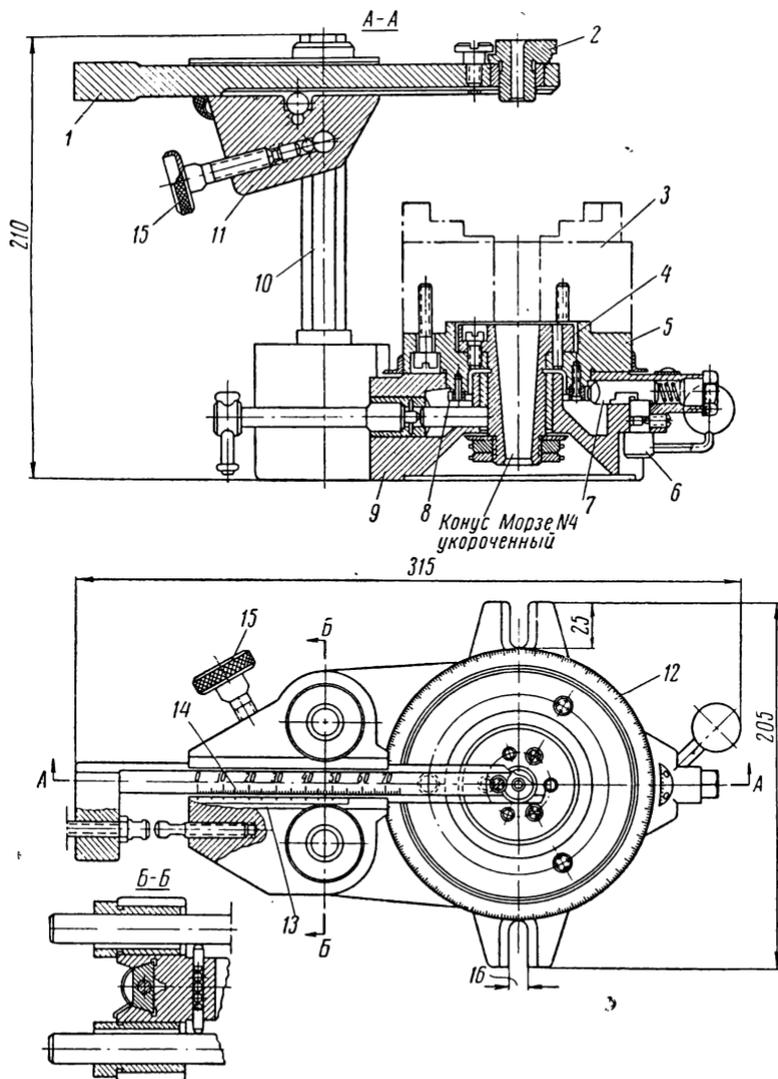


Рис. 107. Групповой кондуктор для деталей типа фланцев, крышек, дисков

К нижней части стола присоединен делительный диск 8, а к верхней — зажимной патрон 3. К поворотному столу крепят и круговую шкалу 12 для отсчета угла поворота.

В рабочем положении стол 5 фиксируют штифтом 7 при помощи пружинной защелки. Выключают защелку поворотом рукоятки 6.

К рассматриваемому групповому кондуктору предусмотрен набор из сорока пяти сменных втулок и контрольная пробка для проверки соосности кондукторной и промежуточной втулок в нулевом положении.

В особую группу объединяют детали (рис. 108), в которых обрабатываются одно или несколько радиальных отверстий (под углом 90° друг к другу), расположенных на цилиндрической поверхности и отделенных некоторым расстоянием от одного из торцов детали.

Основанием группового кондуктора, предназначенного для обработки этих деталей, служит стойка 6 (рис. 109). К одной из ее вертикальных стенок прикреплена двухсторонняя призма 4. В вырез этой призмы устанавливают обрабатываемую деталь и закрепляют прижимом 8. Призма имеет два выреза: один из них (а) предназначен для деталей с цилиндрической посадочной поверхностью диаметром от 8 до 25 мм, второй (б) — диаметром от 25 до 40 мм. При настройке призму устанавливают вырезом вверх и закрепляют на требуемой высоте прижимным болтом 5.

Болт 5 устанавливают в кронштейн 9 и, чтобы отрегулировать его положение относительно обрабатываемой детали, поворачивают кронштейн и закрепляют винтом 10.

Кондуктор снабжен диском 7, в котором закреплены двенадцать кондукторных втулок с отверстиями диаметром от 1,1 до 4,9 мм.

Чтобы поставить нужную кондукторную втулку 1 в рабочее положение, диск поворачивают и фиксируют штифтом 12 и винтом. Так как расстояние оси обрабатываемого отверстия от базового торца у разных деталей различно, то каретка, на которой установлен диск, может поступательно перемещаться в пределах 15 мм. Величину перемещения отсчитывают по линейке 11 при помощи нониуса.

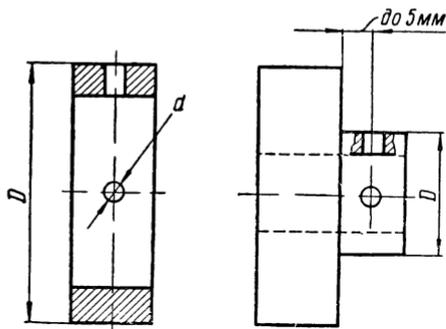


Рис. 108. Детали, имеющие радиальные отверстия на цилиндрической поверхности

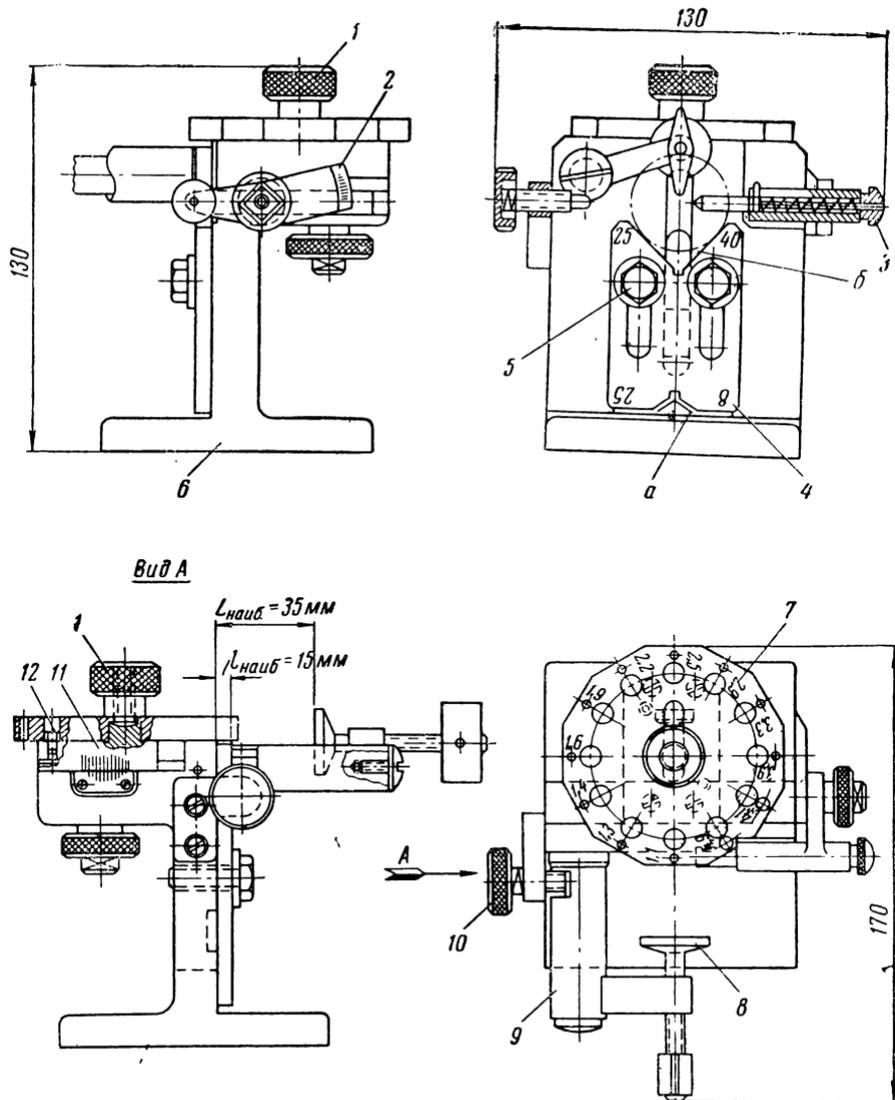


Рис. 109. Групповой кондуктор для деталей, имеющих радиальные отверстия на цилиндрической поверхности

Если в обрабатываемой детали нужно получить радиальные отверстия, расположенные под прямым углом, используют пружинный фиксатор 3, расположенный на планке 2. Для установки фиксатора в нужное положение, которое зависит от диаметра детали, планка поворачивается вокруг своей оси. Отсчет величины поворота ведут по шкале, нанесенной на планке. Деления этой шкалы соответствуют диаметрам посадочных поверхностей обрабатываемых деталей.

После сверления первого отверстия обрабатываемую деталь поворачивают в вырезе призмы так, чтобы фиксатор попал в просверленное отверстие. В этом положении деталь вновь закрепляют и сверлят следующее отверстие, ось которого расположена под углом 90° к оси первого отверстия.

Универсальные кондукторы. Универсальными называют кондукторы со сменными установочными или зажимными элементами. Замена этих элементов позволяет использовать кондуктор для обработки разнообразных деталей.

Применение универсальных кондукторов рациональной конструкции позволяет быстро производить их переналадку для выполнения другой работы, шире заменять сверление по разметке сверлением в кондукторе и обеспечивает значительное повышение точности и производительности выполняемой работы.

Наиболее распространенными универсальными кондукторами являются скальчатые и универсально-сборные.

Скальчатые кондукторы. Устройство и принцип действия скальчатого кондуктора несложны. На основании 4 (рис. 110, а) крепят сменную наладку 5, на которой устанавливают обрабатываемую деталь. Одно целое с основанием составляют стойки 6, в отверстия которых входят скалки 3, присоединенные к кондукторной плите 2. Плита 2 — сменная, для каждой детали должна быть отдельная плита, несущая необходимое число кондукторных втулок требуемого размера и расположенных в определенном порядке.

Поворотом рукоятки 1, на оси которой находится зубчатое колесо, сцепляющееся с зубчатой рейкой, нарезанной на скалке 3, опускают кондукторную плиту и прижимают деталь.

Хотя для каждой детали требуются особая наладка и кондукторная плита, их проектирование и изготовление занимает меньше времени и обходится дешевле, нежели создание всего кондуктора.

В тех случаях, когда зажатие детали должно быть произведено в направлении, перпендикулярном сверлению, используют скальчатый кондуктор с горизонтально расположенными скалками (рис. 110, б).

Портальный скальчатый кондуктор (рис. 110, в) имеет две отдельные стойки. Расстояние между ними можно изменять. Для этого основание 4, на котором устанавливают наладку для креп-

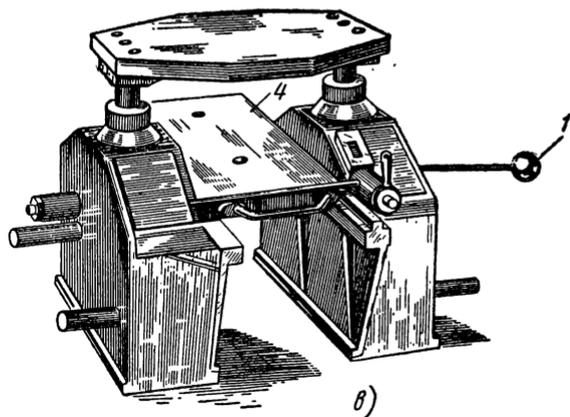
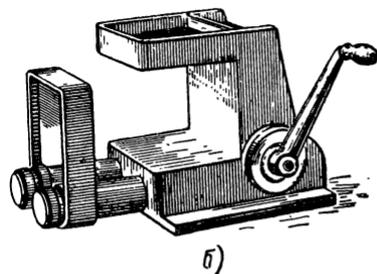
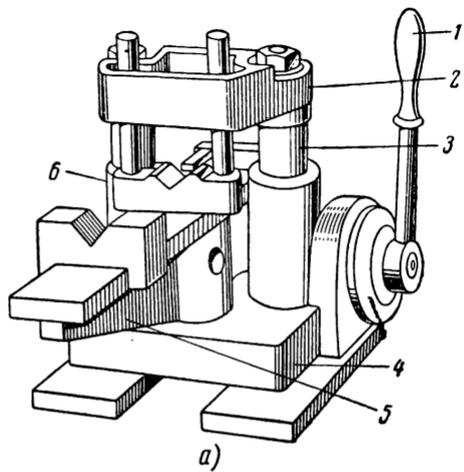


Рис. 110. Скальчатый кондуктор:

a — с вертикальными стойками,
б — с горизонтальными стойками,
в — порталный кондуктор

ления детали, выполнено выдвижным. В нужном положении его зажимают поворотом рукоятки 1.

Для того чтобы обрабатываемая деталь была прижата плитой до окончания обработки, реечный механизм снабжают специальным замком. Конструкция этого замка может быть различной, в основном применяют роликовые и клиновые замки.

Рукоятку 5 роликового замка надевают на втулку 3, в пазах которой помещены ролики 2 (рис. 111). При повороте рукоятки 5 вместе со втулкой 3 ролики нажимают на плоскость кулачка 4 и поворачивают его вместе с валиком 6, на квадратный конец которого насажен кулачок 4. При повороте валика поворачи-

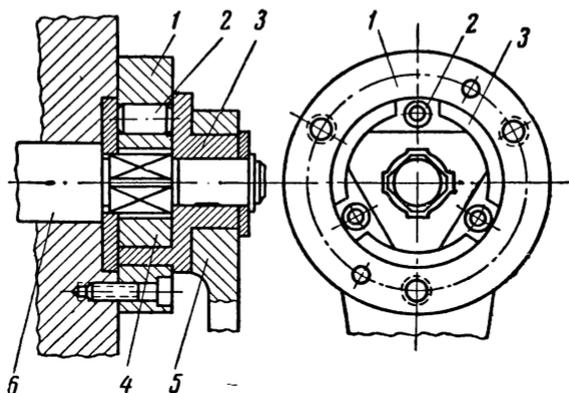


Рис. 111. Роликовый зажим скальчатого кондуктора

вается и зубчатое колесо, укрепленное на нем и сцепляющееся с зубчатой рейкой на скалке. Передвигая скалку, зубчатое колесо заставляет перемещаться поступательно и кондукторную плиту.

Кондукторная плита, перемещаясь, прижимает обработанную деталь к основанию. Продолжая давить на рукоятку 5, ролики 2 заклиниваются между плоскостями кулачка 4 и внутренней поверхностью втулки 1, фиксируя положение кондукторной плиты на весь период обработки.

При повороте рукоятки 5 в обратном направлении ролики 2 расклиниваются и поворачивают кулачок 4 в обратном направлении. В конце хода ролики снова заклиниваются между кулачком и втулкой, но теперь в противоположном углу и удерживают плиту в верхнем положении до окончания замены обработанной детали новой.

На ином принципе основана работа клинового замка (рис. 112). Здесь валик, несущий реечное колесо 2, установлен в отверстии подвижного клина 3. При повороте рукоятки 4 реечное колесо 2 перемещает скалку 1 вниз. Как только кондукторная

плита прижмет обрабатываемую деталь, дальнейшее перемещение скалки невозможно. Это заставит реечное колесо 2 передвигаться вдоль рейки (обкатываться по рейке), увлекая за собой клин. Так как угол α клина незначителен ($5-6^\circ$), то сила, отталкивающая клин, меньше силы трения и поэтому клин зажмет рейку, а значит и кондукторную плиту в достигнутом положении.

Скалчатый кондуктор показан на рис. 113. К основанию кондуктора болтами 3 крепят подставку 2. В ней запрессован палец 1, центрирующий положение обрабатываемой детали.

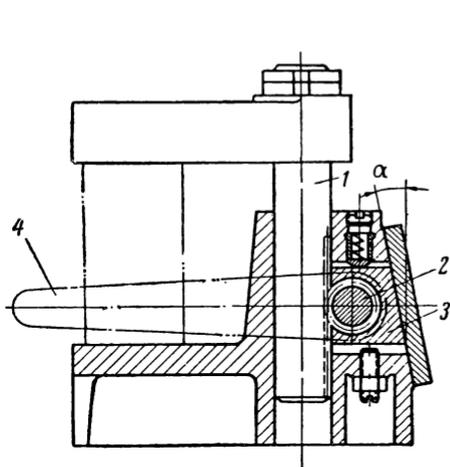


Рис. 112. Скалчатый кондуктор с клиновым зажимом

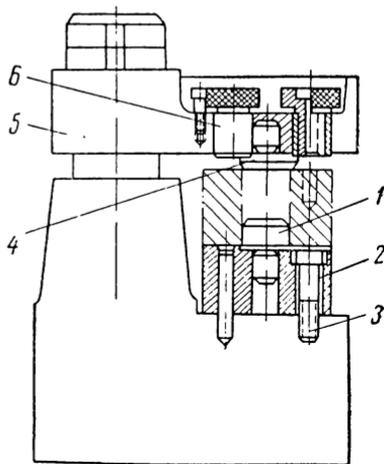


Рис. 113. Пример применения скалчатого кондуктора

В кондукторной плите 5 установлены кондукторные втулки 6. Опускаясь, плита прижимает обрабатываемую деталь к подставке упорами 4.

Кондукторы на базе универсальных приспособлений. Универсальные приспособления, применяемые для сверления деталей по разметке и для последующей обработки просверленных отверстий, могут быть превращены в кондукторы. Примером этого служит кондуктор на базе машинных тисков (рис. 114). К неподвижной губке присоединяют планку 1 с кондукторной втулкой 2. Планка имеет продольные пазы и, передвигая ее, можно изменять расстояние кондукторной втулки от неподвижной губки. Кондукторную втулку 2 меняют в зависимости от диаметра обрабатываемого отверстия. Для этого в планке 1 от цилиндрического отверстия для установки втулки сделана продольная прорезь, которую стягивают барашком 3, зажимая втулки разных размеров.

Универсально-сборные кондукторы. Применение универсально-сборных приспособлений позволяет не только в

массовом, но и в мелкосерийном производстве заменить обработку по разметке обработкой в кондукторах.

Система универсально-сборных приспособлений заключается в создании комплектов нормализованных элементов (плит, опорных угольников, установочных деталей и т. д.), из которых можно собирать различные приспособления (токарные, фрезерные, кондукторы и т. д.), необходимые данному производству. Каждый нормализованный элемент можно использовать много раз в различных приспособлениях.

Применение универсально-сборных приспособлений резко уменьшает стоимость технологиче-

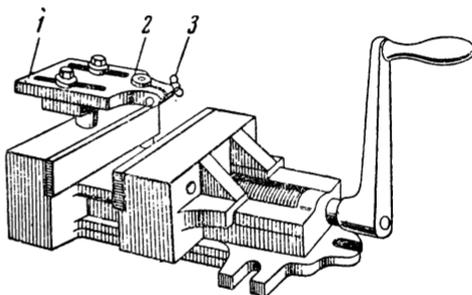


Рис. 114. Кондуктор на базе машинных тисков

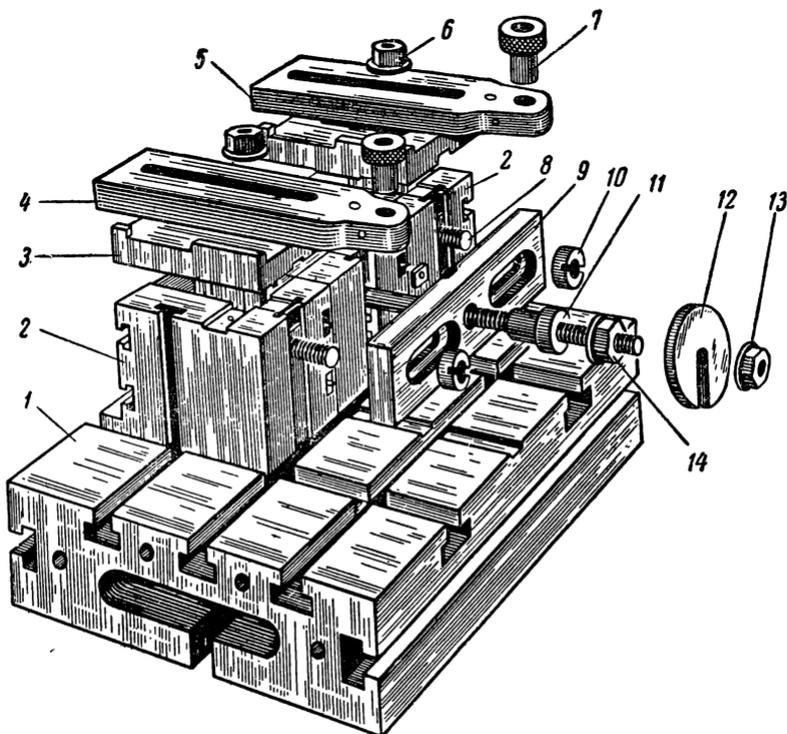


Рис. 115. Универсально-сборный кондуктор

ской оснастки и сокращает время на ее проектирование и изготовление. Универсально-сборные приспособления менее удобны в работе, чем кондукторы, изготовленные специально для обработки данной детали и поэтому их употребляют в основном в мелкосерийном производстве.

Основанием одного из таких универсально-сборных кондукторов (рис. 115) служит плита 1, на ней крепят две опоры 2, на которых устанавливают направляющие планки 3 для планок 4, 5, несущих кондукторные втулки 7. Гайками 6 опоры 2 планки 3 и кондукторные планки 4, 5 прижимают к основанию 1. В планки 4, 5 вставляют кондукторные втулки нужного размера.

К боковой поверхности опор 2 при помощи болтов 8 и гаек 10 присоединяют планку 9. В центральное ее отверстие входит втулка 11, наружная цилиндрическая поверхность которой используется для центрирования обрабатываемой детали, надеваемой на нее своим посадочным отверстием. Втулку закрепляют в рабочем положении гайкой 14.

Деталь, надетую на втулку 11, крепят быстросменной шайбой 12 и гайкой 13.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего предназначен вспомогательный инструмент?
2. Как режущий инструмент с коническим хвостовиком присоединяют к шпинделю при помощи переходных втулок и без них и как удаляют?
3. Пользуясь рис. 79 и 80, объясните устройство и принцип действия быстросменных патронов.
4. Какими способами присоединяют к шпинделю режущий инструмент с цилиндрическим хвостовиком? Пользуясь рис. 82 и 83, объясните устройство и принцип действия самоцентрирующих патронов.
5. Как устроены обычные машинные тиски? Какие усовершенствования конструкции тисков повышают их производительность? Пользуясь рис. 85, объясните устройство и принцип действия пневматических тисков.
6. Какие существуют способы установки деталей непосредственно на столе? Какие приемы применяют новаторы для сокращения времени установки?
7. В каких случаях применяют установку деталей на призмах и угольниках и как ее производят?
8. Для чего предназначены кондукторы? Каковы основные схемы установки деталей в кондукторах?
9. Как устанавливают в кондукторах постоянные, сменные и быстросменные кондукторные втулки?
10. Что представляют собой накладные кондукторы? В чем их особенности и когда они применяются? Чем отличаются закрепляемые накладные кондукторы от незакрепляемых?
11. Укажите особенности крышечных, ящичных и полуящичных кондукторов, объясните их устройство по соответствующим рисункам.
12. В каких случаях применяют опрокидываемые кондукторы и в чем особенности их конструкции?
13. В каких случаях применяют поворотные кондукторы? В чем особенности их конструкции?
14. Назначение, преимущества и область применения групповых кондукторов. Объясните устройство кондукторов, изображенных на рис. 106 и 107.

15. Что представляют собой универсальные кондукторы? Какие типы скальчатых кондукторов находят применение на производстве?

16. Как устроены и как действуют роликовые и клиновые замки скальчатых кондукторов?

17. Что представляют собой универсально-сборные кондукторы? Как устроен кондуктор, изображенный на рис. 115?

Глава XVII

ОБРАБОТКА НА СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКАХ

§ 48. СВЕРЛЕНИЕ ПО РАЗМЕТКЕ И ОБЩИЕ ПРАВИЛА СВЕРЛЕНИЯ

Сверление по разметке применяют в единичном и мелкосерийном производствах, когда из-за малого количества обрабатываемых деталей изготовление кондукторов экономически себя не оправдывает. Обычно по разметке сверлят крупные детали сложной формы, устанавливаемые на столе станка или на полу цеха.

При сверлении по разметке в центре будущего отверстия разметочным кернером делают углубление и из него как из

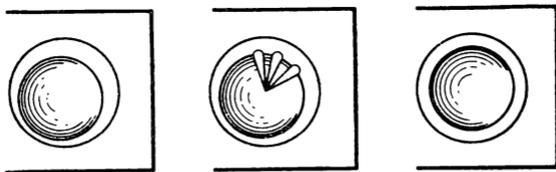


Рис. 116. Сверление по разметке

центра описывают две окружности: одну — диаметром, равным диаметру образуемого отверстия, другую — контрольную — диаметром несколько большим.

Сверление начинают с того, что устанавливают сверло над меткой, нанесенной кернером, включают станок и делают углубление, диаметр которого равен $\frac{1}{2}$ или $\frac{2}{3}$ диаметра сверла. После этого сверло отводят, проверяют расположение полученного углубления относительно окружностей, проведенных на обрабатываемой поверхности при разметке. Если отверстие не концентрично окружностям, нужно исправить направление сверла. Для этого с той стороны углубления, в которую надо сместить сверло, крестометсом прорубают несколько неглубоких канавок

(рис. 116). Сопротивление резанию со стороны канавок будет меньше, чем с противоположной стороны, и результирующая радиальных составляющих заставит сверло несколько изменить свое положение.

Иногда прорубать канавки приходится несколько раз, прежде чем сверло займет точное центральное положение.

Общие правила сверления. Чем больше диаметр сверла, тем толще его перемычка (особенно после нескольких заточек) и тем длиннее поперечная режущая кромка. Последняя оказывает неблагоприятное влияние на резание, так как приводит к возрастанию сил резания.

Для устранения этого недостатка при сверлении с ручной подачей (а в ряде случаев и при сверлении с механической подачей) отверстия значительного диаметра получают за два перехода: сначала просверливают отверстие с диаметром, меньшим требуемого, а затем рассверливают его до нужного размера. Диаметр первого сверла равен примерно длине поперечной режущей кромки второго сверла. Это дает возможность (рис. 117) значительно уменьшить силу резания при обработке сверлом большего диаметра. Рекомендуемые размеры первого и второго сверл приведены в табл. 23.

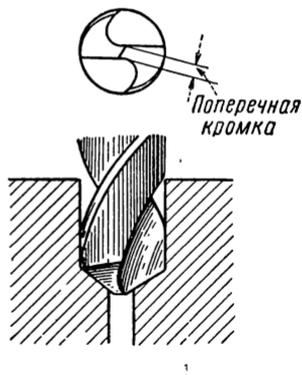


Рис. 117. Сверление (рассверливание) вторым сверлом

Т а б л и ц а 23

Размеры первого и второго сверл

Номинальный диаметр отверстия, мм		До 25	25—30	30—36	36—50
Диаметр сверла, мм	первого	Отверстие образуют одним сверлом с номинальным диаметром	15	20	25

При выходе из обработанного отверстия возможно заедание и поломка сверла, особенно при обработке отверстий в тонких деталях, сквозных прерывистых отверстий и отверстий, расположенных под прямым углом друг к другу. Опасность заедания возрастает при наличии зазора в упорном подшипнике шпинделя. Поэтому при сверлении с ручной подачей величину подачи при выходе сверла из отверстия следует несколько уменьшить.

При обработке пластичных металлов образующаяся стружка (рис. 118), выходя из обрабатываемого отверстия по винтовым канавкам сверла, не встречает особых затруднений, если глубина отверстия незначительна.

При сверлении отверстий, глубина которых больше 2,5 диаметров сверла, сопротивление перемещению стружки усиливает-

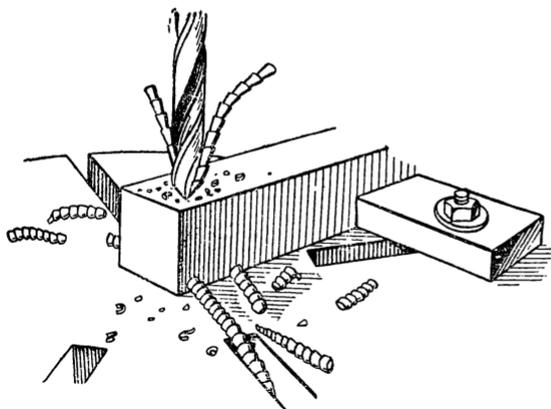


Рис. 118. Вид стружки при обработке пластичных металлов

ся и она может заклинить в канавках. Поэтому для удаления стружки приходится периодически выводить сверло из отверстия. Чем глубже отверстие, тем чаще выводят сверло. Прежде чем продолжить сверление, надо убедиться в том, что в отверстии не осталось стружки, которая, попав под вершину сверла, приводит к резкому возрастанию сил резания,

а часто и к поломке сверла.

В процессе резания возникают силы, стремящиеся изогнуть сверло. Чтобы сверло не изогнулось, приходится уменьшать подачу, снижая производительность обработки. При сверлении по кондуктору опасность изгиба значительно уменьшается, но не устраняется полностью. Использование более жестких сверл позволяет вести обработку с более производительными режимами резания. Короткие сверла, полученные в результате постепенного уменьшения их длины при заточках, не могут обеспечить высокую производительность обработки, так как с увеличением толщины перемычки сверла по мере приближения к хвостовику удлиняется поперечная режущая кромка и сила резания резко возрастает.

§ 49. ОСОБЕННОСТИ СВЕРЛЕНИЯ ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ СПЛАВОВ, ЛЕГКИХ СПЛАВОВ И ПЛАСТМАСС

Особенности сверления труднообрабатываемых сплавов. К часто встречающимся труднообрабатываемым сплавам относятся жаропрочные. Образование сильно деформированной ленточной стружки при их сверлении сопровождается возникновением значительных сил резания. Такая стружка заклинивается в канавках сверла, что сопровождается увели-

чением вибрации, вредно сказывающейся на состоянии режущих кромок.

Чтобы предотвратить или уменьшить вибрацию, труднообрабатываемые сплавы обрабатывают укороченным сверлом, длина которого не должна превышать его диаметра более чем в 5—6 раз. Но стандартные размеры сверл не отвечают этому требованию, а укороченные сверла путем заточки приводят к увеличению длины поперечной режущей кромки, так как толщина перемычки по мере приближения к хвостовику возрастает. Поэтому при сверлении труднообрабатываемых сплавов применяют разрезные втулки (втулки жесткости), закрепляемые непосредственно на сверле, вплотную к торцу патрона или шпинделя. Внутренний диаметр таких втулок соответствует диаметру сверла, наружный равен 35—60 мм. Длина их зависит от условий работы и длины применяемого сверла. Желательно, чтобы часть сверла, выступающая из втулки, имела длину не превышающую диаметра сверла больше, чем в 5—6 раз.

Как показывает исследование, проведенное инж. А. Д. Вершинской, для обработки жаропрочных сплавов целесообразна неравномерная заточка сверла — с небольшим смещением его вершины относительно оси. Такая заточка ведет к биению по режущим кромкам и диаметр обрабатываемого отверстия получается несколько больше диаметра сверла. Это уменьшает трение между направляющими ленточками и стенками обрабатываемого отверстия, стойкость сверла значительно возрастает. Для повышения стойкости сверла уменьшают также ширину направляющих ленточек до 0,2—0,4 мм.

Заклинивание стружки предотвращают, прорезая на задней поверхности сверла в шахматном порядке стружкоделительные канавки (рис. 119). Канавки делят стружку по ширине на несколько частей, что облегчает ее отвод из отверстия. Чтобы выходя из отверстия стружка не наматывалась на сверло, на сверле закрепляют специальный колпачок для дробления стружки.

Стойкость сверла при обработке жаропрочных сплавов повышают, увеличивая задний угол до 12° и применяя двойную заточку. При двойной заточке на каждой режущей кромке образуются два участка, расположенные под разными углами к оси

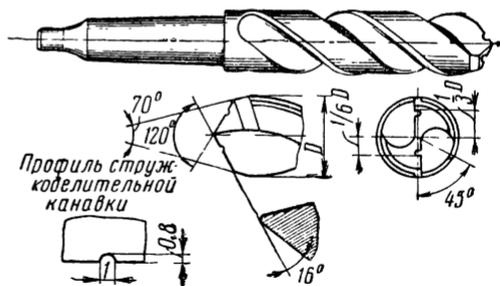


Рис. 119. Спиральное сверло со стружкоделительными канавками на задней поверхности

Стойкость сверла при обработке жаропрочных сплавов повышают, увеличивая задний угол до 12° и применяя двойную заточку. При двойной заточке на каждой режущей кромке образуются два участка, расположенные под разными углами к оси

Стойкость сверла при обработке жаропрочных сплавов повышают, увеличивая задний угол до 12° и применяя двойную заточку. При двойной заточке на каждой режущей кромке образуются два участка, расположенные под разными углами к оси

Стойкость сверла при обработке жаропрочных сплавов повышают, увеличивая задний угол до 12° и применяя двойную заточку. При двойной заточке на каждой режущей кромке образуются два участка, расположенные под разными углами к оси

сверла. В результате такого устройства режущей кромки стружка делится по ширине и ее легче отводить из отверстия.

Жаропрочные сплавы обладают очень низкой теплопроводностью, поэтому температура в зоне резания очень высока. Чтобы не допустить перегрева режущих кромок сверла, обработку жаропрочных сплавов ведут только с применением сверлильной эмульсии и других охлаждающе-смазывающих жидкостей для резания.

Особенности сверления легких сплавов. Легкие сплавы, применяющиеся в производстве, характеризуются чрезвычайным разнообразием видов и марок. Из них наиболее

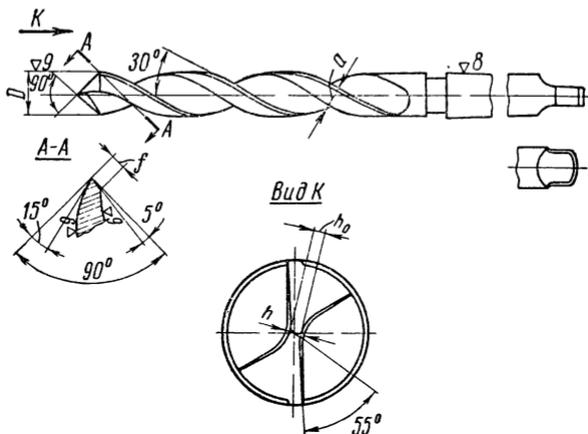


Рис. 120. Спиральное сверло для обработки магниевых сплавов

легко обрабатываются магниевые сплавы (МЛ4, МЛ5 и др.), обладающие значительно меньшим сопротивлением резанию, нежели черные металлы. Поэтому обработку их можно вести с повышенными скоростями резания. Как правило, экономическая величина скоростей при использовании режущих инструментов из быстрорежущих сталей и в особенности оснащенных твердыми сплавами оказывается выше той, которую могут обеспечить сверлильные станки, имеющиеся на данном производстве. Поэтому режущий инструмент для обработки магниевых сплавов выполняют из углеродистых или легированных инструментальных сталей.

Большие скорости резания при обработке магниевых сплавов не рекомендуются еще и потому, что сплавы могут самовоспламениться.

У сверл для обработки магниевых сплавов на передней поверхности делают фаску с передним углом, равным 5° (рис. 120). Ширина фаски составляет 0,2—0,6 мм в зависимости от диа-

метра сверла (чем больше диаметр сверла, тем шире фаска).

Подтачивание перемычки до толщины h_0 , равной 0,08—0,1 диаметра D , значительно уменьшает осевую силу резания и способствует получению раздробленной стружки.

Характерные особенности сверл для обработки магниевых сплавов: большие передние углы, малые углы ϕ (примерно 45°) и большие задние углы α , достигающие 15° .

При обработке таких алюминиевых сплавов, как дуралюмин Д1, Д16 и др., к передней поверхности режущего инструмента прилипают частицы металла, усложняя образование и сход стружки и снижая чистоту обработанной поверхности. Чтобы частицы металла не прилипали, режущую часть инструмента хромируют. Мелкие частицы твердых соединений кремния в силумине и некоторых других алюминиевых сплавах ускоряют износ режущего инструмента.

Сверла для обработки алюминиевых сплавов изготавливают с большим углом ϕ (65 — 70°) и углом наклона винтовых канавок ω (35 — 45°), чем сверла для черных металлов. Задний угол α равен 8 — 10° .

Особенности сверления конструкционных пластмасс. В современном машиностроении применяют пластмассы, обладающие различной обрабатываемостью. Поэтому различны и требования, предъявляемые к конструкции, материалу и геометрии режущих инструментов.

Для сверления пластмасс применяют, кроме спиральных, сверла с прямыми канавками и плоские сверла.

Плоские сверла (рис. 121, а) используют для сверления неглубоких отверстий диаметром 1 — $12,5$ мм. Общая длина L плоских сверл и длина рабочей части l незначительны: $L = 50$ — 80 мм, а $l = 30$ мм.

Эти сверла отличаются от спиральных меньшим углом при вершине 2ϕ (35 — 40°) и значительным задним углом α (15 — 20°).

Плоские сверла могут быть оснащены и твердым сплавом, обычно марки ВК6 (рис. 121, б). Угол 2ϕ при вершине здесь несколько увеличен и составляет 50 — 60° , остальные параметры сверла остаются почти неизменными.

При обработке некоторых пластмасс (например, К73-2) хорошие результаты дает применение сверл с прямыми канавками, оснащенных твердыми сплавами (рис. 121, в). Их геометрия характеризуется значениями: передний угол $\gamma = 5$ — 8° , угол при вершине $2\phi = 50^\circ$ и задний угол $\alpha = 10^\circ$.

Сверла для обработки пластмасс выполняют из быстрорежущих сталей марок Р9 и Р18 и оснащают твердым сплавом ВК6. Изготавливают также цилиндрические спиральные сверла (целиком из твердого сплава), обеспечивающие высокую производительность сверления. Угол 2ϕ при вершине у этих сверл равен 100 — 120° .

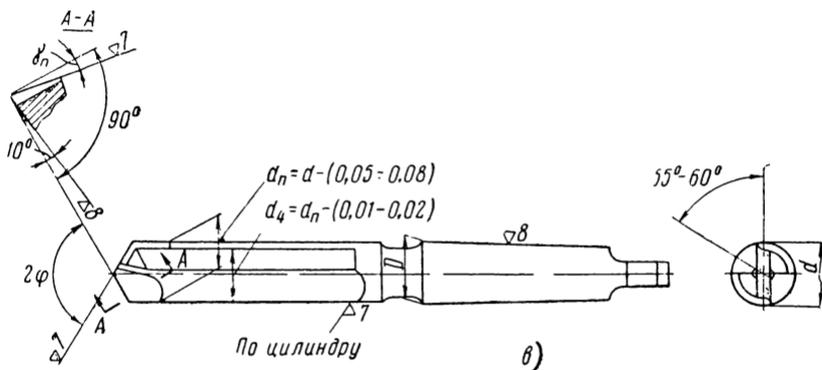
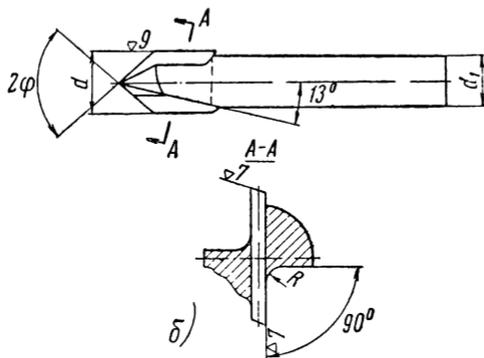
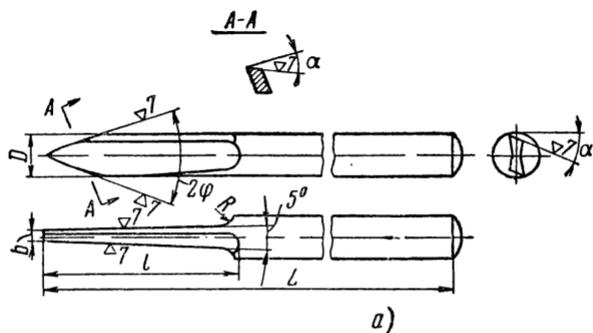


Рис. 121. Сверла для обработки пластмасс:

а — плоское сверло, б — плоское сверло, оснащенное твердым сплавом, в — твердосплавное сверло с прямыми канавками

§ 50. ЗЕНКЕРОВАНИЕ

Общие правила зенкерования. В зависимости от требований, предъявляемых к точности и чистоте обрабатываемого отверстия, зенкерование может быть предварительной или окончательной операцией. В первом случае, учитывая, что после зенкерования будет производиться обработка другим инструментом, диаметр зенкера выбирают меньше номинального диаметра отверстия на величину припуска, оставляемого для окончательной обработки. Во втором случае зенкерование завершает обработку отверстия и диаметр зенкера должен быть равен диаметру образуемого отверстия.

Для зенкерования оставляют припуск, равный примерно $1/8$ — $1/10$ диаметра отверстия. Зенкерование осуществляют подачами, в несколько раз большими, чем сверление, но меньшая глубина резания и большая жесткость инструмента обеспечивают более высокую точность и чистоту обработки.

Обычно благодаря значительной жесткости зенкеров применение кондукторных втулок становится ненужным, тем более, что положение инструмента относительно обрабатываемой детали определяется ранее просверленным отверстием. Если зенкерование производят сразу после сверления (в одной операции), то, окончив сверление, удаляют быстросменные кондукторные втулки и, не вынимая обрабатываемой детали из кондуктора, начинают зенкерование отверстий.

Если зенкерование ведут с направляющими кондукторными втулками, диаметр направляющей части зенкера, образуемой на его хвосте, делают несколько больше диаметра рабочей части, чтобы режущие кромки при пропускании зенкера через втулку не прикасались к ней. Соприкосновение режущих кромок со втулкой ускоряет износ зенкера.

Цекование заключается в обработке торцевой поверхности отверстия зенкерами, имеющими зубья на торце и цапфу для направления зенкера. Цекование открытых торцов не представляет затруднений: направляющая цапфа вращающегося зенкера водится в обрабатываемое отверстие и зенкер опускают до тех пор, пока не будет снят необходимый слой металла. В конечном положении зенкер при механической подаче выключается автоматически, при ручной — перемещение шпинделя, а вместе с ним и зенкера, ограничивают упоры.

При цековании деталей, закрепленных в специальном приспособлении (например, кондукторе), на хвостовике зенкера может быть нарезана резьба для навинчивания упорной гайки и контргайки. Встретив на своем пути стенку приспособления, упорная гайка делает невозможным дальнейшее опускание зенкера.

Труднее вести цекование закрытых торцов (рис. 123, а). Здесь рабочий конец оправки пропускают сквозь отверстие в верхней стенке детали, сквозь посадочное отверстие в зенкере и встав-

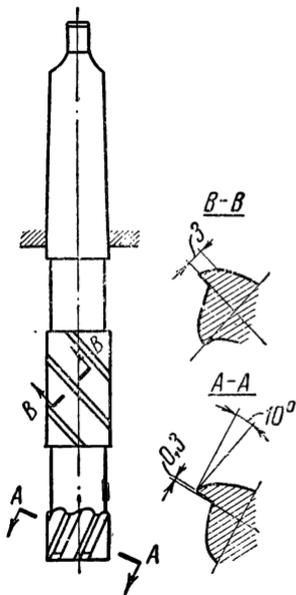


Рис. 122. Зенкер для обработки легких сплавов

ляют в отверстие нижней стенки обрабатываемой детали. Для соединения зенкера с оправкой служит байонетный зажим.

Цекование закрытой поверхности, обращенной вниз, показано на рис. 123, б.

Зенкерование легких спла-

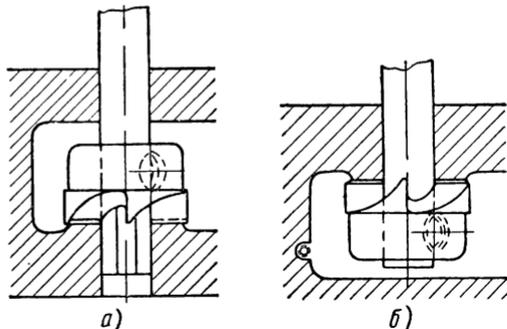


Рис. 123. Цекование закрытых торцов: а — при подаче зенкера вниз, б — при подаче вверх

во в. Зенкеры для обработки легких сплавов по своей геометрии мало отличаются от зенкеров, применяемых при обработке черных металлов: угол ϕ у них равен $45-60^\circ$, угол наклона винтовых канавок $\omega = 25^\circ$, задний угол зубьев режущей части $\alpha = 10^\circ$, ширина ленточек калибрующей части $f = 0,3-0,5$ мм. Если для направления зенкера используют кондукторные втулки, высокие скорости резания при обработке легких сплавов могут вызвать чрезмерный нагрев трущихся поверхностей, а вследствие этого и заедание зенкера во втулке. Поэтому направляющий участок зенкера должен соприкасаться со втулкой не всей цилиндрической поверхностью, а только сравнительно узкими винтовыми ленточками шириной 2—3 мм (рис. 122).

§ 51. РАЗВЕРТЫВАНИЕ

Общие правила развертывания. Развертывание является операцией, завершающей обработку отверстия и обеспечивающей высокую точность и чистоту обработанной поверхности. При развертывании каждый зуб развертки снимает очень тонкую стружку.

Развертыванию всегда предшествует сверление или зенкоро-

вание. Чтобы в обрабатываемое отверстие легче было ввести развертку, на его переднем конце снимают небольшую фаску. Размер сверла или зенкера, которыми отверстие обрабатывалось перед развертыванием, выбирают с таким расчетом, чтобы на черновое развертывание оставался припуск, равный 0,25—0,50 мм и на чистовое 0,05—0,015 мм. Глубина резания определяется толщиной срезаемого слоя, составляющей здесь половину припуска на диаметр.

Следует иметь в виду, что диаметр развернутого отверстия всегда несколько больше диаметра самой развертки. Это объясняется многими причинами, к числу которых относятся неодинаковое расположение режущих кромок относительно оси развертки, биение развертки вследствие эксцентричного ее положения в патроне или патрона в шпинделе и др. Увеличение диаметра отверстия при развертывании пластичных металлов всегда несколько больше, чем при развертывании хрупких. Это объясняется большей склонностью пластичных металлов налипать на передние поверхности зубьев.

Чтобы снизить разницу диаметров отверстия и развертки, надо обеспечить более правильное направление развертки относительно обрабатываемого отверстия. Это достигается применением самоустанавливающихся патронов. На производстве применяют самоустанавливающиеся патроны двух типов: качающиеся и плавающие.

Качающийся патрон (рис. 124) состоит из оправки, на конусную часть которой насаживают развертку, укрепленную торцовой-шпонкой. Второй конец оправки входит в корпус патрона с большим зазором. Зазор позволяет развертке занять в обрабатываемом отверстии правильное положение за счет качания оправки на оси, закрепленной в корпусе патрона.

В плавающем патроне (рис. 125) развертка может свободно перемещаться параллельно самой себе, центрируясь в обрабатываемом отверстии. Тем самым даже при несовпадении осей патрона и обрабатываемого отверстия развертка займет правильное положение в этой конструкции. Одна из конструкций плавающего патрона представлена на рис. 125, а. Оправка 9, в которую вставляют конусный хвостовик развертки, связана с хвостовиком 1 при помощи корпуса 7 и упорного шарикоподшипника, состоящего из обоймы 3, шариков 4 и опорной плиты 2. Вращение хвостовика 1 передается оправке 9 через поводок 5 и четыре шарика 6. Вырезы в оправке 9, в которых находятся шарики, позволяют оправке вместе с разверткой перемещаться на небольшую величину параллельно их оси.

Вращением корпуса 7 патрон регулируют для устранения зазора в упорном подшипнике. В нужном положении корпус закрепляют винтом 8.

Самоустанавливающийся патрон, изображенный на рис.

125, б, создает возможность перемещения развертки параллельно самой себе и покачивания ее на некоторый угол. Здесь связь между оправкой 9 и хвостовиком 1 осуществляется поводком 5 с шестигранными головками, сдвинутыми относительно друг друга на 30°. Корпус 7 при помощи пружины 11 удержива-

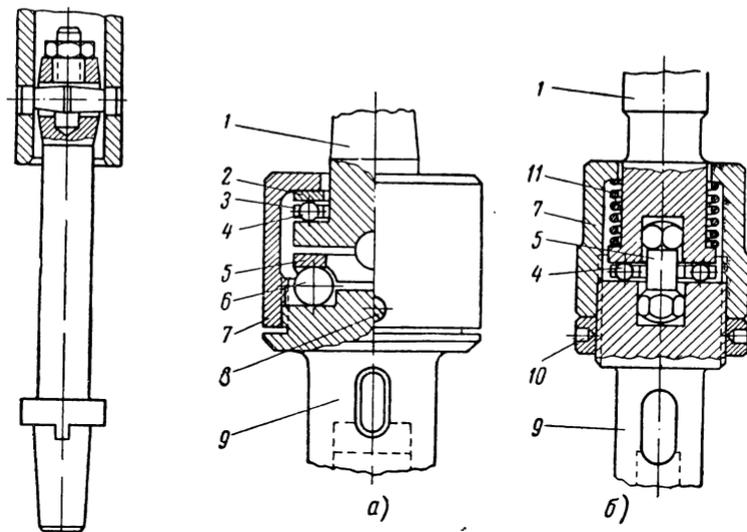


Рис. 124. Качающийся патрон для разверток

Рис. 125. Самоустанавливающийся плавающий патрон с параллельным перемещением развертки: а — без покачивания развертки, б — с покачиванием

ет поводок в отверстиях хвостовика и оправки. Между оправкой и хвостовиком расположен упорный шарикоподшипник 4. В осевом направлении патрон регулируют гайкой 10. Шаровые головки поводка позволяют наклонять оправку 9 вместе с разверткой под некоторым углом к вертикали, а упорный подшипник обеспечивает небольшое перемещение оправки параллельно ее оси.

Обычно направление развертки обеспечивает обрабатываемое отверстие, но иногда развертку направляют кондукторные втулки. Для этого хвост развертки должен иметь цилиндрическую направляющую часть с диаметром большим диаметра рабочей части (рис. 126).

На направляющей части развертки образуют винтовые канавки для размещения мелкой стружки. У насадных разверток большого диаметра направляющую часть выполняют в виде

вращающейся наружной поверхности шарикового подшипника или особого кольца, закрепляемого на верхней обойме этого подшипника.

При развертывании нескольких отверстий, расположенных на одной оси, дополнительная опора может понадобиться для того, чтобы обеспечить более точное направление, тогда у развертки, кроме описанной перед этим направляющей, выполняют направляющий цилиндр перед режущей частью, а кондукторную втулку, предназначенную для этого цилиндра, располагают в приспособлении с задней стороны отверстия.

Исключительное влияние на чистоту обработанной поверхности оказывает острота режущих кромок. Поэтому после заточки рабочих поверхностей разверток целесообразно производить их доводку, тем более, что доводка уменьшает трение развертки о стенки отверстия.

Развертывание отверстий в жаропрочных сплавах. Для обработки жаропрочных сплавов, обладающих высокой вязкостью, применяют развертки конструкции ЦНИИТМАШ с кольцевой заточкой. Их особенность в том, что вместо конусной режущей части на рабочем конце образуется цилиндрический уступ-заплек с глубиной до 0,5 мм на длине 1—1,5 мм, а обратный конус на заднем конце рабочей части отсутствует.

Так как задний угол α зубьев режущего участка у развертки с кольцевой заточкой равен нулю, то последнюю можно шлифовать на круглошлифовальном станке, что помогает исключить биение режущих кромок и добиться равномерной нагрузки всех зубьев.

Развертывание отверстий в легких сплавах. Для обработки легких сплавов применяют развертки как обычной конструкции, так и с кольцевой заточкой. Первые имеют уменьшенное число зубьев и увеличенные благодаря этому канавки, значительно облегчающие отвод стружки. Развертка обычной конструкции для обработки сквозных отверстий представлена на рис. 127. Режущую часть ее затачивают с левой сто-

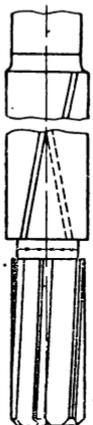


Рис. 126. Развертка с направляющим участком

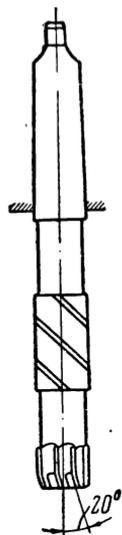


Рис. 127. Развертка для обработки легких сплавов

роны под углом 20° ; передний угол равен 10° , задний угол $\alpha = 10^\circ$.

При развертывании магниевых и некоторых марок алюминиевых сплавов в отличие от обработки черных металлов размер обработанного отверстия получается несколько меньше диаметра развертки. Разница между диаметрами развертки и отверстия (усадка отверстия) возрастает с увеличением диаметра.

§ 52. НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКАМИ

Общие правила нарезания резьбы метчиками. Для нарезания резьбы метчиками следует иметь предварительно подготовленное отверстие. Если отверстие получают при выполнении заготовки литьем, штамповкой или другими заготовительными операциями, то нарезание резьбы происходит в тяжелых условиях, так как трудно обеспечить размеры допусков в пределах, необходимых для нарезания резьбы, да и твердость срезаемого при нарезании резьбы слоя оказывается повышенной. Исключения составляют литье под давлением и литье по выплавляемым моделям.

Наиболее благоприятные условия для работы метчиком создаются при подготовке отверстия сверлением или зенкерованием.

При нарезании резьбы материал детали несколько выдавливается метчиком и внутренний диаметр резьбы оказывается больше диаметра отверстия, полученного при сверлении. Разные материалы детали обладают различными свойствами (текучестью и др.), это необходимо учитывать при выборе диаметра сверла или зенкера для выполнения отверстия под резьбу. Так, для нарезания резьбы в стали и в латуни диаметр отверстия должен быть большим, нежели в чугунах и в бронзах (табл. 24).

Если диаметр отверстия, просверленного под резьбу, меньше рекомендуемого, нагрузка на метчик сильно возрастет, резьба получается рваной, а подчас возможны заклинивание и поломка метчика.

Если диаметр отверстия, просверленного под резьбу, больше рекомендуемого, получают витки неполной высоты (резьба неполного профиля).

Вспомогательный инструмент. Метчики на станке крепят в патронах: быстросменных, самоцентрирующих, качающихся и плавающих.

Для крепления метчиков могут быть использованы обычные быстросменные патроны 4 (рис. 128). Метчик квадратным концом входит в отверстие сменной втулки 3 и удерживается в ней штифтом 2, заскакивающим в кольцевую канавку на метчике под действием пружинного кольца 1. В быстросменных патронах обычного типа метчик жестко связан со шпинделем станка,

Диаметры сверл под метрическую резьбу с крупным шагом

Номинальный диаметр резьбы, мм	Материал обрабатываемой детали	
	чугун, бронза	сталь, латунь
	Диаметр сверла под резьбу, мм	
1,0	0,75	0,75
1,2	0,95	0,95
1,4	1,10	1,10
1,7	1,35	1,35
2,0	1,60	1,60
2,3	1,90	1,90
2,6	2,15	2,15
3,0	2,50	2,50
3,5	2,90	2,90
4,0	3,30	3,30
5,0	4,10	4,20
6,0	4,90	5,00
7,0	5,90	6,00
8,0	6,60	6,70
9,0	7,60	7,70
10,0	8,30	8,40
11,0	9,30	9,40
12,0	10,00	10,10
14,0	11,70	11,80
16,0	13,80	13,90
18,0	15,10	15,30
20,0	17,10	17,30

что не всегда желательно. Дело в том, что осевая подача шпинделя должна быть строго равна шагу нарезаемой резьбы. При механической подаче обеспечить это условие затруднительно, а малейшие отклонения приводят к срезанию витков.

Применение быстросменного патрона с компенсатором (рис. 129) вместо обычного быстросменного создает более благоприятные условия нарезания резьбы. Крепят метчик в патроне посредством сменной втулки 1, вставляемой в корпус патрона 4. При опускании втулки 2 втулку 1 удерживают шариками 3, а крутящий момент передается ей штифтом 8, входящим в прорезь на ее торце.

Если величина механической осевой подачи шпинделя несколько меньше шага нарезаемой резьбы, то разница между ними компенсируется оттягиванием корпуса 4 по хвостовику 5

за счет сжатия пружины 7. Для этого штифт 6 пропущен сквозь продольные пазы хвостовика.

Качающиеся патроны дают метчику возможность самоустанавливаться в нарезаемом отверстии благодаря отклонению его оси от вертикали. В ряде случаев качающийся патрон снабжается односторонним или двухсторонним компенсатором.

Плавающий патрон позволяет метчику самоустанавливаться в нарезаемом отверстии за счет смещения параллельно собственной оси. Как и при развертывании это лучший способ центрирования режущего инструмента в отверстии, ось которого при установке детали оказалась смещенной относительно оси шпинделя.

При нарезании резьбы в сквозных

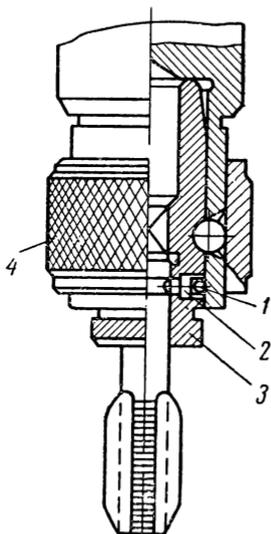


Рис. 128. Быстросменный патрон для крепления метчиков

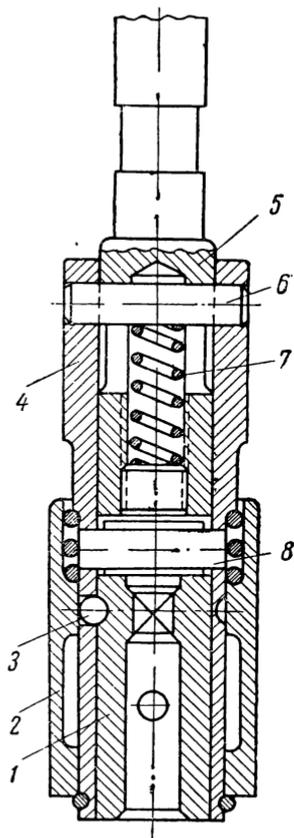


Рис. 129. Быстросменный патрон для метчиков (с компенсатором)

отверстиях, под которыми имеется пространство, достаточное для пропускания всего метчика, последний можно удалять из патрона с другой стороны нарезаемого отверстия. Обратный ход шпинделя в этом случае не нужен.

При нарезании резьбы гаечными метчиками в заготовках небольшой высоты и незначительных диаметральных размеров, нарезанные детали можно накапливать на удлиненном хвостовике

метчика, удаляя их только после заполнения всей длины хвостовика.

При нарезании резьбы в глухих отверстиях метчик извлекают из отверстия, изменяя направление вращения (реверсированием) шпинделя. Реверсирование должно быть произведено быстро и в точно назначенный момент, иначе метчик может упереться в дно отверстия или в скопившуюся на дне стружку и сломаться. Кроме того, чтобы предотвратить поломку метчика, нарезание глухих отверстий часто производят метчиками, закрепленными в предохранительных патронах. Такие метчики не ломаются и в тех случаях, когда нагрузка резко возрастет по случайным причинам (защемление метчика стружкой, твердые включения и др.).

Действие предохранительных патронов основано на использовании для передачи вращения пружинных кулачковых или фрикционных муфт. В одной из конструкций кулачковой муфты (рис. 130) на хвостовик 1 установлена полумуфта 4, связанная с ним скользящей шпонкой. Торцы полумуфты имеют зубья с наклонными боковыми поверхностями. Пружина 3 прижимает полумуфту 4 к корпусу 2 патрона, свободно сидящему на нижнем конце хвостовика. Зубья полумуфты 4 входят во впадины зубчатого венца, образованного на торце корпуса 5 и вращение шпинделя передается корпусу патрона и закрепленному в нем режущему инструменту. Как только сопротивление вращению метчика превысит установленное значение, натяжение пружины 3 окажется недостаточным для прижатия полумуфты 4, зубья полумуфты выйдут из зацепления с зубьями корпуса и корпус окажется отсоединенным от вращающегося шпинделя. Натяжение пружины 3 регулируют гайкой 2. Для каждого патрона существует определенный интервал диаметров нарезаемых резьб.

Наиболее часто используют комплект из трех патронов: для нарезания резьб диаметрами 8—12 мм; 12—30 мм и 18—42 мм.

На сверлильных станках, не имеющих реверсивного механизма, применяются реверсивные резьбонарезные головки. Реверсивная головка, предназначенная для крупного сверлильного

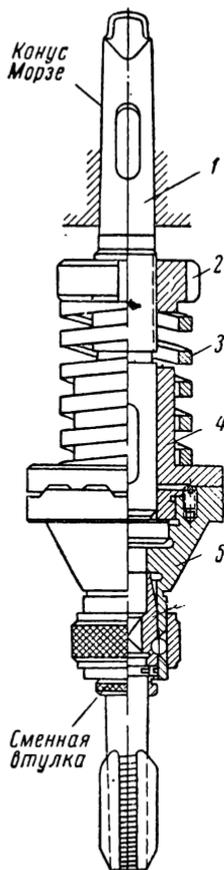


Рис. 130. Предохранительный патрон для метчиков

станка (рис. 131), имеет конусный хвостовик 1, ее устанавливают не в обычный патрон, а в шпindelь станка. На нижнем конце хвостовика закреплена коническая фрикционная полу муфта 3 и цилиндрическое колесо 2. Через зубчатую передачу 2—10—9—11—6 приводится во вращение валик 7, а с ним и коническая полу муфта 5. Колесо 11—паразитное, поэтому направление вращения полу муфты 5 противоположно направлению вращения полу муфты 3.

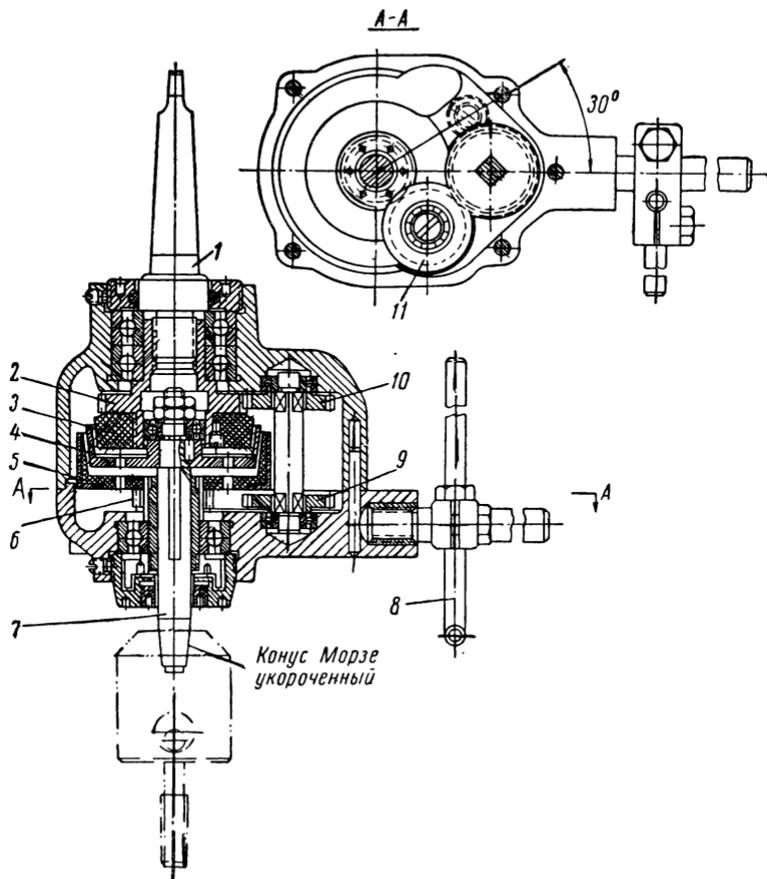


Рис. 131. Реверсивная сверлильная головка

При опускании шпинделя полу муфта 3 входит в полу муфту 4, жестко закрепленную на валике 7 и заставляет ее и валик вращаться в одном направлении. Когда стержень 8, играющий роль упора, встретит на своем пути поверхность приспособления или

214

детали, сила трения между полумуфтами 3 и 5 окажется недостаточной для передачи вращения и валик 7, несущий патрон с метчиком, останавливается. Когда шпиндель начинает перемещаться вверх, в соприкосновение входят полумуфты 5 и 4. Это заставит валик 7 вращаться в обратном направлении для вывертывания метчика из нарезанной резьбы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Когда применяют сверление по разметке и в чем его недостатки? Как производят сверление по разметке? Каким способом обеспечивают правильное направление сверла относительно центра отверстия?
 2. Когда является целесообразным сверление отверстия в два перехода? Как выбирают диаметр первого сверла?
 3. Как предотвращают заедание сверла при выходе из отверстия и при сверлении глубоких отверстий?
 4. Какие изменения вносятся в конструкцию и заточку сверл для сверления жаропрочных сплавов?
 5. В чем особенности сверления легкоплавких сплавов и конструкций сверл, применяемых при этом?
 6. В чем особенности сверления конструкционных пластмасс?
 7. В каких случаях необходимо зенкерование отверстий? Какой припуск оставляют для зенкерования? Какие конструктивные отличия имеет зенкер, для направления которого используют кондукторные втулки?
 8. Каковы особенности геометрии зенкеров, предназначенных для обработки легких сплавов?
 9. Как производится цекование закрытых торцов?
 10. Какие операции предшествуют развертыванию и какой припуск оставляют для этой обработки? Почему в черных металлах диаметр отверстия, обработанного разверткой, больше диаметра развертки?
 11. Пользуясь рис. 124 и 125, объясните устройство качающегося и плавающего патронов.
 12. В чем особенности развертывания жаропрочных и легких сплавов?
 13. Почему диаметр отверстия под резьбу должен быть меньше внутреннего диаметра резьбы?
 14. Пользуясь рис. 128 и 129, объясните устройство быстросменных патронов и их использование при нарезании резьбы.
 15. Когда применяются и как устроены предохранительные патроны?
 16. Когда применяются и как устроены реверсивные головки?
-

Глава XVIII

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА ПРИ ОБРАБОТКЕ НА СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКАХ

§ 53. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНДУКТОРОВ

Основные направления в совершенствовании кондукторов. Затраты времени на установку, закрепление и снятие деталей при обработке их в кондукторах разделяют на затраты первой и второй групп. В затраты первой группы включают время, израсходованное на установку детали в кондуктор и удаление из него после обработки. Затраты второй группы — это время, израсходованное на закрепление обрабатываемой детали в кондукторе и последующее освобождение ее от крепящих устройств.

Для сокращения затрат первой группы необходимо, чтобы установка детали в кондукторе была проста, удобна и не требовала дополнительной выверки. Удаляются детали различными способами: вручную, под действием собственного веса и специальными выталкивателями, но при любом из этих способов оно должно производиться быстро. Особенности установки обрабатываемой детали обычно определяются ее технологическими базами, конфигурацией и требованиями, предъявляемыми к точности установки. Весьма значительны затраты времени, связанные с закреплением детали и ее освобождением.

Особенно много времени уходит на крепление детали винтовым зажимом. Поэтому там, где нельзя заменить винтовой зажим другим способом крепления, его стараются усовершенствовать.

Замена накладных ключей и рукояток постоянными устраняет необходимость тратить время на надевание и снятие ключа.

Чтобы уменьшить угол поворота, применяют крепление при помощи быстросъемных шайб и откидных планок с шарнирными болтами.

Там, где это возможно, винтовой зажим заменяют байонетным, рычажным или эксцентриковым. Наиболее действенный

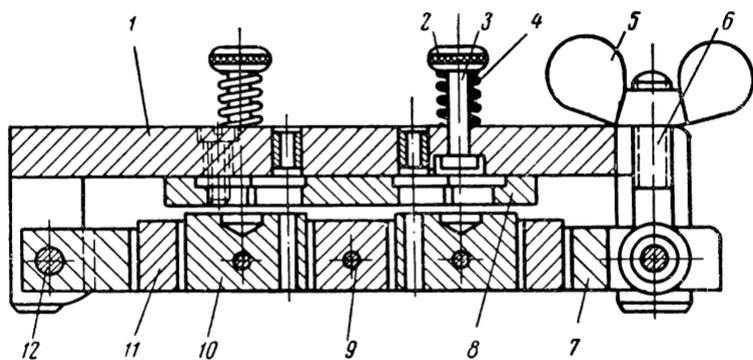


Рис. 132. Кондуктор с откидной планкой

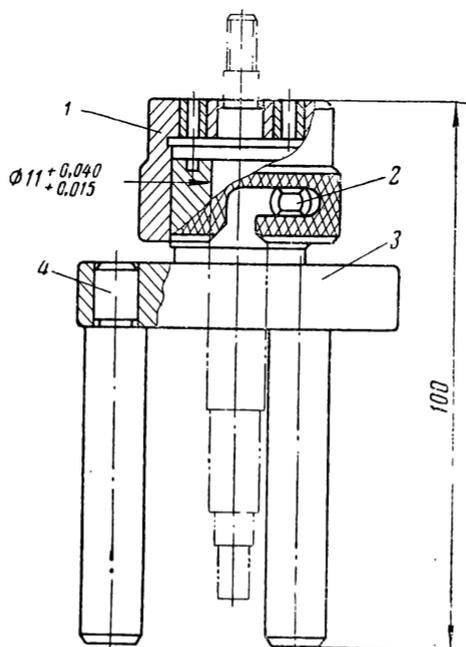


Рис. 133. Кондуктор с байонетным зажимом

способ повышения производительности труда — механизация крепления.

Кондуктор с откидной планкой (рис. 132) для сверления отверстий в двух одновременно устанавливаемых деталях состоит из корпуса 1 с четырьмя ножками. К внутренней поверхности корпуса присоединена планка 8, имеющая пазы для установки обрабатываемых деталей с ориентацией по их внешней контуре. Закрепляют детали планками 10, шарнирно закрепленными в коромысле 11. Коромысло имеет возможность поворачиваться на оси 9 относительно откидной планки 7. Осью поворота этой планки является штифт 12, проходящий через две левых ножки кондуктора.

Чтобы зажать деталь, шарнирный болт 6 заводят в паз корпуса и барашком 5 откидную планку притягивают к корпусу.

Для освобождения детали достаточно слегка ослабить зажатие барашком 5, откинуть болт 6 и опрокинуть кондуктор на выталкиватели, состоящие из стержня 3, кнопки 2 и пружины 4.

Кондукторы с байонетным зажимом. В одном из кондукторов этого вида, предназначенном для сверления отверстий на торце фланца валика (рис. 133), корпус 3 имеет три ножки 4.

Обрабатываемый валик вставляют в отверстие, сделанное в корпусе, и втулкой 1, несущей кондукторные втулки, фланец валика прижимают к корпусу. Для этого втулку 1 двумя продольными вырезами надевают на штифты 2, закрепленные на корпусе, а затем поворачивают на небольшой угол. Втулка 1, скользя наклонными пазами по штифтам, опускается и закрепляет обрабатываемый валик.

Байонетный зажим прост по конструкции и обеспечивает быстрое и надежное крепление детали. Необходимо обратить внимание на тщательную очистку от стружки направляющего отверстия во втулке 1, иначе возможны заедания при ее надевании и снятии.

Кондукторы с эксцентриковым зажимом. В кондукторе такого типа (рис. 134) к верхней части корпуса 10, установленного на плите 9, прикреплена плита 2 с кондукторными втулками 1. В паз корпуса вставлен плунжер 6, на верхней поверхности которого устанавливают обрабатываемую деталь.

Чтобы обрабатываемая деталь 13, имеющая прорезь шириной 1,2 мм, при резании не прогибалась, в нее входит конец пластинки 8, прикрепленной к стержню 11.

Стержень 11 установлен в отверстии кронштейна 3, прикрепленного к корпусу кондуктора 10.

После установки обрабатываемой детали рукояткой 12 поворачивают эксцентрик 7, проходящий через овальное отверстие плунжера. Плунжер, поднимаясь вверх, прижимает обрабатываемую деталь к плите 2. Эксцентрик и плунжер надежно за-

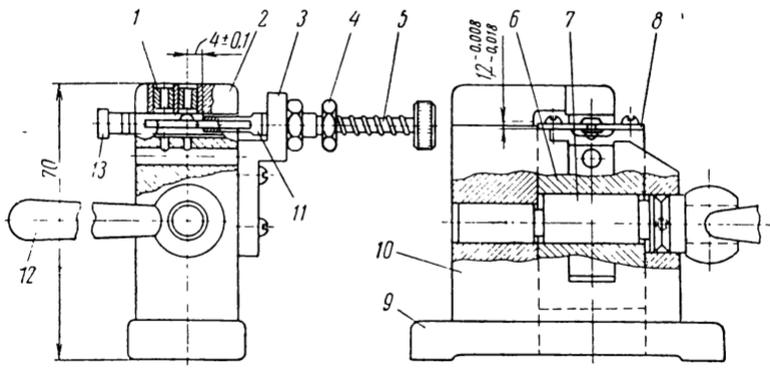


Рис. 134. Кондуктор с эксцентриковым зажимом

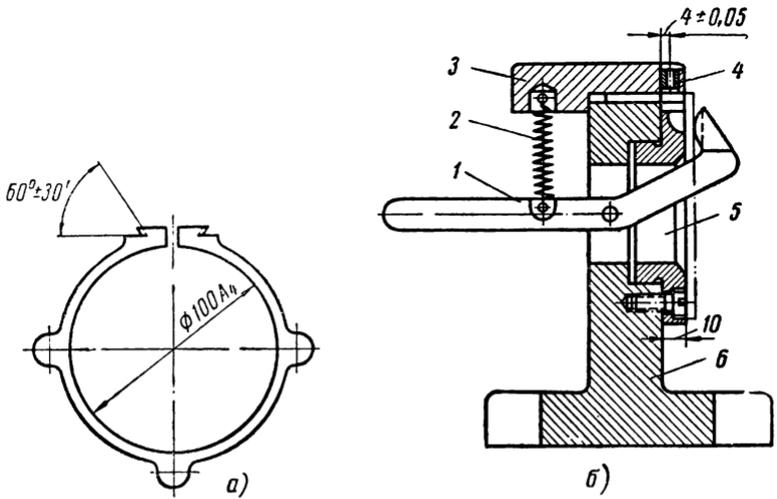


Рис. 135. Кондуктор с рычажным зажимом:
 а — обрабатываемая деталь, б — кондуктор

крепляют обрабатываемую деталь. Времени на закрепление детали уходит немного, так как угол подъема эксцентрика, действующего на плунжер, очень мал.

Окончив сверление, обратным поворотом рукоятки 12 опускают плунжер 6 и, нажав на конец стержня 11, выталкивают деталь из кондуктора. Пружина 5 возвращает стержень 11 в исходное положение.

Левый торец стержня 11 является установочным элементом для посадочного торца обрабатываемой детали. Осевое положение стержня регулируют ниппелем 4.

Кондукторы с рычажным зажимом применяют при обработке отверстий небольших размеров, например при сверлении отверстия диаметром 1,2 мм в кольце (рис. 135, а и б). Обрабатываемую деталь центральным отверстием надевают на установочный элемент 5, имеющий цилиндрическую форму и прикрепленный к корпусу 6 кондуктора. Технологическими базами кольца являются его ось и один из торцов. В плите 3, несущей кондукторные втулки 4, имеется соответствующий паз, в который входит выступ обрабатываемой детали, при ее посадке на установочный элемент 5. Поверхность выступа (ласточкина хвоста) является дополнительной установочной базой.

Деталь в нужном положении закрепляют вручную с помощью рычажного зажима 1. Как только рычаг отпускают, пружина 2 возвращает его в исходное положение, и обработанная деталь удаляется из кондуктора.

§ 54. ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОШПИНДЕЛЬНЫХ СВЕРЛИЛЬНЫХ ГОЛОВОК

Одновременная обработка нескольких отверстий одной детали повышает производительность труда, сокращая период резания и устраняя затраты времени на смену режущего инструмента.

В крупносерийном и массовом производствах для одновременной обработки нескольких отверстий используют многошпиндельные сверлильные станки и многошпиндельные головки; в серийном — универсальные многошпиндельные сверлильные головки. Конструкция сверлильных головок, число шпинделей в них, способ регулирования расстояния между шпинделями определяются условиями выполняемой работы. Основные схемы расположения отверстий, обрабатываемых при помощи универсальных многошпиндельных головок, приведены на рис. 136.

Если отверстия расположены в детали на одной высоте и имеют одинаковую глубину, то начало и конец обработки являются одновременными для всех отверстий. Если положение по высоте или глубина отверстий различны, обработка разных от-

верстей может начинаться и заканчиваться в разное время. В обоих случаях рабочий ход головки начинается перед врезанием ближайшего к детали инструмента и заканчивается лишь тогда, когда закончена обработка всех отверстий.

У большинства универсальных многошпиндельных сверлильных головок все шпиндели вращаются с одинаковой скоростью.

Поэтому условия резания будут благоприятными только при небольшом различии в диаметрах одновременно обрабатываемых отверстий.

Многошпиндельные сверлильные головки могут быть использованы и для одновременной обработки отверстий в нескольких деталях одного наименования, закрепленных в соответствующем

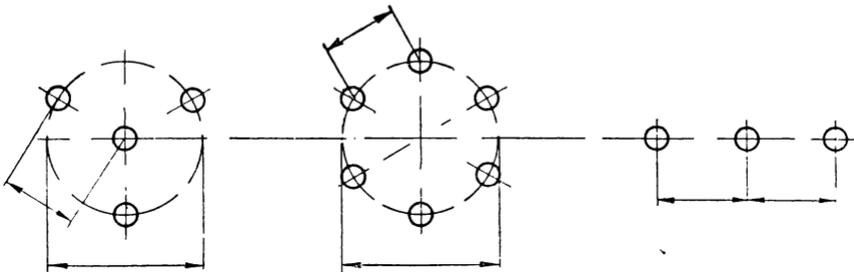


Рис. 136. Основные схемы расположения отверстий, обрабатываемых при помощи универсальных сверлильных головок

сверлильном приспособлении. Если отверстие необходимо обработать последовательно несколькими инструментами, на многошпиндельных головках можно осуществить позиционную обработку, подобную той, что применяется на агрегатных станках. При позиционной обработке пока одно отверстие сверлят, другое — зенкеруют, третье — развертывают. Одновременно с этим в четвертой позиции снимают обработанную деталь и устанавливают новую заготовку. При повороте круглого стола установленные детали перемещаются из одной позиции в другую.

Многошпиндельные сверлильные головки для обработки отверстий, расположенных на прямой линии. Число шпинделей в головках этого типа может быть различным. Двухшпиндельную головку (рис. 137) крепят на втулке шпинделя разрезным хомутом, затягиваемым винтом 12. При этом валик 1 коническим хвостовиком входит в конусную расточку шпинделя станка.

На нижнем конце валика 1 установлен маховик 2. Закрепленный в нем кривошипный палец 3 связывает маховик с водилом 4. При вращении шпинделя станка водило 4 пальцами 11 приво-

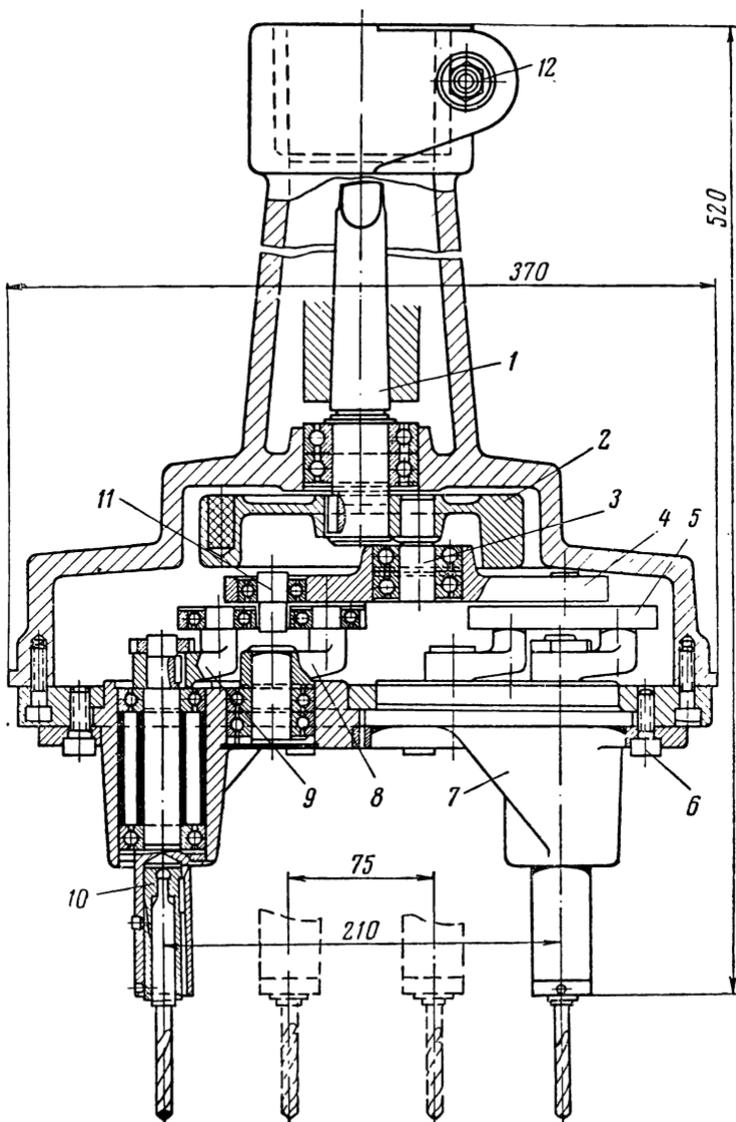


Рис. 137. Многошпindleльная сверлильная головка для обработки отверстий, расположенных на прямой линии

дит в движение диски 5 и рычаги 8, 9, заставляя их вращать шпиндели 10 головки.

Для изменения расстояния между шпинделями головки от 75 мм до 210 мм корпуса 7 поворачивают вокруг осей расточек, в которые они входят. В нужном положении корпуса 7 закрепляют винтами 6.

Многошпиндельные сверлильные головки для обработки отверстий, расположенных по окружности. Четырехшпиндельная головка этого типа с раздвижны-

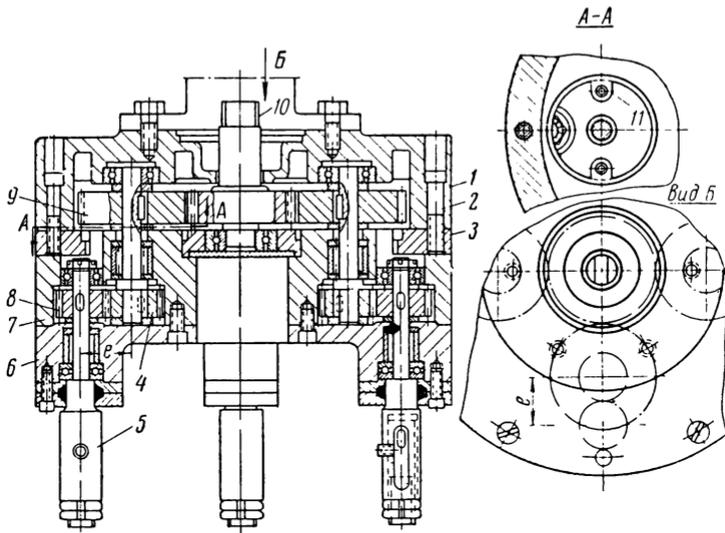


Рис. 138. Многошпиндельная сверлильная головка для сверления отверстий, расположенных по окружности

ми шпинделями показана на рис. 138. Она состоит из корпуса 1 и крышки 3, стягиваемых болтами 2.

Сверлильную головку крепят на шпинделе станка при помощи разрезного хомута (см. рис. 137) и специального фланца (рис. 138).

Валик 10 входит в шпиндель станка. На нижнем конце валика нарезан зубчатый венец, который находится в постоянном зацеплении с зубчатыми колесами 9, передающими движение шпинделям 5 головки через зубчатые колеса 4—8.

Поворачивая корпуса 6 и 7, можно изменять расстояние от оси шпинделя головки до оси шпинделя станка в пределах $2e$, где e — расстояние между осями колес 4 и 8. Чтобы закрепить корпуса 6 и 7 в определенном положении, затягивают болты, прижимающие сухари 11.

§ 55. ПРИМЕНЕНИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Если необходимо обработать отверстие несколькими инструментами, на одношпиндельном сверлильном станке производят либо пооперационную обработку, когда все детали данной партии сначала только сверлят, затем зенкеруют и т. д., либо путем замены инструмента после каждого перехода: сверло заменяют зенкером, зенкер — разверткой и т. д. В первом случае необходимы дополнительные затраты времени на установку и снятие обрабатываемой детали, во втором — на замену инструмента.

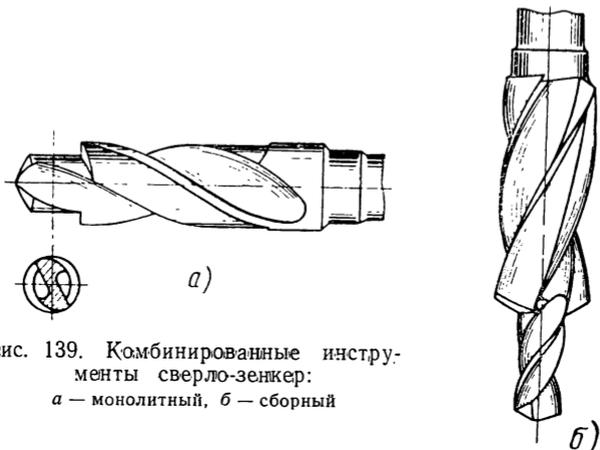


Рис. 139. Комбинированные инструменты сверло-зенкер:
а — монолитный, б — сборный

Затраты вспомогательного времени значительно снижают, применяя комбинированные сверлильные инструменты, позволяющие совместить несколько переходов или операций. Комбинированные инструменты предназначены для разных видов обработки и состоят из нескольких режущих инструментов: сверла и зенкера; сверла, зенкера и развертки; сверла и метчика и т. д. Каждый режущий элемент (сверло, зенкер, развертка) составляет ступень комбинированного инструмента. В зависимости от условий работы возможно различное сочетание элементов комбинированного инструмента.

Комбинированные инструменты делают как монолитными (рис. 139, а), так и сборными (рис. 139, б). Как и обычные сверлильные инструменты, их изготавливают из быстрорежущих и легированных сталей или оснащают твердыми сплавами.

Ступени комбинированных инструментов вступают в работу последовательно, но на некоторой части пути две или больше ступеней могут работать и одновременно. Одновременная работа нескольких ступеней комбинированного инструмента при об-

работке фасонных отверстий сокращает время резания. Комбинированные инструменты повышают точность обработки, снижая отклонения от соосности обрабатываемых поверхностей.

Каждый комбинированный инструмент предназначен для обработки отверстия определенной формы и размера. Поэтому применение комбинированных сверлильных инструментов целесообразно лишь при обработке большого количества одинаковых деталей.

Конструктивные элементы комбинированных инструментов. При использовании комбинированных инструментов образуется большое количество стружки, особенно при одновременной работе нескольких ступеней. Поэтому в комбинированных инструментах особое внимание уделяют конструкции канавок для отвода стружки. Они должны быть широкими и иметь достаточное пространство для размещения стружки. Форма и угол подъема канавок должны обеспечивать наиболее благоприятные условия отвода стружки. Это достигается уменьшением числа зубьев. Так, при диаметре до 40 мм ступень зенкера имеет 3—4 зуба. Чтобы обеспечить возможность одновременной работы, ступени делают небольшой длины. Если одной из ступеней комбинированного инструмента является развертка, то не рекомендуется вести обработку ею одновременно с другими ступенями: так как колебания силы резания, возникающие при работе других ступеней, могут отрицательно повлиять на чистоту и точность развертывания.

Примеры конструкций комбинированных инструментов. Сверло-развертку из быстрорежущей стали (рис. 140, а) выполняют из отдельных элементов (сверла, развертки, хвостовика), соединенных сваркой. Расстояние между концом сверла и началом развертки выбрано так, чтобы сверление успело закончиться полностью, прежде чем начнется развертывание, и чтобы пространство между сверлом и разверткой было достаточным для выхода стружки, снимаемой при сверлении. Сверло-развертку выполняют также и монокристаллическим, а зубья обеих ступеней оснащают твердым сплавом (рис. 140, б). Расположение ступеней должно удовлетворять тем же требованиям, что и у сверла-развертки из быстрорежущей стали.

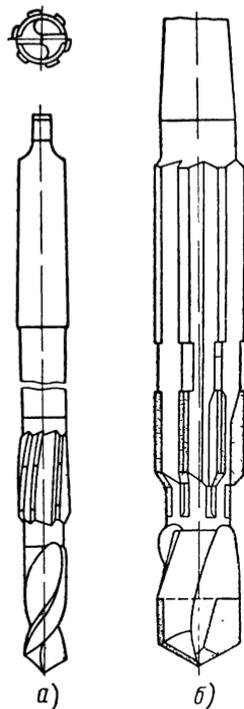


Рис. 140. Комбинированные инструменты сверло-развертка:
а — из быстрорежущей стали, б — оснащенные твердым сплавом

Сверло-зенкер бывает монолитным (см. рис. 139, а) и сборным (см. рис. 139, б). Этот инструмент позволяет совмещать операции сверления и зенкерования.

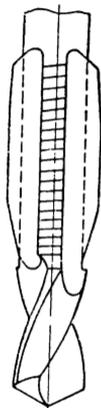


Рис. 141. Комбинированный инструмент сверло-метчик

Сверло-метчик (рис. 141) изготовляют из быстрорежущей стали и присоединяют к хвостовику торцовой сваркой. Ступени этого комбинированного инструмента работают последовательно. Длина первой ступени равна 1,4—1,6 глубины отверстия. Недостатком сверла-метчика является то, что из-за уменьшения диаметра отверстия при образовании резьбы его приходится полностью прогонять через отверстие и вновь устанавливать для обработки следующего отверстия.

Одновременную обработку несколькими ступенями широко применяют для образования фасонных отверстий. Комбинированный инструмент, изображенный на рис. 142, состоит из спирально-го сверла, торцового зенкера, расширяющего отверстие, и зенковки, образующей фаску на его переднем конце. Все ступени оснащены твердым сплавом.

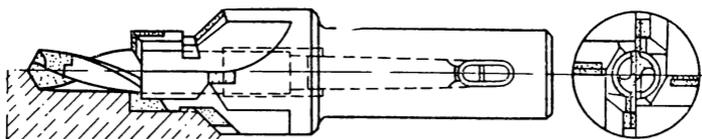


Рис. 142. Комбинированный инструмент для обработки нескольких ступеней

§ 56. РЕВОЛЬВЕРНЫЕ СВЕРЛИЛЬНЫЕ ГОЛОВКИ

Стремление устранить затраты времени на смену инструмента при последовательной обработке несколькими инструментами одного или нескольких отверстий одной детали привело к появлению револьверных сверлильных головок. Это те же многшпindelные сверлильные головки, в которых можно устанавливать одновременно несколько инструментов, но в отличие от многшпindelных головок, рассмотренных выше, здесь каждый из инструментов вступает в работу только после того, как закончил свою работу предыдущий. Чтобы рабочее положение занял следующий инструмент, головку поворачивают вокруг ее оси.

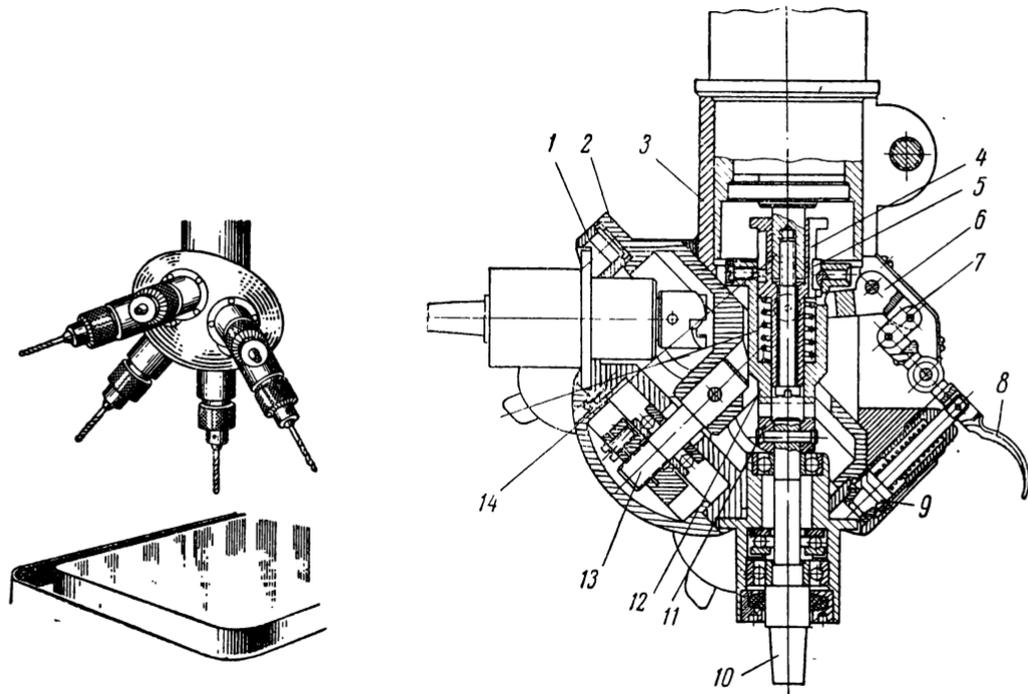


Рис. 143. Револьверная сверлильная головка

Револьверные сверлильные головки имеют обычно пять или шесть шпинделей. Большое число шпинделей создало бы трудности в их размещении и они мешали бы удобному обслуживанию станка.

Пример устройства револьверных сверлильных головок. Корпус 3 шестишпиндельной сверлильной револьверной головки (рис. 143) присоединяют к втулке шпинделя станка разрезным хомутом. К корпусу 3 приваривают чашку 2, несущую револьверную головку 1 с шестью шпинделями 10. Головка 1 может поворачиваться вокруг оси 13, занимая одно из шести возможных рабочих положений. В очередном рабочем положении, при котором один из шпинделей находится в вертикальном положении, головку закрепляют пружинным фиксатором 9.

Когда шпиндель головки занимает вертикальное положение, трехзубый кулачок 11 на верхнем его конце входит в зацепление с кулачком 12, установленным на нижнем конце валика 14, который вставлен верхним концом в шпиндель сверлильного станка.

Для поворота револьверной головки в следующее рабочее положение при помощи рукоятки 8 поднимают фиксатор 9, выводя его из отверстия револьверной головки 1. Одновременно с этим серьга 7 и рычаг 6 перемещают вверх втулку 4, установленную на скользящей шпонке 5 и выводят кулачок 12 из зацепления с кулачком 11. После того как головка начнет поворачиваться, рукоятку 8 отпускают. Как только головка займет следующее рабочее положение, фиксатор 9 под действием соответствующих пружин вновь закрепляет ее в этом положении, а кулачок 12 входит в зацепление с кулачком 11 шпинделя головки, оказавшегося в вертикальном положении.

§ 57. СТОЛЫ И СТОЙКИ

Круглые столы. Значительную экономию времени, расходуемого на перемещение детали из одной рабочей позиции в другую, дает применение поворотных круглых столов. Отверстия должны быть параллельны оси вращения стола и расположены по окружности определенного радиуса. Станкостроительные заводы изготовляют столы диаметром 200, 300, 400 и 500 мм.

Конструкции круглых столов различны. В одной из них (рис. 144) корпус 11 устанавливают на столе станка. На корпусе установлена планшайба 1, центрируемая пустотелым шпинделем 2, вращающимся во втулке 10. На нижней торцовой поверхности планшайбы 1 сделаны углубления, соответствующие рабочим положениям планшайбы. В эти углубления вставлены втулки 3. Когда углубление оказывается против фиксатора 5, установленного во втулке 7, фиксатор под действием пружины 6 заскакивает в углубление и закрепляет планшайбу в рабочем положении.

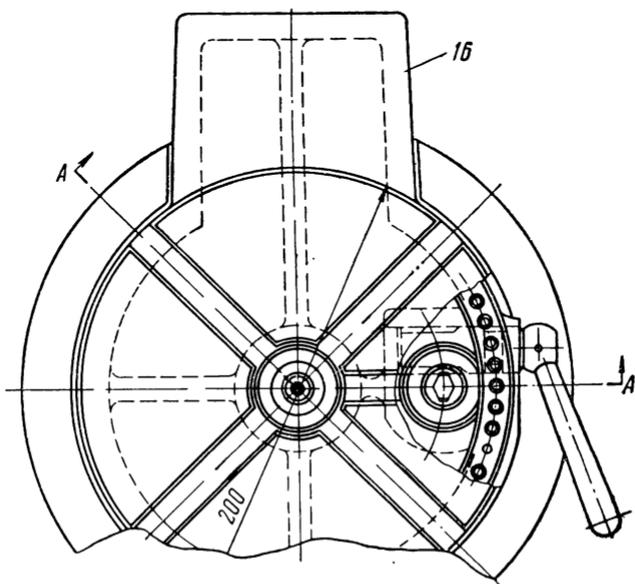
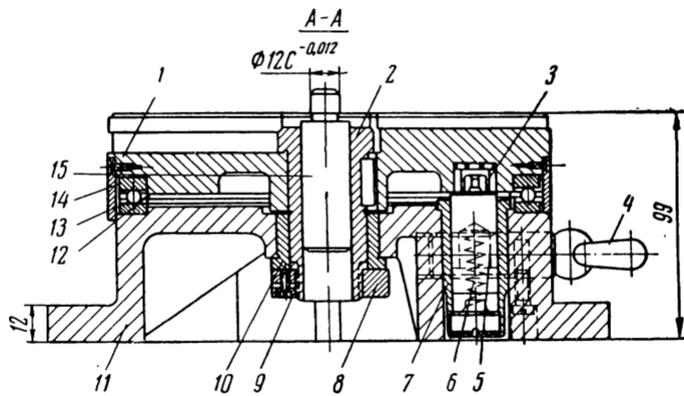


Рис. 144. Круглый стол

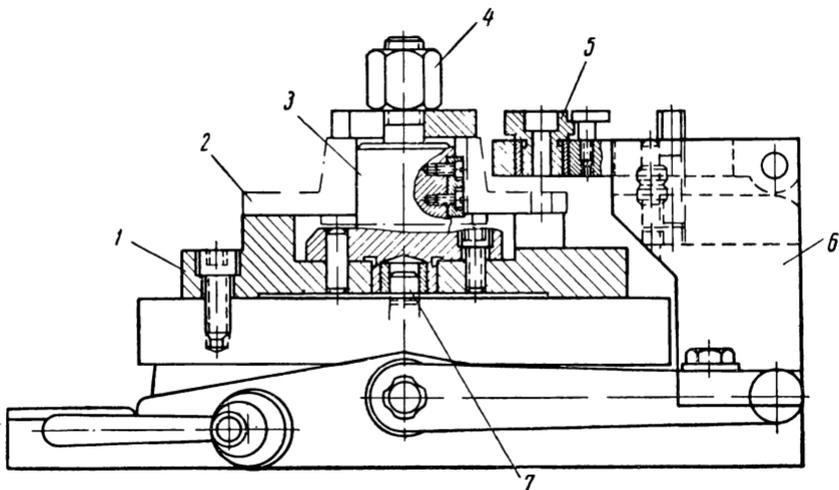


Рис. 145. Пример использования круглого стола для сверления

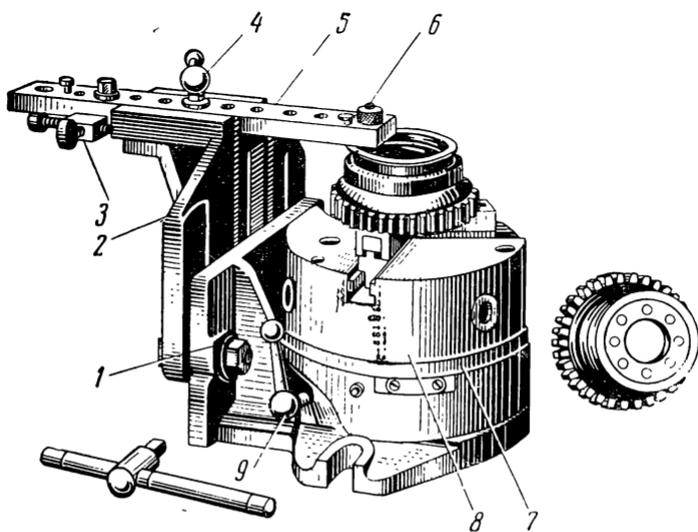


Рис. 146. Универсальный делительный стол

В следующее рабочее положение планшайбу поворачивают рукояткой 4, которая на конце имеет зубчатый венец, находящийся в зацеплении с рейкой, нарезанной на фиксаторе 5. При повороте рукоятки из планшайбы удаляется фиксатор. Между планшайбой и корпусом расположены шарики 13, собранные в обойму 12 и заключенные между двумя кольцами 14, образуя таким образом шариковую опору планшайбы, облегчающую ее поворот. Регулировка для устранения осевого зазора производится гайкой 8, которая стопорится винтом 9.

Центрируют кондуктор или приспособление на планшайбе цилиндрической цапфой 15, конический хвостовик которой вставлен во втулку 2. Для крепления кондуктора или приспособления на рабочей поверхности планшайбы служат Т-образные крестнакрест расположенные пазы. На площадке 16 на корпусе 11 крепят кронштейн с кондукторной плитой.

Пример использования круглого стола показан на рис. 145. На планшайбе установлено приспособление 1, центрируемое цапфой 7. На установочный палец 3 надевают обрабатываемую деталь 2 и зажимают гайкой 4. Кронштейн 6 присоединен к корпусу круглого стола. К нему крепят плиту с быстросменной кондукторной втулкой 5.

После обработки одного отверстия планшайбу стола вместе с деталью поворачивают и под кондукторной втулкой оказывается следующее отверстие, подлежащее обработке.

В большинстве круглых столов предусмотрен лимб с делением на 2, 3, 4, 6, 8, 12 и 14 равных частей.

Универсальный делительный стол. Универсальные делительные столы удобны для многих работ (рис. 146). Обрабатываемые детали крепят при помощи рукоятки 9 в трехкулачковом патроне 8, установленном на поворотной планшайбе 7. Кронштейн 2 несет кондукторную плиту 5. Положение этой плиты можно менять, закрепляя ее в нужном положении резьбовым пальцем 4, вставленным в одно из отверстий плиты. Упор 3 обеспечивает точное регулирование положения плиты.

Изменение вылета плиты позволяет менять расстояние оси кондукторной втулки 6 от оси патрона в горизонтальном направлении.

Так как обрабатываемые детали могут быть разной высоты, предусмотрена возможность подъема или опускания кондукторной плиты вместе с кронштейном 2. Для этого кронштейн имеет паз, через который проходит зажимный болт 1.

Поворотные стойки имеют различные конструкции, но основное их отличие от круглых столов — горизонтальная ось вращения (рис. 147, а). Для закрепления длинных деталей применяются двухопорные поворотные стойки (рис. 147, б). Вспомогательная стойка служит только для поддержания детали. Крепят ее на одной плите с основной стойкой.

Для обработки тяжелых деталей применяют круглые столы и поворотные стойки, в которых поворот планшайбы производится специальным двигателем.

Передвижные столы. В тех случаях, когда на детали необходимо обработать несколько отверстий, расположенных в одной плоскости, но не по окружности, удобно использовать универсальные передвижные столы; они позволяют перемещать установленную на них деталь в двух взаимно перпендикулярных направлениях — продольном и поперечном.

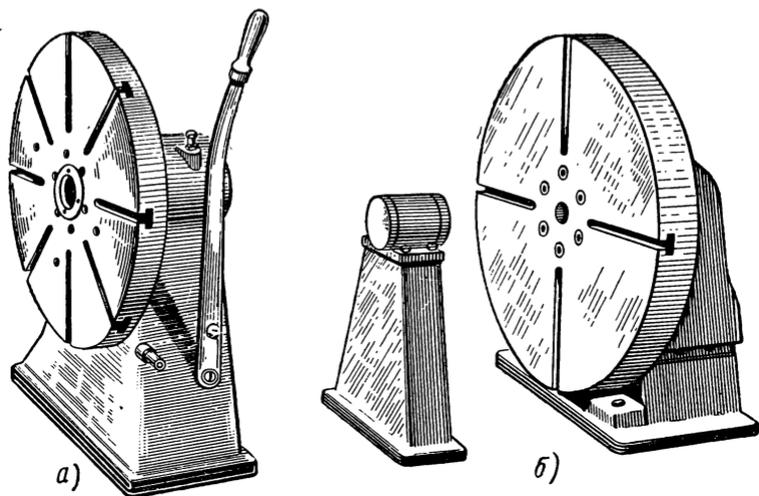


Рис. 147. Поворотные стойки:
а — обычного типа, б — с двумя опорами

Основание передвижного стола крепят на столе сверлильного станка. По основанию перемещаются поперечные салазки, а на них установлены другие салазки, перемещающиеся в продольном направлении. Передвигая попеременно поперечные и продольные салазки, можно установить деталь в положение, необходимое для обработки.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каковы недостатки винтового зажима и какими способами их уменьшают?
2. Какие преимущества создает применение кондукторов с откидной планкой, с байонетным, эксцентриковым и рычажным зажимами в сравнении с винтовым? Пользуясь рис. 132, 133, 134 и 135, объясните, как устроены и как работают кондукторы.
3. Когда целесообразно применять многошпиндельные сверлильные го-

ловки? Пользуясь рис. 137 и 138, объясните устройство и принцип работы многошпиндельных сверлильных головок.

4. Что представляют собой комбинированные режущие инструменты? Какие инструменты объединяют в один комбинированный инструмент? Когда целесообразно применять комбинированные инструменты?

5. Каким требованиям должны отвечать конструктивные элементы комбинированных инструментов (форма, размеры, угол наклона канавок и число зубьев)?

6. Пользуясь рис. 143, объясните устройство револьверной сверлильной головки. В чем преимущество таких головок и когда целесообразно их применять?

7. Что представляют собой круглые столы и когда их применяют? Пользуясь рис. 144 и 145, объясните устройство этих столов.

8. В чем особенности универсального делительного стола и когда его применяют?

9. Как устроены и когда применяют поворотные стойки?

10. Что представляют собой передвижные столы и для каких работ они применяются?

Глава XIX

МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОТЫ НА СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКАХ

§ 58. МЕХАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ НА СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКАХ

Общие понятия. При обработке на сверлильных станках наиболее широко используют механизацию подачи. Почти все металлорежущие станки, за исключением некоторых настольных, оборудованы механизмами, осуществляющими вертикальную подачу шпинделя от основного или дополнительного двигателя.

Ряд станков снабжен механизмами, позволяющими механизировать установочные перемещения. Так, у радиально-сверлильных станков перемещение траверсы в вертикальном направлении и зажатие ее, а также зажатие гильзы после поворота траверсы на требующийся угол производят специально для этого предназначенные электродвигатели.

При механизации крепления обрабатываемых деталей в кондукторах источником энергии обычно является сжатый воздух.

Использование для зажатия деталей пневматики облегчает труд рабочего, резко сокращает затраты времени и обеспечивает наиболее надежное закрепление обрабатываемой детали. Силу пневматического зажатия можно регулировать в значительных пределах.

Пневматические кондукторы. Скальчатые кондукторы с ручным приводом помогают сократить затраты времени на крепление детали, но требуют значительных физических усилий и не всегда обеспечивают надежное зажатие детали.

Несложные по конструкции пневматические двигатели позволяют осуществить механизацию скальчатых кондукторов. В механизированном скальчатом кондукторе, изображенном на рис. 148, шток 5 связывает кондукторную плиту с поршнем 7 пневматического двигателя. Поворотом рукоятки 2 распределительного крана 1 сжатый воздух, поступающий через штуцер 4, можно

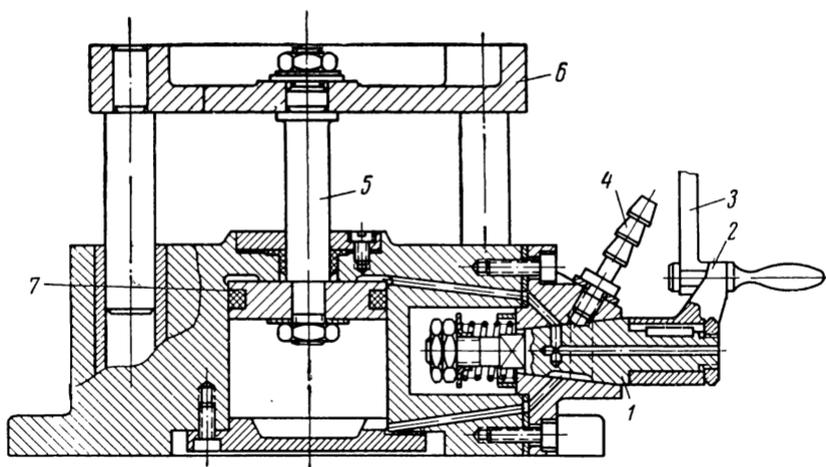


Рис. 148. Пневматический скальчатый кондуктор

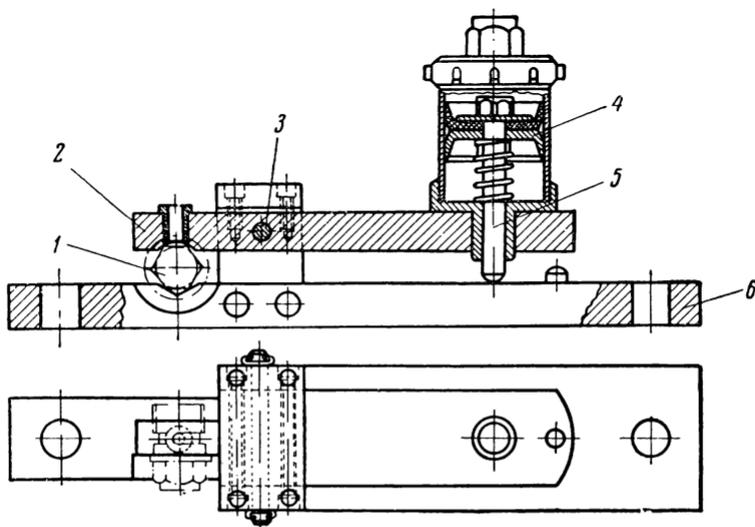


Рис. 149. Пневматический кондуктор

направить в любую полость двигателя. При одном положении рукоятки кран 1 связывает верхнюю полость двигателя со штуцером 4, а нижнюю — с атмосферой. Это заставляет поршень 7 опуститься вниз и, увлекая за собой плиту 6, зажать обрабатываемую деталь. При втором рабочем положении рукоятки 2 кран 1 связывает со штуцером нижнюю полость двигателя, а верхнюю соединяет с атмосферой — поршень перемещается вверх, и обработанная деталь освобождается. Стойка 3 служит для закрепления рукоятки 2 в рабочем положении. Управление скальчатым кондуктором просто и не требует значительных мускульных усилий. Длительность крепления не превышает 1—2 сек.

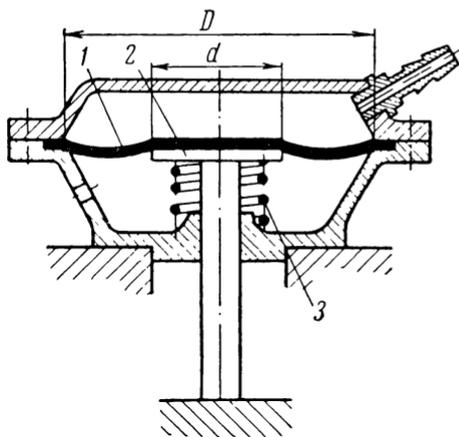


Рис. 150. Диафрагменный пневматический двигатель

Простой по конструкции пневматический кондуктор представлен на рис. 149. Обрабатываемую деталь 1 (штуцер) укладывают в призматическую выемку в основании 6. Кондукторная плита 2 поворачивается вокруг оси 3. На втором конце этой плиты установлен пневматический поршневой двигатель 4. Распределительным краном (на рисунке не показан) сжатый воздух направляют в верхнюю полость цилиндра двигателя. Это заставит поршень опуститься; шток 5 упрется в основание 6, и кондукторная плита, повернувшись вокруг оси 3 против часовой стрелки, прижмет обрабатываемую деталь к основанию. Направив сжатый воздух в нижнюю полость двигателя, заставляют плиту 2 повернуться в обратном направлении и таким образом освободить обрабатываемую деталь.

Для крепления деталей сложной конфигурации и больших размеров используют несколько пневматических двигателей, каждый из которых управляет своими прихватами и зажимами.

Если для зажатия детали достаточно небольшое перемещение штока двигателя (до 25—35 мм), то можно применять вместо поршневых диафрагменные пневматические двигатели (рис. 150). Сжатый воздух, поступая в верхнюю полость двигателя, заставляет резиновую диафрагму 1 прогнуться и, нажав на шайбу 2 штока, переместить его вниз. После выпуска сжатого воздуха в атмосферу пружина 3 возвращает шток в исходное положение.

Диафрагменные двигатели двухстороннего действия отли-

чаются от рассмотренных тем, что и возврат в исходное положение производится сжатым воздухом, а не пружиной.

Применение пневматических приводов требует дополнительных мер безопасности. Так, при неожиданном падении давления сжатого воздуха в сети деталь окажется незажатой и действием сил резания будет вырвана из приспособления. Чтобы предотвратить это, перед распределительным краном устанавливают обратный клапан. Он не дает возможности сжатому воздуху, находящемуся в двигателе, уйти в сеть. Одновременно с этим падение давления в сети ниже допустимого уровня заставит реле давления дать сигнал об автоматическом останове станка.

§ 59. АВТОМАТИЗАЦИЯ СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКОВ

Общие понятия. Процесс обработки на сверлильном станке складывается из ряда действий, выполняемых в определенной последовательности. Эти действия состоят из приемов управления и действий формообразования в процессе резания. У неавтоматизированных станков приемы управления осуществляются рабочим, у автоматизированных — самим станком в определенной, установленной при настройке последовательности. Автоматизация может быть полной, когда автоматизируются все приемы управления, и частичной, если автоматизирован только ряд приемов или некоторые из них. При автоматизации всех приемов управления, кроме замены обрабатываемой детали, выполняемой рабочим, автоматизированный станок, называют полуавтоматом; если же автоматизирована и замена обрабатываемых деталей заготовками, то станок называют автоматом.

Автоматизацию станков осуществляют различными способами. Наиболее широко распространены механические и пневмогидравлические системы автоматического управления. В последнее время начинает применяться программное управление.

Механические системы автоматического управления применяют обычно для автоматизации перемещения режущего инструмента, а устанавливает обрабатываемую деталь на станке рабочий. Наиболее простой автоматизируемый технологический цикл включает в себя быстрый подход инструмента к детали, рабочий ход для обработки отверстия и быстрый подъем инструмента для возврата его в исходное положение.

Механическая автоматизация такого цикла может быть предусмотрена при проектировании станков и осуществлена посредством механизмов, встроенных в их конструкцию или путем их модернизации. Для модернизации станков удобно использовать приставные устройства.

В механических системах автоматического управления тре-

бующийся технологический цикл перемещения инструмента осуществляют при помощи кулачка, установленного на валу, вращающемся с равномерной скоростью. Одна из таких систем изображена на рис. 151. Здесь подача шпинделя осуществляется не от главного привода, а дополнительным электродвигателем

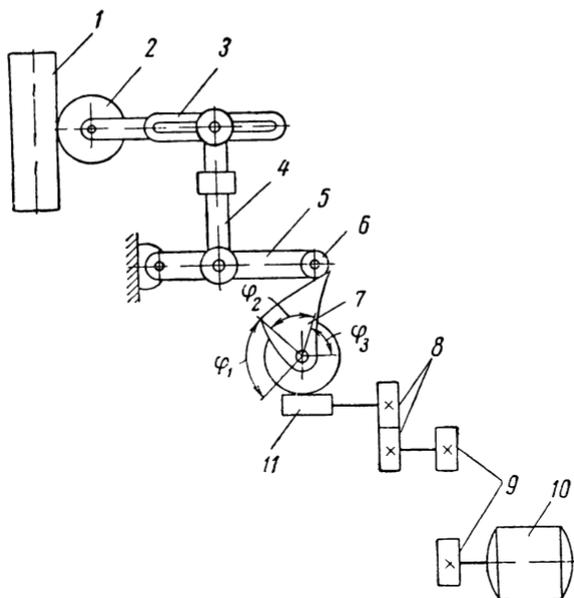


Рис. 151. Механическая система управления сверлильного станка (кулачковая)

10. Через ременную передачу 9, гитару со сменными зубчатыми колесами 8 и червячную передачу 11 двигатель приводит во вращение кулачок 7. С рабочей поверхностью последнего соприкасается ролик 6, установленный на конце рычага 5. При повороте кулачка рычаг 5 тягой 4 поворачивает кулису 3, а с ней и реечное зубчатое колесо 2, сообщающее подачу шпинделю 1.

Каждому действию соответствует определенный угол поворота кулачка. Угол φ_1 и соответствующий участок кулачка, очерченный кривой, обеспечивают быстрое опускание шпинделя из исходного положения. После поворота кулачка на угол φ_1 режущий инструмент не доходит до детали 0,5—0,1 мм.

Рабочий ход шпинделя совершается в течение поворота кулачка на угол φ_2 . Быстрый возврат шпинделя в исходное положение после завершения рабочего хода происходит при повороте кулачка на угол φ_3 . Один оборот кулачка соответствует полному технологическому циклу. Скорость перемещения шпинделя регулируют изменением скорости вращения кулачка.

Изготавливая кулачок с иными очертаниями, можно обеспечить выполнение и более сложных технологических циклов. Так, при обработке прерывистых поверхностей технологический цикл должен состоять из быстрого подведения инструмента к детали, рабочего хода для обработки одного отверстия, быстрого перемещения инструмента от одного соосно расположенного отверстия к другому, рабочего хода для обработки второго отверстия и возвращения шпинделя в исходное положение.

При обработке, сопровождающейся периодическими выводами сверла из отверстия, технологический цикл включает в себя быстрое подведение инструмента к детали, сверление отверстия на глубину 2,5 диаметра, вывод сверла и возврат его, сверление отверстия на дополнительную глубину 1,5 диаметра, вторичные вывод и возврат сверла, дальнейшее сверление и возвращение сверла в исходное положение. Как бы сложен ни был технологический цикл, он всегда осуществляется за один оборот кулачка.

Пневмогидравлические системы автоматического управления могут быть различной сложности конструктивного оформления в зависимости от условий выполняемой работы.

Для осуществления простого технологического цикла (быстрый подвод инструмента к детали, рабочий ход, возвращение инструмента в исходное положение) используют пневматическую головку, пристраиваемую к вертикально-сверильному станку (рис. 152). Сдвоенный цилиндр 12—19 присоединяют к корпусу шпиндельной бабки, а шток 15 кронштейном 16, заканчивающимся разрезным хомутом, — к втулке шпинделя 17.

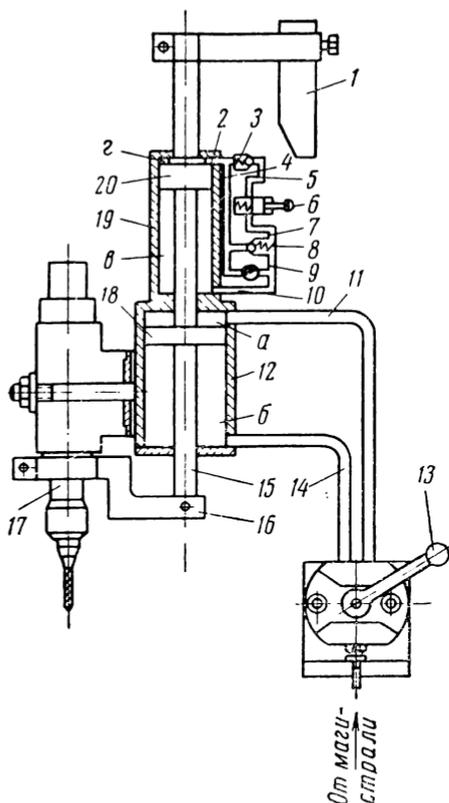


Рис. 152. Пневмогидравлическая система управления сверильного станка

Если сжатый воздух из магистрали по трубопроводу 11 поступает в полость *a* цилиндра 12, а полость *b* трубопроводом 14 связана с атмосферой, то поршень 18 опускается вниз, а вместе с ним шток 15 и кронштейн 16, перемещающие втулку 17 шпинделя станка.

Поршень 18 соответствующим штоком связан с поршнем 20 гидравлического цилиндра 19, полости которого заполнены маслом. Когда поршень 20 опускается, масло, находящееся в полости *b*, должно переходить в полость *г*. Чтобы осуществить быстрый подвод режущего инструмента к детали, масло из нижней полости поступает в верхнюю следующим путем: трубопроводы 10 и 7, золотник 6, трубопровод 5, обратный клапан 3 и трубопровод 2.

Вместе с поршнями 18 и 20 опускается и клин 1. В момент окончания подвода клин нажимает на золотник 6 и заставляет его закрыть проход через трубопровод 5. Масло теперь может попасть в полость *г* только через дроссель 9 (щелевой кран). Через узкую щель дросселя масло протекает медленно, поэтому дальнейшее опускание шпинделя происходит со скоростью рабочей подачи. Величину подачи регулируют при настройке станка поворотом сердечника дросселя, открывая его щель на большую или меньшую величину.

После того как обработка закончена, рукоятка 13 распределительного крана при помощи упора, закрепленного на колонне станка, поворачивается в другое рабочее положение. Теперь сжатый воздух поступает в полость *б* пневматического двигателя и поршень 18, а вместе с ним и поршень 20, начинают подниматься. Подъем происходит быстро, так как перемещение масла из верхней полости *г* в нижнюю *в* ничем не затруднено: масло движется по трубопроводам 2 и 4, обратному клапану 8 и трубопроводу 10. Перемещение масла продолжается до тех пор, пока шпиндель не вернется в исходное положение.

Такой же технологический цикл можно было бы осуществить одним пневматическим двигателем, без гидравлического цилиндра, но тогда нельзя было бы получить равномерной рабочей подачи, так как воздух при разной нагрузке имеет различный объем (сжимается).

§ 60. ПРОГРАММНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СВЕРЛИЛЬНЫМИ СТАНКАМИ

Для осуществления программного управления последовательность действий станка записывают условным шифром на особом документе — программе. Чтобы станок выполнял действия, необходимые для обработки детали, программу закладывают в специально для этого предназначенный элемент системы управления, который расшифровывает произведенную на ней запись

и в соответствии с содержанием записи формирует необходимые командные сигналы. Сигналы после усиления направляются к исполнительным устройствам, заставляя их включить и выключить соответствующие механизмы. В качестве исполнительных устройств используют пневматические и гидравлические двигатели, а также электрические особой конструкции. Они переключают кулачковые или фрикционные муфты, передвигают подвижные блоки, осуществляют зажатие или освобождение деталей в кондукторах.

Программное управление применяют на сверлильных станках, оборудованных координатными передвижными столами, салазки которых могут перемещаться по двум взаимно перпендикулярным направлениям.

В настоящее время существуют разнообразные системы программного управления, отличающиеся друг от друга видом программы, способом записи на ней, методом осуществления перемещения салазок стола. Все эти системы можно объединить в следующие основные группы: импульсные, аналоговые и путевые.

При импульсной системе программного управления перемещение салазок координатного стола производится в результате получения соответствующим исполнительным устройством коротких командных сигналов (импульсов), длительность которых измеряется долями секунды. Каждому командному сигналу соответствует перемещение салазок на определенное расстояние. При особо точной установке обрабатываемой детали салазки перемещаются не более чем на $0,002$ мм после получения каждого импульса.

Число посылаемых командных импульсов должно обеспечить требуемое перемещение стола. Так, если надо передвинуть салазки стола на 10 мм, то при цене одного импульса $0,002$ мм для этого нужно послать $10 : 0,002 = 5000$ импульсов. Чем чаще они посылаются, тем быстрее движутся салазки. Командные импульсы формируются дешифратором — устройством, прочитывающим запись на программе.

У аналоговых систем величина необходимого перемещения салазок зависит от напряжения командного сигнала. Предположим, что для перемещения салазок на длину 1 мм требуется напряжение командного сигнала $0,5$ в. Тогда для того, чтобы осуществить перемещение на длину 40 мм, нужно сформировать командный сигнал напряжением $40 \times 0,5 = 20$ в.

У путевых систем различными способами измеряют путь, пройденный салазками, или определяют достигнутое ими положение. Как только салазки достигнут заданной точки или пройдут установленный путь, движение их автоматически прекращается.

Сверлильный станок 1С-2П с программным управлением

(импульсная система), изображенный на рис. 153, предназначен для сверления и зенкования отверстий в платах печатных электрических схем. Число отверстий в одной плате нередко превышает сотню, диаметр их незначителен (около 1,2 мм), расположение хаотично, но ограничено условием, что ось любого отверстия расположена в одном из узлов воображаемой сетки, составленной из взаимно перпендикулярных линий. Расстояние между параллельными линиями этой сетки 1 мм. Это означает, что расстояние между осями отверстий, измеренное в продольном или поперечном направлении, всегда равно целому числу миллиметров.

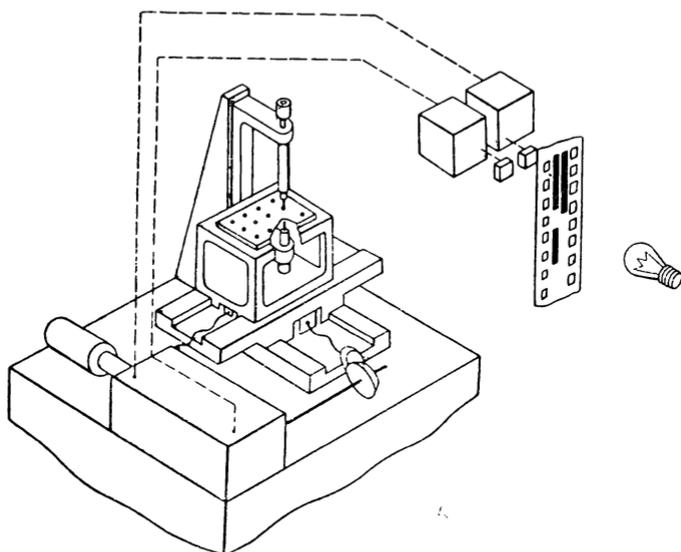


Рис. 153 Сверлильный станок 1С-2П с пропрограмным управлением

Станок имеет два вертикально соосных шпинделя (рис. 154). Шпиндель 15 расположен над платой и осуществляет сверление отверстия, а шпиндель 31 — под платой и производит зенкование с противоположной стороны.

Плату устанавливают на столе 13, являющемся продольными салазками координатного стола; в поперечном направлении перемещаются салазки 14, передвигающиеся по направляющим основаниям. Согласованным перемещением салазков можно совместить с осью шпинделей любую точку поверхности платы.

Подвод и подача обоих шпинделей автоматизированы и выполняются при помощи кулачковых механизмов.

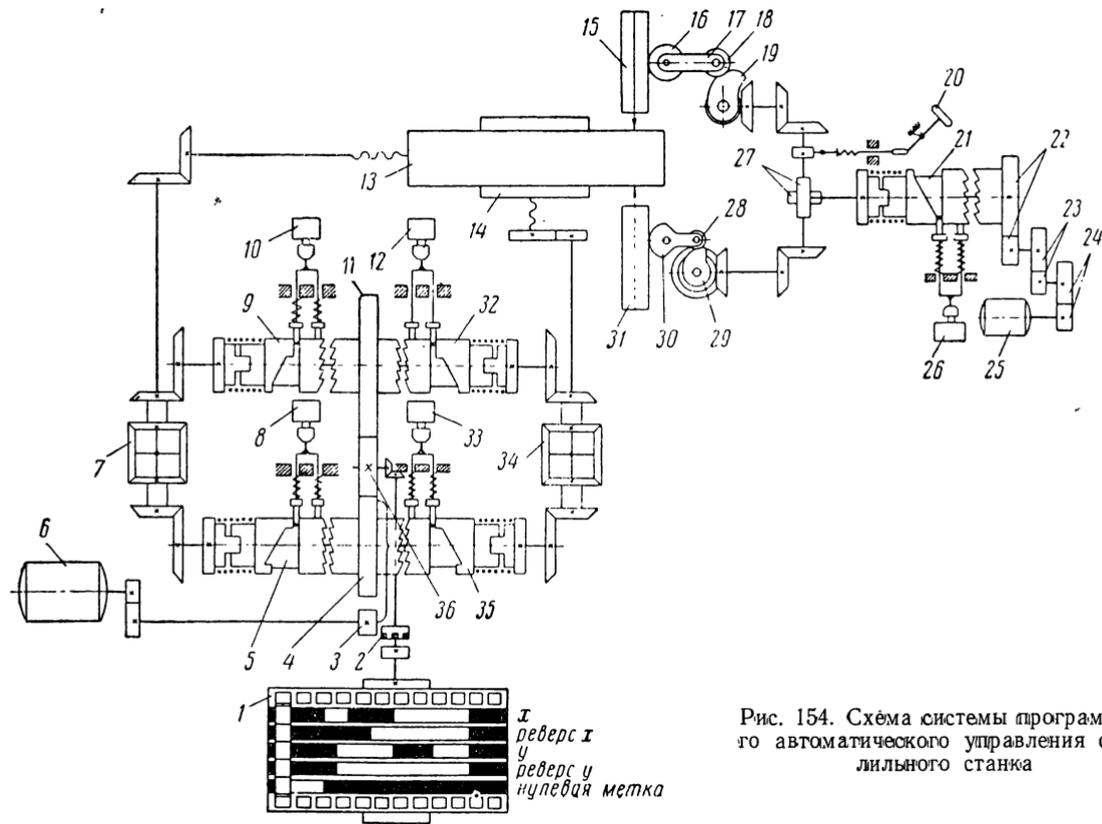


Рис. 154. Схема системы программного автоматического управления сверлильного станка

После окончания обработки всех отверстий стол возвращается в исходное положение для замены обработанной платы заготовкой, подлежащей обработке.

В качестве программы используют стандартную киноплёнку 1.

Плёнка имеет пять продольных дорожек. Дорожка X предназначена для записи величины перемещений продольных салазок. На дорожке *реверс X* записывают направление движения продольных салазок 13. Дорожка Y служит для записи величины перемещений поперечных салазок 14. На дорожке *реверс Y* указывают направление поперечного перемещения. Дорожку *нулевая метка* используют для записи команды о возврате обоих салазок в исходное положение после окончания обработки.

Запись на плёнке осуществляют в виде светлых и затемнённых участков. В дешифраторе для расшифровки записи с одной стороны программы располагают источник света, с другой — пять фотоэлементных датчиков (против каждой дорожки свой датчик). Когда против источника света окажется светлый участок дорожки, луч света попадает на соответствующий датчик и формирует командный импульс в виде напряжения тока.

Перемещение продольных и поперечных салазок, необходимое для установки обрабатываемой детали в рабочее положение, осуществляется электродвигателем 6. Салазки могут перемещаться как одновременно, так и последовательно. Движение им передается от электродвигателя 6 через зубчатую передачу и зубчатое колесо 3, зубчатое колесо 36, находящееся в зацеплении с зубчатыми колесами 4 и 11, свободно вращающимися на своих валах. На тех же валах расположены зубчатые полумуфты 5, 9, 32 и 35, которые удерживаются в выключенном положении стопорами.

Если стопор убрать, пружина передвинет соответствующую полумуфту по своему валу и заставит ее войти в зацепление с полумуфтой, закрепленной на этом же валу жестко. Совершив один оборот, полумуфта отключается. Отключение обеспечивается очертанием выточки на муфте, в которую входит стопор. Стопор удаляется при подаче командного сигнала в нужный соленоид (втяжной магнит), сердечник которого связан со стопором.

Подача сигнала в соленоид 8 включает полумуфту 5, вращение через дифференциал 7 передается ходовому винту стола 13, заставляя стол перемещаться. подача сигнала в соленоид 10 включает полумуфту 9, которая передает столу 13 через тот же дифференциал движение в противоположном направлении.

Таким же образом соленоиды 12 и 33 включают полумуфты

32 или 35, которые через дифференциал 34 передают поперечным салазкам 14 движение в том или ином направлении.

Величина перемещения салазок определяется длительностью включения полумуфты или подачей сигнала соленоиду. Однооборотная муфта имеет только одно фиксированное положение. Значит длительность нахождения светлого участка дорожки против датчика должна соответствовать длительности одного оборота полумуфты.

В рассматриваемой системе после одного оборота полумуфты салазки перемещаются на 1 мм. Перемещение ленты 1 согласовано с вращением полумуфт благодаря тому, что лентопротяжный барабан вращается валом, на котором сидит зубчатое колесо 36. Включение лентопротяжного барабана производится электромагнитной муфтой 2.

После того как стол занял рабочее положение, автоматически включается соленоид 26 и движение от электродвигателя 25 через зубчатые передачи 24, 23, 22, однооборотную муфту 21, винтовую пару 27 и ряд конических передач сообщается кулачком 19 и 29. Первый из них действует на ролик 18 и, поднимая его, заставляет рычаг 17 поворачивать реечное колесо 16 сверлильной бабки, а второй — на ролик 28 и, поворачивая зубчатый сектор 30, перемещает зенковочную бабку.

Быстрый подвод инструментов, выполнение ими обработки и возвращение в исходное положение совершаются в течение одного оборота полумуфты 21.

В конце обратного хода зенкера срабатывает путевой датчик и салазки стола возвращаются в исходное положение.

На станке имеются два конечных выключателя. Они замыкаются по возвращении стола в исходное положение. Станок может повторить технологический цикл только в том случае, если в момент возвращения стола в исходное положение светлый участок нулевой (пятой) дорожки окажется против своего фотодатчика. Тогда фотодатчик даст сигнал, подготовляющий электрические цепи системы управления к продолжению работы.

Координатные столы представляют собой самостоятельный агрегат, состоящий из основания и двух взаимно перпендикулярных салазок — продольных и поперечных. Такой стол может быть установлен на сверлильном станке соответствующих размеров.

Продольные и поперечные салазки перемещаются независимо друг от друга. Их перемещение автоматизировано. Салазки дают возможность образовать и обработать отверстие в любой точке детали, закрепленной на координатном столе.

При последовательной обработке нескольких отверстий установка салазок в очередное рабочее положение производится по заранее разработанной программе.

Программное управление координатными столами может осуществляться при помощи аналоговых, импульсных или путевых цифровых схем. Распространены координатные столы с аналоговой или путевой системами цифрового программного управления.

В одном из таких столов с аналоговой системой программного управления программа перемещений салазок записывается

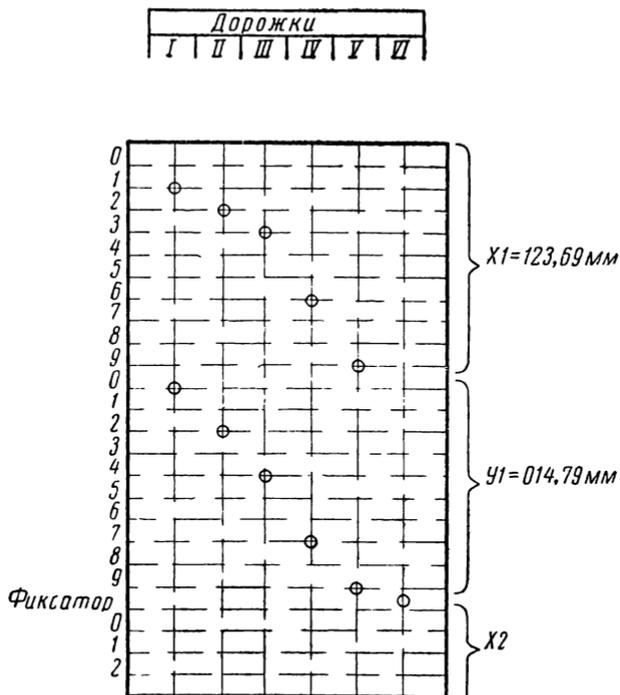


Рис. 155. Пример записи значения координат на перфорированной ленте

на шести дорожках перфорированной бумажной или пластмассовой ленты. Положение салазок относительно нулевой установочной точки принимается за начало координат. За нулевую установочную точку условно принят передний угол стола в момент, когда через него проходит ось сверлильного шпинделя.

Координаты, характеризующие рабочее положение салазок, записывают на ленте пятизначным числом — отдельно значение X и Y . Таким образом, положение стола, необходимое для обра-

ботки данного отверстия, характеризуется двумя координатами, указывающими смещение салазок относительно нулевой установочной точки.

Значения координат могут быть заданы с различной точностью: от тысячных долей миллиметра до нескольких миллиметров, в зависимости от того, с какой степенью точности может осуществить перемещение система управления. Предположим, что в рассматриваемом случае они заданы с точностью до $1/100$ мм. Это значит, что при записи пятизначным числом, три знака до запятой соответствуют сотням, десяткам и единицам миллиметров, а два знака после запятой — десятым и сотым долям миллиметра.

Чаще всего запись координат производят в десятичном исчислении. Для записи каждой из двух координат отводят на ленте десять строк (рис. 155). Первая строка соответствует цифре 0, вторая — 1, третья — 2 и т. д. до 9. Запись одной координаты осуществляется пробиванием пяти отверстий: количество сотен миллиметров пробивается в дорожке I, десятков — в дорожке II, единиц — в дорожке III, десятых долей миллиметра — в дорожке IV, сотых долей миллиметра — в дорожке V. Каждое отверстие пробивается в своей дорожке в той строке, которая соответствует пробиваемому знаку. Так, если надо записать число $XI^1 = 123,69$ мм, то для этого необходимо пробить пять отверстий: количество сотен (1) пробивается во второй строке дорожки I, количество десятков (2) — в третьей строке дорожки II, количество единиц (3) — в четвертой строке дорожки III, количество — десятых долей мм (6) — в седьмой строке дорожки IV и количество сотых долей мм (9) — в десятой строке дорожки V.

Непосредственно за значением координаты XI записывают значение координаты $YI = 014,79$. Таким образом, для записи обоих значений координат на ленте отводится двадцать строк. Последняя, двадцать первая строка, отведена для отверстия в дорожке VI, которое служит для установки ленты в рабочее положение.

Для расшифровки программы перемещения салазок схема управления координатного стола имеет дешифратор. Дешифратор состоит из металлической плиты, против которой расположены пружинные контактные стержни.

На каждую из первых пяти дорожек приходится по двадцати стержней — по одному против каждой строки. Для дорожки VI предназначен только один контактный стержень. Таким образом, дешифратор имеет 101 контактный стержень. Лента разъеди-

¹ Цифра, стоящая после X или Y, обозначает порядковый номер обрабатываемого отверстия.

няет контактные стержни и металлическую плиту, изолируя их друг от друга.

Когда лента занимает рабочее положение, двадцать один контактный стержень проходит сквозь ленту (в тех местах, где в ленте пробиты отверстия) и, вступая в контакт с металлической плитой, замыкает соответствующие электрические цепи. Десять контактов обеспечивают возникновение напряжения, пропорционального по величине значению X , десять контактов — возникновение напряжения, пропорционального значению Y , а один контакт дает сигнал о том, что лента заняла рабочее положение.

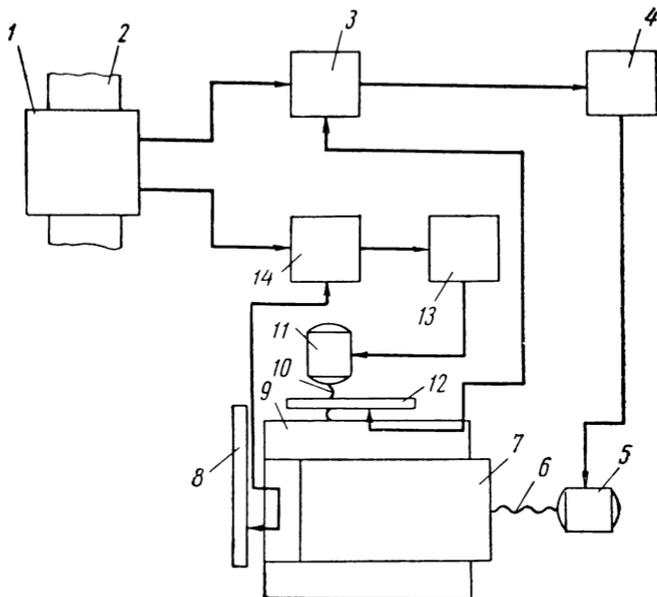


Рис. 156. Схема управления координатного стола

Напряжение, получаемое на выходе дешифратора 1 (рис. 156) и пропорциональное значению X , подается в сравнивающее устройство 3.

Сюда же поступает и напряжение от измерителя положения салазок — датчика обратной связи 12 (этот датчик непрерывно измеряет смещение продольных салазок 7 относительно нулевой установочной точки и напряжение на его выходе пропорционально этому смещению). Напряжение на выходе дешифратора пропорционально значению требуемого положения продольных салазок. В сравнивающем устройстве значение командного напряжения от дешифратора и напряжения от датчика обратной

248

связи сопоставляются между собой. Так как требуемое положение салазок отличается от предыдущего рабочего положения, то и сопоставляемые напряжения различны. Поэтому на выходе сравнивающего устройства появляется командный сигнал, знак которого зависит от того, какое из сравниваемых напряжений больше (т. е. в какую сторону надо перемещать салазки), а величина пропорциональна разности сравниваемых напряжений.

Командный сигнал усиливается в усилителе 4 и направляется к реверсивному электрическому двигателю 5, приводящему во вращение ходовой винт 6 продольных салазок. Направление вращения определяется знаком командного сигнала.

По мере продвижения продольных салазок напряжение на выходе датчика обратной связи меняется, постепенно приближаясь по величине к напряжению дешифратора. Как только координата X_1 действительного положения салазок станет равной по значению координате X требуемого их положения, уравниваются и напряжения дешифратора и датчика обратной связи. Это приводит к тому, что командный сигнал на выходе сравнивающего устройства становится равным нулю, подача напряжения к электродвигателю 5 прекращается и продольные салазки останавливаются.

Подобным же образом осуществляется перемещение поперечных салазок 9. Цепь управления состоит из сравнивающего устройства 14, усилителя 13, электрического двигателя 11, ходового винта 10 и датчика обратной связи 8. Так как запись значений X и Y на ленте прочитывается дешифратором одновременно, то и перемещение продольных и поперечных салазок происходит тоже одновременно.

После того как стол занял рабочее положение, производится обработка нужного отверстия. В период обработки отверстия лента 2 автоматически передвигается и к моменту окончания обработки система управления готова переместить салазки в следующее рабочее положение.

Система управления может включаться вручную и автоматически.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Пользуясь рис. 148, объясните, как действует пневматический скальчатый кондуктор.
2. В каких случаях вместо поршневых применяют диафрагменные пневматические двигатели? Чем отличаются односторонние диафрагменные пневматические двигатели от двухсторонних?
3. Какие дополнительные меры техники безопасности должны быть приняты при использовании пневматических кондукторов?
4. Пользуясь рис. 151, объясните, как автоматизируется перемещение сверлильного шпинделя.
5. Пользуясь рис. 152, объясните автоматизацию простого технологического цикла.

6. В чем особенность импульсных (аналоговых, путевых) систем программного управления?

7. Пользуясь рис. 154, объясните, как происходит установка салазок стола в рабочее положение и как осуществляется перемещение шпинделей.

8. Что представляет собой координатный стол?

9. Пользуясь рис. 155, расскажите, как на ленте записывается значение координаты.

10. Пользуясь рис. 156, объясните, в чем назначение датчика обратной связи. В чем назначение сравнивающего устройства?

Глава XX

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, РАСШИРЯЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКОВ

§ 61. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ РАСТАЧИВАНИЯ ОТВЕРСТИЙ

Растачивание кольцевых канавок. Сущность этой обработки заключается в том, что на некоторой глубине предварительно подготовленного отверстия образуют кольцевую канавку. Такие канавки нужны для смазки, сальниковых уплотнений и других целей.

Канавки образуют резцом, режущая кромка которого параллельна оси отверстия и имеет длину, равную ширине растачиваемой канавки.

Резец закрепляют в корпусе головки, присоединяемой к шпинделю. Опуская шпиндель, резец устанавливают в рабочем положении. После этого осевое перемещение головки прекращается и осуществляется поперечная подача резца до тех пор, пока резец образует в детали канавку требуемой глубины.

Растачивание кольцевых канавок производят специальным режущим инструментом, используя вспомогательное приспособление (рис. 157).

Приспособление для растачивания состоит из корпуса 4, внутри которого помещают скалку 1. Верхним концом скалку присоединяют к шпинделю. С корпусом скалку связывает штифт 6, пропущенный сквозь прямоугольный паз в скалке.

Пружинное кольцо 10 соединяет с корпусом 4 втулку 3. Между корпусом и втулкой установлен упорный шарикоподшипник 8.

При опускании шпинделя скалка, сжимая пружину 7, увлекает за собой корпус 4 со втулкой 3. Нижний конец этой втулки входит в кондукторную втулку 9, обеспечивая правильное расположение резца относительно оси отверстия. Перемещение втулки 3 и корпуса прекратится, и резец 2, установленный в корпусе 4, займет требуемое по высоте отверстия положение

в тот момент, когда выступ втулки 3 достигнет верхнего торца втулки 9. При дальнейшем перемещении скалки выступ 11 входит в соответствующую канавку резца и при дальнейшем опускании скалки заставляет резец перемещаться в направлении, поперечном оси отверстия. Это перемещение продолжается до тех пор, пока торец нижней гайки 5 не встретит на своем пути торец корпуса 4. Поворачивая гайки 5 по резьбе скалки 1 (при настройке), можно регулировать глубину растачиваемой кольцевой канавки.

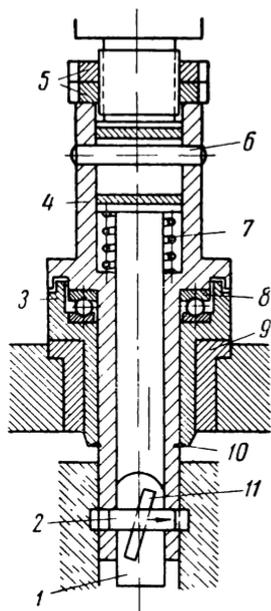


Рис. 157. Головка для расточки кольцевых канавок

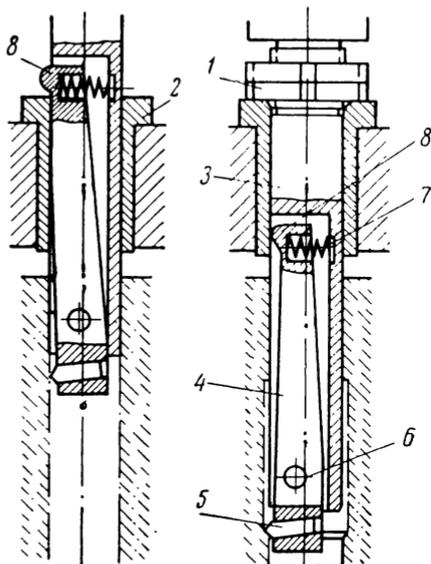


Рис. 158. Головка для растачивания продольных расширений

Растачивание продольных расширений в центральной части отверстия. Для осуществления этой обработки необходимо установить резец в отверстии на необходимой высоте, поперечной подачей углубить его в тело детали и после этого продолжить осевую продольную подачу для образования расширения заданной длины. Головка, служащая для растачивания продольных расширений, несложна по конструкции (рис. 158).

Скалка 3 присоединена к шпинделю сверлильного станка. В продольной прямоугольной прорези скалки устанавливают державку 4, которая может поворачиваться вокруг оси 6. На 252

нижнем конце державки установлен резец 5. Чтобы резец не мешал вводу скалки в отверстие, пружина 7, упирающаяся в верхний конец державки, удерживает резец в нерабочем положении. Выступ 8 державки 4 при опускании шпинделя упирается в торец кондукторной втулки 2, дальнейшее опускание шпинделя заставляет державку 4 повернуться вокруг своей оси, вследствие чего резец 5 врезается в тело обрабатываемой детали на глубину, необходимую для растачивания расширения.

Длину расширения устанавливают при помощи гаек 1.

Растачивание сферических расширений. Для этой обработки необходима специальная головка (рис. 159).

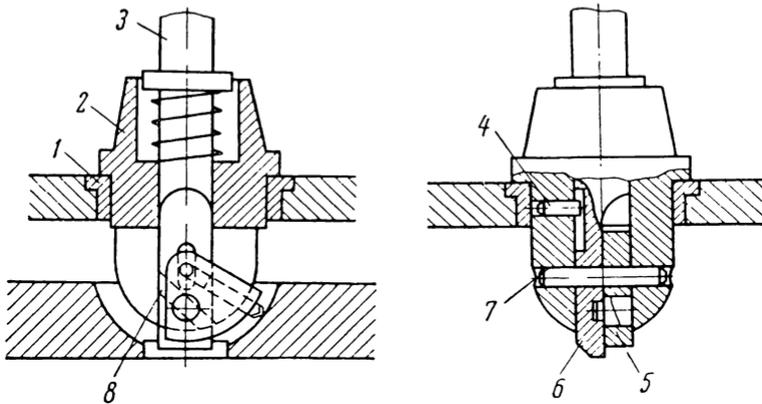


Рис. 159. Головка для растачивания сферических расширений

В корпусе 2 этой головки на оси 7 расположены скалка 3 и серьга 5, в которой закрепляют резец 6. Верхним концом скалку присоединяют к шпинделю.

На нижнем конце она имеет наклонный паз 8, в который входит торцовый зуб серьги. От проворачивания в корпусе скалку удерживает штифт 4.

При опускании шпинделя корпус входит в кондукторную втулку 1, что обеспечивает правильное положение резца относительно оси отверстия. Опускание корпуса прекратится и резец займет рабочее положение в тот момент, когда буртик корпуса встретит на своем пути торец кондукторной втулки. Дальнейшее опускание шпинделя заставит серьгу вместе с резцом 6 повернуться относительно оси 7. Так как корпус 2 продолжает при этом вращаться, то сочетание двух одновременных движений резца — вращения вокруг оси шпинделя и поворота вокруг оси 7 — приводит к образованию сферической поверхности.

§ 62. СВЕРЛЕНИЕ МНОГОГРАННЫХ ОТВЕРСТИЙ И ВЫРЕЗАНИЕ ОТВЕРСТИЙ В ЛИСТОВОМ МАТЕРИАЛЕ

Сверление многогранных отверстий. При сверлении цилиндрических отверстий сверло совершает два движения: вращательное (вокруг своей оси) и поступательное (вдоль оси). Для сверления многогранного отверстия (например, четырехгранного, рис. 160, *а*) необходимо одновременно сочетать три

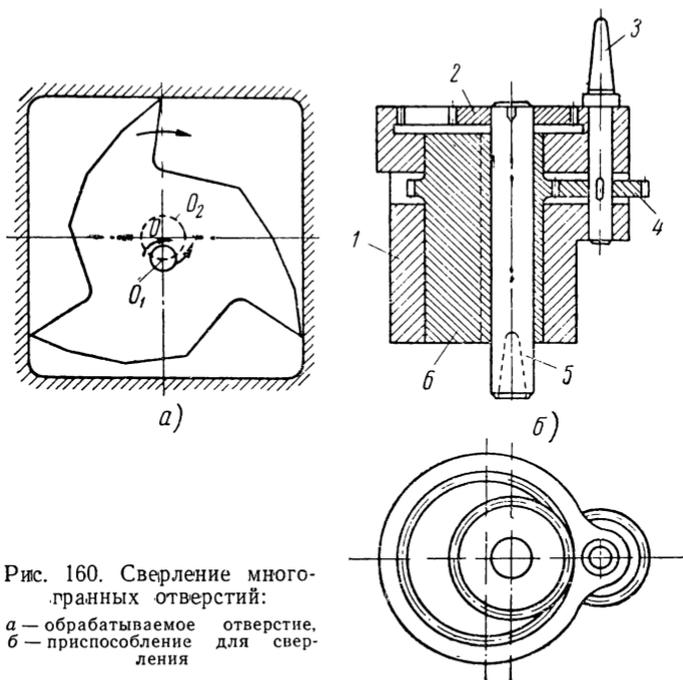


Рис. 160. Сверление многогранных отверстий:

а — обрабатываемое отверстие,
б — приспособление для сверления

движения: вращение сверла вокруг своей оси O_1 , вращение оси сверла по окружности O_2 определенного радиуса вокруг оси отверстия O и осевую подачу сверла.

Чтобы осуществить эти движения, используют специальное приспособление (рис. 160, *б*). Хвостовик 3 вставляют в шпindelь станка. Режущий инструмент устанавливают в шпindelь 5 приспособления, расположенный эксцентрично во втулке 6 . Вращение оси сверла по окружности O_2 происходит благодаря передаче движения от шпинделя станка втулке 6 через конусный хвостовик 3 и зубчатое колесо 4 .

В результате вращения втулки 6 зубчатое колесо 2 , закрепленное на шпинделе 5 приспособления, обкатывается по внутреннему зубчатому венцу невращающегося корпуса 1 и этим свер-

лу сообщается главное вращательное движение вокруг своей оси. При осевом перемещении шпинделя опускается и все приспособление, осуществляя осевую подачу сверла.

Многогранные отверстия образуют специальными сверлами, число режущих кромок которых должно быть на единицу меньше числа граней образуемого отверстия.

Вырезание отверстий в листовом материале. Сверление отверстий большого диаметра требует значительных затрат времени и энергии. Целесообразно производить вырезание таких отверстий резцами. Для этого предварительно сверлят отверстие небольшого диаметра (рис. 161). В него вставляют направляющий стержень 2 специальной режущей головки 1, обеспечивая правильное расположение резцов 3 относительно обрабатываемой детали 5. Конусным хвостовиком 4 державку присоединяют к шпинделю станка.

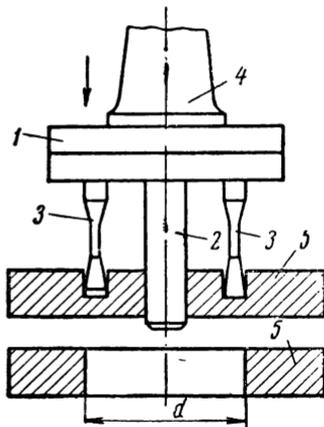


Рис. 161. Вырезание отверстий в листовом материале

В зависимости от диаметра вырезаемого отверстия в державке устанавливают два или четыре резца. Длина режущей кромки резцов бывает как одинаковой, так и различной.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Пользуясь рис. 157, объясните, как работает приспособление при растачивании кольцевых канавок.
2. Пользуясь рис. 158, объясните работу приспособления при растачивании продольных расширенных отверстий.
3. Пользуясь рис. 159, объясните работу приспособления для растачивания сферических расширений.
4. Какие движения должен совершать режущий инструмент для образования многогранных отверстий и как они осуществляются в приспособлении, изображенном на рис. 160, б?

Глава XXI

ГЛУБОКОЕ СВЕРЛЕНИЕ

§ 63. ВИДЫ ГЛУБОКОГО СВЕРЛЕНИЯ И ПРИМЕНЯЕМЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Глубоким сверлением называют сверление отверстий на глубину, превышающую диаметр сверла в 5 раз и более. В зависимости от технологии различают сплошное и кольцевое глубокое сверление.

При сплошном сверлении весь металл, занимавший место образуемого отверстия, превращается в стружку. При кольцевом сверлении по всей глубине образуемого отверстия растачивают кольцевую выточку, а стержень, оставшийся внутри этой выточки, постепенно выламывают или подрезают.

Сплошное сверление ведут спиральными и специальными сверлами. Спиральные сверла представляют собой двухкромочный режущий инструмент, специальные могут быть двухкромочными (двухстороннего резания) и однокромочными (одностороннего резания).

Сверла двухстороннего резания имеют две главные, две калибрующие и одну поперечную режущие кромки. У сверл одностороннего резания — одна главная и одна калибрующая режущие кромки; поперечная режущая кромка у них отсутствует.

Для кольцевого сверления применяют специальные многорезцовые головки с несколькими резцами, расположенными равномерно по окружности корпуса инструмента.

Сверление спиральными сверлами не может обеспечить прямолинейности оси отверстия. Это объясняется недостаточной жесткостью длинного спирального сверла. Под действием сил резания возникает продольный изгиб сверла (т. е. изгиб под действием силы, направленной вдоль оси) и оно начинает искривлять ось отверстия. Обычно сверло изгибается в период врезания в тело детали, когда основную роль в работе резания играет поперечная режущая кромка.

Неодинаковая заточка или затупление обеих режущих кромок сверла увеличивает отклонение (увод) оси отверстия от заданного направления. При использовании спиральных сверл возникают затруднения также при отводе стружки и подаче охлаждающе-смазывающей жидкости для резания к режущим кромкам.

Обеспечить спиральным сверлам более благоприятные условия работы помогают следующие меры:

а) предварительное центрование (засверливание) отверстия жестким укороченным сверлом с прямым углом при вершине, которое позволяет более правильно направить длинное сверло в период врезания в тело детали;

б) сверление глубокого отверстия двумя сверлами — сначала коротким, а затем длинным; первое сверление на глубину до пяти диаметров сверла дает направление длинному сверлу;

в) применение направляющих кондукторных втулок;

г) применение спиральных сверл с внутренним подводом охлаждающей жидкости.

Сверление специальными сверлами двухстороннего и одностороннего резания. При глубоком сверлении инструмент может вращаться, а обрабатываемая деталь оставаться неподвижной, или вращается деталь, а инструмент неподвижен, или деталь и инструмент вращаются в противоположные стороны.

При первом способе трудно получить прямолинейную ось обрабатываемого отверстия, совпадающего с осью вращения.

Если вращается обрабатываемая деталь, а инструмент неподвижен, его изгиб изменяет диаметр отверстия — появляется конусность, — но ось обрабатываемого отверстия не отклоняется от оси вращения обрабатываемой детали. Так как инструмент деформируется обычно в начале резания, то, просверлив отверстие на небольшую глубину, можно проверить правильность направления инструмента. Вращение обрабатываемой детали помогает двухкромочному инструменту занять правильное положение.

Это происходит потому, что при изгибе инструмента нагрузка режущих кромок становится неодинаковой — она больше у режущей кромки со стороны, в которую отклоняется инструмент. Поэтому радиальная составляющая менее нагруженной кромки окажется меньше кромки, более нагруженной. Так как эти силы направлены навстречу одна другой, то возникает результирующая радиальная сила, которая стремится вернуть режущий инструмент в правильное положение.

Конструкции большинства станков для глубокого сверления рассчитаны на осуществление вращательного движения обрабатываемой деталью. Для сверления отверстий малого диаметра необходима большая скорость вращения. Чтобы не вращать с такой скоростью громоздкие детали и детали со смещенным цент-

ром тяжести, применяют одновременное вращение обрабатываемой детали и режущего инструмента в противоположных направлениях.

Сочетание вращений детали и инструмента позволяет достигнуть значительной скорости резания при сравнительно небольшой скорости вращения обрабатываемой детали.

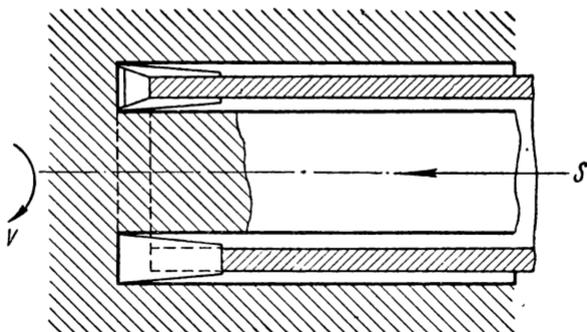


Рис. 162. Сверление глубоких отверстий с вырезанием кольцевой канавки

Кольцевое сверление применяют для обработки больших диаметров. При кольцевом сверлении вырезают кольцевую канавку, а внутреннюю часть (сердцевину), оставшуюся в отверстии в виде стержня (рис. 162), выламывают. Выламывание

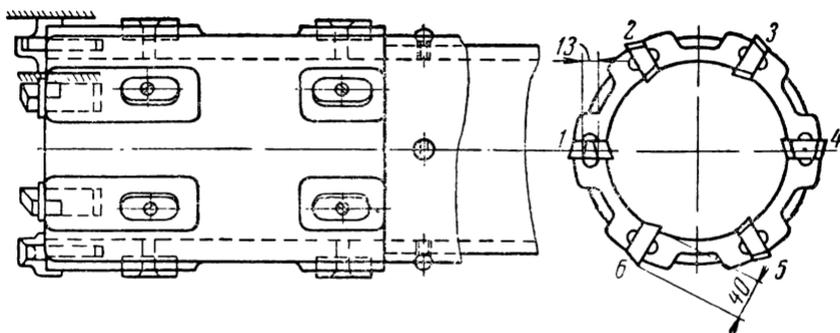


Рис. 163. Резцовая головка для кольцевого сверления

обычно проводят не по всей длине отверстия сразу, а частями, по мере углубления резцовой головки.

Резцовые головки (рис. 163) имеют полый корпус с закрепленными в нем резцами, расположенными диаметрально и рав-

номерно распределенными по окружности. Число резцов четное — от 6 до 12 для головок диаметром 30—150 мм. В рассматриваемой головке установлено 6 резцов.

Длина режущих кромок резцов неодинакова — каждый следующий резец имеет большую длину режущей кромки. Так, при обработке канавки шириной 40 мм первый резец имеет длину режущей кромки 13 мм, а последний — 40 мм.

Глубина кольцевой выточки, достигнув которой выламывают сердечник, зависит от диаметра отверстия. Для выламывания сердечника деталь, в которой образована выточка, устанавливают на мощный токарный станок и между сердечником и телом обрабатываемой детали вводят клин 1 (рис. 164, а), упирающийся в заднюю бабку. При вращении вала клин выламывает сердечник.

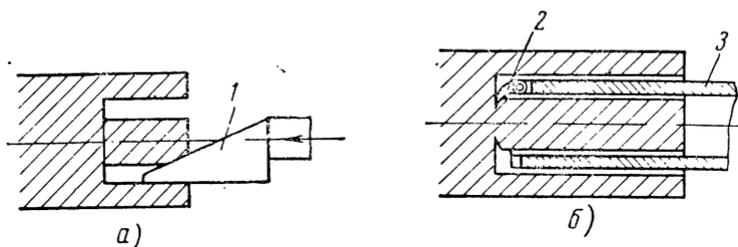


Рис. 164. Выламывание сердечника:
а — клином, б — путем подрезания

Так же выламывают сердечник после дальнейшего углубления кольцевой выточки.

Если сердечник имеет значительный диаметр, то его сначала подрезают у основания — в месте излома (рис. 164, б). Эту операцию выполняют на том же станке, на котором производят глубокое сверление, шарнирным резцом 2, закрепленным в трубчатой оправке 3. Иногда вместо шарнирного резца устанавливают фрезу, соединенную гибким валом со специальным электродвигателем.

При очень больших диаметрах кольцевого сверления сердечники удаляют целиком с тем, чтобы использовать их для изготовления из них деталей.

Сверление с двух сторон. Несмотря на все меры, принимаемые для того, чтобы обеспечить правильное направление инструмента, отклонение сверла от заданного направления при сверлении очень глубоких отверстий может оказаться все же значительным. Так, при сверлении валов длиной до 25 м отклонение сверла может достигнуть 5—8 мм. Поэтому обработку таких длинных валов производят с двух сторон.

При двухстороннем сверлении оси отверстий в месте встречи обычно несколько не совпадают (рис. 165). Последующая обработка отверстия растачиванием и развертыванием производится с одной стороны и позволяет получить требуемый диаметр и правильное расположение оси по всей длине отверстия.

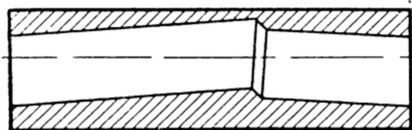


Рис. 165. Расположение отверстий при двухстороннем сверлении

§ 64. СПЕЦИАЛЬНЫЕ СВЕРЛА ДВУХСТОРОННЕГО РЕЗАНИЯ

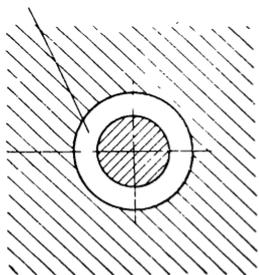
Сверла двухстороннего резания состоят из борштанги и режущей части, соединенных сваркой или винтами.

Поперечное сечение борштанги может быть различным. Основное применение находят три формы поперечного сечения:

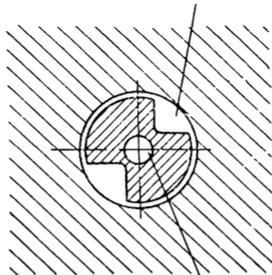
*Подвод охлаждающей
жидкости, отвод жид-
кости и стружки*

*Отвод жидкости
и стружки*

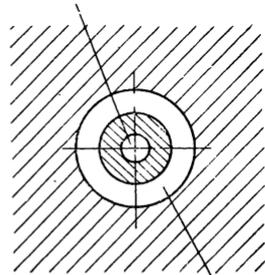
*Отвод жидкости
и стружки*



а)



*Подвод охлаждающей
жидкости*
б)



*Подвод охлаждающей
жидкости*
в)

Рис. 166. Формы поперечного сечения борштанги:
а — сплошная, б — со срезами, в — с отверстием и без срезов

без отверстия (рис. 166, а), со срезами (рис. 166, б) и отверстием без срезов (рис. 166, в). В первом случае жидкость подводится и отводится вместе со стружкой через пространство между телом борштанги и стенками обрабатываемого отверстия. Струж-

260

ка нередко застревает и для удаления ее приходится использовать металлический крючок.

Образование срезов значительно облегчает удаление стружки.

Использование борштанги с внутренним отверстием позволяет применить два способа отвода жидкости со стружкой: наружный и внутренний.

При наружном отводе жидкость для резания подают к режущим кромкам через внутреннее отверстие борштанги, а отводят ее вместе со стружкой через пространство между телом борштанги и стенками образуемого отверстия. При внутреннем отводе жидкость для резания подают к режущим кромкам через пространство между телом борштанги и стенками отверстия, а отвод ее со стружкой производят через канал внутри борштанги.

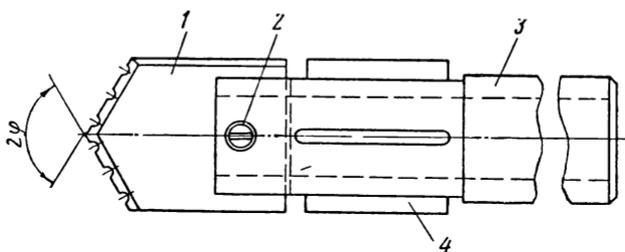


Рис. 167. Перовое сверло с отверстиями для глубокого сверления

Сверла с наружным отводом стружки. Основным видом двухкромочных сверл для глубокого сверления является перовое сверло (перка). Конструкции перовых сверл очень разнообразны.

Режущая часть наиболее простого по устройству перового сверла представляет собой плоскую пластину 1 (рис. 167), присоединенную к стеблю винтами 2. Рабочий конец пластины имеет заборную часть с двумя главными режущими кромками, образующими угол при вершине 2φ . Необходимые передние и задние углы режущих кромок получают при заточке передних и задних поверхностей. Для дробления стружки на главных режущих кромках образованы стружкоделительные канавки.

На поверхности стебля 3 сделаны канавки, в которые забивают направляющие кулачки 4.

Отверстие для винта 2 имеет диаметр, несколько больший диаметра винта. Это позволяет перке самоустанавливаться (самоцентрироваться) по оси вращения обрабатываемой детали. Режущую часть винтом 2 наглухо соединяют со стеблем после того, как цилиндрический участок сверла войдет в отверстие на глубину 10—20 мм.

Стебель, изображенный на рис. 167, выполнен полым. Подвод жидкости для резания производят через отверстие стебля, а отводят ее вместе со стружкой через пространство между стеблем и стенками отверстия. Для лучшего вымывания стружки жидкость подают под давлением около 6 кгс/см^2 .

Ступенчатое перовое сверло (рис. 168) напоминает сверло с двойной заточкой. Его главные режущие кромки состоят из ряда

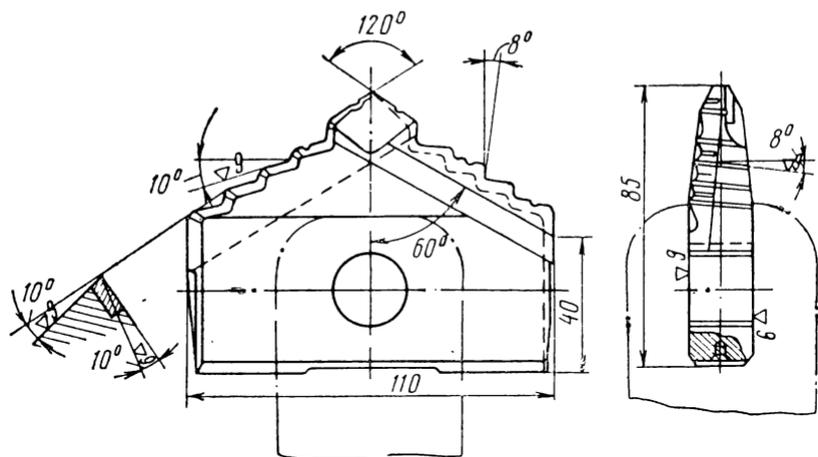


Рис. 168. Ступенчатое перовое сверло для глубокого сверления

симметрично расположенных ступеней. Количество ступеней N зависит от диаметра отверстия D и может быть определено по формуле

$$N = \frac{D}{15}.$$

У ступенчатого перового сверла передние углы образуют заточкой передней поверхности общей канавкой, проходящей вдоль всех ступеней, а задние углы — затылованием задних поверхностей каждой из ступеней режущих кромок в отдельности.

Режущая часть может быть выполнена целиком из быстрорежущей стали или оснащена пластинками из быстрорежущей стали (или из твердых сплавов).

Сверла с внутренним отводом стружки. В перовом сверле этого типа, изображенном на рис. 169, борштангой (стеблем) служит труба, в торце которой сделана прорезь для установки режущей части. В последней закреплены два штифта, входящие в поперечные прорези в трубе. Чтобы при выводе борштанги из отверстия режущая часть извлекалась вместе с

ней, режущую часть крепят к трубе двумя штифтами, вставляемыми в прорези. Направление потоков жидкости к месту резания и от него (вместе с вымытой им стружкой) показано на рисунке стрелками.

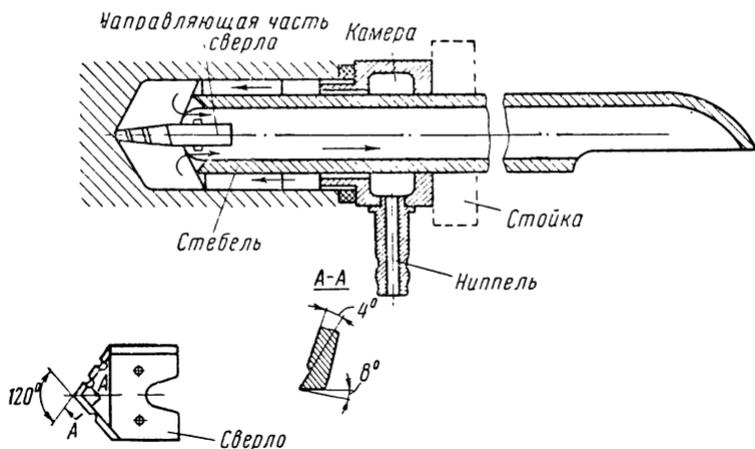


Рис. 169. Сверло с внутренним отводом стружки

§ 65. СПЕЦИАЛЬНЫЕ СВЕРЛА ОДНОСТОРОННЕГО РЕЗАНИЯ

Пушечные сверла. В заготовке, из которой изготавлиется пушечное сверло, рабочая часть имеет форму цилиндра. Для образования передней поверхности цилиндр срезают плоскостью AB (рис. 170, а), параллельной осевой плоскости и отстоящей от нее на расстоянии 0,2—0,5 мм. Если пушечное сверло предназначено для обработки сквозных отверстий, то главную режущую кромку ab , располагают наклонно к оси сверла под углом 10° . По всей длине главной режущей кромки заднюю поверхность затачивают под углом 10° .

Для уменьшения трения диаметр рабочей части сверла уменьшают по направлению к хвостовику на 0,03—0,05 мм на каждые 100 мм длины, поэтому калибрующая часть сверла aa_1 не параллельна оси сверла, а наклонена к ней под углом φ_1 .

Правильное направление сверла в отверстии обеспечивается полуцилиндрической формой его направляющей части. Чтобы уменьшить трение направляющего участка о стенки отверстия, по всей его длине под углом 30° снимают плоскую лыску.

Пушечные сверла для сверления глухих отверстий (рис. 170, б) отличаются от сверл, предназначенных для сквозных отверстий, тем, что главная режущая кромка ab перпендикулярна

оси сверла и имеет длину, несколько превышающую радиус образуемого отверстия (на 0,8 мм). Расположение режущей кромки перпендикулярно оси отверстия увеличивает осевую силу резания, а вместе с ней опасность продольного изгиба сверла.

Сверла одностороннего резания. Одно из этих сверл показано на рис. 171. Оно изготовлено из быстрорежущей

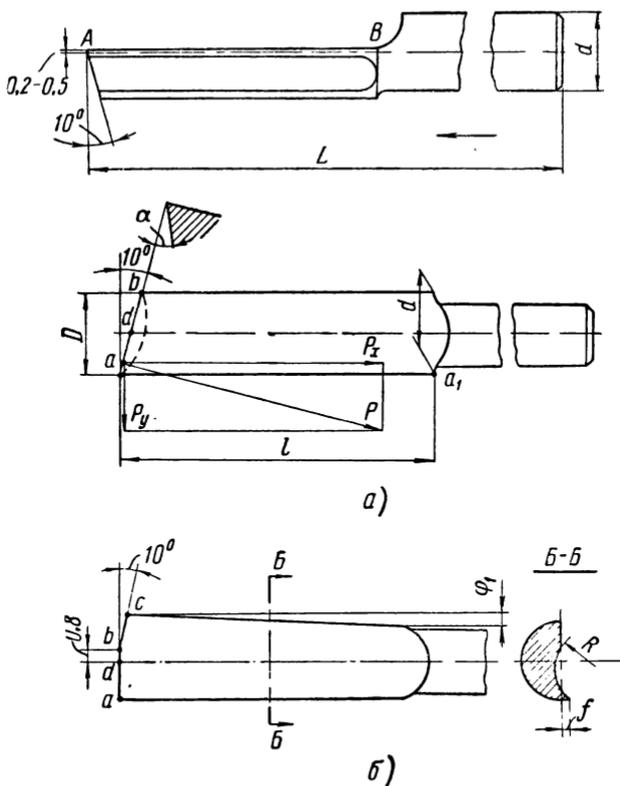


Рис. 170. Пушечные сверла:

a — для сквозных отверстий, *б* — для глухих отверстий

стали и соединяется с трубчатым стеблем (на рисунке не показан) резьбой. Наличие в сверле внутреннего канала, переходящего в канал трубчатого стебля, позволяет применить внутренний отвод стружки, которую вымывает жидкость, подаваемая под давлением.

Ступенчатый участок передней поверхности дробит и измельчает стружку, способствуя более свободному ее удалению. Направляющие участки на наружной поверхности сверла, соприка-

сающиеся со стенками отверстия, помогают правильно направить сверло в отверстие.

Ружейные сверла (рис. 172) состоят из режущей части и борштанги, которые представляют собой трубки, причем диаметр стебля несколько меньше диаметра рабочей части. Рабочую часть изготавливают из быстрорежущей стали и присоединяют к борштанге, выполненной из углеродистой стали.

Так как рабочая часть и борштанга имеют провальцованную продольную наружную канавку угловой формы $\omega = 100-120^\circ$, служащую для отвода жидкости со стружкой, то отверстие в рабочей части и в форме приобретает серповидную форму. Это отверстие служит для подвода жидкости к режущим кромкам. Чтобы жидкость способствовала удалению срезаемой стружки, она, как и при глубоком сверлении другими инструментами, подается под давлением.

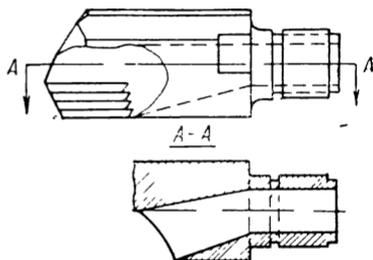


Рис. 171. Сверло одностороннего резания

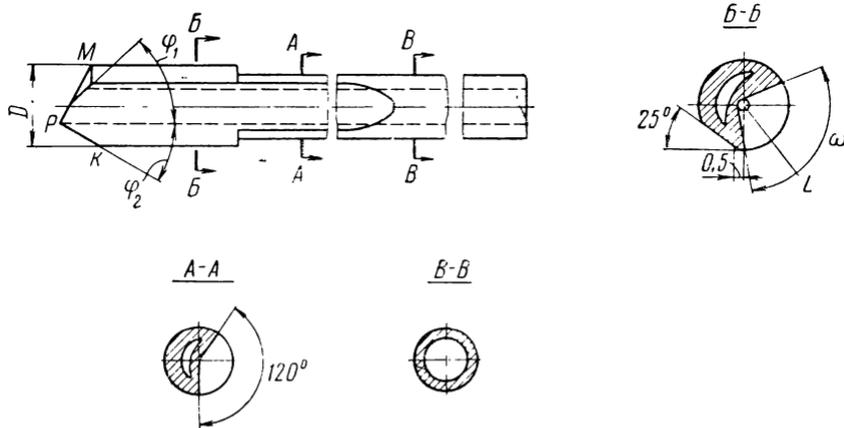


Рис. 172. Ружейное сверло

Шлифованная цилиндрическая стенка рабочей части, соприкасаясь со стенками обрабатываемого отверстия, обеспечивает заданное направление подачи сверла.

Ружейные сверла рассчитаны на одностороннее резание. Для этого их затачивают эксцентрично, образуя режущие кромки под углами $\varphi_1 = 50^\circ$ и $\varphi_2 = 70^\circ$. Смещение вершины сверла от оси сверла обычно составляет $0,25-0,20$ диаметра сверла.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Чем отличается сплошное глубокое сверление от кольцевого?
 2. В чем недостатки глубокого сверления спиральными сверлами?
 3. Что представляют собой специальные сверла двухстороннего резания? Как целесообразнее вести ими обработку: с вращающейся деталью или вращающимся инструментом?
 4. Как производят кольцевое сверление? Когда и как выламывают сердечник?
 5. Какую конструкцию имеют специальные сверла двухстороннего резания с внутренним и с наружным отводом стружки?
 6. Какова конструкция сверл одностороннего резания?
-

Глава XXII

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Понятие об организации и планировании производства. Всякое социалистическое машиностроительное предприятие представляет одно из звеньев народного хозяйства нашей страны и имеет определенный профиль — специализировано для выпуска ограниченной номенклатуры машин.

Современная машина — сложное устройство, состоящее из большого числа разнообразных элементов. Создание такой машины является продуктом коллективного труда большого числа инженерно-технических работников, рабочих и вспомогательного персонала. Работа этого коллектива основана на принципе разделения труда — каждый член коллектива выполняет определенную долю работы в соответствии со своей квалификацией и опытом. Для того чтобы избежать потерь времени и средств, обеспечить возможно большую производительность труда и возможно меньшую себестоимость выпускаемой продукции, надо организовать четкую работу коллектива: распределить обязанности между членами коллектива, сформулировать задачи каждого из них, согласовать работу отдельных членов коллектива во времени, обеспечить рабочие места всем необходимым для выполнения задания.

Основной целью капиталистического производства является извлечение максимально возможной прибыли на основе максимальной степени эксплуатации трудящихся. Иное дело в социалистическом производстве. Здесь средства производства (здания, оборудование и пр.) являются собственностью народа; на нужды народа идет и прибыль, получаемая в результате деятельности данного предприятия. Это создает возможность согласовать деятельность предприятий, смежных по характеру выпускаемой продукции, применительно к интересам народного хозяйства и осуществить плановое руководство ими в целях максимально-го удовлетворения непрерывно растущих материальных и культурных потребностей всего общества. В социалистическом предприятии непрерывное развитие и совершенствование техники

служит целям не только повышения производительности и снижения себестоимости продукции, но и всемерному облегчению условий работы трудящихся.

В своей работе социалистические предприятия широко используют принцип кооперирования — получения со специализированных предприятий тех заготовок, деталей или узлов, которые нецелесообразно изготавливать на данном предприятии. Так, многие предприятия получают литье со специализированных литейных заводов для того, чтобы не создавать или не развивать своих литейных цехов.

Деятельность социалистического предприятия определяется общегосударственными интересами народного хозяйства. Эти интересы выражены в техпромфинплане предприятия на предстоящий год и в перспективных планах развития предприятия на более длительные отрезки времени (пять, семь или более лет).

Главным составным элементом техпромфинплана является производственная программа предприятия. Она определяет, какую продукцию, в каких количествах и в какие сроки оно должно выпустить в течение года. При составлении производственной программы учитываются производственные площади и располагаемое на них оборудование.

В техпромфинплане предусматриваются и качественные показатели работы предприятия в планируемый период: повышение производительности труда, численность коллектива по категориям работников, фонды заработной платы, план снижения себестоимости, другие показатели. Здесь же указываются материалы и денежные средства, выделяемые предприятию для выполнения производственной программы.

На основе техпромфинплана для всего предприятия соответствующие отделы завода составляют производственные задания с соответствующими показателями для отдельных цехов или участков завода.

Для того чтобы выполнить производственную программу техпромфинплана, предприятию необходимо осуществить ряд мероприятий, улучшающих организацию производства и совершенствующих технологию изготовления выпускаемой продукции. Все эти мероприятия планируются заранее и объединяются в плане организационно-технических мероприятий (оргтехплан). В нем указываются не только содержание намечаемого мероприятия, но и ожидаемый экономический результат его внедрения.

Типы производства. В зависимости от номенклатуры и количества выпускаемых изделий различают массово-поточные, серийные и единичные производства.

В массовом производстве на каждом рабочем месте выполняется узкий круг работ — определенная операция на определен-

ной детали или на небольшом числе однотипных деталей. Это дает возможность подобрать для выполнения данной работы оборудование, наиболее подходящее по размерам, мощности, и в максимальной степени механизировать и автоматизировать процесс обработки. В массовом производстве оборудование расставлено в порядке последовательности выполнения операций (поточное производство). Такое расположение оборудования позволяет перемещать детали в процессе изготовления в одном направлении (возможность использования конвейера) и упрощает планирование технологического процесса.

В серийном производстве на каждом рабочем месте выполняются ряд операций на одной и той же или нескольких различных деталях. Возможность использования специальных станков и степень механизации и автоматизации здесь ниже, чем в массовом производстве.

В единичном производстве на каждом рабочем месте выполняются разнообразные работы. Основной вид оборудования в этом производстве — универсальные станки. Специальные станки здесь применяются в исключительных случаях. Возможность механизации и автоматизации процессов ограничена.

Для того чтобы использовать преимущества массово-поточного производства, применяют групповую обработку деталей — закрепляют за определенными рабочими местами детали со сходной технологией обработки на данной операции.

Управление социалистическим машиностроительным предприятием. Во главе предприятия стоит директор, осуществляющий руководство всей его производственной и финансово-хозяйственной деятельностью.

Главный инженер является первым заместителем директора предприятия. Он отвечает за проведение правильной технической политики, совершенствование техники, технологии и организации производства.

Заместитель директора по материально-техническому снабжению ведаёт материально-хозяйственными вопросами.

Главному инженеру подчинены цехи завода; он руководит производством и работой по внедрению новой техники и осуществлению технического прогресса на заводе с помощью следующих отделов: отдела главного технолога, отдела главного конструктора, отдела главного металлурга, инструментального отдела, отдела главного механика, отдела главного энергетика.

Отдел главного технолога разрабатывает и внедряет новую технологию, наблюдает за соблюдением в цехах разработанной технологии.

Отдел главного конструктора разрабатывает конструкции новых машин, руководит изготовлением опытных их образцов, совершенствует конструкции старых машин.

Отдел главного металлурга осуществляет те же задачи, что

и отдел главного технолога, но в отношении металлургических и заготовительных цехов.

Инструментальный отдел следит за обеспечением технологической оснасткой (инструментами, приспособлениями) цехов завода и за правильной ее эксплуатацией.

Отдел главного механика отвечает за исправное состояние оборудования, за соблюдение сроков его ремонта и руководит работой ремонтных цехов завода.

Отдел главного энергетика обеспечивает снабжение электроэнергией предприятия и руководит работой энергоцеха:

В ведении заместителя директора по материально-техническому снабжению находятся отделы: материально-технического снабжения, кооперирования, транспортный, финансово-сбытовой, административно-хозяйственный, жилищно-коммунальный.

В непосредственном ведении директора находятся такие отделы: плано-экономический отдел, отдел труда и заработной платы, главная бухгалтерия, отдел технического контроля, отдел капитального строительства.

Отдел плано-экономический разрабатывает производственные задания для цехов и участков предприятия, анализирует результаты деятельности цехов, участков и предприятия в целом.

Отдел труда и зарплаты совместно с отделами главного технолога и главного металлурга разрабатывает мероприятия по повышению производительности труда, по разработке и внедрению прогрессивных норм выработки, анализирует деятельность предприятия в этом направлении, обеспечивает правильное использование фондов зарплаты.

Главная бухгалтерия ведет учет расходования отпущенных предприятию средств.

Отдел технического контроля осуществляет контроль за качеством продукции и разрабатывает мероприятия для его повышения.

Отдел капитального строительства ведает выполнением всех капитальных работ (строительство новых зданий и пр.).

Руководство цехом осуществляет начальник цеха. В этом ему помогают ряд бюро, выполняющие в цехе такие же задачи, какие для всего предприятия выполняют соответствующие отделы завода. Начальнику цеха подчинены мастера (начальники) участков. Мастер (начальник) участка обладает правами:

а) принимать на работу и производить расстановку рабочих по рабочим местам;

б) присваивать рабочим тарифные разряды в соответствии с их квалификацией и существующим на предприятии положением;

в) премировать рабочих за высокие производственные показатели в соответствии с премиальной системой, принятой на данном предприятии;

г) не допускать работ на неисправном оборудовании или с использованием неисправных инструментов и приспособлений из недоброкачественного сырья или заготовок.

Мастер отвечает за выполнение производственного задания своего участка по всем количественным и качественным показателям.

Управление производством в нашей стране подчинено интересам всего общества. Естественно поэтому, что в деятельности предприятия и в управлении им активное участие принимает общественность. Она принимает участие в улучшении организации производства, совершенствовании технологии, создании и внедрении новой техники, способствует выявлению и устранению недостатков и т. д. Формы этого участия многообразны. Основными из них являются: массовое участие рабочих и инженерно-технических работников в рационализаторской деятельности, постоянно действующие производственные совещания, организуемые в соответствии с решениями ноябрьского Пленума ЦК КПСС (1962 г.), производственные комитеты и т. д.

Общественные организации завода (партийный комитет КПСС и заводской комитет профессионального союза) способствуют укреплению трудовой дисциплины, развитию социалистического соревнования и производственной инициативы, развитию критики и самокритики, следят за улучшением условий труда и быта рабочих.

Глава XXIII

ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ И ОПЛАТА ТРУДА

Социалистический принцип оплаты труда. В соответствии со ст. 12 Конституции СССР оплата труда производится в зависимости от его качества и количества. Количество труда, которое должно быть израсходовано на выполнение данной работы, характеризуется нормой времени или нормой выработки, а качество труда — квалификацией выполняемой работы.

§ 66 НОРМИРОВАНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ РАБОТЫ

Норма времени. Нормой времени называется время, назначенное для выполнения данного задания в определенных организационно-технических условиях и исчисляемое в минутах или в часах.

В зависимости от способа определения различают опытные, статистические и технические нормы времени.

Опытные нормы устанавливают на основе опыта нормировщика (мастера), опытно-статистические — на основе статистических данных о фактических затратах времени на выполнение такой же или аналогичной работы. Как те, так и другие, как правило, не соответствуют действительной трудоемкости выполняемой работы, недостаточно технически обоснованы и не отвечают задачам повышения производительности труда.

Более совершенны технические нормы времени. Технической нормой времени называют время, необходимое для выполнения данной работы в условиях наилучшей организации труда и применения опыта новаторов производства. Техническую норму рассчитывают при помощи разработанных для этого руководящих материалов (нормалей). Расчет ведут по элементам, составляющим техническую норму: отдельно рассчитывают подготовительно-заключительное и отдельно штучное время. Схематически структура технической нормы представлена на рис. 173.

Подготовительно-заключительное время учитывает затраты

времени на подготовку к выполнению данной работы и на ее завершение. Подготовка включает в себя получение документации (чертежа, наряда, технологической карты) и ознакомление с ней, получение заготовок, инструмента и приспособлений из кладовых или подбор их на рабочем месте, получение инструктажа, наладку станка. Завершение задания включает в себя снятие со станка инструмента и приспособлений, сдачу их и готовой продукции, уборку рабочего места после выполнения задания.

Подготовительно-заключительное время назначают для всей партии деталей и длительность его не зависит от числа деталей в партии.

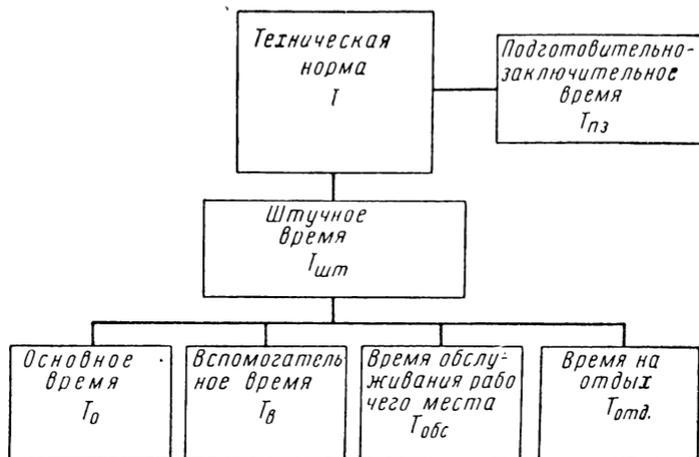


Рис. 173. Структура технической нормы времени

Штучное время учитывает затраты времени на изготовление каждой детали или целой партии, состоящей из определенного количества деталей. Чтобы удобнее было вести расчет, штучное время делят на основное время, вспомогательное время, время обслуживания рабочего места и время на отдых и естественные потребности, каждое из которых подсчитывают отдельно.

Основное время (T_o). При выполнении сверлильных работ основное время представляет собой время, в течение которого непосредственно производится резание. В зависимости от способа подачи режущего инструмента или обрабатываемой детали оно может быть машинным или машино-ручным. В первом случае подача совершается механически, а во втором — вручную.

Рабочая подача начинается незадолго до соприкосновения инструмента с деталью.

Углубление инструмента в тело детали происходит на участке l_1 (рис. 174), называемом длиной врезания. Величина l_1 зависит от вида режущего инструмента и характера выполняемой обработки. Для сверления l_1 принимают равной $\frac{D}{3}$.

Пример 1. Определить норму основного времени для сверления сквозного отверстия диаметром 9 мм и глубиной 20 мм при скорости вращения шпинделя 1000 об/мин и подаче 0,2 мм/об.

Решение.
$$T_o = \frac{l + l_1 + l_2}{n \cdot s} = \frac{20 + 3 + 1}{1000 \cdot 0,2} = 0,12 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время (T_v) учитывает затраты времени на установку, зажатие, освобождение и снятие детали, на осуществление приемов управления станком, на смену инструмента, повторяемую при обработке каждой детали данной партии, на измерение обработанных отверстий и т. д.

Оперативное время. Сумму основного и вспомогательного времени называют оперативным временем.

Время обслуживания рабочего места ($T_{обс}$) учитывает затраты времени на поддержание в порядке рабочего места при работе. Сюда входит подготовка рабочего места в начале смены (если она не совпадает с началом выполнения задания), устранение мелких неисправностей

в течение рабочего дня (сшивание порвавшегося ремня, несложное регулирование станка), смена затупленного инструмента, уборка в течение рабочего дня рабочего места и т. д. Норму времени обслуживания рабочего места выражают в процентах к оперативному времени (от 2 до 4%).

Время на отдых и естественные надобности ($T_{отд}$). Норму времени $T_{отд}$ также выражают в процентах к оперативному времени.

Расчет штучного времени. Для большинства работ время $T_{обс}$ и $T_{отд}$ можно принять равным 5% от оперативного времени. Тогда, учитывая, что $T_{шт} = T_o + T_v + T_{обс} + T_{отд}$, расчет штучного времени ведут по формуле

$$T_{шт} = 1,05 (T_o + T_v).$$

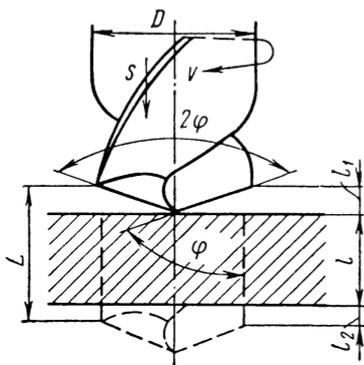


Рис. 174. Схема определения расчетной длины рабочего хода сверла при сверлении одного отверстия

Расчет основного времени производят на основе выбранных для обработки режимов резания, а вспомогательное время рассчитывают, пользуясь специально для этого разработанными нормативами. В этих нормативах указана длительность всех приемов, возможных при обработке на сверлильных станках. Зная, какие вспомогательные действия необходимы для выполнения заданной работы, можно при помощи нормативов установить их длительность.

Пример 2. Определить норму штучного времени для сверления отверстия в условиях, аналогичных указанным в примере 1, если вспомогательное время составляет 0,3 мин.

Решение. Принимая время на $T_{\text{обс}}$ и $T_{\text{отд}}$ равным 5% от оперативного времени, получим:

$$T_{\text{опер}} = 0,12 + 0,30 = 0,42 \text{ мин.},$$

$$T_{\text{шт}} = 1,05 (T_o + T_v) = 1,05 \cdot 0,42 = 0,44 \text{ мин.}$$

Н о р м а в ы р а б о т к и. Нормой выработки называют задание, выраженное числом деталей, подлежащих обработке в единицу времени (обычно час или смену). Норму выработки определяют на основе технической нормы.

Если обозначить техническую норму времени через T , норму выработки в штуках через $T_{\text{выр}}$, а единицу времени, для которой определяется норма выработки (час, смена), T_p , то

$$T_{\text{выр}} = \frac{T_p}{T}.$$

Так, если норма времени составляет 20 мин. на 1 шт., то при семичасовом рабочем дне норма выработки за смену составляет

$$T_{\text{выр}} = \frac{420}{20} = 21 \text{ шт.}$$

Значение технического нормирования. Установление технических норм, соответствующих действительной трудоемкости выполняемой работы, обеспечивает реализацию социалистического принципа оплаты труда, создает материальную заинтересованность рабочего в повышении производительности труда за счет совершенствования инструмента и приспособлений, улучшения организации рабочего места, применения более рациональной технологии и режимов резания.

Правильно поставленное техническое нормирование на предприятии заставляет административно-техническое руководство цеха и завода устранить организационные и технические неполадки, препятствующие выполнению действующих технических норм, указывает пути совершенствования производства.

Знание технических норм необходимо для калькуляции стоимости выпускаемой продукции, для планирования загрузки рабо-

чих мест, планирования необходимого оборудования и рабочей силы, так как оно позволяет правильно оценить пропускную способность металлорежущего оборудования.

Фотография рабочего времени представляет собой наблюдение и запись всех без исключения действий исполнителя и затрат рабочего времени на протяжении заданного отрезка времени.

Фотография рабочего времени может быть индивидуальной, если наблюдают за действиями одного рабочего, и групповой, если записывают одновременно действия нескольких рабочих.

Для записи результатов фотографирования рабочего времени и их последующей обработки используют специально для этого предназначенные листы наблюдений и листы обработки фотографий.

В лист наблюдения заносят подробные данные об исполнителе (квалификация, стаж и т. д.) и условиях выполняемой работы. Во время наблюдений сюда записывают все действия исполнителя и сколько времени он расходовал на каждое действие. Действия исполнителя могут быть записаны с различной степенью их детализации.

При фотографии рабочего времени отмечают все потери рабочего времени с указанием их причины: простой по вине рабочего, из-за отсутствия заготовок, из-за отсутствия тока. Точная фотография рабочего времени позволяет устранить многие производственные недостатки. На основе фотографии можно:

а) установить затраты времени на простой, перерывы, непроизводительные работы и выявить причины, вызывающие их;

б) определить загрузку рабочих и оборудования в бригаде, на участке или в цехе и предложить наиболее рациональное распределение работы;

в) установить фактическое распределение времени между подготовительной, основной и вспомогательной работами.

Фотография рабочего времени помогает решить также ряд других производственных задач.

Хронометраж тоже представляет наблюдение и запись действий исполнителя и затрат на них времени. Но при хронометраже наблюдают только за повторяющимися действиями, главным образом за приемами. Поэтому документация, применяемая для хронометража, несколько отличается от применяемой для фотографии рабочего времени.

Перед началом хронометража в лист наблюдения заносят те же данные об исполнителе и условиях работы, что и при фотографии. Кроме того, наблюдаемую обработку расчленяют на отдельные приемы и переходы, и названия их записывают в лист наблюдения в порядке выполнения. Иногда приемы, когда наблюдают только за отдельными из них, расчленяют на составляю-

шие их движения. Необходимо измерять длительность приемов или движений при обработке значительного числа деталей данной партии. Тогда полученное среднее значение будет больше соответствовать истинным затратам времени.

На основе тщательного анализа результатов хронометража можно:

а) найти исходные данные о длительности отдельных приемов для составления руководящих материалов для технического нормирования;

б) установить норму времени на выполнение данной операции;

в) изучить причины невыполнения нормы времени и наметить мероприятия для их устранения;

г) выявить лишние приемы, движения и наметить способы устранения их в целях повышения производительности труда;

д) изучить работу новаторов производства и разработать мероприятия для передачи их опыта другим рабочим.

§ 67. ТАРИФИКАЦИЯ РАБОТ И СИСТЕМЫ ОПЛАТЫ ТРУДА

Т а р и ф и к а ц и я р а б о т. На сверлильных станках выполняют работы различной сложности, требующие рабочих разной квалификации. На машиностроительных заводах все виды работ в зависимости от их сложности делят на разряды.

Характеристика того, что должен знать и что должен уметь рабочий каждого разряда, а также типичные для этого разряда сверлильные работы указаны в тарифно-квалификационном справочнике. Сопоставляя знания, необходимые для выполнения задания с характеристиками различных разрядов справочника, можно определить квалификацию работы, поручаемой рабочему.

Коллективный договор, заключаемый между предприятием и профсоюзом, предусматривает применение определенной тарифной ставки первого разряда, определяющей стоимость одного часа работы. Для того чтобы оплата труда соответствовала его качеству (квалификации), каждому более высокому разряду присвоена и более высокая тарифная ставка (расчетный заработок в час), определяемая тарифной сеткой. Сетка состоит из тарифных коэффициентов, показывающих, во сколько раз тарифная ставка данного разряда больше, чем тарифная ставка первого разряда.

С и с т е м ы о п л а т ы т р у д а. Основным видом оплаты труда рабочих, выполняющих сверлильные работы, является прямая сдельная оплата. Суть ее заключается в следующем. Сдельную расценку определяют отдельно для подготовительно-заключительного и штучного времени, для чего умножают техническую норму на тарифную ставку разряда работы. Заработок рабочего складывается из оплаты за подготовительно-заключительное время, независимо от числа выполненных деталей, и из произве-

дения сдельной расценки за штучное время на число выполненных единиц продукции. Чем выше производительность труда рабочего, чем больше число обработанных им деталей, тем выше и его заработок.

Пример 3. Определить заработок рабочего, обработавшего за смену 100 деталей при норме подготовительно-заключительного времени $T_{п.з} = 20$ мин., норме штучного времени $T_{шт} = 4,5$ мин., и тарифной ставке данного разряда работы 42 коп. в час (0,7 коп. в мин.).

Решение. Сдельная расценка

$$P_{п.з} = 20 \cdot 0,7 = 14 \text{ коп.}$$

$$P_{шт} = 4,5 \cdot 0,7 = 3,15 \text{ коп.}$$

Заработок Z за обработку в течение смены 100 деталей

$$Z = 14 + 3,15 \cdot 100 = 3 \text{ р. } 29 \text{ к.}$$

Сдельно-прогрессивная оплата труда отличается от прямой сдельщины тем, что установленная на основе технической нормы сдельная расценка остается неизменной до тех пор, пока перевыполнение нормы не достигнет определенного, заранее установленного предела. За каждую деталь, выполненную сверх этого предела, рабочему оплачивается по повышенной на определенной процент расценке.

Пример 4. На предприятии действует следующая шкала сдельно-прогрессивной оплаты (табл. 25).

Таблица 25

Выполнение технической нормы	Оплачиваемые детали	Сдельная расценка
До 110%	Все выполненные детали	P
	Детали, выполненные в пределах 110%	P
110—125%	Каждая деталь, выполненная в пределах 110—125%	1,3 P
	Детали, выполненные в пределах 110%	P
	Детали, выполненные в пределах 110—125%	1,3 P
	Детали, выполненные в пределах 125—140%	1,5 P

Определить заработок рабочего при норме выработки 100 деталей за смену и действительном выполнении 130 шт. Сдельная расценка — 3 коп. за штуку.

Решение. В соответствии со шкалой прогрессивной оплаты:

а) заработок за выполнение 110 шт.

$$110 \cdot 3 = 3 \text{ р. } 30 \text{ к.}$$

б) заработок за выполнение 15 шт. (от 111 до 125)

$$15 \cdot 1,3 \cdot 3 = 58 \text{ коп.}$$

в) заработок за выполнение 5 шт. (от 126 до 130)

$$5 \cdot 1,5 \cdot 3 = 22 \text{ коп.}$$

Итого полный заработок:

$$3 \text{ р. } 30 \text{ к.} + 58 \text{ коп.} + 22 \text{ коп.} = 4 \text{ р. } 10 \text{ к.} \text{ вместо } 130 \cdot 3 = 3 \text{ р. } 90 \text{ к., причитающихся при прямой сдельщине.}$$

Значительно реже применяется повременная оплата, т. е. оплата по фактически затраченному на выполнение работы времени.

Интенсивность труда при сдельной оплате обычно выше, чем при повременной, так как создается большая материальная заинтересованность рабочего. Поэтому и тарифная ставка сдельщика выше, чем повременщика.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое техническая норма? В чем различие между технической нормой и нормой выработки?

2. Какие затраты времени учитывает подготовительно-заключительное время? В какой зависимости находится оно от числа штук в партии?

3. Из каких элементов состоит штучное время? Какие затраты времени учитывает каждый из этих элементов?

4. Что такое прямая сдельная оплата труда? Чем она отличается от сдельно-прогрессивной?



Глава XXIV
ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА

§ 68. РАБОЧЕЕ МЕСТО И ЗНАЧЕНИЕ ЕГО ПЛАНИРОВАНИЯ

Рабочее место — это участок цеха, закрепленный за данным рабочим. На рабочем месте сверловщика находятся сверлильный станок, шкафчик, в котором хранятся инструменты, приспособления и принадлежности станка, техническая документация к выполняемой работе, заготовки, подлежащие обработке, и обработанные детали, измерительный и резервный режущий инструменты (рис. 175).

Значение планирования рабочего места. Расположение на рабочем месте шкафчика, технической документации, заготовок и деталей оказывает существенное влияние на производительность выполняемой работы. Процесс обработки деталей требует выполнения разнообразных приемов: установки и крепления заготовки, освобождения и снятия обработанной детали, управления станком, проверки качества выполненной работы и т. д. Для их осуществления рабочий совершает большое число разнообразных движений, суммарная длина которых в течение рабочей смены может достигать иногда нескольких километров. Выполнение этих движений требует больших затрат времени и приводит к значительному утомлению исполнителя. Правильное планирование рабочего места, устраняя лишние движения, экономит расходуемое время и уменьшает утомление рабочего.

§ 69. РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ ТРУДОВЫХ ДВИЖЕНИЙ

Рационализация трудовых движений, т. е. сокращение их длины, правильное распределение между обеими руками и устранение лишних движений является действенным средством повышения производительности труда и снижения утомляемости рабочего.

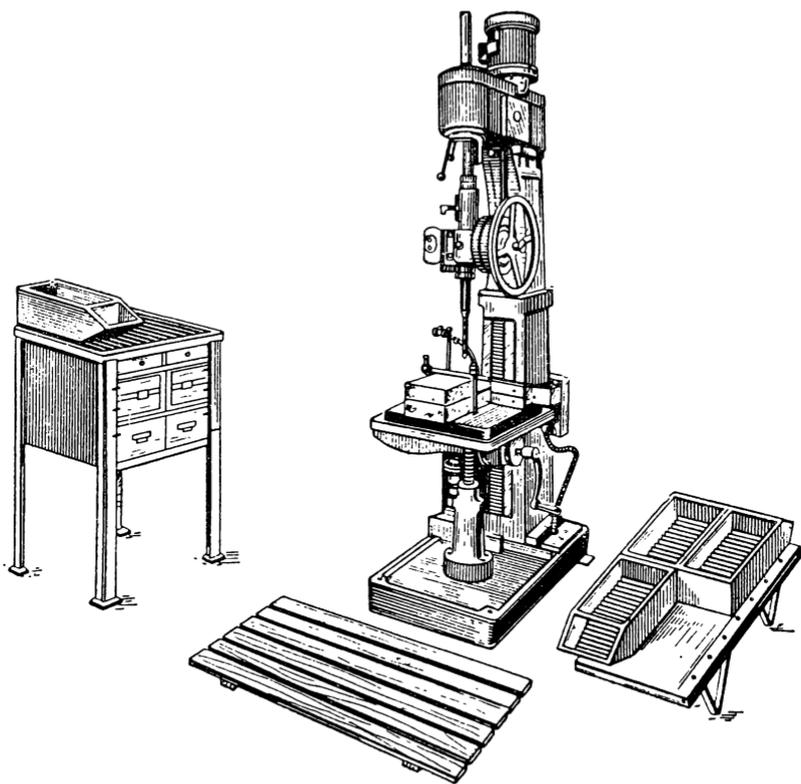


Рис. 175. Рабочее место сверловщика

При рационализации трудовых движений на каждом из них экономятся секунды и доли секунд, но секунды экономии на выполнении одних движений складываются с секундами экономии на выполнении других; в течение дня одни и те же движения повторяются многократно (так, при обработке собачек ходового колеса на часовом заводе рабочий в течение смены вынимает деталь из приспособления 2400 раз) и суммарная экономия составляет значительную долю общих затрат времени на выполнение данной работы. Рационализация трудовых движений решающим образом сказывается на повышении производительности труда, особенно, если она сочетается с техническими усовершенствованиями, преследующими ту же цель — сокращение затрат времени.

Научный метод рационализации трудовых движений. Инженер Ковалев первым заметил, что успехи новаторов одной профессии зависят нередко от рационализации совершенно разных приемов: у одного новатора наиболее четко отработаны и выполняются более совершенно с минимальными затратами времени одни приемы, у другого — другие.

Допустим, что два новатора производства выполняют одну и ту же работу, состоящую из трех приемов. Общая длительность этой работы у них одинакова — 3 мин., но длительность отдельных приемов у каждого различна (табл. 26)

Т а б л и ц а 26

Последовательность приемов	Длительность отдельных приемов, мин.	
	у первого новатора	у второго новатора
1-й прием	1,2	0,6
2 »	0,7	1,5
3 »	1,1	0,9
Итого	3,0	3,0

Если первого новатора научить выполнять первый и третий приемы с меньшими затратами времени, так, как это делает второй, отработавший их более четко, а второго новатора — выполнять второй прием так, как его делает первый новатор, то затраты времени у каждого из них значительно сократятся. Вместо 3 мин. на выполнение той же работы будет затрачено только 2,2 мин.

Отдельные приемы состоят из сочетания различных движений. Характер этих движений, их последовательность, длительность и метод осуществления определяются условиями выполняе-

мой работы и в значительной степени зависят от технологии и организации рабочего места.

Для того чтобы рационализировать трудовой процесс, надо расчленить его на отдельные приемы, а приемы — на движения, тщательно изучить каждое из движений в отдельности и выполнение движений и приемов в их совокупности. Следует проанализировать каждое из совершаемых движений со следующих основных точек зрения. Нужно ли оно вообще? Нет ли возможности после проведения соответствующих мероприятий устранить его? Если устранить полностью невозможно, то нельзя ли укоротить его и тем самым понизить длительность? Нет ли возможности так распределить во времени движения, необходимые для выполнения приема, чтобы осуществлять некоторые из них одновременно? Нельзя ли рационализировать трудовой процесс за счет механизации работы и т. д.?

Установка заготовки и снятие детали. В эти действия входят кроме собственно установки заготовки и снятия обработанной детали также крепление перед сверлением и освобождение после него.

Для установки заготовки требуется осуществить следующие движения: взять заготовку, переместить ее к зажимному устройству, вставить в гнездо или надеть на установочный элемент приспособления. Следующий прием — снятие обработанной заготовки — включает в себя следующие движения: взять обработанную деталь перенести к тому месту, где расположены другие такие же детали и положить.

Расположение заготовок и обработанных деталей на рабочем месте может быть различным. Заготовки и обработанные детали могут быть расположены на верстаке, тумбочке или на полу, рядом или врозь, с одной стороны рабочего места или с разных и т. д.; все это влияет на характер и длительность движений.

Положение обработанных деталей и заготовок должно быть выбрано так, чтобы при перемещении их к зажимному устройству и обратно были, если это возможно, устранены переходы рабочего с одного места на другое, повороты, нагибания и подъемы корпуса тела рабочего, сокращена длина движения рук, устранена необходимость переключивания заготовки из одной руки в другую и т. д.

Чтобы заготовку не переворачивать в руке и не переключивать из одной руки в другую перед переносом к месту крепления, нужно правильно положить ее на рабочее место. Заготовки и обработанные детали должны находиться как можно ближе к месту крепления и друг к другу. Если размеры, вес и конфигурация заготовок не позволяют сделать это, то следует наиболее близко к месту крепления перенести очередную заготовку, укла-

дывая ее туда заранее — во время резания с механической подачей. Точно также, сняв с приспособления обработанную деталь, можно временно положить ее поближе, а во время резания с механической подачей перенести на место.

Как влияет расположение заготовок и деталей на условия труда, можно иллюстрировать следующим примером. У рабочего т. Дьячкова заготовки лежат на полу с правой стороны станка, а обработанные детали на тумбочке с левой стороны станка. Освободив деталь после обработки, Дьячков вынимает ее из приспособления правой рукой и укладывает на тумбочку. Затем он переходит на правую сторону рабочего места, нагибается, берет заготовку, переносит ее к приспособлению и вставляет в него. Для того чтобы снять и положить на место обработанную деталь, т. Дьячкову необходимо совершить ряд движений общей длиной 2,7 м, а для того чтобы подойти к заготовке и установить ее в приспособление — совершить движения общей длиной 8,9 м. Таким образом, при такой планировке расположения заготовок и обработанных деталей общая длина совершаемых движений составляет 11,6 м для каждой детали.

Значительно лучше организовал свой труд новатор т. Задорин. Рабочая поверхность тумбочки находится почти на уровне стола станка. На этой тумбочке у него лежит очередная заготовка, которую он поместил сюда, подняв с пола, когда велась обработка предыдущей детали с механической подачей. Обработав очередную деталь, т. Задорин вынимает ее из приспособления и укладывает рядом с заготовкой. Затем он берет лежащую рядом заготовку и перемещает ее к приспособлению. В период разгрузки и загрузки станка ему не надо наклоняться и подниматься. Общая длина совершаемых им движений составляет 3,2 м.

Следует отметить, что т. Задорин кладет заготовку на тумбочку в определенном положении — она лежит вниз торцом, устанавливаемым в приспособление. Это позволяет не перекладывать заготовку из одной руки в другую при ее установке.

Механизация перемещения деталей и заготовок сокращает затраты времени на осуществление этой работы, облегчает труд рабочего и делает его более безопасным. Методы и средства механизации загрузки и разгрузки станка выбирают в зависимости от условий выполняемой работы, главным образом от веса и конфигурации обрабатываемых деталей, метода их крепления и т. д.

Наиболее распространенным средством загрузки металлорежущих станков, в том числе сверлильных, является подъемный кран, обслуживающий цех, пролет или определенную группу станков. Однако, при использовании крана много времени уходит на то, чтобы переместить его (из одной части цеха в другую или) от одного станка к другому, а также на ожидание, когда он освободится после загрузки других станков.

Универсальность назначения крана не позволяет приспособить его захват к конфигурации и размерам деталей, обрабатываемых на данном станке.

Местные загрузочные устройства в отличие от подъемных кранов предназначены для обслуживания только одного станка, что позволяет не только упростить и удешевить конструкцию загрузочного устройства, но и в максимальной степени приспособить ее к характеру выполняемой работы. Особенно эффективно применение местных загрузочных устройств там, где вес деталей превышает 10—15 кг.

Местные загрузочные устройства предназначены для перемещения обрабатываемых деталей только в горизонтальной плоскости; вертикальное перемещение или исключается вовсе или возможно на небольшую высоту. Применяются также местные подъемно-загрузочные устройства. Их задачей является поднятие заготовки с пола или с верстака на необходимую высоту с тем, чтобы перенести ее к месту крепления, а после обработки переместить в обратном направлении.

Такие устройства перемещают обрабатываемую деталь как по вертикали, так и по горизонтали.

Применяются подъемно-заготовительные устройства различных конструкций. Устройство, показанное на рис. 176, состоит из основания 1, кронштейна 2, стрелы 3, подъемника 4 и захвата 5. Основание крепят к станку или к полу цеха рядом со станком. Стрела 3 вместе с кронштейном 2 может поворачиваться вокруг вертикальной оси на некоторый угол. В большинстве случаев достаточен угол поворота в 90° , иногда предусматривается возможность поворота стрелы на угол $130\text{--}150^\circ$. Подъемник установлен на каретке, которая перемещается по стрелке. Сочетание поворота стрелы вокруг вертикальной оси и перемещения каретки вдоль стрелы позволяет устанавливать обрабатываемую деталь в любом месте (в пределах длины стрелы).

Подъемники могут быть механическими, гидравлическими и пневматическими.

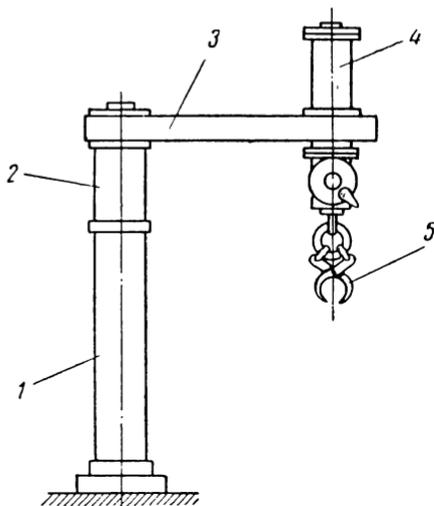


Рис. 176. Местное гидравлическое подъемно-загрузочное устройство

§ 70. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА

Оснащение рабочего места. Некоторые, наиболее необходимые для работы инструменты, приспособления и принадлежности закрепляются за рабочим местом и постоянно хранятся на нем. На хорошо организованных предприятиях составляют перечень инструментов и приспособлений, подлежащих постоянному хранению на каждом рабочем месте.

Инструменты и приспособления должны быть исправными и подготовленными для выполнения работы. Поэтому после выполнения задания все применявшиеся инструменты и приспособления просматривают и, если необходимо, передают для ремонта или заточки.

Для каждого инструмента и приспособления на стеллаже или в шкафчике отводят постоянное место, обеспечивающее свободный доступ к нему.

Инструменты и приспособления, получаемые со склада для выполнения определенной работы, после ее окончания должны быть немедленно возвращены.

Порядок на рабочем месте. Чистота и порядок на рабочем месте помогают устранить непроизводительные затраты времени и повысить производительность труда.

Прежде чем приступить к работе станок проверяют и смазывают, закрывая после этого все отверстия для смазки.

Все предметы, не нужные для выполнения данной работы, убирают, а необходимые раскладывают так, чтобы во время работы не делать лишних движений.

Измерительные инструменты размещают на деревянных подставках или щитках, чтобы, укладывая после каждого измерения, не повредить их.

Чтобы на рабочей поверхности стола не было забоин, ключи, режущий инструмент и детали укладывают на деревянные подкладки.

Большое влияние на производительность выполняемой работы и на утомляемость рабочего оказывает освещение рабочего места. Оно должно быть достаточно ярким, чтобы рабочему не приходилось напрягать зрение, но расположено так, чтобы не слепить глаза.

В течение смены рабочее место периодически очищают от стружки, грязи и эмульсии. В конце рабочего дня станок тщательно очищают и протирают масляной тряпкой. Все инструменты и приспособления, использовавшиеся для работы, также тщательно протирают и укладывают на предназначенные для них места.

Для поддержания чистоты на каждом рабочем месте должны быть тряпки, концы, щетки и т. д.

§ 71. ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА

Снабжение рабочего места. Рабочий приступает к выполнению данной работы после того, как получит наряд на работу, в котором указывается содержание работы, техническая норма и сдельная расценка. Одновременно с нарядом выдается техническая документация: технологическая карта, чертеж детали.

В зависимости от количества одноименных деталей, выпускаемых производством, различают единичное, серийное и массовое производство. Серийное производство делят на мелкосерийное, серийное и крупносерийное.

В единичном и мелкосерийном производствах одноименные детали выпускают в небольших количествах и работы, выполняемые на одном рабочем месте, чрезвычайно разнообразны. В серийном производстве одноименные детали выпускаются большими партиями, повторяющимися через определенное время (неделя, месяц). Возникает возможность обрабатывать на одном рабочем месте примерно однотипные детали. В массовом производстве количество выпускаемых одноименных деталей так велико, что за каждым рабочим местом может быть закреплена определенная операция по обработке одноименных деталей.

В соответствии с характером производства осуществляют и организационно-техническое обслуживание рабочего места. При единичном и мелкосерийном производствах наряд и техническая документация выдаются рабочему как задание на выполнение поручаемой работы. На основе технологической карты рабочий устанавливает, какие инструменты и приспособления необходимы для выполнения данной работы. Универсальные инструменты и приспособления он подбирает из запаса, хранящегося на рабочем месте, а недостающие и специальные получает в инструментальной кладовой. Заготовки, подлежащие обработке, рабочий получает в материальной кладовой.

При серийном производстве деталей на предприятиях высокой технической культуры все необходимое для работы (документация, заготовки, недостающие инструменты и приспособления) готовят и подают к рабочему месту планомерно-распределительные органы.

Это избавляет рабочего от необходимости расходовать время на самостоятельное получение их в кладовых и позволяет более рационально использовать оборудование и рабочую силу.

При массовом производстве техническая документация и необходимые для работы инструменты и приспособления хранят на рабочем месте, а заготовки или непрерывно поступают в про-

цессе работы или заблаговременно подаются партиями. По заранее составленному графику из кладовой к рабочему месту доставляют заточенный инструмент, которым заменяют затупившийся во время работы.

Контроль качества работы ведется самим исполнителем и работниками отдела технического контроля. Организация работы по контролю качества зависит от вида производства.

В условиях единичного и мелкосерийного производства качество продукции в процессе работы проверяет сам рабочий, а после окончания работы он предъявляет контролеру доброкачественные детали и отдельно бракованные.

При серийном и массовом производстве качество обработки контролирует на рабочем месте рабочий и контролер, что позволяет своевременно заметить появление брака.

На многих предприятиях рабочие, зарекомендовавшие себя высоким качеством своей работы, получают личные клейма для маркировки доброкачественных деталей и работники технического контроля их не проверяют.

Производственный инструктаж рабочих входит в обязанности мастера и бригадира. Всех вновь принятых на работу знакомят с организацией рабочего участка, конструкцией станка, правилами техники безопасности (вводный инструктаж).

Текущий производственный инструктаж, который получают все рабочие, необходим для выяснения вопросов и неясностей, возникших у рабочего при выполнении работы, или для того, чтобы обратить внимание рабочего на особенности данной работы во избежание возможных ошибок.

§ 72. ПОНЯТИЕ О СЕБЕСТОИМОСТИ И ХОЗРАСЧЕТЕ

Понятие о себестоимости. Себестоимость складывается из прямых и косвенных расходов производства. К прямым расходам относятся стоимость материала (заготовки) и заработная плата производственных рабочих, непосредственно обрабатывающих заготовку для превращения ее в готовую деталь.

По мере работы здание, оборудование, приспособления и инструменты изнашиваются и предприятие должно в течение нескольких лет накопить средства для их восстановления. Стоимость этих средств составляет существенную часть косвенных расходов. Поддержание здания, оборудования, приспособлений и инструментов в исправном состоянии требует расходов на их ремонт. В косвенные расходы входят также расходы на отопление и электроэнергию. Работу в цехе организует большой штат инженерно-технических работников, служащих, вспомогательных рабочих, содержание которых требует значительных затрат. Пе-

речень расходов, необходимых для осуществления производственного процесса, может быть значительно продолжен.

Все те расходы, которые необходимы для нормальной деятельности цеха и не входящие в общезаводские расходы, носят название цеховых накладных расходов.

Накладные расходы составляют определенный процент от зарплаты производственных рабочих. Чем сложнее и дороже оборудование цеха, чем больше в нем применяется сложных и дорогих инструментов и приспособлений, тем больше процент накладных расходов. Для механических цехов он составляет от 200 до 450%. Это означает, что на каждый рубль зарплаты, выплаченной производственным рабочим, приходится 2—4,5 руб. цеховых накладных расходов.

Таким образом, цеховая себестоимость равна стоимости материала плюс зарплата производственных рабочих плюс стоимость цеховых накладных расходов.

При определении заводской себестоимости приходится учитывать еще ряд расходов: на содержание зданий, сооружений и всякого рода служб общезаводского назначения. Накладные общезаводские расходы также исчисляются в процентах от зарплаты производственных рабочих. Если повысить производительность труда, то при той же затрате средств на накладные расходы будет выпущено больше продукции; на каждую единицу продукции придется меньшая доля накладных расходов и себестоимость продукции снизится.

Понятие о хозрасчете. Себестоимость продукции можно снизить не только путем повышения производительности труда. Экономное расходование электроэнергии, сохранение работоспособности оборудования, приспособлений и инструментов в результате более бережного обращения с ними, экономия смазочных и обтирочных материалов и т. д. также помогают добиться снижения себестоимости.

На некоторых предприятиях применяется хозяйственный расчет (хозрасчет). Он заключается в том, что каждой бригаде, каждому рабочему сообщают конкретные экономические показатели их работы: себестоимость выпускаемой продукции, нормы расхода инструментов, приспособлений, электроэнергии, смазочных и обтирочных материалов и т. д. Рабочий в этом случае имеет возможность принять на себя конкретные обязательства по повышению производительности, экономии электроэнергии, материалов и т. д.

Для каждого рабочего места открывают лицевой счет экономии. В нем указывают принятые бригадой или отдельным рабочим обязательства и в дальнейшем отмечают их выполнение. Целесообразно также указывать, за счет каких мероприятий получена экономия и причины допущенного перерасхода.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как влияет планировка рабочего места на производительность труда?
 2. В чем заключается рационализация трудовых движений и как она повышает производительность труда? Приведите примеры рационализации трудовых движений новаторами.
 3. Как обеспечивают рабочее место всем необходимым в разных производственных условиях с наименьшими потерями рабочего времени?
 4. Что надо сделать для подготовки рабочего места к работе и для приведения его в порядок в конце смены?
 5. Из каких элементов складывается себестоимость детали?
 6. Какими путями можно снизить себестоимость?
-

ЛИТЕРАТУРА

Алексеев Г. А. и др. Расчет и конструирование режущего инструмента. Машгиз, 1951.

Ансеров М. А. и Гушин В. Ф. Приспособления для сверлильных станков. Конструкции и наладки. Машгиз, 1950.

Болотин Х. Л. и Костромин Ф. П. Станочные приспособления. Машгиз, 1959.

Винников И. З., Френкель М. И. Сверловщик. Профтехиздат, 1960.

Гушин В. Ф. Использование резервов производительности сверлильных станков. Лениздат, 1953.

Загурский В. И. Прогрессивные способы обработки резьбы. Машгиз, 1960.

Карцев С. П. Инструмент для изготовления резьбы. Машгиз, 1960.

Кораблев П. А. Обработка на агрегатных станках в приборостроении. Машгиз, 1960.

Корона А. Б. Приспособления для механической обработки. Машгиз, 1959.

Попов В. М. и Гладилина И. И. Сверловщик. Трудрезервиздат, 1958.

Семенченко И. И., Матюшин Г. Н. и Сахаров Г. И. Проектирование металлорежущих инструментов. Машгиз, 1962.

Терентьев И. С. Сверлильные станки и работа на них. Машгиз, 1960.

Яковсон М. О. Технология станкостроения. Машгиз, 1960.

Яковлев Г. М. Сверление, зенкерование, развертывание. Государственное издательство БССР, 1954.

О Г Л А В Л Е Н И Е

	<i>Стр.</i>
Предисловие	3
Введение	5
Глава I. Виды сверлильных работ и рабочие движения при их выполнении	8
§ 1. Основные виды работ на сверлильных станках	8
§ 2. Рабочие движения при выполнении сверлильных работ	11
Глава II. Классификация и обозначения сверлильных станков	13
§ 3. Классификация сверлильных станков	13
§ 4. Обозначения и характеристики сверлильных станков	14
Глава III. Передачи в сверлильных станках и элементы управления движениями станка	16
§ 5. Зубчатые и ременные передачи	16
§ 6. Пуск и останов станка	24
§ 7. Реверсирование вращения шпинделя	29
§ 8. Изменение числа оборотов шпинделя	30
§ 9. Изменение величины подачи	39
Глава IV. Устройство сверлильных станков	43
§ 10. Одношпиндельные вертикально-сверлильные станки	43
§ 11. Устройство вертикально-сверлильного станка модели 2135	45
§ 12. Радиально-сверлильные станки	53
§ 13. Устройство радиально-сверлильного станка модели 2A55	59
Глава V. Устройство многошпиндельных и агрегатных сверлильных станков	72
§ 14. Устройство многошпиндельных сверлильных станков	72
§ 15. Устройство агрегатно-сверлильных станков	74

Глава VI. Устройство станков для глубокого сверления и центровальных станков	79
§ 16. Станки для глубокого сверления	79
§ 17. Центровальные станки	82
Глава VII. Промышленная санитария и техника безопасности	86
§ 18. Основные понятия о промышленной санитарии	86
§ 19. Техника безопасности и противопожарные мероприятия	88
Глава VIII. Материалы для режущих инструментов и жидкости для резания	91
§ 20. Материалы для сверлильных инструментов	91
§ 21. Жидкости для резания	94
Глава IX. Спиральные сверла и элементы резания	98
§ 22. Элементы и углы спирального сверла	98
§ 23. Основные виды спиральных сверл	102
§ 24. Элементы резания при сверлении	104
Глава X. Физические явления при резании металлов	107
§ 25. Процесс образования стружки	107
§ 26. Силы резания, крутящие моменты и мощность при сверлении	111
Глава XI. Износ режущих инструментов, выбор режимов резания при сверлении, заточка спиральных сверл	115
§ 27. Износ спиральных сверл	115
§ 28. Выбор режима резания при сверлении	116
§ 29. Заточка и рациональная геометрия спиральных сверл	121
Глава XII. Основы резания при зенкеровании	125
§ 30. Назначение, элементы и геометрия зенкеров	125
§ 31. Основные виды зенкеров	127
§ 32. Элементы резания, силы резания, крутящие моменты и мощность при зенкеровании	130
§ 33. Износ зенкеров, выбор режимов резания и заточка зенкеров	131
Глава XIII. Основы резания при развертывании	135
§ 34. Назначение, элементы и геометрия разверток	135
§ 35. Виды машинных разверток	139
§ 36. Режимы резания при развертывании и заточка разверток	141

Глава XIV. Основы резания при образовании резьбы метчиками	144
§ 37. Назначение и элементы метчиков	144
§ 38. Виды метчиков	147
§ 39. Режимы резания и заточка метчиков	149
Глава XV. Понятие о технологическом процессе, точности, чистоте и последовательности обработки отверстий	152
§ 40. Технологический процесс и его документация	152
§ 41. Точность и чистота обработки отверстий	154
§ 42. Базы и базирование деталей	160
Глава XVI. Вспомогательный инструмент и приспособления	162
§ 43. Универсальный вспомогательный инструмент	162
§ 44. Универсальные приспособления для крепления деталей	167
§ 45. Назначение кондукторов и схемы установки в них деталей	173
§ 46. Основные типы кондукторов	179
§ 47. Групповые и универсальные кондукторы	186
Глава XVII. Обработка на сверлильных станках	198
§ 48. Сверление по разметке и общие правила сверления	198
§ 49. Особенности сверления труднообрабатываемых сплавов, лег- ких сплавов и пластмасс	200
§ 50. Зенкерование	205
§ 51. Развертывание	206
§ 52. Нарезание резьбы метчиками	210
Глава XVIII. Повышение производительности труда при обработке на сверлильных станках	216
§ 53. Совершенствование кондукторов	216
§ 54. Применение многошпиндельных сверлильных головок	220
§ 55. Применение комбинированных режущих инструментов	224
§ 56. Револьверные сверлильные головки	226
§ 57. Столы и стойки	228
Глава XIX. Механизация и автоматизация работы на сверлильных станках	234
§ 58. Механизация работы на сверлильных станках	234
§ 59. Автоматизация сверлильных станков	237
§ 60. Программное управление сверлильными станками	240
Глава XX. Приспособления, расширяющие технологические возможности сверлильных станков	251
§ 61. Приспособления для растачивания отверстий	251
§ 62. Сверление многогранных отверстий и вырезание отверстий в листовом материале	254

	<i>Стр.</i>
Глава XXI. Глубокое сверление	256
§ 63. Виды глубокого сверления и применяемые инструменты	256
§ 64. Специальные сверла двухстороннего резания	260
§ 65. Специальные сверла одностороннего резания	263
Глава XXII. Организация производства	267
Глава XXIII. Техническое нормирование и оплата труда	272
§ 66. Нормирование трудоемкости работы	272
§ 67. Тарификация работ и системы оплаты труда	277
Глава XXIV. Организация труда	280
§ 68. Рабочее место и значение его планирования	280
§ 69. Рационализация трудовых движений	280
§ 70. Организация рабочего места	286
§ 71. Организационно-техническое обслуживание рабочего места	287
§ 72. Понятие о себестоимости и хозрасчете	288
Литература	291

Барун Владимир Абрамович

РАБОТА НА СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКАХ. Учебное пособие для городских профессионально-технических училищ. М., Профтехиздат, 1963.

296 с. с илл.

6П4. 66

Научный редактор *М. О. Якобсон*

Редактор *В. Н. Ионов*

Обложка художника *О. Я. Камаева*

Техн. редактор *Л. А. Дороднова*

Корректоры: *М. М. Добрянская* и *Е. И. Герасимова*

А00836. Сдано в набор 21/1 1963 г. Подп. к печ. 10/IV 1963 г.
Формат бум. 60×90^{1/16} — 18,5 п. л. В 1 п. л. 37 000 зн.
Уч.-изд. 16,96 л. Уч. № 24/5973. Тираж 45 000 экз. Цена 52 коп.

Издательство «Профтехиздат», Москва, Хохловский пер., 7.
Тип. Профтехиздата, Москва, Хохловский пер., 7. Зак. 192