

Ф.А.Барбашов



62 914.7

Б 44

Ф. А. Барбашов

РЕЗЬБО- ФРЕЗЕРНЫЕ РАБОТЫ

Издание второе,
переработанное и дополненное

Одобрено
Ученым советом Государственного
комитета Совета Министров СССР
по профессионально-техническому образованию
в качестве учебного пособия
для индивидуальной и бригадной подготовки
рабочих на производстве

Библиотека Орловского
филиала „ВНИИЛТЕХМАШ“



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ВЫСШАЯ ШКОЛА»
Москва, 1970

— 8949 —

6П4.62
Б24

Барбашов Ф. А.

Б24 *Резьбофрезерные работы*. Изд. 2-е, перераб. и доп. Учеб. пособие для индивид. и бригадной подготовки рабочих на производстве. М., «Высш. школа», 1969 г. 256 с. с илл.

В книге описаны различные виды резьбофрезерных станков, приведены их технические характеристики, рассмотрены приемы работы на этих станках, даны сведения о режимах обработки, режущем, контрольно-измерительном инструменте и приспособлениях.

Изложена технология изготовления деталей с наружными и внутренними резьбами; приведены сведения об основах технологии металлов, допусках и посадках.

Во 2-е издание включены сведения о новых резьбофрезерных автоматах КТ85 и КТ86.

Книга предназначена в качестве учебного пособия для индивидуальной и бригадной подготовки резьбофрезеровщиков на производстве.

6П4.62

3—12—4
65—70

Отзывы и замечания просим направлять по адресу: Москва, К-51, Неглинная ул., 29/14, издательство «Высшая школа».

Введение

Создание материально-технической базы коммунизма предполагает высокие темпы роста промышленного производства, при этом почти 90% прироста промышленной продукции должно быть обеспечено за счет повышения производительности труда. Важнейшим условием роста производительности труда является технический прогресс. Особенно важным в настоящее время является внедрение в производство прогрессивной технологии, высокопроизводительного оборудования и современных форм организации производства.

В машиностроении широко используются резьбовые соединения. Обработка резьб — трудоемкая и ответственная операция. Из существующих способов обработки резьб резьбофрезерование является наиболее высокопроизводительным, в связи с чем оно применяется в серийном и массовом производствах. Резьбофрезерование осуществляется на резьбофрезерных станках, которые работают как автоматы или полуавтоматы.

Основными перспективами развития резьбофрезерования являются прежде всего повышение точности фрезеруемых резьб, повышение уровня автоматизации и механизации резьбофрезерных станков, улучшение конструкции резьбовых фрез, применение быстродействующих приспособлений и др.

Чтобы наиболее полно использовать технические возможности резьбофрезерных станков и режущего инструмента, молодые рабочие должны непрерывно совершенствовать свое мастерство, быть зачинателями всего нового, передового, прогрессивного.

Настоящая книга является учебным пособием для индивидуальной и бригадной подготовки на производстве резьбофрезеровщиков I и 2-го разряда. Написана она в соответствии с учебной программой

для индивидуальной и бригадной подготовки резьбофрезеровщиков, утвержденной Государственным комитетом Совета Министров СССР по профессионально-техническому образованию.

В книге описываются резьбы и методы их фрезерования, резьбовые фрезы, процесс резьбофрезерования, допуски на резьбы, современные резьбофрезерные станки.

В СССР с 1 января 1963 г. введена Международная система единиц (СИ).

Соотношение между единицами метрической системы и системы СИ приведено в приложении.

ГЛАВА I

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОИЗВОДСТВЕ И ОРГАНИЗАЦИИ РАБОЧЕГО МЕСТА. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ, ПРОМЫШЛЕННАЯ САНИТАРИЯ И ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

§ 1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОИЗВОДСТВЕ

Современный машиностроительный завод — это крупное предприятие, состоящее из цехов, отделов и служб. Количество цехов зависит от масштаба производства, его сложности и номенклатуры выпускаемой продукции.

Цехи завода делятся на основные и вспомогательные. В основных изготавливают изделия, входящие в программу завода. Вспомогательные цехи заняты обслуживанием основных цехов. В них производится изготовление режущего инструмента, приспособлений, ремонт оборудования и т. д. Производственные службы обеспечивают основные и вспомогательные цехи завода энергией, транспортом, складскими помещениями и т. д.

Основные цехи подразделяются на заготовительные, обрабатывающие и сборочные. В заготовительных цехах делают заготовки, которые в обрабатывающих цехах подвергают механической обработке на металлорежущих станках, штамповке, термической обработке и т. д. В сборочных цехах детали собирают в узлы, а узлы — в готовые изделия.

Ритмичность работы завода и успешное выполнение плана в большой степени зависят от планомерной и четкой работы всех цехов и служб.

Цехи делятся на производственные участки, возглавляемые старшими мастерами или мастерами. Указания мастера являются обязательными для работающих на данном производственном участке. Старший мастер или мастер участка отвечает за выполнение участком плановых заданий, выполнение и перевыполнение норм выра-

ботки рабочими, соблюдение технологической и трудовой дисциплины. Он отвечает также за качество продукции и соблюдение правил техники безопасности и охраны труда на участке.

Большую роль в повышении производительности труда играет социалистическое соревнование. Оно является действенной формой вовлечения всех рабочих, инженерно-технических работников и служащих предприятия в активную борьбу за выполнение и перевыполнение производственных планов и решение задач коммунистического строительства. Организуют социалистическое соревнование на предприятиях партийные, профсоюзные и комсомольские организации. Администрация предприятия помогает общественности в организации социалистического соревнования между цехами и участками, между отдельными рабочими по профессиям.

Широкое распространение получило соревнование за почетное звание ударников, бригад и предприятий коммунистического труда.

Успешное выполнение предприятием производственных планов возможно лишь при строгом соблюдении трудовой дисциплины, которая основана на сознательном отношении советских людей к труду.

На каждом заводе существуют правила внутреннего распорядка, соблюдение которых способствует созданию безопасных условий труда, полному и рациональному использованию рабочего времени, повышению производительности труда, выпуску высококачественной продукции. Правила внутреннего распорядка утверждаются директором предприятия и согласуются с заводским комитетом профсоюза. Знание и соблюдение правил внутреннего распорядка является обязательным для каждого работающего на предприятии.

§ 2. РАБОЧЕЕ МЕСТО И ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВЩИКА

Для достижения высокой производительности труда и повышения качества выпускаемой продукции большое значение имеет научная организация труда (НОТ).

НОТ — это организация труда, разработанная на основе достижений науки и передовой практики, обеспечи-

вающая наиболее высокую производительность труда и эффективное использование средств производства, создание благоприятных условий труда, повышения его привлекательности и воспитания коммунистического отношения к труду.

НОТ решает вопросы организации рабочего места, снабжения материалами и инструментом, оснащения различными приспособлениями, а также вопросы повышения квалификации работающих.

Рабочее место представляет собой определенный участок производственной площади цеха, предназначенный для выполнения одним рабочим (или бригадой рабочих) определенной работы, специально приспособленный и технически оснащенный в соответствии с характером этой работы.

Правильно организованным считается такое рабочее место, на котором при наименьшей затрате сил и средств, благодаря рациональной и культурной организации труда, достигаются наивысшая производительность и отличное качество продукции.

На рабочем месте резьбофрезеровщика находятся один или несколько обслуживаемых станков, инструментальный шкаф для хранения режущего и измерительного инструмента, приспособлений и принадлежностей к станку и технической документации, стеллажи и ящики для заготовок и готовых деталей, удобная рабочая мебель, средства сигнализации и т. д. (рис. 1).

Правильная организация рабочего места резьбофрезеровщика предусматривает наиболее удобное расположение станков и вспомогательных средств, обеспечивает безопасность работы и способствует поддержанию порядка и чистоты.

Ниже приводятся некоторые рекомендации по организации рабочего места:

- 1) на рабочем месте не должно быть ничего лишнего;
- 2) рабочее место должно содержаться в чистоте;
- 3) каждый предмет надо класть на одно и то же отведенное для него место. При этом те предметы, которыми приходится пользоваться чаще, должны располагаться ближе предметов, которыми приходится пользоваться реже;
- 4) чертежи деталей, операционные карты, рабочие наряды и т. п. должны храниться в специальном шкафчике;

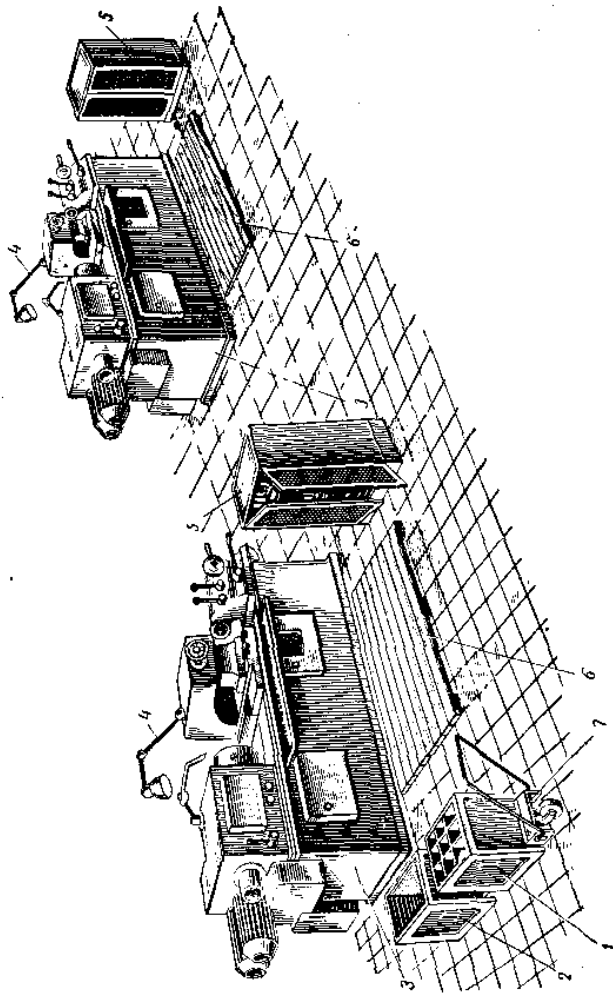


Рис. 1. Рабочее место резбифрезеровщика:
 1 — ящик для деталей, 2 — ящик для заготовок, 3 — резбифрезерный станок, 4 — лампа местного освещения,
 5 — инструментальный ящик, 6 — платформа под ноги, 7 — тележка с подменной платформой

5) заготовки не должны загромождать рабочее место резбифрезеровщика. Их нужно складывать на специально отведенные стеллажи. Готовые же детали укладывают в предназначенную для транспортировки тару;

6) проходы между станками должны быть свободными;

7) после смазывания станка на полу вокруг станка не должно быть подтеков и капель масла. Система трубопроводов в местах соединения должна быть плотной;

8) следует своевременно очищать станок от стружки и убирать стружку с рабочего места.

К рабочему месту резбифрезеровщика, обслуживающего несколько станков, предъявляются несколько иные требования (см. § 54).

Перед началом работы резбифрезеровщик обязан:

проверить исправность станка и смазать его в соответствии с инструкцией;

ознакомиться по документации с предстоящей работой, проверить наличие и исправность инструмента и приспособлений;

подготовить рабочее место;

убедиться в правильности наладки станка.

Во время работы резбифрезеровщик должен: строго следить за настройкой станка на заданный режим;

детали, инструменты и приспособления класть только на свои места и использовать только по прямому назначению;

содержать станок в чистоте, не класть режущий и измерительный инструмент, ключи, заготовки и детали на рабочие поверхности станка. Работать только исправным, хорошо заточенным инструментом;

следить за прочностью крепления обрабатываемых заготовок, инструмента и приспособлений;

следить за правильным подводом охлаждающей жидкости в зону резания;

экономить электроэнергию, не допуская работы станка вхолостую;

обязательно выключать станок, если нужно уйти с рабочего места даже на короткое время, при перерывах в подаче электроэнергии, уборке и смазке станка, а также при закреплении и измерении обрабатываемой заготовки.

По окончании работы резьбофрезеровщик должен выключать станок, сдать обработанные детали, очистить станок от стружки, а инструменты сложить в шкаф. При двух- или трехсменной работе следует станок привести в порядок и сдать его сменщику в перерыве между сменами. Необходимо сообщить сменщику и мастеру о замеченных недостатках в работе станка.

При работе на резьбофрезерных автоматах и полуавтоматах большое значение имеет строгое разграничение обязанностей между резьбофрезеровщиком и наладчиком станков. Обязанности резьбофрезеровщика и наладчика определяются специальной инструкцией.

Важную роль в организационно-техническом обслуживании рабочего места имеет своевременное доведение до рабочего сменного производственного задания, а также в зависимости от характера производства, задания на декаду, месяц. Такая организация работы дает возможность резьбофрезеровщику заранее ознакомиться с чертежом, техническими условиями, заблаговременно затребовать и подготовить необходимый режущий и измерительный инструмент и приспособления.

Действующими нормативами для серийного и массового производства предусматриваются:

доставка к рабочему месту вспомогательным персоналом нарядов на работу, заготовок, инструментов и приспособлений;

заточка инструментов в централизованном порядке; обеспечение рабочего места необходимыми комплектами приспособлений (комплектами оправок, хомутиков, быстродействующих пневматических устройств и т. д.), способствующих сокращению затрат времени на выполнение вспомогательных операций.

§ 3. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ, ПРОМЫШЛЕННАЯ САНИТАРИЯ И ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Техника безопасности. Основное значение техники безопасности — обеспечение безопасности и безвредности труда, без снижения его производительности.

Осуществление этих требований сводится к проведению комплекса мероприятий, направленных на предохранение работающего от различного рода травм, предотвра-

щение вредных, вызываемых условиями работы воздействий на организм человека.

Производственной травмой считают повреждение каких-либо частей тела работающего при выполнении им любого производственного задания, в результате чего наступает временная или постоянная потеря трудоспособности. Причинами производственного травматизма являются механические, электрические, химические или другого рода воздействия на организм человека, а также острые отравления, ожоги, происшедшие в производственных условиях.

Невнимательность работающего как на рабочем месте, так и при передвижении по территории цеха, завода, неисправность подъемно-транспортного оборудования, приспособлений, станков, плохая организация рабочих мест и т. д. часто приводят к несчастным случаям. Иногда причинами производственных травм является загроможденность рабочих мест и проходов полуфабрикатами и готовой продукцией.

В механических цехах к несчастным случаям может привести незнание рабочими правил техники безопасности, устройства станка, неисправности электрооборудования станка и проводки, отсутствие ограждений и предохранительных устройств, применение неправильных приемов работы на станке, неправильное ношение спецодежды, невнимательность самого рабочего и др.

Поражение электрическим током опасно для жизни человека, поэтому запрещается прикасаться к любым проводам, в особенности к незащищенным или плохо изолированным.

Для защиты рабочего от брызг смазочно-охлаждающей жидкости и мелкой стружки применяют ограждения зоны резания. При отсутствии указанных устройств работать на станке не разрешается. Для защиты глаз от ранений и ожогов стружкой применяют защитные очки и индивидуальные щитки.

Спецодежда предназначена для защиты рабочего от воздействия масел, смазочно-охлаждающих жидкостей, эмульсий и т. д. Спецодежда должна быть застегнута на все пуговицы.

Волосы рабочий должен убирать под головной убор. Для защиты кожи рук следует пользоваться защитными пастами и мазями.

При несчастных случаях необходимо немедленно обращаться за помощью в медпункт.

Так как техника безопасности непосредственно связана с технологией производства, то соблюдение технологической дисциплины, выполнение правил технической эксплуатации, высокая трудовая дисциплина являются важнейшими условиями, обеспечивающими безопасность труда. Большое значение для создания благоприятных условий труда имеет освещение, вентиляция, отопление, защита от шума и вибраций, от действия электрического тока, чистота и порядок как на каждом рабочем месте, так и на предприятии.

Правильное сочетание освещения и цвета окраски помещения и оборудования способствует повышению производительности труда.

В красный цвет окрашивают внутренние поверхности ограждающих устройств; фон для быстроперемещающихся деталей и механизмов (например, фон в нишах для сменных быстровращающихся зубчатых колес, внутренние поверхности коробок подач и коробок скоростей и др.) и быстроперемещающиеся детали и механизмы, кнопка и рукоятка выключения и аварийные кнопки «Стоп».

В желтый цвет окрашивают кромки ограждающих устройств, малозаметные места смазки. Желтым светом сигнальные лампы предупреждают о предстоящем переключении автоматических станков и линий с одного режима работы на другой.

Промышленная санитария и гигиена труда. Отрицательно влияет на безопасность труда неудовлетворительное санитарно-техническое состояние производственных помещений и рабочих мест. Чистота рабочего места и воздуха, нормальная температура, хорошее освещение не только оздоравливают труд, но и создают у работающего хорошее настроение, способствуют повышению производительности.

Для предупреждения загрязнения воздуха в производственных помещениях, удаления избытков влаги, тепла, а также для обеспечения воздухообмена устанавливается вентиляция. Предусматриваются также дополнительные устройства для проветривания помещений.

Хорошее освещение облегчает условия работы. Освещение может быть естественным и искусственным, когда

применяются электрические лампы или светильники дневного света.

Во время работы руки фрезеровщика покрываются металлической пылью, маслом в результате кожа грубеет, трескается. После работы руки необходимо вымыть с мылом, а спецодежду повесить в специально отведенном для этого месте. Спецодежду следует регулярно отдавать в стирку.

На работе человек утомляется. Огромное значение для восстановления сил, улучшения сна и укрепления здоровья имеют физическая культура и спорт. Систематические занятия утренней зарядкой и производственной гимнастикой также являются прекрасными средствами борьбы с утомляемостью и укрепляют здоровье.

Противопожарные мероприятия. Соблюдение правил техники безопасности во многом способствует пожарной безопасности на производстве. Кроме того, существуют специальные противопожарные правила, которые должен выполнять каждый работающий на производстве.

Огнеопасные материалы (бензин, керосин, растворители, обтирочные материалы и др.) необходимо хранить в специально отведенных для этого местах. Курить у станка и бросать окурки на пол запрещается. По окончании работы или при перерывах в работе необходимо выключать все электродвигатели станка и местное освещение. Рабочий не должен сам исправлять повреждения в электрооборудовании и электропроводке станка. При любых неисправностях электрооборудования (перегреве или остановке электродвигателя, перегорании предохранителей и др.) следует немедленно вызывать электромонтера.

В случае возникновения пожара надо выключить все электродвигатели и специальным сигналом или по ближайшему телефону вызвать пожарную команду. До ее прибытия следует тушить пожар собственными силами, пользуясь огнетушителем, песком, брезентом и другими подручными средствами.

Контрольные вопросы

1. Что называется рабочим местом и как оно должно быть организовано?
2. Какими основными правилами должен руководствоваться резьбофрезеровщик во время работы?
3. Каковы основные правила техники безопасности при работе на резьбофрезерных станках?

ГЛАВА II РЕЗЬБЫ И МЕТОДЫ ИХ ФРЕЗЕРОВАНИИ

§ 4. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РЕЗЬБАХ

Резьбовые соединения в машиностроении применяют для крепления деталей различных конструкций, а также для преобразования вращательного движения в прямолинейное поступательное.

Основой всякой резьбы является *винтовая линия*. Если гибкий прямоугольный треугольник ABC (рис. 2) намотать на боковую поверхность цилиндра так, чтобы катет $AB = \pi d_2$ совпадал с основанием цилиндра, то гипотенуза AC образует на цилиндре винтовую линию. Шагом S винтовой линии называется величина ее подъема вдоль оси за один оборот вокруг цилиндра. Угол ψ

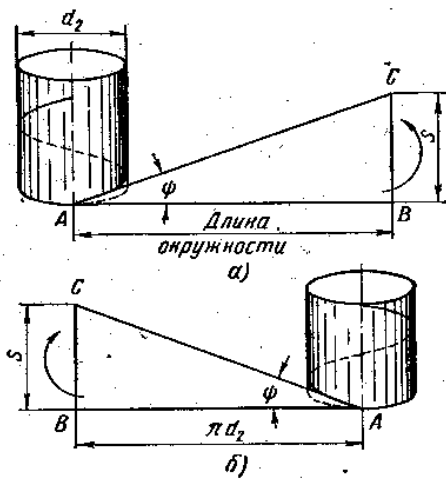


Рис. 2. Схема образования винтовой линии

называется углом подъема винтовой линии. Он подсчитывается по формуле

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{BC}{AB} = \frac{S}{\pi d_2}$$

где $\pi = 3,14$.

Профиль резьбы — контур сечения резьбы в плоскости, проходящей через ее ось.

Витком (ниткой) резьбы называется часть резьбы, образуемая при одном полном обороте профиля.

Резьба — поверхность, образованная при винтовом движении плоского контура по цилиндрической или конической поверхности.

Резьбовое соединение — соединение деталей с помощью резьбы, обеспечивающее их относительную неподвижность или заданное перемещение одной детали относительно другой.

Резьбы, применяемые в машиностроении, можно классифицировать:

по форме поверхности, на которой они образуются; цилиндрическая резьба — на цилиндрической поверхности, коническая резьба — на конической поверхности;

по расположению на детали: наружная резьба, образованная на наружной цилиндрической или конической поверхности и внутренняя, образованная на внутренней цилиндрической или конической поверхности;

по форме профиля — треугольная, трапецидальная, прямоугольная, упорная, круглая и др. (рис. 3);

по числу заходов — однозаходная и многозаходная (двухзаходная, трехзаходная и т. д.). Однозаходной называется резьба с одной резьбовой нитью, а многозаходной — резьба с несколькими резьбовыми нитями;

по направлению нарезки — правая (правозаходная) и левая (левозаходная). Правая резьба образуется конту-

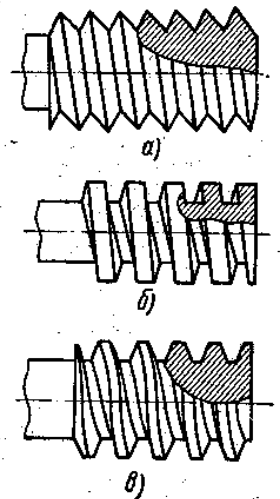


Рис. 3. Профили резьбы: а — треугольная, б — прямоугольная, в — трапецидальная

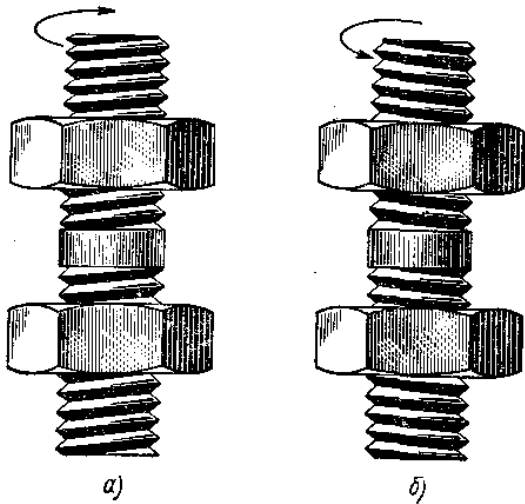


Рис. 4. Резьбы с разным направлением витковой линии:
а — правая, б — левая

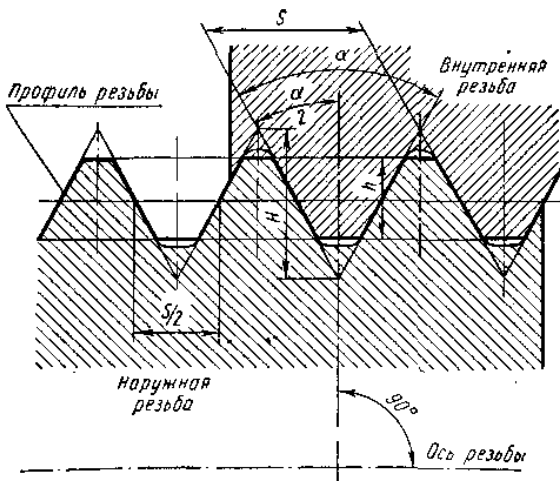


Рис. 5. Основные параметры резьбы

ром, вращающимся по часовой стрелке и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя (рис. 4, а).

Левая резьба образуется контуром, вращающимся против часовой стрелки и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя (рис. 4, б). Правая резьба является наиболее распространенной. Левая резьба применяется, главным образом тогда, когда соединение с правой резьбой может самоотвинчиваться при соответствующем направлении вращения соединяемых деталей.

Основными параметрами по ГОСТ 11708—66, общими для цилиндрических и конических резьб, являются:

Ось резьбы — прямая, относительно которой происходит винтовое движение плоского контура, образующего резьбу (рис. 5).

Боковые стороны профиля — прямолинейные участки, принадлежащие винтовым поверхностям (рис. 6).

Вершина профиля — участок профиля, соединяющий боковые стороны выступа (см. рис. 6).

Впадина профиля — участок профиля, соединяющий боковые стороны канавки (см. рис. 6).

Угол профиля α — угол между боковыми сторонами профиля (см. рис. 5).

Углы наклона сторон профиля β, γ — углы между боковыми сторонами профиля и перпендикуляром к оси резьбы (см. рис. 6). Для резьб с симметричным профилем углы наклона сторон равны половине угла профиля.

Рабочая высота профиля h — высота соприкосновения сторон профиля наружной и внутренней резьбы в направлении, перпендикулярном к оси резьбы (см. рис. 5).

Сбег резьбы — участок неполного профиля в зоне перехода резьбы к гладкой части детали (рис. 7).

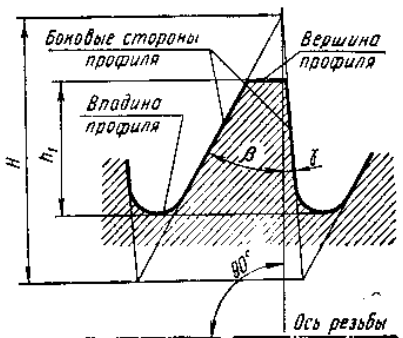


Рис. 6. Элементы профиля резьбы

8949-6461

Длина резьбы — длина участка поверхности, на котором образована резьба, включая сбеги и фаску (см. рис. 7).
 Длина резьбы с полным профилем — длина участка, на котором резьба имеет полный профиль (см. рис. 7).
 Длина свинчивания — длина соприкосновения винто-

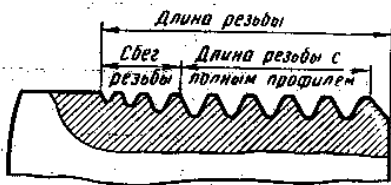


Рис. 7. Резьба

вых поверхностей наружной и внутренней резьб в осевом направлении.

Определения, приведенные ниже, относятся только к цилиндрической резьбе:

Высота исходного профиля H — высота остроугольного профиля, полученного продолжением боковых сторон профиля до их пересечения (см. рис. 6). Это определение относится к резьбам, профиль которых построен из треугольников.

Высота профиля h — расстояние между вершиной и впадиной профиля в направлении, перпендикулярном к оси резьбы (см. рис. 6).

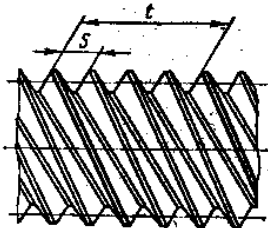


Рис. 8. Шаг резьбы и ход резьбы

Шаг резьбы S — расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы (см. рис. 5).

Ход резьбы t — расстояние между ближайшими одноименными боковыми сторонами профиля, принадлежащими одной и той же винтовой поверхности, в направлении, параллельном оси резьбы (рис. 8). Ход резьбы есть величина относительного осевого перемещения винта (гайка) за один оборот.

В однозаходной резьбе ход равен шагу, в многозаходной — произведению шага на число заходов n ($t = Sn$).

Угол подъема резьбы φ , угол, образованный касательной к винтовой линии в точке, лежащей на среднем диаметре резьбы и плоскостью перпендикулярной к оси резьбы. Он определяется по формуле

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{t}{\pi d_2} = \frac{Sn}{\pi d_2}$$

Наружный диаметр резьбы d — диаметр воображаемого цилиндра, описанного вокруг вершин наружной резьбы или впадин внутренней резьбы (рис. 9).

Внутренний диаметр резьбы d_1 — диаметр воображаемого цилиндра, вписанного во впадины наружной резьбы или в вершины внутренней резьбы (рис. 9).

Средний диаметр резьбы d_2 — диаметр воображаемого соснового с резьбой цилиндра, образующая которого пересекает профиль, где ширина канавки равна половине номинального шага резьбы (см. рис. 9).

При отсутствии погрешностей резьбы образующая указанного цилиндра пересекает профиль резьбы в точках, где ширина выступа равна ширине канавки.

В машиностроении наиболее часто применяются следующие типы резьб: треугольная — для соединения деталей между собой, трапецеидальная и прямоугольная — для передачи движения; коническая — для соединения труб и арматуры масло- и бензопроводов, газопроводов, а также для соединения труб при вращательном бурении нефтяных скважин.

Треугольная резьба подразделяется на метрическую, дюймовую и трубную.

Метрическая резьба используется главным образом при изготовлении крепежных деталей (болтов, шпилек и др.) и называется крепежной резьбой.

Метрические резьбы измеряются в миллиметрах. Форма впадины резьбы болта стандартом не регламентируется и может выполняться плоскосрезанной и закругленной.

ГОСТ 9150—59 предусматривает метрические резьбы с крупными шагами от 0,25 до 6 мм (для диаметров резьбы от 1 до 68 мм), а также резьбы с мелкими шагами: 0,2; 0,25; 0,35; 0,5; 0,75; 1; 1,25; 1,5; 2; 3; 4 и 6 мм (для диаметров от 1 до 600 мм). На чертежах метрическая резьба согласно ГОСТ 8724—58 обозначается бук-

вой М, после которой проставляют произведение наружного диаметра на шаг, например М48×5; М48×1,5 и т. п.

Дюймовая резьба имеет угол профиля $\alpha = 55^\circ$. наружный диаметр ее выражается в дюймах с указанием числа ниток на длине 1"*. В СССР дюймовая резьба применяется редко и преимущественно в машинах старых марок.

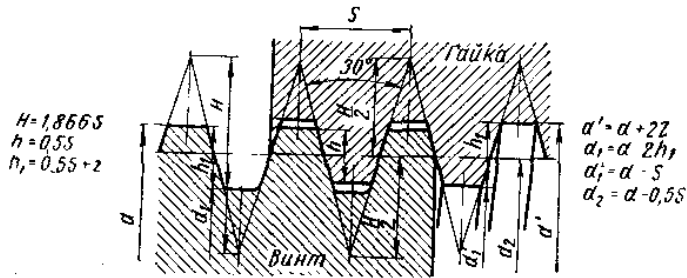


Рис. 9. Трапецидальная резьба

Трубная резьба измеряется также в дюймах и характеризуется числом ниток резьбы, приходящихся на 1". Угол профиля $\alpha = 55^\circ$. Она применяется главным образом при соединении газовых и водопроводных труб.

Трапецидальная резьба действующими стандартами подразделяется на крупную, нормальную и мелкую. Профиль такой резьбы представляет собой симметричную трапецию (рис. 9), у которой угол между двумя боковыми сторонами равен 30° . Рабочая высота h профиля равна половине шага, т. е. $h = 0,5 S$.

В передачах ходовой винт-гайка обычно применяется резьба трапецидального профиля, реже прямоугольного и треугольного. Широкое использование трапецидальной резьбы объясняется тем, что нарезать и шлифовать ее значительно проще, чем прямоугольную. Кроме того, трапецидальная резьба прочнее прямоугольной.

На рис. 10 и 11 приведена классификация метрических и трапецидальных резьб.

Установлены следующие классы точности резьб:

* 1 дюйм (1") = 25,4 мм

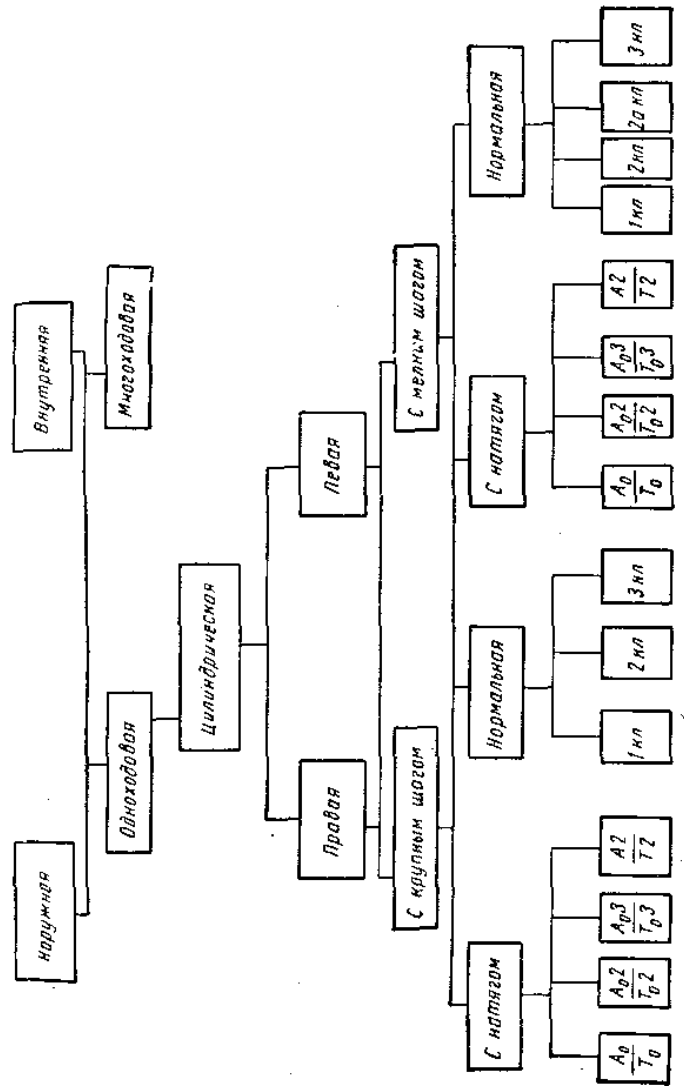


Рис. 10. Классификация метрических резьб

для метрической с крупными шагами — 1 кл, 2 кл, 3 кл (ГОСТ 9253—59);
 для метрической с мелкими шагами — 1 кл, 2 кл, 2а кл, 3 кл (ГОСТ 9253—59);

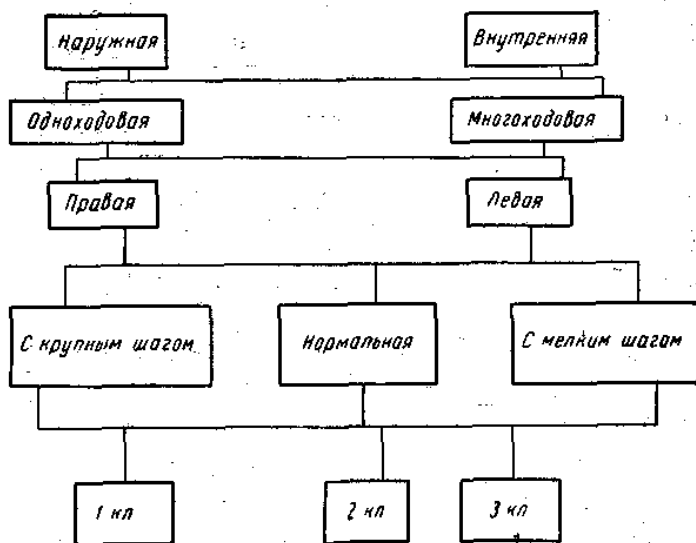


Рис. 11. Классификация трапецеидальных резьб

для трапецеидальной — 1 кл, 2 кл, 3 кл (ГОСТ 9562—60);

для метрической резьбы с натягом — А₀, А₀2, А₀3, А₁2
 для резьбы гнезд и Т₀, Т₀2, Т₀3, Т₁2 для резьбы шпилек
 (ГОСТ 4608—65)

§ 5. МЕТОДЫ ФРЕЗЕРОВАНИЯ РЕЗЬБЫ

Резьбы получают различными способами, важнейшими из которых являются:

- нарезание резьбы на токарных станках резьбовыми резцами и гребенками;
- нарезание резьбы метчиками, круглыми плашками и резьбонарезными головками;
- фрезерование резьбы;

шлифование резьбы однониточными и многониточными шлифовальными кругами;
 холодное накатывание резьбы плоскими плашками, круглыми роликами и сегментными плашками;
 горячее накатывание резьбы круглыми роликами и др.
 Выбор способа получения резьбы в каждом отдельном

случае зависит от размеров резьбы, ее точности и чистоты поверхности, формы и размеров заготовки, на которой следует нарезать резьбу, материала заготовки, серийности производства и от других условий. Выбранный способ должен гарантировать наибольшую производительность труда и наименьшую стоимость обработки при обеспечении требуемой точности резьбы.

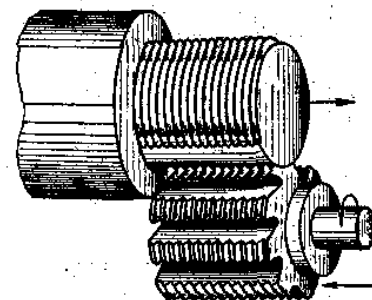


Рис. 12. Фрезерование резьбы гребенчатой фрезой

Из перечисленных способов получения резьбы резьбофрезерование занимает одно из ведущих мест. В ряде случаев резьбофрезерование является наиболее производительным и экономичным способом образования резьбы 2 и 3-го классов точности в условиях серийного и массового производства.

Различают следующие основные виды резьбофрезерования, получившие наибольшее распространение:

- фрезерование коротких резьб гребенчатыми (групповыми) фрезами;
- фрезерование резьб дисковыми фрезами;
- вихревое фрезерование резьб резцовыми головками.

Фрезерование резьбы гребенчатыми фрезами. Гребенчатая фреза (рис. 12) совершает быстрое вращательное движение (главное движение), за счет которого на обрабатываемой заготовке фрезеруются сразу все нитки резьбы. Обрабатываемая заготовка при этом совершает медленное вращение (круговая подача). Кроме того, для получения винтовой линии заготовка или фреза долж-

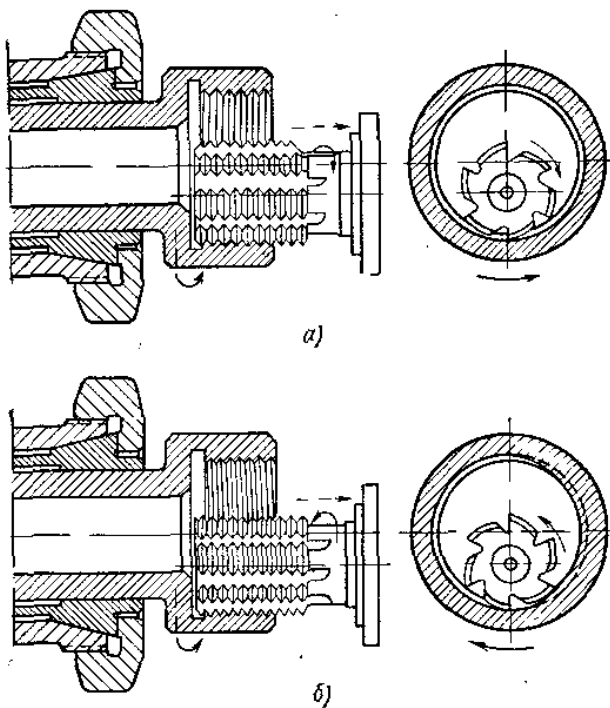


Рис. 13. Фрезерование внутренней резьбы гребенчатой фрезой:
а — правой резьбы, б — левой резьбы

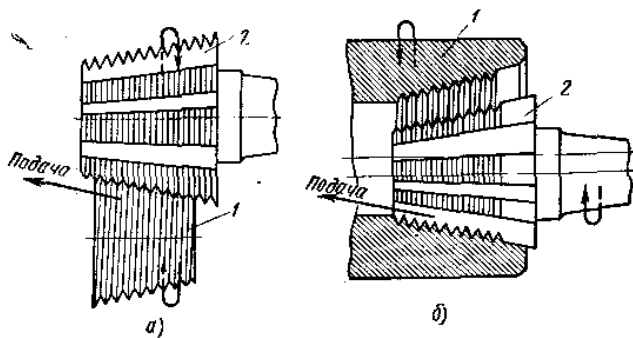


Рис. 14. Схема фрезерования конической резьбы:
а — наружной, б — внутренней; 1 — обрабатываемая заготовка, 2 — фреза

ны переместиться в продольном направлении на величину шага резьбы. В конце одного оборота заготовки нитки резьбы замыкаются, образуя непрерывную винтовую линию по всей обработанной поверхности.

Все нитки резьбы нарезаются за $1\frac{1}{6}$ — $1\frac{3}{8}$ оборота заготовки. При этом дополнительное вращение на $\frac{1}{6}$ — $\frac{3}{8}$ оборота заготовки необходимо для подвода фрезы, врезания ее и отвода.

Гребенчатые фрезы применяют в основном для изготовления коротких резьб 2 и 3-го классов точности длиной от 15 до 75 мм с шагом от 3 до 6 мм. При этом длина фрезы должна быть больше длины нарезаемой резьбы на 2—3 шага.

Изготовить длинные гребенчатые фрезы сложно, так как с увеличением числа витков резко возрастают деформации витков по шагу при закалке фрез, что затрудняет их шлифование.

На имеющихся в стране резьбофрезерных станках фрезеруют детали с наибольшим диаметром наружной резьбы до 200 мм.

Наименьший диаметр наружной резьбы ограничивается жесткостью обрабатываемой заготовки и составляет 10—15 мм. Наименьший диаметр фрезеруемой внутренней резьбы ограничивается жесткостью и прочностью фрезы и принимается равным 27—30 мм для метрических резьб с крупным шагом, а для резьб с мелким шагом — 18—20 мм.

Фрезерование внутренней резьбы гребенчатой фрезой показано на рис. 13.

Фрезерование многозаходных резьб на резьбофрезерных станках осуществляется аналогично фрезерованию однозаходных резьб. Гребенчатая фреза в этом случае имеет шаг, равный расстоянию между двумя соседними витками резьбы. Осевая подача заготовки или фрезы за один оборот заготовки должна быть равна не шагу, а ходу резьбы.

Фрезерование коротких резьб гребенчатыми фрезами получило широкое распространение в машиностроении благодаря следующим преимуществам по сравнению с другими способами образования резьбы:

возможности многостаночного обслуживания при работе по автоматическому и полуавтоматическому циклу;

простоте обслуживания резбифрезерных станков; небольшому удельному весу затрат вспомогательного времени на установку заготовки, снятие обработанной детали, подвод и отвод фрезерной бабки, пуск станка.

Резбифрезерование рекомендуется применять в случаях, когда размер партии деталей превышает 20—25 шт.

Меньшее количество заготовок обрабатывать этим способом нецелесообразно, так как время, затраченное на наладку станка, превысит время, требуемое для изготовления самих деталей.

Конические резьбы обрабатывают коническими гребенчатыми фрезами, которые имеют нитки резьбового профиля, расположенные перпендикулярно оси фрезы. Резьбовой профиль у этих фрез располагается не по цилиндрической, а по конической поверхности. Угол конуса фрезы должен быть равен углу конуса нарезаемой резьбы. Фрезерование конических резьб осуществляется так же, как и фрезерование цилиндрической резьбы: при медленном вращении обрабатываемой заготовки, быстром вращении фрезы и поступательном перемещении заготовки или фрезы параллельно образующей конической поверхности резьбы (рис. 14).

Фрезерование резьбы дисковыми (однорезцовыми) фрезами. Дисковые резьбовые фрезы применяют главным образом для нарезания длинных резьб с большим шагом и в основном трапецеидального профиля при предварительной обработке ходовых винтов и червяков различного типа. Иногда дисковыми фрезами нарезают остроугольные резьбы, но их не применяют для нарезания прямоугольной резьбы.

При фрезеровании резьбы дисковой фрезе сообщают быстрое вращательное движение (главное движение) и продольную подачу на величину шага резьбы за каждый оборот заготовки. Обрабатываемая заготовка совершает медленное вращательное движение. Ось оправки дисковой фрезы устанавливают под углом подъема винтовой линии резьбы к оси обрабатываемой заготовки (рис. 15).

Для нарезания резьбы дисковой фрезой на всю длину требуется число оборотов заготовки, равное числу ниток нарезаемой резьбы.

Дисковыми фрезами можно фрезеровать многозаходные резьбы с большим шагом. В этом случае после фрезерования одной винтовой канавки обрабатываемую за-

готовку поворачивают на $\frac{1}{K}$ оборота (K — число заходов резьбы). Далее фрезеруют вторую винтовую канавку, поворачивая заготовку снова на $\frac{1}{K}$ оборота, и т. д. Повороты осуществляют делительными механизмами или зубчатыми колесами.

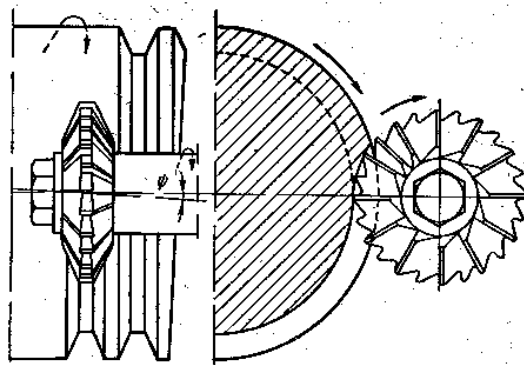


Рис. 15. Установка дисковой фрезы

При фрезеровании многозаходных резьб подача фрезы за один оборот заготовки должна быть равна ходу резьбы.

На специальных резбифрезерных станках фрезеруют различные резьбы и фасонные профили.

§ 6. ДЕТАЛИ, ОБРАБАТЫВАЕМЫЕ НА РЕЗБИФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ

Резьбы большого диаметра, очень длинные, резьбы с крупным шагом, резьбы с малым сбегом, резьбы, пересеченные шпоночными пазами, лысками и т. п., а также резьбы на тонкостенных деталях целесообразно изготовлять фрезерованием.

На рис. 16 показана схема наладки резбифрезерного станка для фрезерования резьбы на конце распределительного вала автомобильного двигателя. Заготовка 4 закрепляется в шпинделе 1 станка с помощью специального цапгового патрона 5. Другая разновидность патронного зажима показана на рис. 17. Вал 5 вставляется с об-

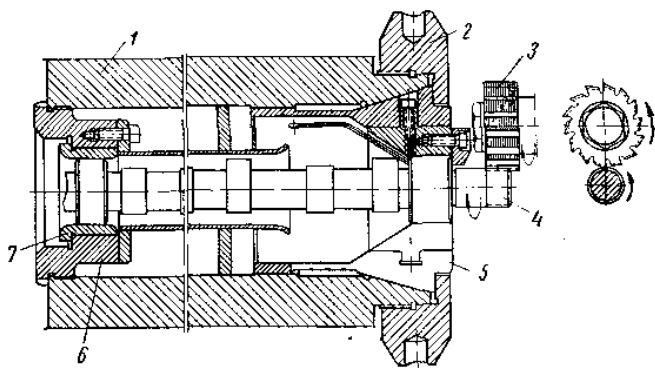


Рис. 16. Наладка резьбофрезерного станка с зажимом заготовки в специальном патроне:
1 — шпиндель, 2 — накидная гайка, 3 — гребенчатая фреза, 4 — заготовка, 5 — цапговый патрон, 6 — оправка, 7 — втулка

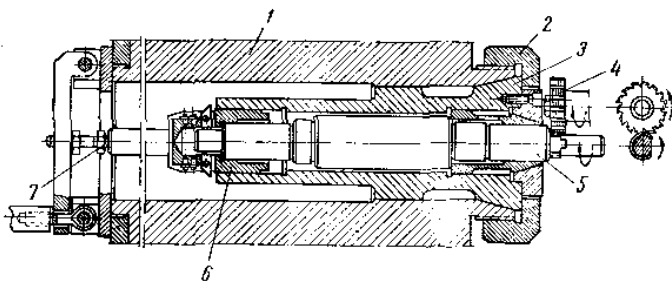


Рис. 17. Наладка резьбофрезерного станка с заготовкой, установленной через шпиндель станка:
1 — шпиндель, 2 — накидная гайка, 3 — цапга, 4 — фреза, 5 — обрабатываемый вал, 6 — оправка, 7 — упор

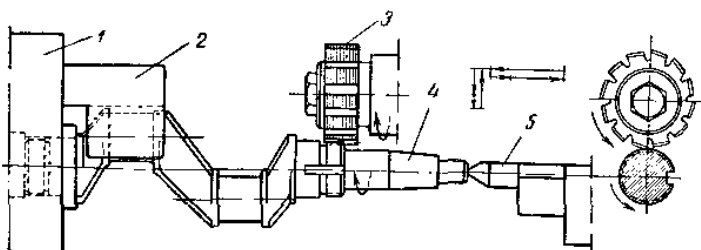


Рис. 18. Наладка резьбофрезерного станка для фрезерования резьбы на коленчатом валу:
1 — патрон, 2 — зажимное приспособление, 3 — фреза, 4 — обрабатываемый коленчатый вал, 5 — центр

ратного конца шпинделя вместе с промежуточной оправкой 6 и подается вперед в цапгу упором 7. Цапга при затягивании гайки 2 зажимает заготовку. На вале фрезеруется резьба, пересеченная лыской. На рис. 18 показано

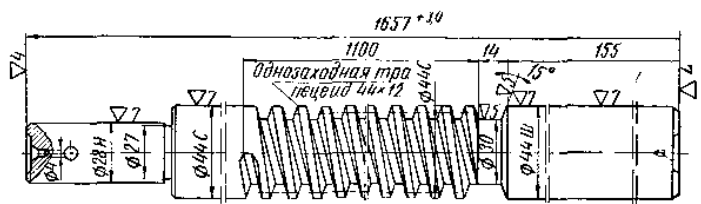


Рис. 19. Ходовой винт

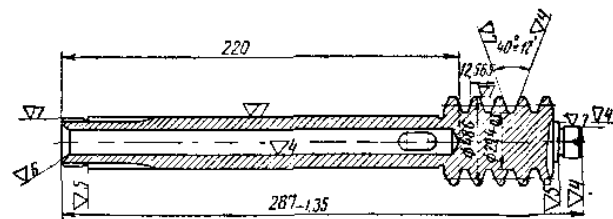


Рис. 20. Червяк

фрезерование резьбы, пересеченной шпоночным пазом на коленчатом валу.

Предварительное фрезерование резьбы ходового винта (рис. 19) и червяка (рис. 20) токарно-винторезного станка 1К62 производится дисковыми резьбовыми фрезами. Фрезерование резьбы на крупногабаритных деталях, вращение которых затруднено, осуществляется на резьбофрезерных станках планетарного типа.

§ 7. ВИДЫ И ПРИЧИНЫ БРАКА

Брак наносит большой ущерб народному хозяйству. Потери от брака приводят к увеличению себестоимости продукции, уменьшению ее выпуска, увеличению расхода металла, нарушению ритмичности производства.

Любой из элементов резьбы (наружный диаметр, внутренний диаметр, средний диаметр, шаг резьбы, угол профиля) может иметь погрешности. Методы контроля качества резьбы описываются в главе V.

При контроле качества резьбы проверяют также шероховатость ее поверхности. В производственных условиях шероховатость поверхности следует проверять сравнением изготовленной резьбы с эталоном (образцом) резьбы того же диаметра, шага и материала.

Для предупреждения появления брака следует прежде всего проверить размеры заготовки. Заготовка не должна также иметь внешних дефектов (трещин, кривизны и др.).

При резьбофрезеровании наиболее часто появляется брак следующих видов: неточность размеров среднего диаметра резьбы, рваная резьба, дробленая поверхность резьбы, срез витков резьбы, неудовлетворительная чистота поверхности резьбы, неточный шаг резьбы, неправильный профиль резьбы и др.

Основными причинами брака являются: неправильная наладка или несвоевременная подналадка станка, неисправность станка, неправильный выбор режимов резания, неправильные углы заточки (геометрические параметры) режущего инструмента, износ инструмента, неправильное крепление заготовки и инструмента, отсутствие смазывающе-охлаждающей жидкости, погрешности измерительного инструмента.

Перечислим некоторые, наиболее часто встречающиеся виды брака и причины его возникновения.

Неточные размеры среднего диаметра получаются вследствие неправильной установки глубины фрезерования.

Рваная резьба образуется в случае работы затупленным режущим инструментом, при неправильном выборе режимов резания и состава смазывающе-охлаждающей жидкости.

Дробленая поверхность резьбы является следствием вибраций. При резьбофрезеровании могут быть вибрации обрабатываемой заготовки, режущего инструмента, станка, приспособления и др.

Срез витков получается, когда перемещение инструмента не соответствует шагу нарезаемой резьбы, а также при неправильном выборе направления вращения заготовки или инструмента.

Недостаточная чистота поверхности (риски, задиры, налупы на резьбе) является следствием неправильной заточки инструмента, большого его износа, неправильного выбора режимов резания и условий подачи охлаждающей жидкости, недостаточно жесткого закрепления заготовки и инструмента и т. д.

Неточный шаг резьбы получается в результате неправильной настройки станка или погрешностей в шаге резьбовых фрез.

Неправильный профиль резьбы получается при использовании режущего инструмента с неправильным профилем и неточной его установкой.

Неравномерная глубина профиля резьбы по витку может быть из-за биения детали при неправильном ее закреплении.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные элементы резьбы.
2. Чем характеризуются метрическая, дюймовая и трапецеидальная резьбы?
3. Как фрезеруют резьбу гребенчатой (групповой) фрезой?
4. Как фрезеруют коническую резьбу?
5. Как фрезеруют резьбу дисковой фрезой?
6. Какие виды брака возникают при фрезеровании резьбы, каковы причины его появления и способы устранения?

ГЛАВА III

СВЕДЕНИЯ ИЗ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

§ 8. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕТАЛЛАХ И СПЛАВАХ

Широко применяемые в машиностроении металлические материалы делятся на металлы и сплавы. Металлы (железо, медь, алюминий, цинк, олово, свинец и др.) являются самостоятельными химическими веществами (элементами). Сплавы же состоят из двух или нескольких металлов, в определенной пропорции смешанных друг с другом в жидком состоянии. В состав металлических сплавов могут входить также и неметаллические вещества, например углерод, сера, фосфор, бор и др. Вещества, входящие в состав сплава, принято называть компонентами этого сплава.

Смешивая между собой металлы в различных пропорциях, можно получать сплавы с самыми разнообразными свойствами, во многих случаях очень ценными, которыми не обладает ни один металл, взятый в отдельности. Поэтому в машиностроении сплавы находят более широкое применение, чем металлы.

Сплавы (как и металлы) делятся на черные и цветные. К черным относятся сплавы, основным компонентом которых является железо. Наиболее распространенными черными сплавами являются: серый чугун, ковкий чугун и сталь. Из цветных сплавов наибольшее значение имеют медные (бронзы и латуни), алюминиевые, цинковые и магниевые.

Знание свойств металлов необходимо для правильного и рационального использования их в производстве. Различают физические, химические, механические и технологические свойства металлов.

Физические свойства металлов. К ним относятся цвет, плотность, удельный вес, теплопроводность, электропроводность и др.

Плотностью (объемной массой) называется вес одного кубического метра вещества, выраженный в килограммах ($\text{кг}/\text{м}^3$).

Удельным весом называется отношение веса тела к его объему. Единицей измерения удельного веса является $\text{кгс}/\text{м}^3$. По Международной системе единиц (СИ) удельный вес измеряется в $\text{н}/\text{м}^3$ (см. приложение).

Теплопроводностью называется свойство металлов проводить тепло.

Электропроводностью называется способность металлов проводить электрический ток.

Химические свойства металлов. Под химическими свойствами металлов понимают их способность вступать в соединения с другими веществами — кислородом воздуха, углекислотой, влагой и др. К химическим свойствам относится также способность металлов образовывать окалину при нагреве и способность растворяться в различных химических активных жидкостях (кислотах, щелочах и др.)

Механические свойства и методы их определения. К механическим свойствам относятся прочность, твердость, упругость, вязкость и пластичность.

Прочностью металла называется его способность сопротивляться воздействию внешних сил без разрушения.

Твердостью называется способность тела противостоять проникновению в него другого, более твердого тела.

Упругостью называется свойство металла восстанавливать свою форму после прекращения действия внешних сил, вызвавших изменение формы (деформацию).

Пластичностью называется свойство металла деформироваться без разрушения под действием внешних сил и принимать новую форму после прекращения действия сил. Пластичность — свойство, обратное упругости.

Вязкостью называется способность металла оказывать сопротивление быстро возрастающим (ударным) нагрузкам. Свойством, обратным вязкости, является хрупкость.

Механические свойства металлов определяются путем проведения целого ряда испытаний на специальных машинах.

Если растягивать стальной образец со все возрастающей силой (испытание на растяжение) и отмечать по горизонтальной оси абсолютное удлинение образца (разность между конечной l_1 и начальной l_0 длиной)

$$\Delta l = l_1 - l_0$$

а по вертикальной оси растягивающую силу P , то получим диаграмму, изображенную на рис. 21.

На диаграмме до точки 1 зависимость между растягивающей силой и удлинением образца прямо пропорциональна, т. е. во сколько раз увеличивается сила P , во столько же раз увеличивается и удлинение образца.

Наибольшее напряжение (отношение силы к поперечному сечению образца), при котором сохраняется прямая

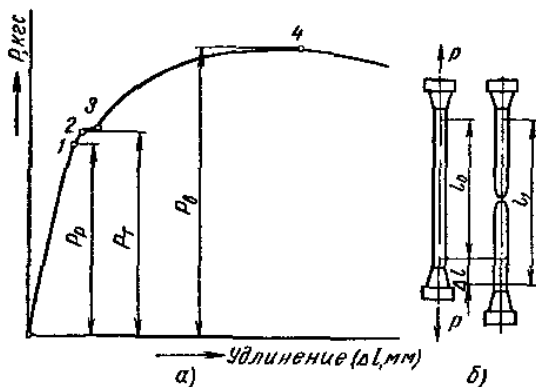


Рис. 21. Испытание металлов на растяжение: а — диаграмма растяжения стального образца, б — вид образца до и после разрыва

пропорциональная зависимость между удлинением и растягивающей силой, называется *пределом пропорциональности*

$$\sigma_p = \frac{P_p}{F_0} \text{ кгс/мм}^2 \text{ (н/м}^2\text{)},$$

где σ_p — предел пропорциональности;

P_p — сила в точке 1 диаграммы, кгс (н);

F_0 — начальная площадь поперечного сечения образца, мм² (м²).

При дальнейшем увеличении силы растяжения наступает момент, когда удлинение образца (отрезок 2—3 на рис. 21, а, называемый площадкой текучести) происходит без заметного увеличения силы. Напряжение, при кото-

ром происходит такое течение металла, называют *пределом текучести*

$$\sigma_s = \frac{P_T}{F_0} \text{ кгс/мм}^2 \text{ (н/м}^2\text{)},$$

где σ_s — предел текучести;

P_T — сила в точке 2 диаграммы, кгс (н).

За точкой 3 дальнейшее возрастание силы приводит к удлинению образца за счет пластической деформации, и зависимость между удлинением и силой уже не подчиняется закону прямой пропорциональности. В точке 4 сила достигает максимальной величины, при которой в образце начинается образование шейки (рис. 21, б).

Напряжения, соответствующие началу образования шейки, называют *пределом прочности*:

$$\sigma_b = \frac{P_v}{F_0} \text{ кгс/мм}^2 \text{ (н/м}^2\text{)},$$

где σ_b — предел прочности;

P_v — сила в точке 4 диаграммы, кгс (н).

Вследствие сужения образца (образования шейки) за точкой 4 удлинение до полного разрыва металла происходит при меньшей силе (кривая идет вниз).

Для характеристики пластических свойств металла пользуются *относительным удлинением* и *относительным сужением*. *Относительным удлинением* ε называют отношение удлинения образца Δl к первоначальной длине l_0 в процентах:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100 \%,$$

Относительным сужением φ называют отношение уменьшения площади поперечного сечения образца в шейке ($F_0 - F$) к начальной площади поперечного сечения F_0 в процентах:

$$\varphi = \frac{F_0 - F}{F_0} \cdot 100 \%,$$

где F — площадь поперечного сечения образца в шейке, мм².

Испытания на твердость являются наиболее распространенными среди всех механических испытаний материалов (особенно металлов), применяемых в промышленности. Они производятся путем вдавливания твердых наконечников различной формы.

При испытании стальным шариком (метод Бринелля) твердость *НВ* определяют по диаметру отпечатка, оставленного стальным шариком при вдавливании его в поверхность проверяемого металла. Для образцов толщиной свыше 6 мм применяют шарик диаметром 10 мм, для образцов толщиной менее 6 мм — диаметром 5 мм, а менее 3 мм — диаметром 3 мм.

При испытании закаленных металлов или твердых материалов твердость определяют по глубине проникновения алмазного конуса (или стального шарика) в поверхность металла при различной силе вдавливания (метод Роквелла). Прибор имеет несколько шкал. Отсчет ведется по одной из них в зависимости от силы вдавливания алмазного конуса. При нагрузке 150 кгс отсчет твердости ведут по шкале С, при усилении 100 кгс пользуются шкалой В, а при усилении 60 кгс — шкалой А. Твердость соответственно обозначается *HRC*, *HRB* и *HRA*. Твердость определяют и путем изменения длины диагонали отпечатка четырехгранной пирамиды с углом 136° при вершине (метод Виккерса).

Имеются таблицы соотношений чисел твердости, полученных при испытаниях различными методами.

Существует ряд других способов испытаний металлов: на сжатие, на изгиб, на кручение, на усталость и т. д.

Технологические свойства металлов и сплавов характеризуются литейными свойствами, ковкостью, свариваемостью и обрабатываемостью резанием.

Литейные свойства металлов определяются в основном жидкотекучестью и усадкой.

Ковкостью металла называется способность металла поддаваться обработке давлением, принимать новую форму под действием удара или давления.

Свариваемостью называется способность металла создавать прочные соединения после сварки.

Обрабатываемость металла характеризуется его способностью подвергаться обработке резанием металлическим или абразивным инструментом.

§ 9. ЧУГУН

Чугуном называется сплав железа с углеродом, содержащий, помимо железа, от 2 до 6,67% углерода и ряд примесей: кремний, марганец, фосфор и др. Применяемые в машиностроении чугуны содержат не более 4,3% углерода (обычно 2,5—3,5%).

Чугун получают в доменных печах. Исходными материалами для получения чугуна являются железная руда, топливо и флюсы, ускоряющие процесс выплавки чугуна. В качестве топлива в доменном производстве используется главным образом кокс.

В результате доменного процесса получают белый и серый чугуны, специальные доменные сплавы (ферромарганец, зеркальный чугун и др.).

Белый чугун называется передельным. Из-за большой твердости и хрупкости его не используют в машиностроении. Расплавленный белый чугун передается в сталеплавильный цех, где переделывается в сталь. Излом такого чугуна белый.

Серый чугун называется литейным, так как, обладая хорошей обрабатываемостью и жидкотекучестью, он используется главным образом для производства литых заготовок — отливок. Излом такого чугуна серый.

Серый чугун широко применяют в машиностроении ввиду его дешевизны, однако он имеет низкую вязкость и потому отлитые из чугуна детали не должны подвергаться ударным нагрузкам.

Ковкий чугун получается в результате продолжительного отжига отливок белого чугуна. Ковкий чугун отличается повышенной прочностью на растяжение и более высоким сопротивлением ударным нагрузкам. Однако ковке он не поддается, а используется главным образом для получения фасонных отливок в машиностроении.

Серый чугун обозначается буквами СЧ с указанием предела прочности при растяжении (первые две цифры после букв) и предела прочности при изгибе (следующие две цифры). Например, маркой СЧ15-32 обозначается серый чугун с пределом прочности при растяжении 15 кгс/мм² и пределом прочности при изгибе 32 кгс/мм².

Ковкий чугун обозначается буквами КЧ с указанием предела прочности при растяжении (первые две цифры) и относительного удлинения (остальные две цифры).

Например, КЧ35-10 — ковкий чугун с пределом прочности при растяжении 35 кгс/мм^2 и относительным удлинением, равным 10% после отжига.

Кроме того, существуют модифицированные, высокопрочные чугуны, антифрикционные и др.

Процесс модифицирования состоит во введении в серый чугун перед разливкой его в формы модификаторов (алюминия, кремния, ферросилиция и др.). Чугуны, модифицированные магнием, получили название высокопрочных чугунов. Высокопрочные чугуны имеют более высокие механические свойства, чем серые чугуны.

§ 10. СТАЛЬ

Сталью называется сплав железа с углеродом (до 2%), кремнием, марганцем, серой, фосфором, хромом, вольфрамом и другими элементами.

Сталь — наиболее распространенный материал в машиностроении. Обладая высокой прочностью, твердостью и вязкостью, она легко поддается обработке давлением, резанием, сварке и т. д.

Сталь получают из чугуна. Процесс варки стали заключается в выжигании (окислении) из чугуна части углерода, серы, фосфора и других элементов. Окисление осуществляется кислородом воздуха. Получающиеся при этом окислы связываются между собой непосредственно или при помощи флюсов и образуют шлак, который всплывает на поверхность расплавленного металла и удаляется. Часть продуктов окисления в виде газов удаляется в атмосферу. В качестве флюсов обычно применяют известняк и кварцевый песок. Для придания стали особых свойств (повышенной прочности, необходимой пластичности, вязкости и т. д.) в процессе плавки в нее добавляют те или иные присадки (феррохром, ферровольфрам, ферромolibден и т. д.).

Основными способами получения стали являются: мартеновский, конверторный, электрометаллургический и тигельный.

При мартеновском способе плавления исходных материалов (чущкового чугуна, а также чугунного и стального лома — скрапа) варка стали осуществляется в ванне, над которой обычно сжигается газ. Температура в

ванне достигает $1700\text{--}1800^\circ\text{C}$. Известняк добавляют для получения шлака, связывающего серу и фосфор, что позволяет получать сталь с содержанием этих вредных примесей в количестве не более 0,04% каждой.

Конверторный способ выплавки стали наиболее производительен, так как в этом случае сталь выплавляется в несколько раз быстрее. Различают два вида конверторного процесса — бессемеровский и томасовский.

При бессемеровском способе расплавленный чугун заливается в грушевидную печь — конвертор. Туда же подается нагретый воздух, который продувается через расплавленный чугун и окисляет его. Температура расплава за счет реакций окисления железа и примесей повышается до 1600°C . Варка стали в конверторе происходит более интенсивно при подаче в него кислорода.

Томасовский способ отличается от бессемеровского тем, что конвертор имеет внутреннюю огнеупорную обмуровку (футеровку) иного состава, позволяющую перерабатывать фосфористые чугуны.

Наиболее совершенным является способ варки стали в электрических печах. Эти печи могут быть дуговыми (нагрев осуществляется теплом электрической дуги) и индукционными (нагрев осуществляется токами высокой частоты). Расплавы в этих печах окисляются главным образом за счет кислорода воздуха, а также за счет добавления окислителей (небольшого количества железной руды). Электроды позволяют получать легированные высококачественные стали различных составов.

Тигельный способ применяется для выплавки небольшого количества стали с особыми физическими и механическими свойствами. Полученная таким способом сталь отличается высокой чистотой.

По химическому составу стали делятся на углеродистые и легированные.

Углеродистые стали обычно выплавляют с содержанием углерода не более 1,3%. Углеродистые стали, обладая хорошими технологическими свойствами, находят широкое применение в промышленности для изготовления деталей машин, конструкций, инструментов и т. д.

По назначению углеродистые стали делятся на конструкционные и инструментальные.

Конструкционная сталь (0,02—0,7% С) применяется для получения сортового и листового проката,

труб, изготовления различных деталей машин, крепежных изделий и т. д. Она подразделяется на обыкновенную и качественную. Конструкционная углеродистая сталь обыкновенного качества имеет марки: Ст. 0, Ст. 1, Ст. 2, Ст. 3, Ст. 4, Ст. 5, Ст. 6, Ст. 7 (цифра указывает на содержание углерода в десятых долях процента).

Иногда перед маркой стали стоят буквы М, Б и Т. Эти буквы указывают на способ получения стали (маргеновский, бессемеровский или томасовский). Качественная конструкционная сталь имеет марки: 08, 10, 15, 20 и др. Цифры указывают среднее количество углерода в стали в сотых долях процента. Например, сталь марки 45 содержит в среднем 0,45% углерода. Предел прочности при растяжении у стали 45—70—75 кгс/см². Качественная сталь содержит меньшее количество вредных примесей и применяется для изготовления ответственных деталей машин, которые должны обладать высокой прочностью и износостойкостью.

Инструментальные углеродистые стали выпускаются следующих марок: У7, У8, У9, У10, У11, У12, У13 (буква У указывает на то, что сталь углеродистая, а цифры показывают среднее содержание углерода в десятых долях процента). Инструментальные стали повышенного качества, имеющие минимальное количество вредных примесей, отмечают буквой А: У10А, У8А и т. д.

Углеродистая инструментальная сталь обладает низкими режущими свойствами. Она допускает работу при температуре в зоне резания до 250—300°С и при скоростях резания в пределах 10—15 м/мин. Поэтому углеродистая инструментальная сталь применяется для изготовления ручных инструментов (зубил, напильников, кернеров, ножниц для металла, столярного инструмента и т. д.) и инструментов, работающих при малых скоростях резания (слесарных метчиков, плашек, разверток и др.).

Легированной является сталь, которая, кроме железа и углерода, содержит легирующие элементы, улучшающие ее свойства.

К легирующим элементам относятся: хром, вольфрам, ванадий, никель, кремний, марганец, кобальт, титан, молибден и др.

Приняты следующие обозначения легирующих элементов: Х — хром, Н — никель, В — вольфрам, Г — мар-

ганец, Т — титан, Ф — ванадий, К — кобальт, С — кремний, М — молибден, Ю — алюминий.

Исключение составляют отдельные группы сталей, которые обозначаются определенной буквой: Р — быстрорежущие, Ш — шарикоподшипниковые, Э — электротехнические, Е — магнитные.

По химическому составу (ГОСТ 5200—50) легированная сталь делится на низколегированную (до 2,5% легирующих элементов), среднелегированную (от 2,5 до 10%) и высоколегированную (свыше 10%).

Конструкционные стали могут быть легированы одним или несколькими элементами.

Легированные конструкционные стали должны обладать высокой твердостью, прочностью и вязкостью. Детали, изготовленные из легированной стали, в большинстве случаев подвергаются упрочняющей термической обработке.

Низколегированные стали 15ХГС, 25ХГ2С, 10Г2СД, 14ХГСН, 10ХСНД и др. по качеству значительно превосходят углеродистые.

Существуют легированные стали с особыми физическими и химическими свойствами. К ним относятся: магнитные и немагнитные стали, сталь с высоким электрическим сопротивлением, сталь с особыми тепловыми свойствами, а также нержавеющая, жаропрочная и окалиностойкая.

Магнитнотвердые стали и сплавы применяют для изготовления постоянных магнитов.

Магнитные стали и сплавы применяют для изготовления сердечников трансформаторов, электромагнитов, электроизмерительных приборов.

Немагнитные стали и сплавы применяют в электромашиностроении. Сталь с особыми тепловыми свойствами применяется в тех приборах, где должно быть весьма незначительное тепловое расширение.

Нержавеющая сталь имеет высокую коррозионную устойчивость в атмосфере, воде, кислоте, при высокой температуре и других условиях. Она применяется в химическом машиностроении, турбостроении, медицине и т. д.

Жаропрочная и окалиностойкая сталь применяется для изготовления деталей, работающих при больших температурах (800—1000°С и более).

Легированная инструментальная сталь по своему химическому составу отличается от высокоуглеродистой инструментальной стали в основном наличием одного или нескольких следующих легирующих элементов: хрома, вольфрама, молибдена, ванадия, кремния и марганца.

Наибольшее применение для изготовления режущего инструмента получили следующие марки стали: ХГ, 9ХС и ХВГ.

Из стали 9ХС изготовляют сверла, развертки, метчики, плашки, резьбовые калибры и др.; из стали ХВГ — протяжки, фрезы и др.; из стали марок ХГ, ШХ15, Х12 и др. изготовляют измерительный инструмент.

Легированная инструментальная сталь обладает более высокими режущими свойствами, чем углеродистая инструментальная сталь. Эта сталь допускает работу при температуре в зоне резания до 300—350°С и скоростях резания до 20—25 м/мин.

Быстрорежущая инструментальная сталь в отличие от углеродистой и легированной инструментальной стали обладает большим сопротивлением износу и большей теплоустойчивостью. Она красностойка, т. е. не теряет своих режущих свойств при температуре красного каления (550—600°С).

Из быстрорежущей стали изготовляют режущие инструменты: резцы, сверла, зенкеры, развертки, фрезы, протяжки и т. д.

Быстрорежущие стали делятся на стали нормальной производительности (Р18, Р12, Р9, К18М, Р9М, Р18Ф2) и стали повышенной производительности (Р18Ф2К5, Р9Ф2К10, Р9Ф5, Р15Ф4, Р10Ф5К5).

Из быстрорежущих сталей нормальной производительности лучшей является сталь Р18, которая легко обрабатывается шлифованием и малочувствительна к прижомам.

Стали повышенной производительности обладают более высокой красностойкостью и более высокими режущими свойствами.

Быстрорежущая сталь нормальной производительности может работать при скоростях резания до 60 м/мин и выше, а сталь повышенной производительности может работать при скоростях резания до 100 м/мин и выше.

§ 11. ТЕРМИЧЕСКАЯ И ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СТАЛЕЙ

Термическая и химико-термическая обработка применяется для изменения механических и физических свойств металлов и сплавов. В результате такой обработки изменяется внутренняя структура металлов и сплавов, повышается их прочность, твердость, износостойкость.

К процессам термической обработки относятся: отжиг, нормализация, закалка, отпуск, улучшение, старение и обработка холодом.

При отжиге детали нагревают до 700—900°С, выдерживают при этой температуре и медленно охлаждают вместе с печью. Отжиг уменьшает твердость, улучшает обрабатываемость, исправляет структуру металла и в некоторых случаях уменьшает внутренние напряжения в стали.

Нормализация заключается в нагреве деталей до 700—900°С, выдержке при этой температуре и охлаждении на воздухе. Эта операция выравнивает структуру, снимает внутренние напряжения, полученные при холодной или горячей механической обработке, несколько повышает механические свойства стали по сравнению с отжигом.

Закалка применяется для повышения твердости и сопровождается уменьшением вязкости. Детали нагревают до температуры выше 760°С, выдерживают при этой температуре и быстро охлаждают (обычно в воде или в масле). Иногда применяют поверхностную закалку, которая позволяет закалить деталь по всему контуру или отдельные ее участки на глубину от 0,2 до 8 мм и более. Поверхностная закалка осуществляется при нагреве детали токами высокой частоты, ацетилено-кислородным пламенем или другими способами.

Отпуск заключается в нагреве закаленной стали до температуры ниже 700°С с последующим охлаждением на воздухе. Применяется отпуск для снижения остаточных напряжений в закаленной стали, снижения ее твердости и повышения вязкости.

Улучшением увеличивают вязкость стали и подготавливают ее к последующей обработке. Заключается оно в закалке и последующем высокотемпературном (500—670°С) отпуске.

Старение заключается в нагреве закаленных деталей до 150—180°С с выдержкой при этой температуре в течение 5—25 час. Оно применяется для ускорения структурных превращений в стали и стабилизации размеров деталей.

При температуре ниже нуля обрабатывают предварительно закаленные (или закаленные и отпущенные) стали для повышения их твердости и износостойкости и стабилизации размеров точных деталей. В некоторых случаях обработка при низких температурах может быть двух- и трехкратной (при температурах от -70° до -100°С).

Иногда для повышения поверхностной твердости, увеличения износостойкости и антикоррозионных свойств детали подвергают химико-термической обработке: цементации, цианированию, азотированию, сульфидированию и т. д.

Цементация (науглероживание) заключается в насыщении поверхностного слоя стали углеродом. Цементации подвергают детали, изготовленные из легированной или углеродистой стали с содержанием углерода до 0,35%.

При *цианировании* происходит одновременное насыщение поверхностного слоя стали азотом и углеродом посредством нагрева ее в расплавленных смесях цианистых солей при 800—850°С.

Азотирование — это насыщение поверхностного слоя стали азотом посредством длительного нагрева в атмосфере аммиака при температуре 500—600°С. Азотированию подвергают детали, изготовленные обычно из специальных сталей с содержанием алюминия и других элементов.

Существуют и другие способы химико-термической обработки стальных деталей.

§ 12. ТВЕРДЫЕ СПЛАВЫ

При больших скоростях резания режущий инструмент и некоторые детали машин (седла клапанов, зубья экскаваторов и др.), изготовленные даже из высоколегированных сталей, быстро изнашиваются. В таких случаях рекомендуется применять инструменты и детали машин, изготовленные из твердых сплавов, которые допускают

работу со скоростью резания в 5—10 раз выше скорости, допускаемой быстрорежущими инструментальными сталями (от 200 до 800 м/мин и более) и не теряют своих режущих свойств при температуре до 850°С и выше.

Различают литые и металлокерамические твердые сплавы.

Литые твердые сплавы состоят в основном из хрома, никеля, кобальта и обладают высокой твердостью и износостойкостью. Эти сплавы выпускаются в виде прутков и стержней, которые ацетилено-кислородным пламенем наплавляют на поверхность деталей и инструментов. Поэтому литые сплавы называют наплавочными.

Металлокерамические твердые сплавы состоят из карбидов вольфрама, карбидов титана, карбидов тантала и кобальта, связывающего эти вещества. Изделия из этих сплавов прессуют из соответствующих порошков, а затем спекают. Различают вольфрамкобальтовые металлокерамические сплавы: ВК4, ВК6, ВК8 и др. и титановольфрамкобальтовые: ТК10, Т14К8, Т15К6 и др. В марках сплавов цифры после буквы К указывают процентное содержание в сплаве кобальта, после буквы Т — карбидов титана; остальное составляют карбиды вольфрама. Например, сплав Т14К8 состоит из 14% карбида титана, 8% кобальта и 78% карбида вольфрама.

Инструменты из твердых сплавов всех марок затачивают шлифовальными кругами из синтетических алмазов или зеленого карбида кремния, а также электронно-лучевым и анодно-механическим способами. Доводят инструменты после заточки с помощью синтетических алмазных кругов или на доводочных станках с помощью притирочной пасты из карбида бора, нанесенной на чугунный диск (притир).

Твердые сплавы дороги, так как содержат редкие металлы: вольфрам, титан, кобальт и др. Наиболее дешевыми являются минералокерамические материалы. Минералокерамические пластинки марки ЦМ-332 (термокорунд) обладают большей износостойкостью, чем некоторые твердые сплавы. Сырьем для минералокерамики служит глинозем — окись алюминия.

Выпускаемые в настоящее время минералокерамические пластинки обладают повышенной хрупкостью и низким пределом прочности на изгиб. Поэтому инструментом, оснащенным минералокерамическими пластинками,

можно производить, как правило, только чистовую и полустружковую обработку. Абразивная заточка и доводка минералокерамических пластинок осуществляется аналогично заточке и доводке твердых сплавов.

§ 13. ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ

Цветные металлы (медь, алюминий, магний, цинк, никель, свинец, олово, титан, молибден и др.) получили в машиностроении широкое распространение. Они являются основными материалами в авиационной, электротехнической, радиотехнической и других отраслях промышленности.

Обычно цветные металлы применяют в виде сплавов.

Медь и ее сплавы. Чистая медь — металл красноватого цвета с температурой плавления 1083°C и удельным весом $8,93 \text{ г/см}^3$. Медь обладает высокой электропроводностью, теплопроводностью, хорошо поддается холодной и горячей обработке. По электропроводности чистая медь уступает только серебру.

Сплавы меди более прочны, лучше обрабатываются и имеют лучшие литейные свойства, чем чистая медь. Медные сплавы делятся на латуни и бронзы.

Латунями называют сплавы меди с цинком, содержащие от 25 до 55% цинка.

Кроме цинка, в состав латуней может входить железо, марганец, алюминий, никель, олово, свинец, кремний и другие элементы (обычно от 2 до 8%). Такие латуни называют специальными.

Латуни маркируют буквой Л, за которой следует цифра, показывающая среднее содержание меди в сплаве. Например, марка Л62 означает латунь с содержанием меди около 62%. У специальных латуней принято следующее обозначение легирующих элементов: А — алюминий, Ж — железо, М — марганец, К — кремний, С — свинец, О — олово, Н — никель. В этом случае первые две цифры, стоящие за буквами, указывают среднее содержание меди в процентах, а последующие — содержание других элементов; остальное (до 100%) — цинк. Например, латунь марки ЛС 59-1 содержит 59% меди, 1% свинца и 40% цинка.

Как и все сплавы цветных металлов, латуни делятся на литейные и обрабатываемые давлением. Буква Л в

конце марки (например, ЛК80-3Л) указывает на то, что латунь литейная. Латуни, содержащие наибольший процент меди (Л96, Л90, Л85), называют томпаками.

Бронзами называют сплавы меди с различными элементами (оловом, свинцом, марганцем, кремнием, алюминием и др.), кроме цинка. В зависимости от состава бронзы делятся на оловянистые и безоловянистые (специальные). Маркируются бронзы по тому же принципу, что и латуни. За буквами Бр. следуют буквенные обозначения элементов, входящих в состав сплава, а за ними — цифры, указывающие среднее процентное содержание этих элементов. Например, Бр. ОФ6, 5—15 — оловянисто-фосфористая бронза, содержащая 6—7% олова и около 0,16% фосфора.

Изделия из бронзы получают как отливкой, так и обработкой давлением в горячем и холодном состоянии.

Оловянистые бронзы имеют хорошие литейные свойства и особенно малую усадку, поэтому из них изготавливают изделия сложной формы. Бронза с содержанием 10% олова является одним из лучших антифрикционных сплавов. Однако олово является дорогостоящим и дефицитным элементом. Поэтому оловянистые бронзы стараются заменить более дешевыми. Алюминиевые бронзы (содержание алюминия 5—10%) по механическим свойствам и коррозионной стойкости превосходят оловянистые, но обладают большей усадкой. Из алюминиевых бронз изготавливают мелкие ответственные детали — фланцы, втулки, зубчатые колеса и т. д. Другими заменителями оловянистых бронз являются кремнистые. Хорошими антифрикционными свойствами обладают свинцовистые бронзы (содержание свинца 30%), они применяются для изготовления сильно нагруженных подшипников. Все большее распространение, особенно в приборостроении, получают бериллиевые бронзы, из которых изготавливают мембраны, пружины и другие детали.

Алюминий и его сплавы. Алюминий — легкий металл серебристо-белого цвета с голубоватым оттенком. Температура плавления его 660°C , удельный вес $2,7 \text{ г/см}^3$. Алюминий обладает высокой электро- и теплопроводностью, уступая лишь серебру и меди. Важнейшим свойством алюминия является устойчивость против атмосферной коррозии вследствие образования на его поверхности прочной защитной пленки.

Благодаря высокой электропроводности и пластичности алюминий широко применяется в электропромышленности для изготовления шин, проводов и кабеля. Алюминий используется также в авиационной и пищевой промышленности.

Алюминиевые сплавы делятся на *литейные* и *деформируемые*. Литейные алюминиевые сплавы применяют для отливки деталей в земляные и металлические формы и под давлением. Алюминиевые литейные сплавы имеют следующую маркировку: АЛ1, АЛ2 и т. д. до АЛ18. Буквы А и Л обозначают алюминиевый литейный сплав, а цифры — порядковый номер сплава.

Важнейшими литейными сплавами являются сплавы алюминия с кремнием (от 6 до 10% кремния), известные под названием силуминов. Они содержат также и другие элементы: медь, магний, цинк. Силумины обладают высокой жидкотекучестью и малой усадкой. Силумины широко применяют в машиностроении, особенно в авиационной промышленности, так как они имеют малый удельный вес, высокую прочность и коррозионную устойчивость.

Деформируемые сплавы (дюралюмины) применяют для изготовления листов, проволоки, ленты и фасонных профилей ковкой, штамповкой, прессованием и другими способами. Наиболее распространенными марками дюралюминов являются Д1, Д6 и Д16.

Антифрикционные (подшипниковые) сплавы. Для уменьшения трения вращающихся деталей (валов, осей) непосредственно соприкасающиеся с ними трущиеся части машин — вкладыши подшипников — изготавливают из антифрикционных материалов с малым коэффициентом трения.

К числу подшипниковых сплавов относятся бронзы (оловянистые и свинцовистые), антифрикционные чугуны и порешковые материалы. Наиболее распространенными подшипниковыми сплавами являются баббиты (оловянистые, оловянносвинцовые, свинцовые, кальциевые и алюминиевые). Они обладают высокой пластичностью, хорошей прирабатываемостью и низким коэффициентом трения.

Стандартом установлены следующие марки баббитов: Б83, Б16, Б6, БН, БС, БК, БК2. Буква Б указывает название сплава (баббит), а следующая за ней цифра — содержание в нем олова. Буквы Н, С, К означают наличие

в баббите никеля, свинца и кальция. Наиболее распространенным баббитом, применяемым для заливки подшипников, работающих в тяжелых условиях, является баббит на оловянистой основе Б83 (содержит 10—12% сурьмы, 5,5—6,5% меди, остальное — олово).

В настоящее время в качестве антифрикционного материала применяют также пластмассы — полиамиды. Они обладают низким коэффициентом трения, высокой износостойкостью, повышенной прочностью, способностью работать без смазки, вибропоглощаемостью, быстрой прирабатываемостью, химической стойкостью, способностью работать в абразивной среде. Все это выгодно отличает их от других антифрикционных материалов.

§ 14. КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ И БОРЬБА С НЕЙ

Коррозией металлов называется процесс их разрушения под действием внешней среды. Золото, платина и некоторые другие металлы обладают хорошей стойкостью против коррозии. Легко подвергаются коррозии железо, чугун и сталь. Коррозия металлов наносит огромный ущерб народному хозяйству. Поэтому борьба с ней является одной из важнейших проблем в машиностроении.

В зависимости от среды, в которой протекает коррозия, различают химическую и электрохимическую коррозию.

Химической коррозией называется разрушение металлов и сплавов, протекающее в сухих газах при повышенных температурах (газовая коррозия) и в неэлектролитах (масле, бензине, смоле и др.). При этом на поверхности металла образуется пленка окислов различной прочности. У некоторых металлов (например, у алюминия) эти пленки очень прочны и защищают металл от дальнейшего его разрушения. Пленки окислов железа очень непрочны, поэтому металл под ними ржавеет. Примером газовой коррозии является окисление стали при нагревании ее в термических печах с образованием окалины и обезуглероживание поверхностного слоя.

Электрохимическая коррозия металлов возникает под действием воды и водных растворов элект-

ролитов (раствора щелочей, кислот и солей). К электрохимической относят коррозию в атмосфере и в почве. Металлы, в значительной мере подверженные коррозии, защищают покрытием их поверхности защитным слоем, изолирующим металл от окружающей среды. Существуют различные методы антикоррозийной обработки металлов.

Оксидирование черных металлов можно производить термическим, химико-термическим, химическим и электрохимическим способами. В зависимости от толщины и цвета получаемой пленки различают операции синения и воронения. При воронении толщина пленки достигает не более 10 мкм, а при синении пленка получается значительно тоньше. Такие пленки непрочны.

Фосфатирование состоит в покрытии стальных деталей пленкой из нерастворимых фосфорнокислых солей железа и марганца.

Толщина пленки при этом может достигать 30—40 мкм. На практике получают пленки толщиной 5—7 мкм.

Для защиты металлов от коррозии широко применяют металлические покрытия. Этот способ защиты заключается в нанесении на поверхность деталей тонкого слоя металла, обладающего достаточной коррозионной стойкостью в определенной среде. Наиболее распространенными способами нанесения металлических покрытий являются следующие:

погружение деталей в расплавленный металл. Так покрывают детали цинком, оловом (лужение) и алюминием (алитирование);

гальванический — когда детали погружают в ванну с электролитом, из которого под действием электрического тока выделяется металл. Гальваническим способом осуществляют цинкование, кадмирование, хромирование, никелирование и т. д.;

плакирование, заключающееся в получении биметаллов (двойных металлов) путем совместной прокатки основного и защитного металлов. Сталь защищают от коррозии нержавеющей сталью, алюминием, медью, латунью и т. д.;

напыление, заключающееся в нанесении расплавленного металла на поверхность деталей из специальных аппаратов — металлизаторов.

Очень часто на поверхность деталей наносят неметаллические покрытия из природных или синтетических неметаллических материалов (красок, смол, пленок и др.).

Защита от коррозии легированием состоит в том, что один металл легируется другим, более коррозионноустойчивым. Например, стойкость стали повышается в результате добавки к ней хрома или никеля. Таким образом получают нержавеющую сталь.

§ 15. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Пластические массы. Пластические массы, или полимеры, создаются на основе высокомолекулярных органических соединений — смол, содержащих наполнители, пластификаторы, ускорители, красители, смазки и другие добавки, необходимые для придания им определенных свойств.

В отличие от простых веществ (вода, щелочь, кислота и т. д.), молекулы которых содержат единицы и десятки атомов, высокомолекулярные соединения — полимеры состоят из сотен и тысяч атомов.

Все более растущее использование пластических масс в народном хозяйстве объясняется тем, что они обладают ценным сочетанием физико-механических свойств, а именно:

высокой механической прочностью при малом удельном весе;

высокой химической стойкостью по отношению к растворителям, щелочам, маслам и т. д.;

способностью хорошо поглощать вибрации и выдерживать ударные нагрузки;

высокой износостойкостью, эластичностью и упругостью;

антикоррозийностью и др.

Исходным сырьем для производства пластмасс служат отходы нефтеперерабатывающей промышленности, побочные продукты коксового производства и другие недефицитные, широко распространенные природные материалы (крахмал, древесина и др.).

В соответствии с типом применяемой смолы пластмассы могут быть терморезистивными и термопластичными.

Термоактивными называют такие материалы, которые при нагревании и сжатии вначале размягчаются и частично плавятся, а затем переходят в неплавкое и нерастворимое соединение.

Термопластичными материалами называются такие, которые при нагревании плавятся и твердеют только при охлаждении.

Важнейшим компонентом пластических масс является связующее вещество — смола, влияющая на физико-механические, химические, диэлектрические и другие свойства полимеров. Наибольшее распространение получили синтетические смолы.

Существенное влияние на свойства пластических масс оказывают наполнители. Они влияют на механическую прочность изделий и на прессовочные свойства пластмасс (текучесть, усадку).

В качестве наполнителей применяют органические и неорганические (минеральные) вещества. К органическим наполнителям относятся: древесная мука, шпон, ткань, бумага, искусственные и растительные волокна и др. Минеральными наполнителями являются: асбест, тальк, каолин, слюда, стеклянное волокно и др.

Для повышения пластичности изделий, а также для облегчения вальцевания и прессования в пластмассы добавляют пластификаторы.

Красители добавляют для получения цветных пластмасс, а смазывающие вещества (олеиновую кислоту, стеарин и др.) — для предупреждения прилипания пресс-материалов к пресс-форме во время прессования.

Производство пластмассовых деталей состоит из основного процесса — придания формы и дополнительно — механической обработки.

Применение пластмасс вместо металлов для изготовления деталей снижает трудоемкость и себестоимость машиностроительных изделий. При замене черных металлов литейными пластмассами трудоемкость изготовления деталей уменьшается в среднем в пять — шесть раз, а себестоимость — в два — шесть раз. При замене пластмассами цветных металлов себестоимость деталей снижается в четыре — девять раз. В машиностроении используется около трети выпускаемых в стране полимерных материалов. К концу 1980 г. производство синтетических смол и пластмасс возрастет до 19—21 млн. т в год.

Ниже приводятся краткие сведения о наиболее распространенных в промышленности пластмассах.

Полиэтилен при обычной температуре обладает низким удельным весом, высокими литейными качествами, хорошими диэлектрическими показателями и стойкостью в агрессивных средах.

Полипропилен выгодно отличается от полиэтилена более высокой температурой плавления, отличной волокнообразующей способностью и способностью образовывать прозрачные и прочные пленки.

Из полиэтилена и полипропилена изготавливают листы различной толщины, которые легко штампуются с глубокой вытяжкой. Из таких листов изготавливают корпуса приборов и аппаратов, а также используют в качестве облицовочного материала. Все большее значение полиэтилен и полипропилен приобретает в производстве труб.

Фторопласт выдерживает действие концентрированной азотной кислоты и нагрев до 250°С. Он является одним из лучших диэлектриков, обладает высокой теплостойкостью и морозостойкостью и самым низким коэффициентом трения. Фторопласты применяют в радиоэлектронике, авиации, машиностроении, химической промышленности и других отраслях народного хозяйства.

Полиамиды (напрон, нейлон и др.) находят все большее распространение в производстве высокопрочных волокон и пленок, а также используются для изготовления ряда деталей в машиностроении.

Кремнийорганические полимеры имеют важное значение для машиностроения, строительства и быта, так как обладают большой теплостойкостью. На их основе можно изготавливать материалы для деталей, работающих при высоких температурах.

Стеклопластики — это материалы, получаемые из синтетических полимеров и наполнителя (стеклянные волокна). Они обладают высокой механической прочностью и теплостойкостью, сравнительно небольшим удельным весом, хорошей стойкостью против воздействия воды, масел, топлива, разбавленных кислот и щелочей. Стеклопластики в пять раз легче стали и в два раза легче алюминия. Эти прочные, легкие и антикоррозийные материалы могут с успехом заменить металлы при изготовлении кузовов автомобилей, корпусов судов, фюзеляжей и крыльев самолетов и т. д.

Эпоксидные смолы в последние годы нашли широкое применение в промышленности. Из армированных эпоксидных смол изготавливают оснастку для обработки металлов давлением, матрицы и пуансоны для штампов, модели для литья и т. д. Они используются также в качестве клеев, защитных покрытий и связующих веществ для стеклопластиков.

Стеклотекстолиты — слоистые листовые материалы, получаемые горячим прессованием уложенных правильными рядами полотнищ стеклянной ткани, пропитанной связующими смолами. Применяются для изготовления фюзеляжей самолетов, кузовов легковых и грузовых автомобилей, деталей машин, судов и т. д.

В машиностроении также применяют текстолит и гетинакс. Текстолит представляет собой хлопчатобумажную ткань, а гетинакс — бумагу, пропитанную смолой и спрессованную в виде заготовок (листов, труб, прутков и т. д.).

Газонаполненные полимерные материалы. Разделяют на пенопласты, у которых микроскопические ячейки заполненные газом, не сообщаются между собой, и поропласты, у которых ячейки сообщаются между собой. Легкость, сравнительно высокие механические, химические, электроизоляционные и другие свойства обусловили их применение в качестве тепло- и звукоизоляционных материалов.

Абразивные материалы. Такие материалы применяют при шлифовании деталей, заточке режущего инструмента, а также при отделочных операциях.

Абразивные материалы делятся на искусственные и естественные. Наибольшее промышленное значение имеют искусственные материалы. Они подразделяются на несколько групп:

1. Материалы, основной частью которых является окись алюминия (Al_2O_3): электрокорунд нормальный (86—91% Al_2O_3), электрокорунд белый (96—99% Al_2O_3), монокорунд (98% Al_2O_3).

2. Материалы, основной частью которых является углеродистый кремний (SiC), карбид кремния черный (95% SiC) и карбид кремния зеленый (97% SiC). Шлифующие материалы с основой SiC обладают большей твердостью, чем материалы с основой Al_2O_3 и поэтому применяются для обработки твердых, но хрупких мате-

риалов (чугуна, твердых сплавов, твердых отливок и т. д.)

3. Карбид бора (B_4C) является химическим соединением бора с углеродом. Он обладает большой твердостью, приближающейся к твердости самого твердого вещества — алмаза. Применяется для доводки твердых сплавов.

4. В последнее время советские ученые путем химического взаимодействия углерода и кислорода при очень высоких температурах и чрезвычайно больших давлениях получили синтетические алмазы. Их твердость не уступает твердости естественных алмазов. Синтетические алмазы применяются для заточки и доводки твердосплавного инструмента.

Алмазы обладают высокими режущими свойствами и применяются для тонкой обточки и расточки, правки шлифовальных кругов. Находят применение алмазы и в других отраслях промышленности.

В природе также встречаются материалы, обладающие высокой твердостью и используемые в промышленности как абразивы. Естественными абразивными материалами являются алмазы, корунд и наждак.

Из корунда изготавливают микропорошки и шлифовальные порошки.

Наждак обладает сравнительно низкой твердостью и огнеупорностью. Применяют его в кругах на магнезальной связке.

Абразивные материалы применяют как в порошкообразном виде, так и в виде шлифовальных кругов, брусков и т. п.

Для соединения абразивных зерен в целое тело применяют связующие (цементирующие) вещества, так называемые связки (керамическая, бакелитовая, вулканитовая и др.). Качество шлифовальных кругов в значительной степени определяется характером связывающего вещества.

Смазочные материалы. Смазочные материалы применяют для уменьшения трения, возникающего на поверхностях соприкасающихся тел при движении их друг относительно друга.

На поверхностях смазанных деталей образуется тонкая масляная пленка, которая благодаря молекулярному сцеплению не вытесняется даже при большом давлении

и таким образом снижает трение металла о металл (сухое трение). Коэффициент трения смазанных поверхностей в 50 и более раз ниже, чем несмазанных. Кроме того, смазка предохраняет металл от коррозии, увеличивая долговечность работы машин.

Смазочно-охлаждающие жидкости. Эти жидкости применяют главным образом для отвода тепла от режущего инструмента. Они снижают температуру в зоне обработки и тем самым повышают стойкость режущего инструмента, улучшают качество обрабатываемой поверхности и так же предохраняют от коррозии режущий инструмент и обрабатываемую заготовку. К смазочно-охлаждающим жидкостям предъявляются следующие требования: высокая охлаждающая и смазывающая способность, антикоррозийность, безвредность для работающего.

В табл. 1 приведены рекомендации по выбору смазочно-охлаждающих жидкостей при резьбофрезеровании.

Таблица 1
Смазочно-охлаждающие жидкости, применяемые при резьбофрезеровании

Обрабатываемый материал	Смазочно-охлаждающая жидкость
Сталь углеродистая, конструкционная, легированная, инструментальная, стальное литье	Эмульсия, осерненное масло, осерненное масло с керосином, минеральное масло в смеси с продуктом, содержащим жирные кислоты Можно обрабатывать всухую. Керосин, минеральное масло в смеси с продуктом, содержащим жирные кислоты
Чугунное литье	Эмульсия Можно обрабатывать всухую
Ковкий чугун	Минеральное масло в смеси с продуктом, содержащим жирные кислоты
Бронза, латунь	Эмульсия
Никель, цинк	Эмульсия
Медь	Эмульсия, минеральное масло в смеси с продуктом, содержащим жирные кислоты
Алюминий	Эмульсия
Дуралюмин	Керосин, минеральное масло в смеси с продуктом, содержащим жирные кислоты
Силумин	Эмульсия, минеральное масло в смеси с продуктом, содержащим кислоты и керосин

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные способы получения стали.
2. Чем характеризуются углеродистые и легированные стали?
3. Из каких сталей изготовляют режущий инструмент?
4. Расскажите о видах термической обработки стали.
5. На какие группы делятся твердые сплавы?
6. Расскажите о цветных металлах и сплавах и их роли в промышленности.
7. Что называется коррозией металлов и каковы меры борьбы с ней?
8. Какова роль пластмасс в машиностроении?
9. Для чего применяют абразивные материалы?
10. Какие смазочно-охлаждающие жидкости применяют при резьбофрезеровании?

ГЛАВА IV ДОПУСКИ И ПОСАДКИ

§ 16. ПОНЯТИЕ О ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ

При больших масштабах производства очень важно, чтобы каждая деталь в процессе сборки точно подходила к своему месту без какой-либо подгонки. Не менее важно и то, чтобы любая деталь или узел, поступающие на сборку, допускали замену их другими, подобными им, без ущерба для работы всей машины.

Детали, удовлетворяющие этим условиям, называют *взаимозаменяемыми*. Таким образом, взаимозаменяемость означает возможность полной замены любых деталей или любых узлов, обеспечивающей при этом работу узлов или машины в целом в соответствии с техническими условиями. Это так называемая *полная*, или *абсолютная*, взаимозаменяемость. *Неполная взаимозаменяемость* предполагает частичный или групповой подбор деталей при сборке, а также дополнительную обработку или регулирование отдельных размеров.

Взаимозаменяемые детали должны быть изготовлены с заранее обусловленной степенью точности.

Взаимозаменяемость экономически целесообразна главным образом в условиях массового и крупносерийного производства, причем требование взаимозаменяемости предъявляется и к заготовкам деталей, и к свойствам материалов, и т. д.

В современном машиностроении взаимозаменяемость служит средством повышения производительности труда, улучшения качества и уменьшения стоимости выпускаемой продукции. Взаимозаменяемость позволяет проводить комплексную автоматизацию и механизацию технологических процессов, а также, координирование промышленности, так как в этом случае детали можно изготовлять на специализированных заводах, применяя наиболее прогрессивную технологию.

Для осуществления взаимозаменяемости большое значение имеет стандартизация и нормализация. *Стандарти-*

зация — это проводимое в масштабе всего народного хозяйства страны ограничение целесообразным минимумом числа разновидностей однородных объектов производства при точном регламентировании качественных требований к каждому стандартному объекту. *Нормализация* есть аналогичное мероприятие, проводимое в масштабе завода или данной отрасли промышленности.

§ 17. ПОНЯТИЕ О ДОПУСКАХ

Общие сведения. Две детали, подвижно или неподвижно соединенные друг с другом, называют *сопряженными*. Размеры, по которым происходит сопряжение деталей, называют *сопрягаемыми*.

В соединении двух деталей, входящих одна в другую, различают охватывающую и охватываемую поверхности соединения. Если охватывающая и охватываемая поверхности являются цилиндрическими, то соединение называется гладким цилиндрическим. У цилиндрических соединений охватывающая поверхность носит общее название — *отверстие*, а охватываемая — *вал*. Различают следующие размеры: номинальный, действительный и предельный.

Номинальным размером называется основной размер, определенный, исходя из назначения детали, и служащий началом отсчета отклонений. Общий для отверстия и вала, составляющих соединение, размер называется *номинальным размером соединения*.

Действительным размером называется размер, полученный в результате непосредственного измерения готовой детали.

Предельными размерами называют два предельных значения размера, между которыми должен находиться действительный размер. Один из предельных размеров (верхняя граница) называется наибольшим предельным размером, другой (нижняя граница) — наименьшим предельным размером (рис. 22, а)

Отклонением размера называют разность между результатом измерения и номинальным размером. Отклонение является положительным, если размер больше номинального, и отрицательным, если размер меньше номинального.

Действительным отклонением называется разность между действительным и номинальным размерами.

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

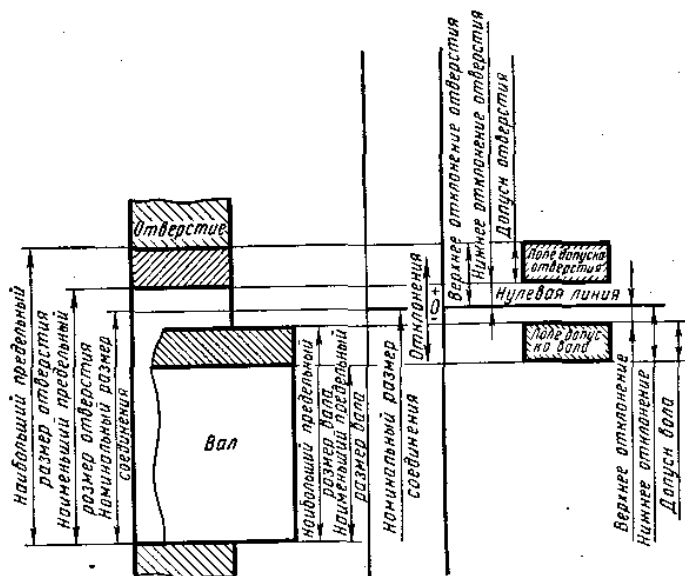


Рис. 22. Основные определения по допускам

Допуском размера называется разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами.

Нулевой линией называется линия, соответствующая номинальному размеру, от которой откладываются отклонения размеров при графическом изображении допусков и посадок. Положительные отклонения откладываются вверх от нулевой линии, отрицательные — вниз.

Поле допуска называется зона, ограниченная предельными размерами. Она определяется величиной допуска и его расположением относительно номинального размера. Верхняя граница поля допуска соответствует наибольшему предельному размеру, нижняя граница — наименьшему предельному размеру.

Точность является одной из основных характеристик современного машиностроения. Точность готовой детали зависит от точности ее обработки в процессе изготовления. Под точностью обработки в машиностроении понимается степень соответствия геометрических параметров готовой детали тем же параметрам, заданным чертежом. Неточностью называют степень отступления геометрических параметров готовой детали от параметров той же детали, заданных чертежом. Чтобы оценить степень точности или неточности детали, необходимо установить: точность размеров, точность геометрической формы, точность взаимного расположения, чистоту поверхности. Рассмотрим кратко указанные параметры.

Точность размеров определяется назначением в чертеже допусков на размеры. Точность размеров изготов-

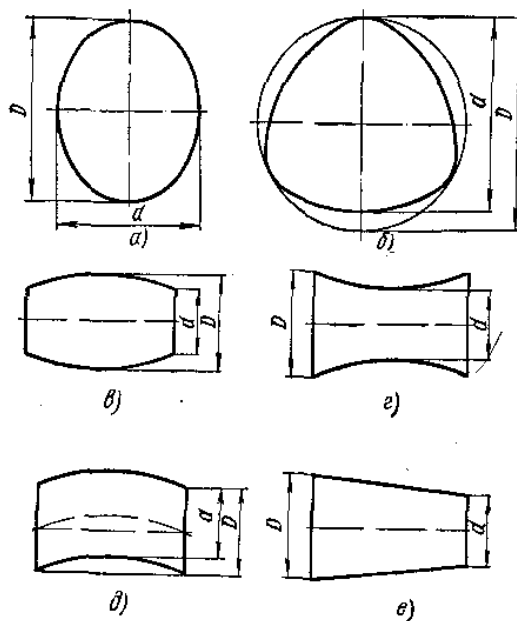


Рис. 23. Погрешности геометрической формы:

а — овальность, б — огранка, в — бочкообразность, г — вогнутость, д — изогнутость или криволинейность оси, е — конусность

ленных деталей контролируется измерительными инструментами.

Различают следующие погрешности геометрической формы:

отклонения контура от правильной окружности в плоскости, перпендикулярной оси детали,— овальность, огранка (рис. 23, а, б);

отклонения от прямолинейности образующей — бочкообразность, вогнутость, изогнутость или криволинейность оси (рис. 23, в, г, д);

отклонения от параллельности образующих цилиндра — конусность (рис. 23, е).

Погрешности взаимного расположения могут быть следующими: отклонение от соосности, непараллельность осей, торцовое биение, радиальное биение и др.

Чистота обработанной поверхности является одной из важнейших характеристик ее качества. Она оказывает существенное влияние на работоспособность деталей машин, износостойкость, коррозионную стойкость, прочность, коэффициент трения и т. д.

Шероховатостью называется совокупность неровностей, создающих рельеф поверхности в рассматриваемых пределах участка, длина которого выбирается в зависимости от характера поверхности. Шероховатость поверхности образуется в результате ее обработки.

По ГОСТ 2789—59 различают 14 классов чистоты поверхности. Первые три класса чистоты поверхности (V1, V2, V3) получаются после черновой обработки (точения, растачивания, фрезерования и др.). Поверхности 4, 5 и 6-го классов чистоты (V4, V5, V6) достигаются получистовой и чистой обработкой. Поверхности 7, 8 и 9-го классов чистоты (V7, V8, V9) получают в результате тонкой обточки и расточки, чистового шлифования и др. 10, 11, 12, 13 и 14 классы (V10, V11, V12, V13, V14) достигаются методами окончательной (отделочной) обработки притиркой, полированием и др.

Чистоту поверхности в производственных условиях контролируют по образцам (эталонам). В измерительной лаборатории чистота поверхности определяется с помощью специальных приборов — профилометров, профилографов, двойных микроскопов и др. Обозначение шероховатости поверхности профиля резьбы наносят по ГОСТ 2.309—68.

Классы точности. В зависимости от условий, в которых работает та или иная деталь, к ней предъявляются различные требования по точности. ГОСТом установлен ряд степеней точности обработки деталей, называемых классами точности. В зависимости от величины допусков отверстий и валов установлены следующие классы точности (в порядке убывания точности):

для размеров от 1 до 500 мм 1, 2, 2а, 3а, 4, 5
для размеров свыше 500 до 10 000 мм 2, 2а, 3, 3а, 4, 5

Для свободных (несопрягаемых) размеров установлены большие допуски и соответствующие классы:

для размеров от 1 до 500 мм 7, 8, 9
для размеров свыше 500 до 10 000 мм 7, 8, 9, 10, 11

Большие допуски применяются также при грубой обработке деталей: штамповке, прокатке и литье.

Для 7, 8, 9, 10, 11-го классов точности не устанавливается никаких посадок. Величины допусков при переходе от одного класса точности к другому изменяются в геометрической прогрессии со знаменателем $\phi = 1,6$.

По первому классу точности изготавливают наиболее точные и ответственные детали (приборы) и др. Второй класс точности является основным в машиностроении. С таким классом точности изготавливают металлорежущие станки, авиационные двигатели и др. Третий класс точности применяется в автомобильной, тракторной и других отраслях промышленности. Третий класс точности применяется для малоответственных соединений, а также для соединений, точность которых незначительно изменяется в процессе эксплуатации. Классы точности 3-й и 4-й применяются для неответственных соединений.

§ 18. ПОНЯТИЕ О ПОСАДКАХ

Посадкой называется характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся в нем зазоров или натягов. Посадка характеризует большую или меньшую свободу относительного перемещения сопрягаемых деталей или прочность их неподвижного соединения.

Зазором называется положительная разность между размерами отверстия и вала (размер отверстия больше размера вала). Зазор может колебаться от наименьшего

до наибольшего значения в зависимости от фактических размеров вала и отверстия.

Натягом называется положительная разность между размерами вала и отверстия до сборки (размер вала больше размера отверстия).

Посадки подразделяются на три группы:

посадки с зазором, при которых обеспечивается зазор в соединении;

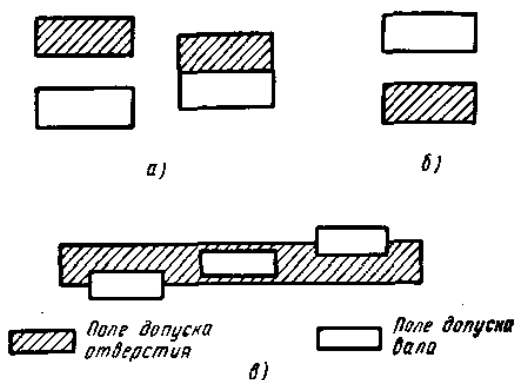


Рис. 24. Схема расположения полей допусков отверстия и вала для различных посадок:
а — посадки с зазором, б — посадки с натягом, в — переходные посадки

посадки с натягом, при которых обеспечивается натяг в соединении;

переходные посадки, при которых возможно получение как натягов, так и зазоров.

В посадках с зазором поле допуска отверстия расположено над полем допуска вала (рис. 24, а). К ним относятся и скользящие посадки, в которых нижняя граница поля допуска отверстия совпадает с верхней границей поля допуска вала.

При посадках с натягом поле допуска вала расположено над полем допуска отверстия (рис. 24, б).

При переходных посадках поля допусков отверстия и вала перекрываются (рис. 24, в).

Различают два способа осуществления посадок — по системе отверстия и по системе вала.

Системой отверстия называется совокупность посадок, в которых предельные отклонения отверстий одинаковы при одном и том же классе точности и одном и том же номинальном размере, а различные посадки достигаются изменением предельных отклонений валов (рис. 25, а).

Во всех стандартных посадках системы отверстия

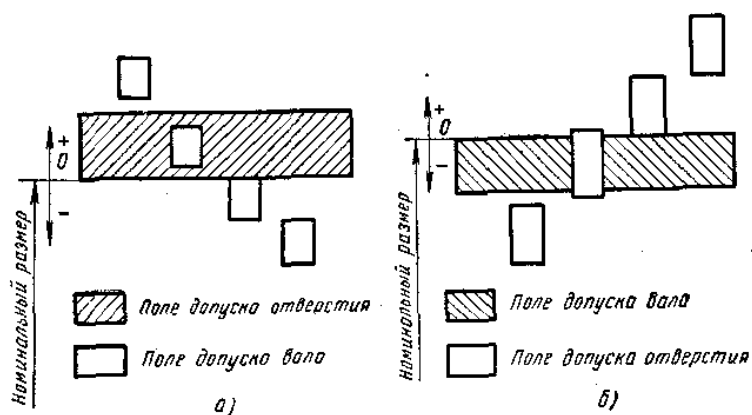


Рис. 25. Схема расположения полей допусков:
а — в системе отверстия, б — в системе вала

нижнее отклонение отверстий равно нулю. Такое отверстие называется *основным отверстием*.

Системой вала называется совокупность посадок, в которых предельные отклонения валов одинаковы (при одном и том же классе точности и одном и том же номинальном размере), а различные посадки достигаются изменением предельных отклонений отверстия (рис. 25, б).

Во всех стандартных посадках системы вала верхнее отклонение вала равно нулю. Такой вал называется *основным валом*.

В промышленности преимущественно применяются посадки по системе отверстия. Это объясняется тем, что при использовании системы отверстия требуется меньшее количество режущего и измерительного инструмента. Для изготовления отверстий небольших и средних размеров (при осуществлении различных посадок в системе вала) необходимо иметь инструмент данного размера — сверло,

зенкер, развертку, протяжку. Для изготовления валов при осуществлении различных посадок в системе отверстия такой специализации по размерам не требуется. Здесь достаточно иметь резцы, а окончательное шлифование при необходимости можно производить на круглошлифовальных станках.

Ниже приводятся посадки в системе отверстия для 1—5-го классов точности при размерах соединений 1—500 мм и их сокращенные обозначения.

Посадки с натягом	Переходные посадки	Посадки с зазором
Прессовая 3-я—Пр3	Глухая—Г	Скользкая—С
Прессовая 2-я—Пр2	Тугая—Т	Движения—Д
Прессовая 1-я—Пр1	Напряженная—Н	Ходовая—Х
Горячая—Гр	Плотная—П	Легкоходовая—Л
Прессовая—Пр		Широкоходовая—Ш
Легкопрессовая—Пл		Тепловая ходовая—Тх

На чертежах поля допусков основных отверстий (система отверстия) различных классов точности обозначаются буквой А с числовым индексом класса точности (для второго класса точности индекс 2 не ставится): А₁, А_{2а}, А₃, А₄, А₅. Допуски основных валов (система вала) обозначаются буквой В с индексом: В₁, В, В_{2а}, В₃, В₄, В₅. Например, Ø 50А₁ означает, что основное отверстие Ø 50 мм должно быть обработано в системе отверстия по первому классу точности.

Числовые величины отклонений проставляются над размерной линией одно над другим: верхнее — выше, нижнее — ниже номинала; например: $40_{-0,1}^{+0,3}$; $40_{-0,2}^{-0,1}$.

Отклонение, равное нулю, на чертеже не проставляется.

При равенстве отклонений их величина проставляется один раз со знаком ± рядом с номинальным размером и одинаковым с ним шрифтом, например $60 \pm 0,2$.

В соединениях по системе вала применяют следующие посадки: прессовая 2, горячая, прессовая, глухая, тугая, напряженная, плотная, скользкая, движения, ходовая, легкоходовая, широкоходовая. Не все из указанных посадок системы отверстия и системы вала применяют во всех классах точности. Например, прессовая 3 применяется лишь в третьем классе точности (Пр 3₃). В пятом классе точности есть только две посадки: скользкая (С₅) и ходовая (Х₅).

Осуществление той или иной посадки диктуется конструктивными соображениями и условиями эксплуатации машин. Так, посадки с зазором применяются в тех случаях, когда детали в процессе работы перемещаются относительно друг друга. Посадки с натягом обеспечивают неподвижное соединение — при запрессовке бандажей на колеса, втулок в зубчатые колеса, подшипников в корпуса и т. д.

Существуют таблицы, в которых для системы отверстия (А) приведены предельные отклонения отверстия, в зависимости от номинального диаметра, и предельные отклонения вала для различных посадок, имеющих в данном классе точности. Такие же таблицы есть и для системы вала (В).

§ 19. ДОПУСКИ И ПОСАДКИ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Основные определения (ГОСТ 11708 — 66). *Отклонение среднего диаметра резьбы* — разность между действительным и номинальным значениями среднего диаметра резьбы.

Отклонение шага резьбы — разность между действительным и номинальным расстояниями в осевом направлении между двумя любыми точками одноименных боковых сторон, расположенными на линии пересечения боковой поверхности резьбы с цилиндром (или конусом) среднего диаметра, в пределах длины свинчивания или заданной длины.

Отклонение угла наклона стороны профиля — разность между действительным и номинальным углами наклона стороны профиля. Для резьб с симметричным профилем это отклонение называется *отклонением половины угла профиля*.

Приведенный средний диаметр резьбы — значение среднего диаметра, увеличенное для наружной резьбы (или уменьшенное для внутренней резьбы) на суммарную диаметральную компенсацию отклонений шага и угла наклона стороны профиля.

Приведенный средний диаметр равен среднему диаметру воображаемой резьбы, не имеющей отклонений шага и угла наклона стороны профиля на длине свинчивания и плотно (без зазора и натяга) соединяющейся с действительной резьбой (рис. 26).

Номинальный диаметр резьбы — это диаметр, условно характеризующий размеры резьбы. Для большинства цилиндрических резьб в качестве номинального диаметра принимается наружный диаметр.

Номинальный профиль — общий для наружной и внутренней резьб профиль, служащий при графическом изображении допусков резьбы началом отсчета отклонений диаметров.

Суммарный допуск среднего диаметра резьбы: для

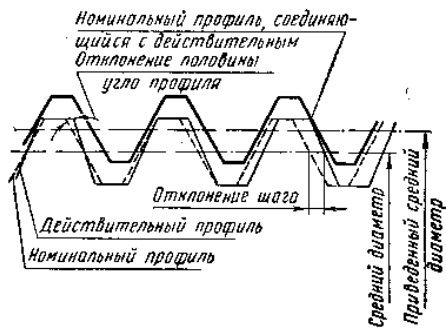


Рис. 26. Номинальный и действительный профиль резьбы и отклонения

наружной резьбы — это допуск, верхний предел которого ограничивает величину приведенного среднего диаметра, а нижний предел — величину среднего диаметра; для внутренней резьбы — это допуск, нижний предел которого ограничивает величину приведенного среднего диаметра, а верхний предел — величину среднего диаметра.

Характер резьбового соединения определяется в основном посадкой по среднему диаметру, в зависимости от которой резьбы подразделяются на:

резьбы со скользящей посадкой — нижнее отклонение среднего диаметра внутренней резьбы совпадает с верхним отклонением наружной резьбы (рис. 27, а);

резьбы с зазорами — поле допуска среднего диаметра внутренней резьбы расположено над полем допуска наружной резьбы, в соединении обеспечивается зазор (рис. 27, б);

резьбы с натягами — поле допуска среднего диаметра наружной резьбы расположено над полем допуска внутренней резьбы; в соединении обеспечивается натяг (рис. 27, в);

резьбы с переходными посадками (плотные) — поля допусков среднего диаметра наружной и

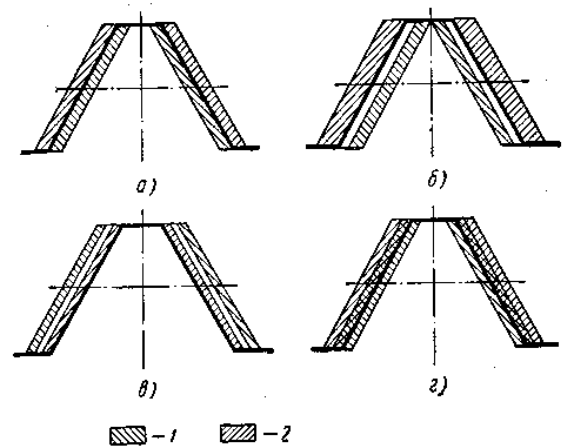


Рис. 27. Характер резьбового соединения:

- 1 — поле допуска среднего диаметра наружной резьбы,
- 2 — поле допуска среднего диаметра внутренней резьбы;
- а — резьба со скользящей посадкой, б — резьба с зазором,
- в — резьба с натягом, г — резьба с переходными посадками

внутренней резьб перекрываются; в соединении возможно получение как натягов, так и зазоров (рис. 27, г).

Допуски для метрических резьб с крупными и мелкими шагами для диаметров от 1 до 600 мм (ГОСТ 9253—59). На рис. 28 показана схема расположения полей допусков у болта и гайки. Отклонения отсчитывают от линии теоретического профиля резьбы в направлении, перпендикулярном оси резьбы. Верхнее отклонение наружного диаметра гайки и нижнее отклонение внутреннего диаметра болта стандартом не нормируются.

Класс точности резьбовых соединений определяется величиной допуска по среднему диаметру. Стандартом установлено три класса точности резьб: 1, 2, 3. Для мет-

рических резьб с мелким шагом допускается пользование также допусками по классу точности 2 а*.

Для отдельных резьбовых соединений класс точности выбирают в зависимости от их назначения и стандартом не регламентируется.

Предельные отклонения для шага резьбы и угла профиля в отдельности не устанавливаются, так как полный допуск по среднему диаметру резьбы компенсирует погрешности среднего диаметра и ошибки по шагу и углу профиля.

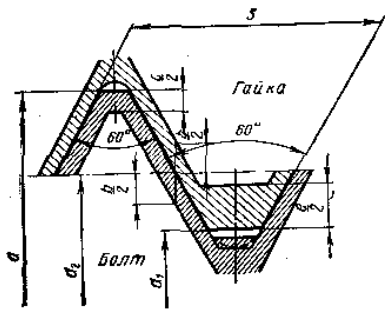


Рис. 28. Схема расположения полей допусков на болт и гайку:

d — наружный диаметр резьбы, d_1 — внутренний диаметр резьбы, d_2 — средний диаметр резьбы, S — шаг резьбы, e — нижнее отклонение наружного диаметра болта, b — допуск среднего диаметра болта и гайки, e' — верхнее отклонение внутреннего диаметра гайки

Допуски для резьб с крупными и мелкими шагами обозначают числовым значением класса точности, например: М64 кл. 1, М64 кл. 2, М64Х3 кл. 2, М64Х2 кл. 3 и т. д. Если на чертеже свинчиваемые детали показаны в собранном виде и имеют допуски разных классов точности, то они обозначаются в виде дроби, числитель

которой указывает класс точности гайки, а знаменатель — болта, например: М64Х3 кл. 3/кл. 2.

Ниже приводятся классы чистоты рабочих поверхностей резьбы в зависимости от класса точности:

Класс точности	Класс чистоты поверхности
1	V7
2	V6
3	V5

* Для метрических резьб с мелкими шагами допуски среднего диаметра по 1, 2, 2а и 3-му классам точности полностью соответствуют допускам степени точности С, Е, F и Н — для внутренней резьбы (гаек) и с, е, f и h — для наружной резьбы (болтов) по ОСТ НКТП 1256.

Допуски для метрических резьб с зазорами (ГОСТ 10191—62). Указанный стандарт распространяется на метрические резьбы с крупными и мелкими шагами по ГОСТ 9150—59 диаметров от 1 до 180 мм, предназначенные для образования резьбовых соединений с гарантированным зазором. Гарантированный зазор в таких соединениях используется для нанесения защитных покрытий, для компенсации температурных изменений размеров, а также для обеспечения быстрой и легкой сборки независимо от коррозии, загрязнений и т. п. Для диаметров

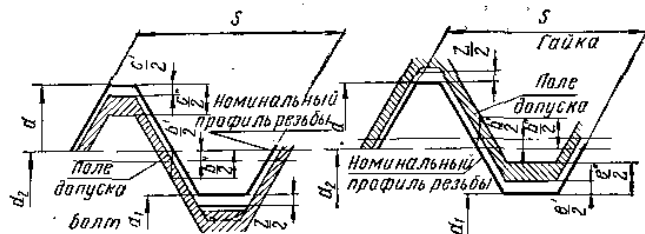


Рис. 29. Допуски метрических резьб с зазорами

резьбы болта предусматривают верхние отклонения от номинального профиля со знаком минус, а для диаметров резьбы гайки — нижние отклонения со знаком плюс (рис. 29). Эти отклонения обозначаются буквами e' , b' , e'' , z . Для резьбы болта установлено три нормы верхних отклонений, обозначаемые буквами Д (движения), Л (легкоходовая), Ш (широкоходовая), для резьбы гайки — одна норма нижних отклонений, обозначаемая буквой Х (ходовая).

Нижние отклонения диаметров резьбы болта и верхние отклонения диаметров резьбы гайки принимают по соответствующим значениям классов ГОСТ 9253—59 и дополнительных классов ГОСТ 10191—62 (табл. 2)

Допуски для метрических резьб с натягом (ГОСТ 4608—65). Посадки с натягами применяют при установке шпилек в корпуса изделий, а также в тех случаях, когда требуется устранить возможность самоотвинчивания, избежать зазора в резьбовом соединении или обеспечить его прочность без дополнительных крепежных деталей.

Указанный стандарт распространяется на метрические резьбы с крупными и мелкими шагами 0,8—3 мм и диа-

Таблица 2

Классы точности метрической резьбы с зазорами
(ГОСТ 10191—62)

Диаметр резьбы	Классы точности резьбы		
	болта		гайки
	с крупными шагами	с мелкими шагами	с крупными и мелкими шагами
Средний	2а, 3а	3а	3а
Наружный	2б, 3а	2б, 3а	—
Внутренний	—	—	3а

метрами 5—48 мм, предназначенные для образования соединений с натягами по среднему диаметру (без участия сбег резьбы). Устанавливаемые стандартом посадки предназначаются для стальных шпилек, сопрягаемых с гнездами (резьбовыми отверстиями) в деталях из следующих материалов:

Материал деталей с резьбовыми отверстиями	Стали и титановые сплавы	Чугун	Алюминиевые и магниевые сплавы
Длина свививания	$(1 \div 1,25) d$	$(1,25 \div 1,5) d$	$(1,5 \div 2) d$

Профиль метрической резьбы с натягами и расположение полей допусков показаны на рис. 30. Утолщенной линией на рисунке показан номинальный профиль по ГОСТ 9150—59.

Установлены следующие посадки с натягами:

$$\frac{A_0}{T_0}; \frac{A_{02}}{T_{02}}; \frac{A_{03}}{T_{03}}; \frac{A_{12}}{T_{12}}$$

Схемы расположения полей допусков показаны на рис. 31. В условных обозначениях посадок и полей допусков буква А означает резьбу гнезда, буква Т — резьбу шпильки, цифровой индекс (0 или 1) — класс точности резьбы, а последняя цифра (2 или 3) — число сортировочных групп.

Допуски для трапецидальной резьбы для диаметров от 10 до 300 мм (ГОСТ 9562—60). Допуски на резьбы и расположение полей допусков должны соответствовать указанным на рис. 32. Отклонения отчитывают от соответствующих диаметров резьбы в направлении, перпен-

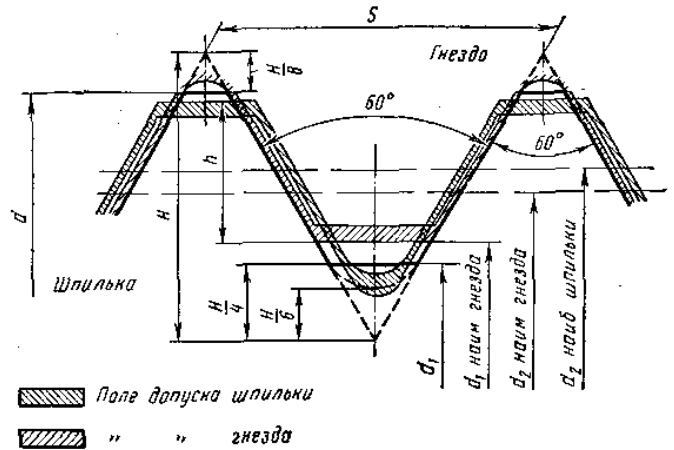


Рис. 30. Схема расположения метрической резьбы с натягами

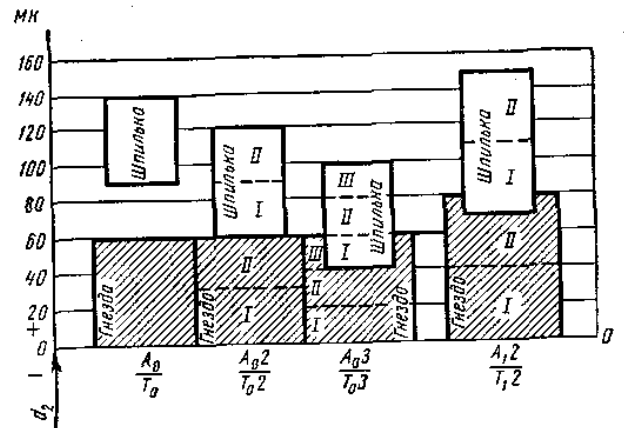


Рис. 31. Схема расположения полей допусков среднего диаметра резьбы с натягами (для резьбы М14×1,5)

дикулярном оси винта. Верхнее отклонение наружного диаметра гайки стандартом не нормируется. Класс точности резьбовых соединений определяется величиной пол-

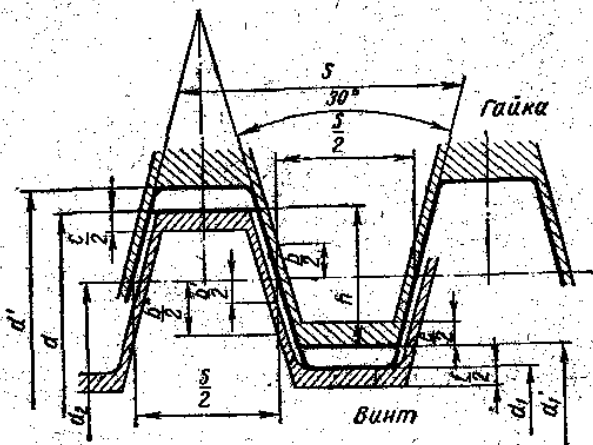


Рис. 32. Расположение полей допусков трапецидальной резьбы (для посадки с зазором по среднему диаметру d_2).

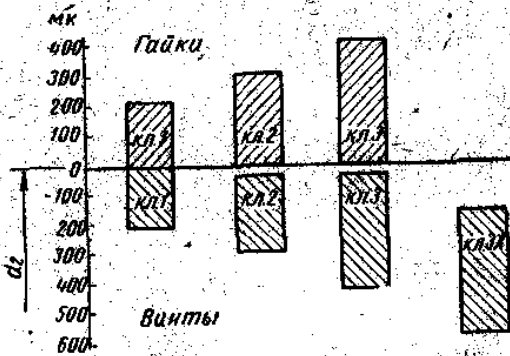


Рис. 33. Расположение полей допусков по среднему диаметру резьбы при разных посадках (пример для резьбы $T_{\text{трап}} 12 \times 3$).

ного допуска среднего диаметра. Существуют следующие классы точности (рис. 33):

для гайки: 1, 2, 3

для винта (посадки в системе отверстия):

скользящая посадка 1-го класса точности (кл. 1),

посадка движения 2-го класса точности (кл. 2),

посадка движения 3-го класса точности (кл. 3),

ходовая посадка 3-го класса точности (кл. 3X).

Класс точности для отдельных резьбовых соединений выбирают в зависимости от их назначения и данным стандартом не регламентируется.

Контрольные вопросы

1. Что такое взаимозаменяемость?
2. Что называется допуском и посадкой?
3. Сколько классов чистоты поверхности установлено стандартом?
4. Сколько классов точности установлено стандартом?
5. Каким образом получают посадки с зазором и натягом?
6. Что такое система вала и система отверстия?
7. Как обозначаются на чертежах допуски и посадки?
8. Какие классы точности установлены для резьб?

ГЛАВА V ТЕХНИЧЕСКЕ ИЗМЕРЕНИЯ

§ 20. ПОНЯТИЕ О МЕТОДАХ ИЗМЕРЕНИЯ

В машиностроении измеряют следующие наиболее важные параметры: линейные размеры (длину, ширину, толщину, диаметры); углы, шероховатость поверхности; отклонения формы и расположения поверхностей, т. е. отклонения от прямолинейности, параллельности, перпендикулярности, плоскости, круглости, цилиндричности.

Всякий процесс измерения, в том числе и измерения длин и углов, сводится к сравнению измеряемой величины с другой величиной, принятой за единицу измерения. При измерении линейных размеров (например, наружного, среднего и внутреннего диаметров резьбы, длины резьбы и т. д.) мы сравниваем эти размеры с единицами длины — миллиметрами.

Измерение углов (например, угла профиля резьбы и др.) заключается в сравнении измеряемой величины с угловыми единицами — градусами.

В зависимости от принципа определения действительного значения измеряемой величины методы измерения делятся на абсолютные, относительные и косвенные.

Абсолютными называют такие измерения, в результате которых определяется полное значение измеряемого размера непосредственно из показаний (отсчета) прибора. Такие измерения производят штангенциркулем, микрометром и другими инструментами.

Относительными (сравнительными) называют такие измерения, которые сопровождаются оценкой отклонений измеряемой величины от установленной меры или образца. Эти измерения производят шагомером с индикатором, индикаторными скобами и другими инструментами.

Косвенными измерениями называют такие, при которых измеряется не искомая, а другая величина, по результатам измерения которой определяют размеры искомой величины. Так, например, измеряют средний

диаметр резьбы методом трех проволочек, определяют длину окружности по результатам измерения диаметра и т. д.

Измерительные средства подразделяются на три группы: меры, калибры и универсальные измерительные средства.

Меры — устройства для воспроизведения единицы измерения. Различают меры с постоянным и переменным значением. Первые воспроизводят единицу измерения либо ее кратное или дробное значение. К ним относятся концевые меры длины (концевые плоскопараллельные плитки) и угловые меры (угловые плитки). Меры с переменным значением воспроизводят любое кратное или дробное значение единицы измерения в определенных пределах. Такими мерами являются масштабные линейки, образцовые штриховые метры, лимбы и др.

Калибры — бесшкальные измерительные инструменты, предназначенные для проверки отклонений размеров, формы и взаимного расположения частей деталей.

Универсальными измерительными средствами называют шкальные инструменты и приборы, с помощью которых можно определить различные значения измеряемой величины в пределах определенного интервала этих значений.

Универсальные измерительные средства делятся на следующие группы:

штриховые инструменты, оснащенные нониусом (штангенциркули, штангенрейсмусы, штангенглубиномеры, угломеры и др.);

инструменты и приборы, основанные на применении микрометрических пар (различные микрометры);

рычажно-механические приборы (миниметры, индикаторы, рычажные скобы и др.);

рычажно-оптические приборы (оптиметры, микроскоп и др.);

интерференционные приборы (интерферометры);

электрические приборы (электроконтактные, индуктивные, пьезоэлектрические, фотоэлектрические и др.);

пневматические приборы и др.

Основными метрологическими показателями средств измерения являются следующие:

Цена деления шкалы прибора — значение измеряемой величины, соответствующее одному делению шкалы. Це-

на деления является основным показателем при выборе средств измерения. Так, для измерения деталей с высокой точностью применяют приборы с меньшей ценой деления и, наоборот, для менее точных измерений применяют приборы с большей ценой деления шкалы.

Интервал делений шкалы — расстояние между осями или центрами двух рядом лежащих штрихов.

Точность отсчета является одним из важных метрологических показателей. Различные измерительные инструменты имеют различную точность отсчета.

Предел измерения по шкале прибора (рабочая часть шкалы) — предел, внутри которого показания прибора подчиняются установленным нормам.

Погрешность показаний — разность между показанием прибора и действительным значением измеряемой величины.

Измерительное усилие — усилие, возникающее в процессе измерения при контакте измерительных поверхностей прибора или инструмента с контролируемым объектом.

Суммарная погрешность метода измерения определяется совокупностью влияния многих факторов, из которых наибольшее значение имеют следующие:

- погрешности показаний измерительных средств;
- погрешности плиток, по которым устанавливается прибор;
- погрешность, вызываемая отклонением от нормальной температуры измерения (нормальной температурой измерения является температура 20 °С);
- погрешность, вызываемая измерительным усилием прибора;
- погрешность, возникающая вследствие деформации и трения;
- субъективные погрешности, зависящие от индивидуальных особенностей наблюдателя и др.

§ 21. ТЕХНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ РЕЗЬБЫ

Точность цилиндрической резьбы зависит от точности наружного, среднего и внутреннего диаметров, шага и угла профиля.

Рассмотрим некоторые универсальные измерительные инструменты, применяемые для контроля резьбы.

Штангенциркуль. Штангенциркуль с точностью отсчета 0,1 мм. Штангенциркулем измеряют наружные и внутренние размеры и глубины выточек или уступов. Он состоит из штанги (линейки) с миллиметровыми делениями (рис. 34) и губок. Губки 1 и 2 составляют одно целое с линейкой 5, а губки 3 и 3 — одно целое с рамкой 7, перемещающейся по линейке.

Рамку можно закрепить на линейке в любом положении с помощью винта 4. Губки 1 и 3 служат для измере-

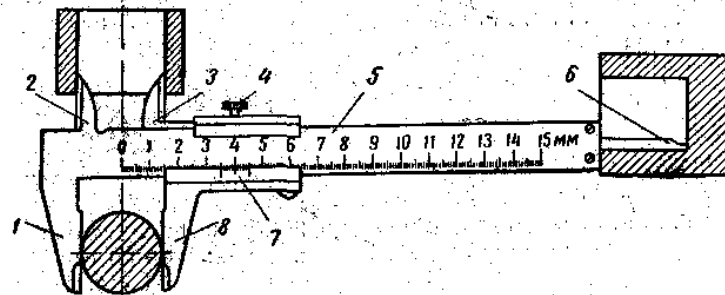


Рис. 34. Штангенциркуль с точностью отсчета 0,1 мм

ния наружных размеров, а 2 и 3 — для измерения внутренних размеров и разметки. Стержень 6 предназначен для измерения глубины и высоты деталей. На рамке 7 имеется шкала со штрихами для отсчета десятых долей миллиметра, называемая нониусом.

Шкала нониуса штангенциркуля с величиной отсчета 0,1 мм разделена на 10 равных частей. Длина ее 9 мм, следовательно, одно деление нониуса составляет 0,9 мм (рис. 35).

При плотно сомкнутых измерительных губках штангенциркуля нулевые штрихи нониуса и измерительной линейки совпадут. Остальные штрихи нониуса, кроме последнего, со штрихами линейки не совпадут. При этом первый штрих нониуса не дойдет до первого штриха линейки на 0,1 мм, второй не дойдет до второго штриха линейки на 0,2 мм, третий — на 0,3 мм и т. д. Десятый штрих нониуса совпадает с девятым штрихом линейки.

Если сдвинуть рамку таким образом, чтобы первый штрих нониуса (не считая нулевого) совпадал с первым

штрихом линейки, то между губками штангенциркуля получится зазор, равный 0,1 мм. При совпадении второго штриха нониуса со вторым штрихом линейки зазор между губками будет 0,2 мм и т. д. Следовательно, число десятых долей миллиметра определяется по тому штриху нониуса, который точно совпадает с каким-либо штрихом линейки. Целое число миллиметров при измерении штан-

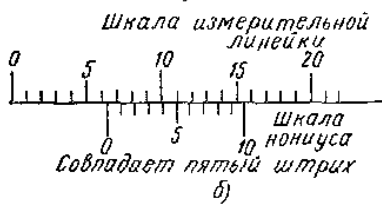


Рис. 35. Нониус штангенциркуля с точностью отсчета 0,1 мм

генциркулем определяется положением нулевого штриха нониуса. Десятые доли миллиметра соответствуют порядковой цифре штриха на нониусе (не считая нулевого), который точно совпал со штрихом измерительной линейки. На рис. 35, б показано положение нониуса при отсчете размера 6,5 мм.

Прецизионный штангенциркуль. Для измерений с большей точностью, чем 0,1 мм, применяют пре-

цизионный (т. е. точный) штангенциркуль с точностью отсчета 0,05 или 0,02 мм. На рис. 36 показан штангенциркуль с точностью отсчета 0,05 мм. Шкала нониуса такого штангенциркуля длиной 39 мм разделена на 20 частей, каждая из которых равна $39 : 20 = 1,95$ мм.

Из рисунка видно, что при сомкнутых губках штангенциркуля только нулевой и последний штрихи нониуса совпадают с нулевым и 39-м штрихом линейки, остальные штрихи нониуса не совпадают со штрихами линейки. Если сдвинуть рамку 9 до совпадения первого штриха нониуса (не считая нулевого) со вторым штрихом линейки, то между измерительными плоскостями губок образуется зазор, равный $2 - 1,95 = 0,05$ мм. При совпадении второго штриха нониуса с четвертым штрихом линейки зазор между измерительными плоскостями губок будет равен: $4 - 2 \times 1,95 = 4 - 3,9 = 0,1$ мм.

При совпадении третьего штриха нониуса с шестым

штрихом линейки зазор составит $6 - 3 \times 1,95 = 6 - 5,85 = 0,15$ мм и т. д. При измерении прецизионным штангенциркулем к количеству целых миллиметров следует прибавлять столько сотых долей, сколько покажет штрих нониуса, совпавший со штрихом измерительной линейки.

Прецизионный штангенциркуль состоит из линейки 6 с губками 1 и 12. На линейке нанесены деления в мм,

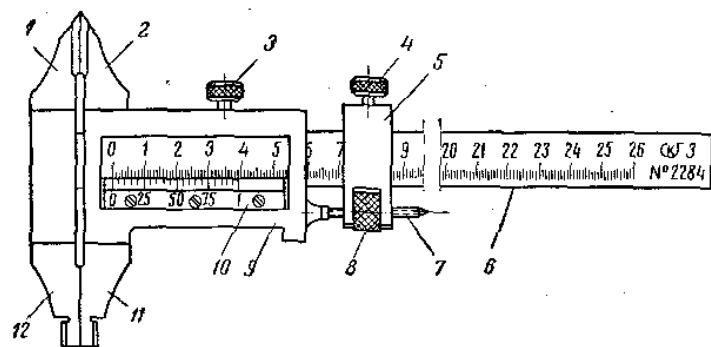


Рис. 36. Штангенциркуль с точностью отсчета 0,05 мм

По линейке может перемещаться рамка 9 с губками 2 и 11. К рамке привинчен нониус 10. Для грубых измерений рамку 9 перемещают по линейке 6 и после ее закрепления винтом 3 производят отсчет. Для точной установки штангенциркуля и точных измерений пользуются микрометрической подачей рамки. Микрометрическая подача осуществляется следующим образом. Если закрепить движок 5 стопором 4, а затем вращать гайку 8, то винт 7, а вместе с ним и рамка 9, будет медленно перемещаться; стопорный винт 3 должен быть при этом отпущен. Губки 11 и 12 служат для наружных и внутренних измерений. При измерении внутренних размеров к полученным показаниям необходимо прибавить толщину губок, величина которых на них проставлена. Губки 1 и 2 служат для разметки и наружных измерений.

Индикатор. Индикатором контролируют размеры готовых деталей и проверяют их на овальность, конусность, биение и т. д.

Индикатор (рис. 37) имеет металлический корпус 1, через который проходит стержень 3 с выступающим нару-

жу наконечником, всегда находящимся под действием пружины. Продольное перемещение стержня с помощью зубчатой передачи, расположенной в корпусе, передается стрелке 2 (один оборот стрелки соответствует перемещению стержня на 1 мм). Число целых оборотов стрелки (целые миллиметры) отсчитывается по шкале указателя оборотов стрелкой 4, а часть оборота (сотые доли миллиметра) — стрелкой 4. Существуют индикаторы с ценой деления 1 мкм.

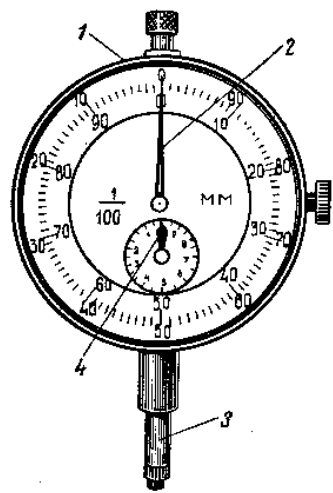


Рис. 37. Индикатор

При измерениях индикатор должен быть жестко закреплен относительно исходной измерительной поверхности в специальной стойке.

В последнее время нашли применение индикаторные стойки с магнитной базой (рис. 38). Такая стойка состоит из основания с постоянным магнитом 1 и универсального штатива 2 с приспособлением 3 для установки индикатора на нуль. Внутри основания расположен П-образный постоянный магнит, включают и выключают который поворотом рычажка или нажатием кнопки. Крепление

призмы с постоянным магнитом возможно только на обработанных чугуновых или стальных поверхностях.

Микрометры. Микрометром с ценой деления 0,01 мм измеряют наружные размеры деталей. Принцип его работы заключается в преобразовании вращательного движения в поступательное с помощью точной винтовой пары.

Микрометр состоит из скобы 1 (рис. 39), на одном конце которой закреплена неподвижная пятка 2 с измерительной плоскостью, а на другом — стебель 4. Внутри стебля во втулке с резьбой и гладкой направляющей перемещается микрометрический винт 3 со второй измерительной плоскостью. На противоположном конце микрометрического винта закреплен барабан 5 с устройством 6

(трещеткой или фрикционом) для поддержания постоянства измерительного усилия. Перемещения микрометрического винта 3, соответствующие его полным оборотам (шаг резьбы 0,5 мм), отсчитывают по шкале стебля 4. Закрепляется микрометрический винт стопором 7. На стебле, составляющем одно целое со скобой, нанесена продольная риска с двумя миллиметровыми шкалами, сдви-

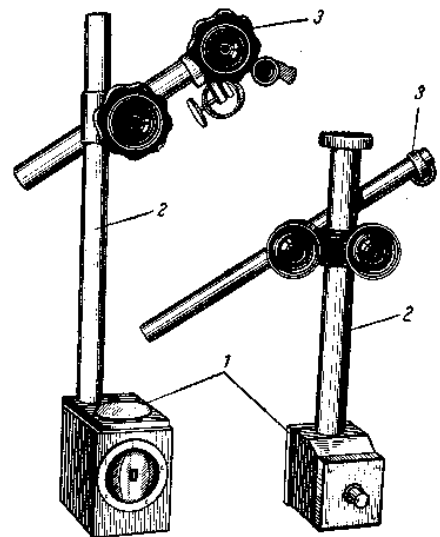


Рис. 38. Индикаторная стойка с магнитной базой

нутыми друг относительно друга на 0,5 мм. Барабан 5 имеет скошенную фаску, разделенную по окружности на 50 равных частей. По шкале барабана отсчитывают сотые доли миллиметра. За один оборот микрометрический винт переместится на величину шага резьбы, т. е. на 0,5 мм. Если повернуть барабан не на полный оборот, т. е. не на 50 делений, а на одно, то микрометрический винт переместится на величину в 50 раз меньшую, т. е. на $0,5 : 50 = 0,01$ мм. Это и есть цена деления микрометра. При измерении сначала смотрят, сколько целых или целых с половиной миллиметров на стебле барабана, а затем к это-

му добавляют число сотых долей миллиметра по шкале барабана, смотря по тому, какое из делений этой шкалы совпало с риской на стебле.

На рис. 39 приведены примеры отсчета размеров по микрометру.

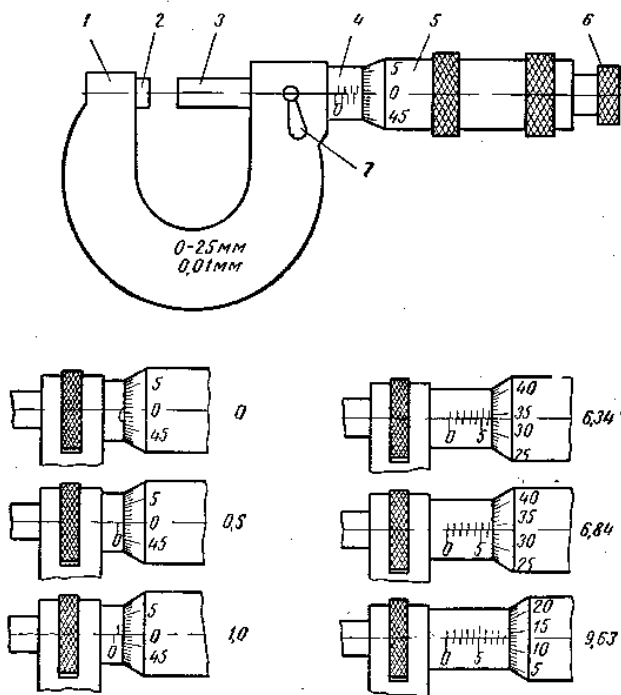


Рис. 39. Микрометр и отсчет по нему

Резьбовой микрометр (рис. 40) применяется для измерения среднего диаметра метрических и дюймовых резьб. От обычного микрометра он отличается тем, что торцы микровинта и пятки имеют отверстия для специальных вставок. Призматическая вставка помещается в отверстие пятки, а коническая — в отверстие микровинта. При измерении среднего диаметра резьбы размер вставки выбирают в зависимости от шага резьбы; при

этом коническая вставка вводится во впадину резьбы, а призматическая охватывает противоположные стороны витка. Микрометр с пределами измерения от 0 до 25 мм устанавливается на нуль регулировкой барабана или пятки (в зависимости от конструкции микрометра) при приве-

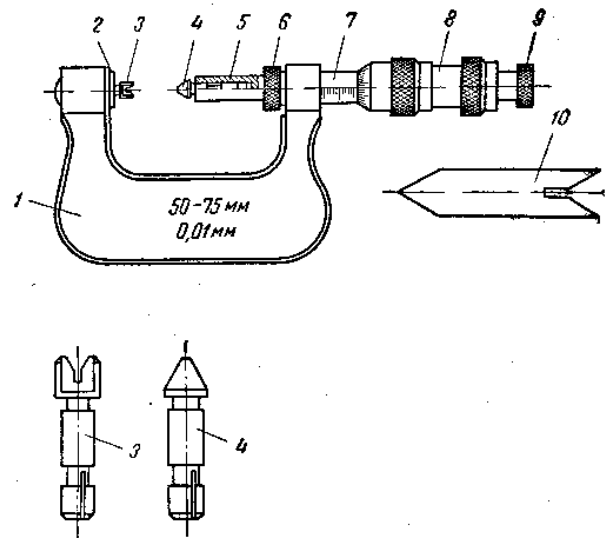


Рис. 40. Резьбовой микрометр:

1 — скоба, 2 — пятка, 3 — призматическая вставка, 4 — конусная вставка, 5 — микрометрический винт, 6 — стопор, 7 — стебель, 8 — барабан, 9 — трещотка, 10 — установочная мера

денных в соприкосновении вставок. Микрометры с пределами измерения свыше 25 мм на нуль устанавливают по специальным установочным мерам.

Средний диаметр резьбы проверяется также методом трех проволочек. Этот метод заключается в том, что во впадины резьбы в зависимости от ее шага параллельно одна другой закладывают три проволочки определенного диаметра (рис. 41, а). Расстояние между крайними точками проволочек M измеряется микрометром, миниметром или другим инструментом. Измерение не дает непо-

средственного значения среднего диаметра резьбы. Он определяется для метрической резьбы по формуле

$$d_2 = M + 0,866 S - 3d,$$

где S — шаг измеряемой резьбы, мм;

d — диаметр проволоочки, мм.

Меньшую погрешность при измерениях дает применение метода двух проволоочек (рис. 41, б).

В этом случае измеряется размер T с помощью специального плавающего микрометра.

Средний диаметр для метрической резьбы определяется по формуле

$$d_2 = T + P,$$

где $P = 0,866 S - d$, следовательно,

$$d_2 = T + 0,866 S - d.$$

Резьбомер. Резьбомер (рис. 42) служит для контроля номинального шага резьбы. Он состоит из набора стальных пластинок, каждая из которых снабжена вырезами, точно соответствующими профилю резьбы определенного шага.

Пластинки резьбомера комплектуются в два набора: № 1 и 2.

Набор № 1 предназначен для определения шага метрических резьб, а набор № 2 — для дюймовых резьб.

На каждой пластинке маркируется шаг резьбы в миллиметрах или число ниток на 1". При проверке шага

резьбы пластинку прикладывают параллельно оси проверяемой резьбы. Совпадение профиля пластинки резьбомера с резьбой проверяется на просвет.

Калибры. Гладкие калибры. В массовом и серийном производстве диаметры деталей проверяют с помощью предельных калибров. По форме проверяемой поверхности различают калибры для

контроля отверстий — пробки и калибры для контроля валов — скобы. Калибр-пробка (рис. 43) имеет проходную сторону $ПР$, непроходную $НЕ$ сторону и рукоятку.

На рис. 44 показаны предельные скобы с проходными сторонами $ПР$ и непроходными $НЕ$.

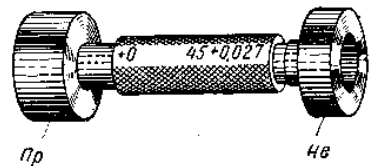


Рис. 43. Калибр-пробка

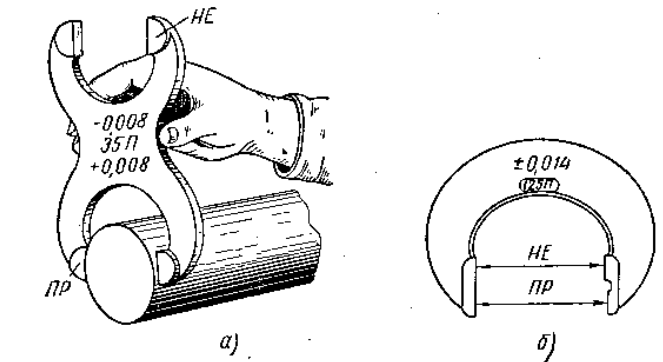
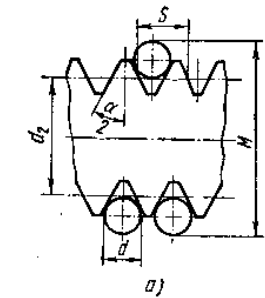


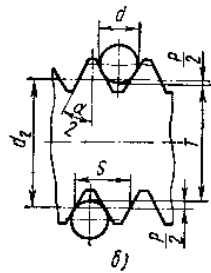
Рис. 44. Калибры-скобы:
а — двухсторонняя, б — односторонняя

Гладкие калибры (пробки и скобы) предназначены для контроля внутреннего диаметра гайки и наружного диаметра болта.

Проходная сторона пробки изготавливается по наименьшему предельному размеру отверстия, а непроходная — по наибольшему. Если проходная сторона калибра-пробки проходит, а непроходная сторона не проходит, то это означает, что размеры отверстия находятся в пределах



а)



б)

Рис. 41. Схемы измерения среднего диаметра резьбы:

а — при помощи трех проволоочек, б — при помощи двух проволоочек

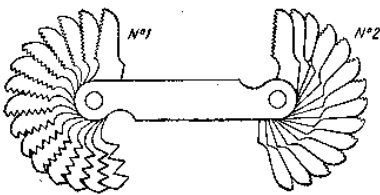


Рис. 42. Резьбомер

заданного допуска. Длина проходной стороны пробки соответствует диаметру отверстия, а непроходная сторона короче. Проходная сторона скобы изготавливается по наибольшему предельному размеру вала, а непроходная — по наименьшему.

Таким образом, при контроле калибрами деталь считается годной, если проходная сторона калибра под тяжестью собственного веса проходит в отверстие, а непроходная — не проходит.

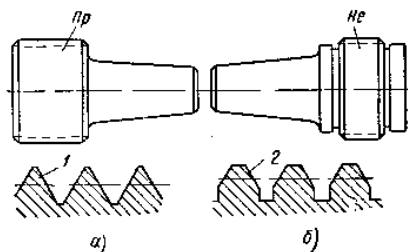


Рис. 45. Резьбовые калибры-пробки: 1 — профиль резьбы проходного калибра, 2 — профиль непроходного калибра

Резьбовые калибры. Комплексный контроль резьбы осуществляют предельными калибрами. Калибры для проверки правильности размеров резьбы в процессе ее изготовления называют рабочими. Калибры для проверки правильности размеров резьбы представителями заказчика или контрольными отделами заводов называют приемными. Калибры для контроля или регулировки размеров (установки) рабочих калибров называют контрольными.

Резьбовой калибр для контроля внутренней резьбы представляет собой резьбовую пробку.

Проходная резьбовая пробка (или проходная сторона двухсторонней резьбовой пробки) обозначается буквами *ПР* (рис. 45, а). Если проходной калибр свободно ввинчивается в проверяемую гайку, то это означает, что средний диаметр резьбы гайки не выходит за установленный наименьший предельный размер и что имеющиеся ошибки шага и угла профиля резьбы гайки компенсированы соответствующим увеличением среднего диаметра гайки. Кроме того, такой проверкой устанавливают, что наруж-

ный диаметр гайки не меньше наружного диаметра болта.

Непроходная резьбовая пробка (или непроходная сторона двухсторонней резьбовой пробки) обозначается буквами *НЕ* (рис. 45, б). Такая пробка, как правило, не должна ввинчиваться в гайку; допустимо ввинчивание лишь на два оборота (у сквозной резьбы с каждой из сторон). При проверке коротких резьб (до 4 витков) допустимо ввинчивание непроходной пробки на два оборота с одной стороны или в сумме с двух сторон.

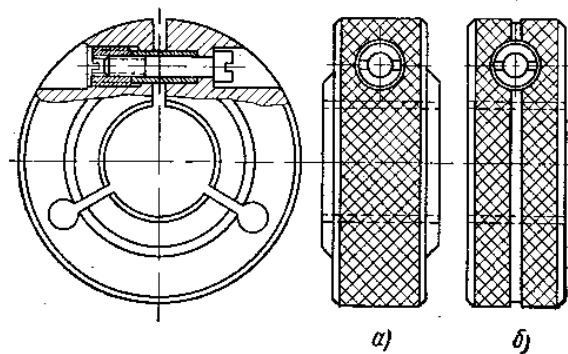


Рис. 46. Резьбовые калибры-кольца: а — проходные, б — непроходные

Размеры наружной резьбы проверяют рабочими калибрами-кольцами (рис. 46). Проходное резьбовое кольцо должно свободно навинчиваться на проверяемый болт. Свинчиваемость калибра с болтом свидетельствует о том, что средний диаметр болта не выходит за установленный наибольший предельный размер и что имеющиеся ошибки шага и угла профиля резьбы болта компенсированы соответствующим уменьшением среднего диаметра. Проверкой этим калибром устанавливают также, что внутренний диаметр болта не больше внутреннего диаметра гайки.

Вместо проходных резьбовых колец могут применяться проходные резьбовые регулируемые скобы.

Для регулировки размера и компенсации износа резьбовые калибры-кольца имеют винт, при помощи которого в измерительной лаборатории они устанавливаются на

необходимый размер по специальным установочным резьбовым калибрам. Такой регулировкой не должен заниматься рабочий-фрезеровщик.

Непроходное резьбовое кольцо, как правило, не должно навинчиваться на болт, допускается навинчивание до двух оборотов. Вместо непроходных резьбовых колец применяют непроходные резьбовые регулируемые скобы.

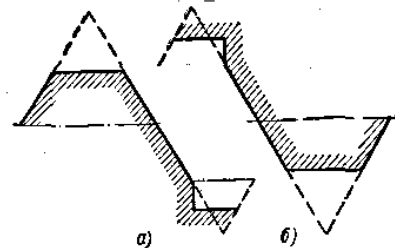


Рис. 47. Укороченный профиль резьбовых калибров:
а — пробки, б — кольца и скобы

резания канавок у впадин по внутреннему диаметру резьбы (рис. 47, а), у колец и скоб — путем увеличения внутреннего диаметра и прорезания канавки, у впадины — по наружному диаметру резьбы (рис. 47, б).

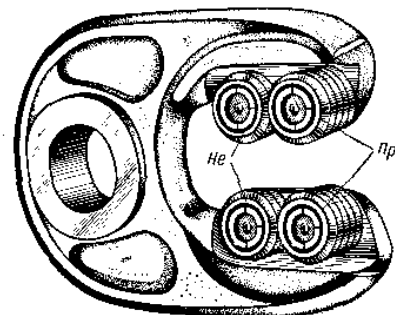


Рис. 48. Резьбовая роликовая скоба

Профиль резьбы калибров, предназначенных для проверки только среднего диаметра, называется укороченным. Укороченный профиль получают путем уменьшения наружного диаметра пробок и про-

резания канавок у впадин по внутреннему диаметру резьбы (рис. 47, а), у колец и скоб — путем увеличения внутреннего диаметра и прорезания канавки, у впадины — по наружному диаметру резьбы (рис. 47, б).

Наружную резьбу контролируют также с помощью роликовых резьбовых скоб. Роликовая скоба (рис. 48) имеет две пары роликов, у которых профиль резьбы и расстояние между средними диаметрами резьбы первой пары соответствует проходному кольцу, а второй пары — непроходному.

Применение резьбовой скобы вместо резьбового кольца значительно сокращает вспомогательное время контроля.

Для контроля резьбы применяют также индикаторные скобы, которые устроены так, что один из роликов устанавливается на рычаге, соединенном с индикатором. Ин-

дикаторная резьбовая скоба (рис. 49) предназначена для контроля резьб 1 и 2-го классов точности, а также тугих резьб. Скоба имеет корпус (детали 5 и 7), в котором монтируется ориентирующий упор 1, неподвижная гребенка 2 и подвижная гребенка 4,

связанная при помощи втулки 8 с индикатором 9. Рабочие поверхности упора и гребенок располагаются на общей оси, находящейся на расстоянии h от нижней образующей неподвижной гребенки 2. Подвижная гребенка 4 в момент установки контролируемого изделия 3 отводится в нерабочее положение при помощи арретира 10, а затем пружиной 6 возвращается до соприкосновения с контролируемой резьбой. По индикатору 9 определяется значение приведенного среднего диаметра. Если заменить многозубые гребенки сферическими вставками, то на этом приборе можно контролировать и сортировать резьбы на группы по собственно среднему диаметру (заменяет резьбовой калибр HE).

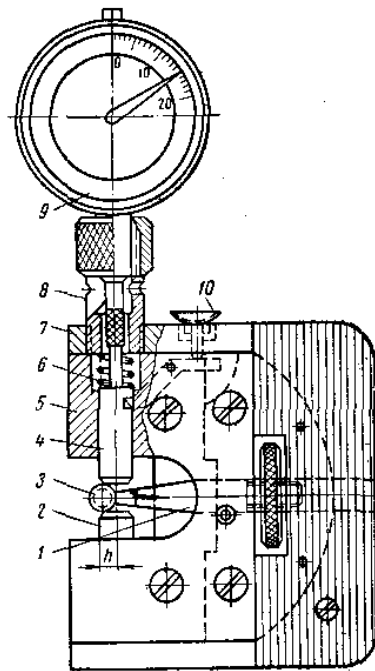


Рис. 49. Индикаторная резьбовая скоба

Шагомер, шаблон, угломер. Для контроля шага резьбы в осевом направлении применяют шагомер (рис. 50).

Шагомер имеет два неподвижных шариковых накопчика и один подвижный. Накладные шагомеры устанавливаются, как правило, по резьбовым калибрам. Шаг резьбы предварительно обработанных трапецидальных резьб можно проверять при помощи резьбового шаблона (рис. 51).

Кроме шаблонов, угол профиля резьбы можно проверять специальным угломером (рис. 52), у которого цена деления нониуса равна двум минутам ($2'$). Можно пользоваться и обычными универсальными угломерами.

Средний диаметр трапецидальных резьб проверяют при помощи трех роликов (аналогично контролю методом трех проволочек).

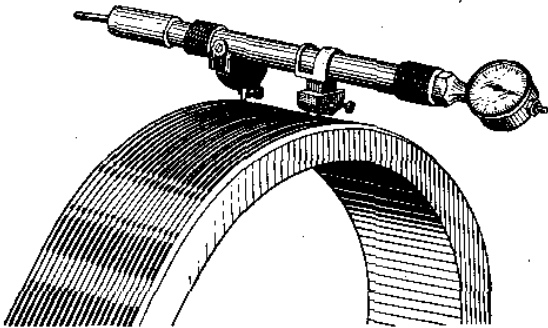


Рис. 50. Накладной шагомер с индикатором

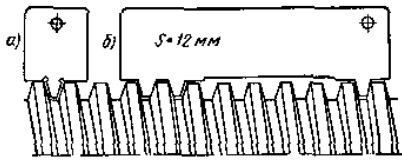


Рис. 51. Шаблоны для проверки трапецидальных резьб:

a — для проверки профиля, *b* — для проверки шага

Микроскоп, проектор. Для точных измерений элементов профиля резьбовых изделий (калибров, гребенчатых и дисковых резьбовых фрез, червячных фрез и др.) применяют универсальные и инструментальные микроскопы, а также проекторы. На универсальном микроскопе все измерения производятся оптическими средствами, тогда как на инструментальном длина в продольном и поперечном направлениях измеряется с помощью микрометров.

Точность измерения длины на универсальном микроскопе значительно выше.

В последнее время разработан ряд устройств, контролирующих резьбу в процессе ее изготовления, а также конструкций автоматов для контроля резьбы.

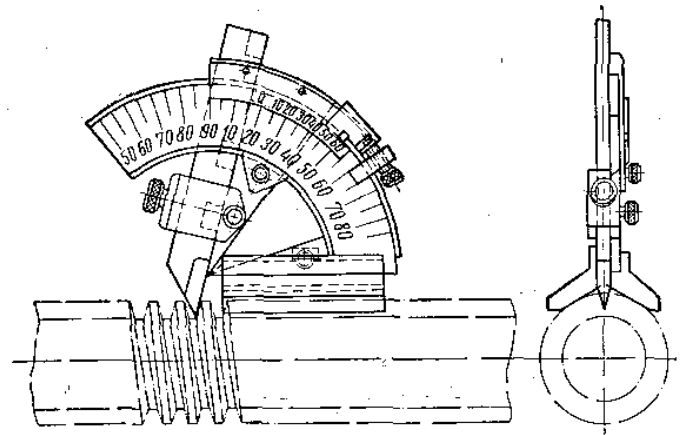


Рис. 52. Угломер для измерения угла профиля трапецидальной резьбы

Контрольные вопросы

1. Назовите основные измерительные инструменты.
2. Каков принцип отсчета с помощью нониуса?
3. Что контролируют индикатором?
4. Как производится отсчет показаний по микрометру?
5. Для чего применяется резьбовой микрометр?
6. В чем сущность метода трех проволочек?
7. В чем преимущество калибров перед другими измерительными инструментами?

§ 22. ПОНЯТИЕ О ГЕОМЕТРИИ РЕЗЦОВ

Резцы являются простейшими и наиболее распространенными режущими инструментами. Их применяют при работе на токарных, револьверных, многорезцовых, строгальных, расточных и других станках.

Элементы резцов. Резец состоит из головки (рабочей части) и державки (рис 53). Державка (стержень) служит для закрепления резца в резцедержателе, установленном на суппорте станка. Державка резца характеризуется размерами по высоте H , ширине B и длине L . Иногда применяют резцы с державками круглого и квадратного сечения.

Головка резца образуется специальной заточкой и состоит из следующих элементов: передней поверхности, задних поверхностей, режущих кромок и вершины.

Передней поверхностью называется поверхность, по которой входит стружка.

Задними поверхностями называют поверхности, обращенные к обрабатываемой заготовке. У резцов их две — главная и вспомогательная.

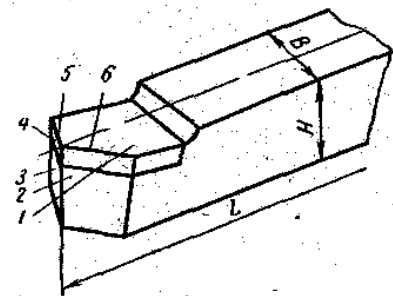


Рис. 53. Элементы рабочей части резца: 1 — передняя поверхность, 2 — главная задняя поверхность, 3 — вспомогательная задняя поверхность, 4 — вершина резца, 5 — вспомогательная режущая кромка, 6 — главная режущая кромка

Режущие кромки образуются пересечением передней и задних поверхностей. Их также две — главная и вспомогательная.

Главная режущая кромка образуется от пересечения передней и главной задней поверхностей. Она выполняет основную работу резания.

Вспомогательная режущая кромка образуется от пересечения передней и вспомогательной задней поверхностей.

Вершиной резца называется место сопряжения главной режущей кромки со вспомогательной.

Резцы могут быть правыми и левыми.

Правыми резцами называют такие, у которых при наложении на них сверху ладони правой руки, так чтобы

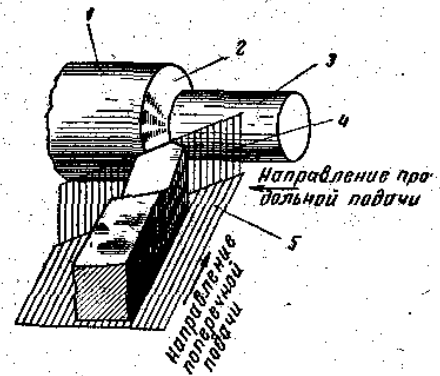


Рис. 54. Поверхности в процессе резания:

1 — обрабатываемая поверхность, 2 — поверхность резания, 3 — обработанная поверхность, 4 — плоскость резания, 5 — основная плоскость

пальцы были направлены к вершине, главная режущая кромка оказывается расположенной на стороне большого пальца. На токарном станке эти резцы используют при подаче справа налево, т. е. по направлению к передней бабке станка.

Левыми резцами называются такие, у которых при указанном способе наложения левой руки главная режущая кромка будет на стороне большого пальца.

На обрабатываемой заготовке в процессе резания различают следующие поверхности (рис. 54): обрабатываемую, обработанную и поверхность резания.

Обрабатываемой поверхностью называется поверхность, с которой снимается стружка.

Обработанной поверхностью называется поверхность, полученная на заготовке после снятия стружки.

Поверхностью резания называется поверхность, образуемая на обрабатываемой заготовке непосредственно режущей кромкой инструмента.

Углы резания. Для определения углов заточки режущего инструмента устанавливают координатные (исходные) плоскости: основную и плоскость резания.

Основной плоскостью называется плоскость, параллельная продольной и поперечной подачам. У токарных резцов с призматическим сечением державки за основную плоскость можно принять нижнюю опорную поверхность резца.

Плоскостью резания называется плоскость, перпендикулярная основной плоскости и проходящая через главную режущую кромку резца.

Главные углы резца измеряются в главной секущей плоскости, перпендикулярной проекции главной режущей кромки на основную плоскость. К ним относятся следующие углы (рис. 55).

Главный задний угол α — угол между касательной к

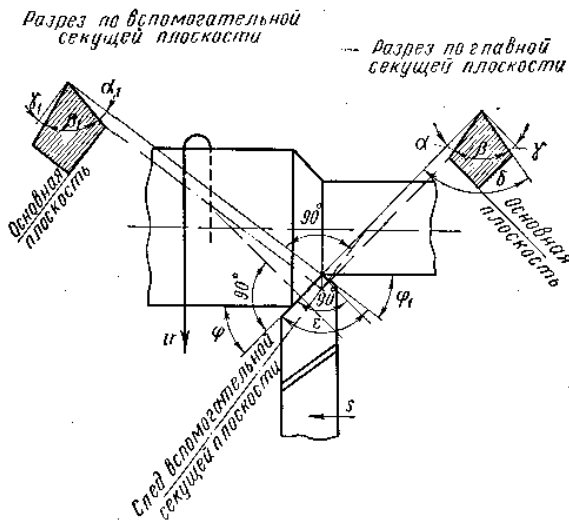


Рис. 55. Углы заточки резца

главной задней поверхности резца в данной точке режущей кромки и плоскостью резания. Задний угол уменьшает трение задней поверхности инструмента об обрабатываемую заготовку. Он выбирается обычно в пределах от 2° до 12° .

Угол заострения β — угол между передней и главной задней поверхностью резца. От этого угла зависит прочность режущей части инструмента.

Передний угол γ — угол между передней поверхностью резца и плоскостью, перпендикулярной плоскости резания и проходящей через главную режущую кромку резца. Этот угол уменьшает трение сходящей стружки о переднюю поверхность резца, а также уменьшает силы резания. При обработке вязких металлов передний угол выбирается в пределах от 10° до 20° и более. При обработке хрупких металлов, в особенности твердыми сплавами, передний угол берется близким к нулю или даже отрицательным. При работе фасонными инструментами (фасонными резцами, фасонными фрезами, резьбовыми фрезами, зуборезным инструментом и др.) передние углы должны быть равны нулю, либо иметь небольшие положительные значения (от 2° до 4°). Это необходимо во избежание искажения профиля.

Угол резания δ — угол между передней поверхностью резца и плоскостью резания.

Вспомогательные углы резца α_1 , β_1 и γ_1 измеряются во вспомогательной секущей плоскости и определяются по аналогии с главными углами резца.

Углы в плане измеряются в основной плоскости. **Главный угол в плане ϕ** — угол между проекцией главной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи.

Вспомогательный угол в плане ϕ_1 — угол между проекцией вспомогательной режущей кромки на основную плоскость и направлением, обратном направлению подачи.

Угол при вершине в плане ϵ — угол между проекциями режущих кромок на основную плоскость.

Угол наклона главной режущей кромки λ (рис. 56) называется угол, заключенный между режущей кромкой и прямой линией, проведенной через вершину резца, параллельно основной плоскости. Этот угол измеряется в плоскости, проходящей через главную режущую кромку

перпендикулярно основной плоскости. Угол считается равным нулю ($\lambda=0$), когда режущая кромка параллельна основной плоскости (рис. 56, а); отрицательным, когда вершина резца является наивысшей точкой режущей кромки (рис. 56, б) и положительным, когда

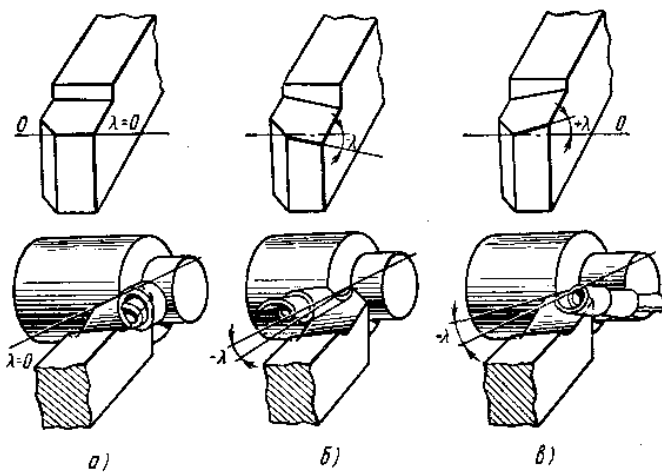


Рис. 56. Углы наклона главной режущей кромки резца:
а — угол наклона равен нулю, б — угол наклона отрицательный, в — угол наклона положительный

вершина резца является нижней точкой режущей кромки (рис. 56, в).

Геометрические параметры (углы заточки) любого режущего инструмента определяют таким же образом, как и для резцов.

В практике при обработке металлов резанием для каждого вида обработки (точения, сверления, резьбофрезерования и др.) применительно к конкретным условиям устанавливаются наиболее выгодные углы заточки. Существуют нормативы режимов резания, в которых приводятся рекомендуемые углы заточки, в зависимости от условий обработки (марки обрабатываемого материала, марки материала самого инструмента, припуска на обработку и др.).

Выбор режимов резания для любого вида обработки

всегда следует начинать с выбора углов заточки (геометрии режущего инструмента).

§ 23. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ТОЧЕНИИ

В процессе резания осуществляются два вида движения: главное (рабочее) и вспомогательное (движение подачи).

Главное движение при точении — вращательное движение обрабатываемой заготовки. Оно определяет скорость резания. Поступательное движение подачи, осуществляемое резцом вместе с суппортом станка, является вспомогательным.

Скорость резания — это величина перемещения режущей кромки резца относительно обрабатываемой поверхности в единицу времени:

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

где v — скорость резания, м/мин;

D — диаметр обрабатываемой заготовки до обработки, мм;

n — число оборотов обрабатываемой заготовки (шпинделя) в минуту.

Подачей называется величина продольного или поперечного перемещения резца за один оборот заготовки (шпинделя). Подача обозначается буквой s и измеряется в мм на один оборот заготовки (мм/об).

Глубина резания — расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями, глубина резания обозначается буквой t и измеряется в мм.

Площадь поперечного сечения стружки — произведение глубины резания на подачу. Она обозначается буквой f и измеряется в мм² т. е.

$$f = t \cdot s \text{ мм}^2.$$

§ 24. ПОНЯТИЕ О ПРОЦЕССЕ РЕЗАНИЯ

В процессе резания с обрабатываемой заготовки удаляется лишний слой металла, в результате чего деталь приобретает заданную форму, размеры и чистоту поверхности.

В зоне резания возникают большие напряжения, вызывающие разрушение материала и отделение части его в виде стружки. Естественно, что материал режущей части инструмента должен быть значительно прочнее и тверже обрабатываемого.

Стружка. Срезанный, в виде стружки, слой металла может иметь различный вид в зависимости от условий обработки. Различают следующие типы стружек (рис. 57).

Стружка надлома получается при обработке хрупких материалов (чугуна, бронзы, фарфора, мрамора).

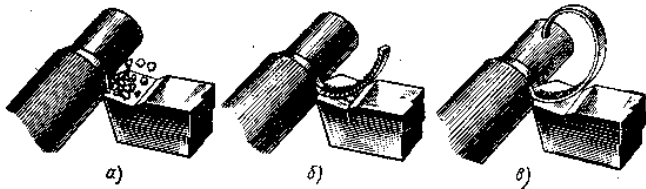


Рис. 57. Типы стружек:

а — надлома, б — скалывания, в — срыва

ра). Частицы такой стружки не связаны между собою и поэтому стружка осыпается свободно. Даже сталь при обработке с большими подачами, большими значениями углов резания и очень малых скоростях дает стружку надлома.

Стружка скалывания (суставчатая) образуется при обработке стали со средней скоростью резания. Та сторона стружки, которая касалась передней поверхности инструмента (прирезовая сторона), будет гладкой, блестящей, а внешняя сторона будет с зазубринами (суставами), которые прочно связаны между собою.

Сливная стружка получается при резании пластичных материалов (олова, меди, свинца), а также при обработке стали с большими скоростями резания. Она сходит с инструмента в виде ленты или спирали. Прирезовая сторона такой стружки гладкая, с зеркальным блеском.

Усадка стружки. При резании металлов стружка деформируется и оказывается короче того участка, с которого она срезана (рис. 58). Это явление укорочения стружки по длине называется продольной усадкой стружки.

Объем металла при деформировании практически не изменяется. Следовательно, укорачивание стружки по длине должно сопровождаться увеличением площади поперечного сечения стружки. Это увеличение площади поперечного сечения называется поперечной усадкой стружки.

Деформирование стружки приводит к ее завиванию. Чем больше завивание стружки, тем больше затрачено работы на ее деформирование.

Нарост при резании металлов. При резании вязких металлов в некоторых случаях на передней поверхности инструмента образуется так называемый нарост — приварившийся к передней поверхности реза сильно деформированный кусочек обрабатываемого материала в виде клина большой твердости (рис. 59).

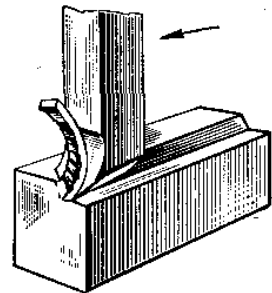


Рис. 58. Усадка стружки

Этот кусочек металла непрерывно сходит со стружкой и снова образуется. Он по существу является режущей частью инструмента и предохраняет режущую кромку от износа. Однако при образовании на передней поверхности инструмента нароста, чистота обработанной поверхности ухудшается. Поэтому при чистовой обработке металлов, а также при нарезании резьбы следует избегать появления нароста. Для предупреждения образования его следует более тщательно доводить переднюю поверхность инструмента или изменять скорость резания (чаще в сторону ее увеличения до 30 м/мин и выше), а также применять смазывающе-охлаждающие жидкости.

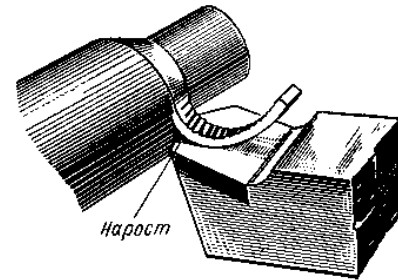


Рис. 59. Нарост при резании металлов

Шероховатость обработанной поверхности. Качество готовой детали оценивают по следующим основным по-

казателям: точности размера, точности геометрической формы и шероховатости поверхности.

На чистоту обработанной поверхности в основном влияют следующие факторы: правильный выбор геометрических параметров (углов заточки) инструмента и прежде всего переднего угла и углов в плане, правильный выбор подачи и скорости резания, а также применение соответствующих смазывающе-охлаждающих жидкостей.

Для получения высокого класса чистоты поверхности необходимо также, чтобы передняя и задние поверхности инструмента были тщательно доведены.

Вибрации при резании металлов. В процессе резания металлов при определенных условиях возникают вибрации (колебания). Появление вибраций во многих случаях является основной причиной, ограничивающей возможность повышения режимов резания, а следовательно, и производительности труда. Вибрации при резании металлов чрезвычайно вредно отражаются на стойкости инструмента. Даже весьма слабые вибрации препятствуют достижению высокого класса чистоты обработанных поверхностей. При прочих равных условиях вероятность возникновения вибраций при обработке чугуна значительно меньше, чем при обработке стали.

Вибрации можно устранить или уменьшить путем применения инструмента с малыми задними и большими передними углами, а также путем выбора соответствующих скоростей резания и смазочно-охлаждающих жидкостей, при которых снижается интенсивность колебаний. Для устранения или уменьшения вибраций применяют специальные устройства — виброгасители.

§ 25. СОСТАВЛЯЮЩИЕ СИЛЫ РЕЗАНИЯ

В процессе резания материал обрабатываемой заготовки сопротивляется отделению стружки. Это сопротивление проявляется в виде силы R , действующей на резец (рис. 60). На практике, однако, неудобно оперировать с силой R , а целесообразно представить ее в виде составляющих силы: вертикальной P_z , радиальной P_y и осевой P_x .

Вертикальная составляющая силы резания P_z (ее иногда называют тангенциальной, окружной или каса-

тельной составляющей) направлена вертикально вниз. Она влияет на мощность, необходимую для осуществления процесса резания. Величина силы P_z зависит от ряда факторов — глубины резания и подачи, свойств обрабатываемого материала, износа инструмента и др.

Силу P_z при точении можно определить по приближенной формуле

$$P_z = Cts \text{ кгс,}$$

где C — постоянный коэффициент, зависящий от физико-механических свойств обрабатываемого материала (например для стали 45 он равен 200);

t — глубина резания, мм;

s — подача, мм/об.

Радиальная составляющая P_y направлена горизонтально, перпендикулярно оси вращения обрабатываемой заготовки. Она отжимает резец от обрабатываемой заготовки. Эта сила влияет на точность обработки и на вибрации, возникающие в процессе резания.

Осевая составляющая P_x действует параллельно оси вращения обрабатываемой заготовки в направлении, противоположном направлению подачи, и определяет силу, необходимую для подачи суппорта с закрепленным в нем резцом.

Радиальная и осевая составляющие силы резания могут быть определены приближенно как часть тангенциальной силы резания, а именно:

$$P_y = 0,4P_z \text{ кгс,}$$

$$P_x = 0,25P_z \text{ кгс.}$$

Мощность, затрачиваемая на резание, называется эффективной мощностью резания. Она определяется по формуле

$$N_e = \frac{P_z v}{6120} \text{ квт.}$$

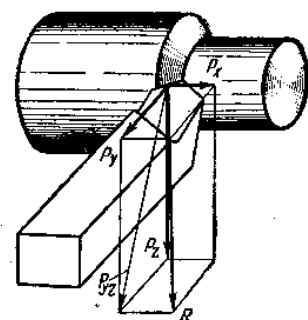


Рис. 60. Разложение равнодействующей силы на составляющие P_z , P_y и P_x

где P_z — тангенциальная составляющая силы резания, кгс;
 v — скорость резания, м/мин.

§ 26. СТОЙКОСТЬ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Стойкость режущего инструмента. В процессе резания на снятие стружки с заготовки затрачивается определенная работа. Эта работа затрачивается в основном на осуществление упругих и пластических деформаций и на

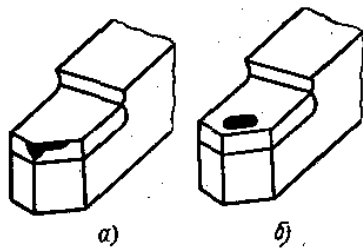


Рис. 61. Износ реза: а — по задней поверхности, б — по передней поверхности

преодоление трения по передней и задней поверхностям инструмента. В результате происходит нагрев инструмента. Нагрев в свою очередь является основной причиной износа инструмента.

Стойкость режущего инструмента определяется временем его работы (в минутах) от переточки до переточки.

Каждый инструментальный материал, как указывалось в гл. III, способен сохранять свои режущие свойства лишь до наступления определенной температуры в зоне резания. При превышении этой температуры происходит мгновенное затупление режущего инструмента. В таких случаях иногда говорят, что инструмент «сгорел».

Температурные деформации обрабатываемой детали, деталей станка и режущего инструмента, вызываемые их нагревом, оказывают существенное влияние на точность обработки. Размеры деталей обычно измеряют тогда, когда температура обрабатываемой детали превышает стандартную температуру измерения 20° С, а по достижении этой температуры размеры ее уменьшатся.

Износ режущего инструмента происходит как по передней, так и по задней поверхности (рис. 61). Однако в большинстве случаев интенсивно изнашиваются инструменты либо по задней, либо по передней поверхности. Так, например, при обработке хрупких металлов (чугуна, бронзы) инструмент изнашивается по задней по-

верхности (рис. 61, а) с задним углом $\alpha=0$. При обработке твердыми сплавами износ также происходит главным образом по задней поверхности.

При обработке вязких металлов может изнашиваться передняя поверхность инструмента; на передней поверхности образуется лунка (рис. 61, б).

Работа изношенным инструментом сопровождается увеличением вертикальной составляющей силы резания, а следовательно, повышением расхода мощности и ухудшением чистоты обработанной поверхности.

О степени затупления режущего инструмента судят по определенным признакам. На основании этих признаков для различных условий обработки устанавливают допустимую величину износа, по достижении которой инструмент считается затупленным и должен быть переточен.

При назначении режимов резания исходят из периода стойкости инструмента. Так, например, для проходных твердосплавных резцов период стойкости составляет 30 мин, период стойкости гребенчатых резбовых фрез составляет 90—180 мин.

Стойкость инструмента зависит от большого числа факторов, основными из которых являются: физико-механические свойства обрабатываемого материала и материала режущей части инструмента; скорость резания, подача, глубина резания; геометрические параметры режущей части инструмента; смазывающе-охлаждающие жидкости и др. Из параметров режима резания наибольшее влияние на стойкость режущего инструмента оказывает скорость резания. Так, при увеличении скорости резания на 12—13% (при прочих постоянных условиях) стойкость режущего инструмента снижается в 2 раза. При увеличении скорости резания на 25% стойкость инструмента снижается в 4 раза, а при увеличении на 50% — в 8 раз.

Подача значительно меньше влияет на стойкость инструмента, чем скорость резания. При увеличении подачи в два раза стойкость снижается также в два раза. Из этого следует, что выгоднее увеличивать подачу, а не скорость резания. Поэтому при обработке металлов резанием прежде всего следует стремиться работать с максимально допустимой подачей. Глубина резания оказывает еще меньшее влияние на стойкость инструмента,

чем подача. Однако глубина резания обычно определяется заданным припуском на обработку.

Выбор режимов резания при работе на станках. При выборе режимов резания, например, для точения прежде всего устанавливают глубину резания в зависимости от припуска на обработку. Припуск на обработку рекомендуется снимать за один проход.

Затем по глубине резания выбирают максимально допустимую по условиям обработки подачу из числа имеющихся на данном станке. И для принятой глубины резания и выбранной подачи определяют скорость резания, исходя из заданного периода стойкости инструмента.

По выбранной скорости резания и диаметру обрабатываемой заготовки устанавливают ближайшее число оборотов шпинделя, имеющееся на данном станке, и подсчитывают машинное время.

Аналогично изложенному выбирают режимы резания и при резьбофрезеровании.

§ 27. РЕЗЬБОВЫЕ ФРЕЗЫ

Различают гребенчатые (групповые) фрезы с кольцевыми витками и дисковые резьбовые фрезы.

Гребенчатые (групповые, или многоиточные) фрезы. В промышленности применяются следующие типы гребенчатых фрез:

цилиндрические, предназначенные для нарезания наружных и внутренних резьб;

конические — для нарезания наружных и внутренних конических резьб;

охватывающие — для нарезания наружных резьб на обычных и планетарных резьбофрезерных станках;

специальные — для фрезерования резьб нестандартного профиля, одновременного фрезерования двух резьб разного диаметра и др.

По направлению вращения фрезы разделяются на право- и леворежущие.

Праворежущими называют такие фрезы, которые при работе должны вращаться по часовой стрелке, если смотреть на фрезу со стороны заднего конца фрезерного шпинделя (т. е. со стороны, противоположной месту крепления фрезы).

Леворежущими фрезами называют такие, которые при работе должны вращаться против часовой стрелки, если смотреть со стороны заднего конца фрезерного шпинделя.

Гребенчатые резьбовые фрезы изготовляют с коническим хвостовиком и насадные. Оба типа фрез предназначены для нарезания наружных (фрезы НР) и внутренних (фрезы ВР) резьб и изготовляются со степенью точности Е или Н.

Таблица 3
Основные размеры концевых гребенчатых фрез

D	L	l	a	Конус Морзе
10	90 96	10 16	10	
12	92 100	12 20	12	
16	96 105 100	16 25 20	16	2
20	112	32		
25	125 140	25 40	20	
32	132 150	32 50	22	3

Фрезами с коническим хвостовиком (рис. 62) нарезают внутренние резьбы в тех случаях, когда небольшой диаметр резьбы исключает возможность применения насадных фрез. Хвостовик служит для крепления фрезы в коническом отверстии шпинделя станка. В табл. 3 приведены основные размеры концевых гребенчатых фрез (ГОСТ 1336—62).

Насадные фрезы наиболее распространены из-за относительной простоты изготовления.

Они имеют отверстие, с помощью которого надеваются на фрезерные оправки.

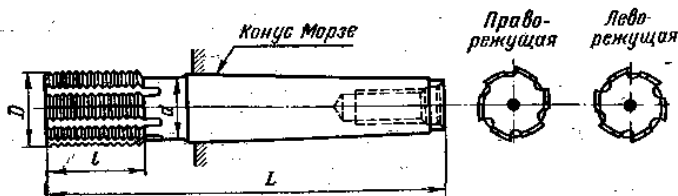


Рис. 62. Фреза с коническим хвостовиком

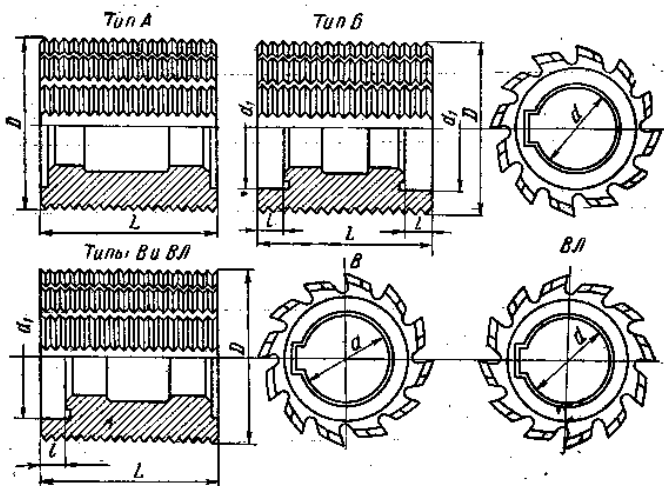


Рис. 63. Насадные гребенчатые фрезы

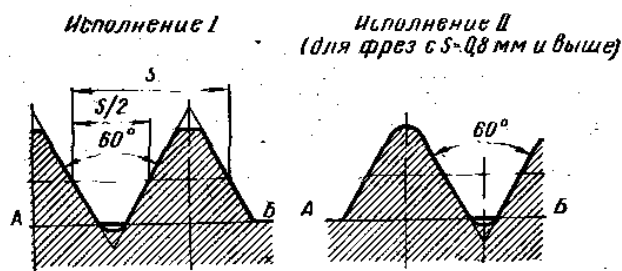


Рис. 64. Профиль резьбовых фрез

Насадные фрезы обычно изготавливают четырех типов (рис. 63): *A* — без выточек у торца; *B* — с выточками у обоих торцов; *B* — праворежущие с выточкой у одного торца; *ВЛ* — леворежущие с выточкой у одного торца.

Если форма обрабатываемой заготовки или условия ее крепления не позволяют затягивать крепежную гайку за пределами фрезы, то применяют фрезы с выточками, в которые входят затягивающий болт и гайка.

Фрезы типа *A* и *B* в зависимости от того, какой стороной они установлены на оправке, могут быть использованы или как праворежущие, или как леворежущие.

Основные размеры насадных фрез приведены в табл. 4.

В централизованном порядке изготавливают фрезы с профилем исполнения *I* (рис. 64). Фрезы с профилем исполнения *II* предназначены только для нарезания наружных метрических резьб и изготавливаются по особому заказу. Профиль впадины ниже линии *AB* не регламентируется.

На каждой фрезе обязательно проставляют условные обозначения, характеризующие ее основные параметры. Например, надпись «Фреза ВР 20×32×2Е, ГОСТ 1336—62» означает: праворежущая концевая фреза диаметром $D=20$ мм с номинальной длиной рабочей части $l=32$ мм для внутренней (ВР) метрической резьбы с шагом 2 мм, изготовленная со степенью точности Е по ГОСТ 1336—62. Так же маркируют эти фрезы и для наружной резьбы, только вместо ВР ставят НР.

Надпись «Фреза НР—В—63×50×3Е, ГОСТ 1336—62» расшифровывается так: насадная гребенчатая фреза праворежущая с выточкой у одного торца (исполнение *B*) диаметром $D=63$ мм с номинальной длиной $L=50$ мм, для наружной (НР) метрической резьбы с шагом = 3 мм со степенью точности Е. То же для внутренней резьбы: «Фреза ВР—В—63×50×3Е, ГОСТ 1336—62».

Фрезы могут изготавливаться как с прямыми, так и с винтовыми канавками (угол подъема винтовой канавки не более 7°).

Биение зубьев по наружному диаметру фрез не должно превышать: у фрез со степенью точности Е — 0,05 мм, у фрез со степенью точности Н — 0,08 мм. Биение по профилю резьбы у фрез с точностью Н не должно превышать 0,04 мм. Биение опорных торцов насадных фрез при проверке на оправке не должно превышать 0,02 мм.

В отдельных случаях применяют фрезы большего диаметра, чем рекомендует ГОСТ 1336—62. Их обычно конструируют сборными.

При фрезеровании резьбы ось гребенчатой фрезы располагается параллельно оси нарезаемой резьбы. Витки резьбового профиля фрезы перпендикулярны оси фрезы и образуют с направлением нитки нарезаемой резьбы угол, равный углу подъема резьбы. Это несоответствие вызывает незначительное искажение профиля резьбы — расширение впадины резьбы по сравнению с толщиной зуба фрезы. Величина искажения возрастает с увеличением угла подъема резьбы и диаметра фрезы.

Таблица 4

Основные размеры насадных гребенчатых фрез

D	L	d	d_1	i
32	16	13	16	4
	20			
	25			
36	20	16	22	4
	25			
	32			
40	32	16	22	5
	40			
50	32	22	30	6
	40			
	50			
63	40	32	42	10
	50			
	63			
80	50	40	52	10
	63			
	80			
100	63	50	—	—
	80			
	100			

Величина искажения при фрезеровании внутренней резьбы при прочих равных условиях больше, чем при фрезеровании наружной резьбы, что объясняется большей длиной дуги контакта между фрезой и обрабатываемой заготовкой.

По конструкции зуба фрезы бывают с остроконечными (рис. 65, а) и затылованными зубьями (рис. 65, б).

Фрезы с остроконечными зубьями проще в изготовлении. Остроконечные зубья затачивают по задней поверх-

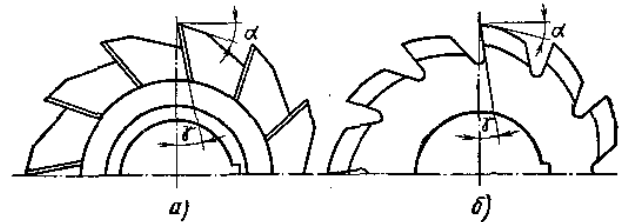


Рис. 65. Зубья фрезы:

а — остроконечный, б — затылованный, α — задний угол, γ — передний угол

ности. После переточки высота зуба уменьшается, уменьшается также и пространство между зубьями для размещения стружки.

Задняя поверхность затылованного зуба выполняется по архимедовой спирали.

Основное преимущество затылованного зуба — сохранение его профиля после переточки по передней поверхности, так как высота зуба в осевом сечении после переточки остается постоянной. Гребенчатые фрезы изготавливают с затылованными зубьями.

Конические гребенчатые фрезы, как указывалось выше, применяют для фрезерования конических резьб. Наибольшее распространение получили конические фрезы для фрезерования крупных резьб на бурильных замках. Выпускаются следующие типы фрез:

- резьбовые конические хвостовые для внутренней резьбы муфт бурильных замков;
- резьбовые конические насадные для трубной резьбы бурильных замков;
- резьбовые конические для нарезания наружной и внутренней резьбы у замков бурильных труб.

Все перечисленные фрезы выпускаются по заказам. Основные размеры и технические условия выполняются по нормам завода-изготовителя. Фрезы изготавливаются праворежущими (с правой винтовой канавкой для левой резьбы) и леворежущими (с левой винтовой канавкой для правой резьбы). Профиль резьбы шлифованный. Фрезы изготавливают из быстрорежущей стали с твердостью рабочей части после термической обработки $HRC=62\div 65$. Для повышения стойкости фрезы цианируют. Такие фрезы имеют специальные условные обозначения (например, фреза резьбовая хвостовая коническая 2,5К; фреза резьбовая коническая 2,5Т; фреза резьбовая коническая 4КН).

Гребенчатые фрезы, как и другие с затылованным зубом, затачивают только по передней грани. При этом величина переднего угла γ после заточки должна отклоняться от предусмотренного значения не более чем на $\pm 1^\circ$, так как изменение переднего угла вызывает искажение профиля резьбы.

Фрезы нужно затачивать так, чтобы принятое при их изготовлении направление канавки было неизменным (у фрез с прямыми канавками последние должны оставаться параллельными оси, а у фрез с винтовыми канавками последние должны иметь тот же угол подъема, что и у новых фрез). Изменение направления канавки приводит к образованию конусности нарезаемой резьбы.

Фрезы с прямыми канавками затачивают с помощью делительной головки. Фрезы с винтовым зубом рекомендуются затачивать на специальных заточных полуавтоматах. Заточиваемая фреза устанавливается на шпинделе делительной головки и совершает возвратно-поступательное движение вместе со столом станка. После каждого двойного хода фреза автоматически поворачивается на один зуб. Подача на глубину осуществляется путем дополнительного поворота на небольшую величину после каждого полного оборота фрезы. Дополнительный поворот может производиться как автоматически, так и вручную.

При заточке фрез с винтовыми канавками фреза во время возвратно-поступательного перемещения стола получает вращательное движение для образования на передней грани винтовой поверхности.

Насадные фрезы устанавливаются на оправке в цент-

рах приспособления, а хвостовые концевые фрезы — непосредственно в центрах и связываются при помощи хомутка со шпинделем приспособления.

Фрезы с прямыми канавками затачивают плоской стороной чашечного круга (рис. 66, а), а фрезы с винтовыми канавками — его конической стороной (рис. 66, б).

При отсутствии специальных станков рекомендуется сначала шлифовать фрезу по спинке зуба с упором на переднюю грань (рис. 67, а), а затем затачивать переднюю грань с упором на спинку зуба (рис. 67, б), к которой фрезу прижимают рукой. При заточке фрез с прямыми канавками упор устанавливается на столе станка, а при заточке фрез с винтовыми канавками — на корпусе шлифовальной бабки.

После каждой заточки фрезы необходимо проверять ее на биение. Если радиальное биение превышает допустимую величину, то его устраняют следующим образом.

Фрезу шлифуют по наружному диаметру до тех пор, пока шлифовальный круг не оставит след на всех зубьях.

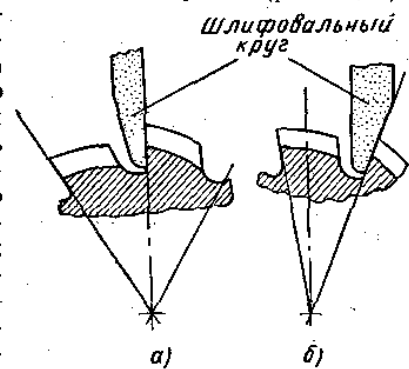


Рис. 66. Заточка передней поверхности резьбовых фрез: а — с прямыми канавками, б — с винтовыми канавками

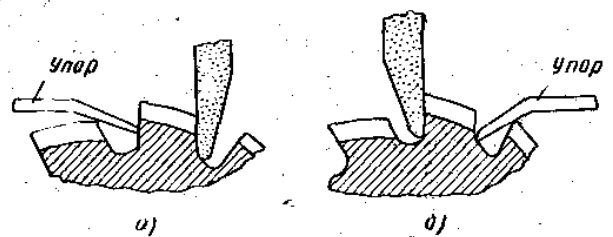


Рис. 67. Заточка фрез с упором на зуб:

а — предварительное шлифование спинки зуба, б — заточка передней поверхности

Затем ее затачивают по передней грани, пока не будут выведены следы шлифования.

Для заточки гребенчатых фрез необходимо применять корундовые круги твердостью СМ1 и СМ2 и зернистостью 25—16. Чистота поверхности должна быть не ниже 8-го класса.

Заточка конических гребенчатых фрез несколько сложнее заточки цилиндрических фрез, так как в этом случае следует строго сохранять исходное положение передней поверхности относительно оси фрезы. Всякое изменение исходного положения приводит к нарушению конусности фрезы, а следовательно, и фрезеруемой резьбы.

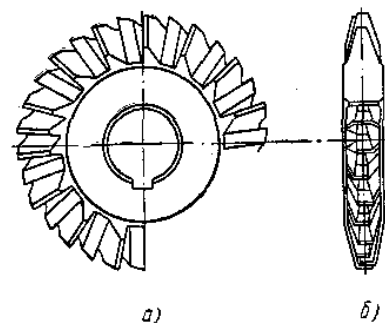


Рис. 68. Дисксовая резьбовая фреза (а), контрольный зуб (б)

Дисковые резьбовые фрезы. Дисковые резьбовые фрезы для нарезания трапециевидных резьб изготовляют с остроконечными зубьями (рис. 68), которые попеременно (через один) смещены и перекрывают друг друга. Эти зубья называют раскошенными. Благодаря большому числу зубьев у таких фрез в контакте с обрабатываемой заготовкой находится всегда более двух зубьев, что обеспечивает большую равномерность фрезерования, а следовательно, и хорошее качество обработанной поверхности. Для контроля угла профиля и ширины зуба фреза снабжается одним полным контрольным зубом с двумя рабочими боковыми сторонами, который после переточки проверяют.

Резьбовые фрезы изготовляют двух степеней точности: фрезы нормальной степени точности Е со шлифованным профилем и фрезы пониженной точности Н, профиль которых не шлифуется.

Фрезами степени точности Е фрезеруют резьбы 2 и 3-го классов точности; фрезами пониженной точности Н фрезеруют резьбы 3-го класса точности.

Дисковые резьбовые фрезы. Дисковые резьбовые фрезы для нарезания трапециевидных резьб изготовляют с остроконечными зубьями (рис. 68), которые попеременно (через один) смещены и перекрывают друг друга. Эти зубья называют раскошенными. Благодаря большому числу зубьев у таких фрез в контакте с обрабатываемой заготовкой находится всегда более двух зубьев, что обеспечивает большую равномерность фрезерования, а следовательно, и хорошее качество обработанной поверхности. Для контроля угла профиля и ширины зуба фреза снабжается одним полным контрольным зубом с двумя рабочими боковыми сторонами, который после переточки проверяют.

Дисковые резьбовые фрезы затачивают по задней грани. После каждой заточки необходимо проверять фрезу на радиальное биение.

Профиль фрезы после переточки должен сохраниться. При заточке сначала шлифуют профиль фрезы по шаблону, которым проверяют контрольный зуб. Затем каждый зуб затачивают по задней грани, оставляя вдоль режущей кромки ленточку шириной не более 0,05 мм.

Дисковые фрезы для остроугольной резьбы изготовляют с затылованными зубьями.

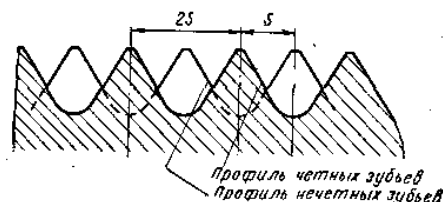


Рис. 69. Профиль шахматных резьбовых фрез

Шахматные резьбовые фрезы. При фрезеровании резьб с малым шагом ($S < 1$ мм) обычными гребенчатыми фрезами часто происходит срыв резьбы на детали и наволакивание металла между витками фрезы. При шлифовании резьбового профиля гребенчатых фрез с мелким шагом очень трудно получить малый радиус во впадине резьбы вследствие осыпания и быстрого износа шлифовального круга. Указанных недостатков не бывает при использовании шахматных фрез, у которых резьбовой профиль (рис. 69) имеет укрупненный шаг, смещенный на различных зубьях в шахматном порядке. Так, например, для нарезания резьбы с шагом $S = 0,75$ мм резьбовой профиль зубьев фрезы принимается с шагом $2S$, т. е. 1,5 мм. При этом резьбовой профиль четных зубьев смещен относительно профиля нечетных зубьев на шаг резьбы S , и фреза при своем вращении нарезает резьбу заданного шага (в нашем примере 0,75 мм).

Шахматные резьбовые фрезы рекомендуется изготовлять со степенью точности Н, с шагом $S = 0,75$ мм и $S = 1$ мм. Ошибка смещения по шагу резьбы соседних рядов не должна превышать 15 мк.

Резьбу с малым шагом можно фрезеровать обычными гребенчатыми фрезами с большим шагом, кратным шагу нарезаемой резьбы. При этом продольная подача за один оборот заготовки должна быть равна шагу нарезаемой резьбы. Однако в этом случае после врезания фрезы на глубину профиля резьбы заготовка должна сделать не один оборот, а число оборотов, равное отношению шага фрезы к шагу нарезаемой резьбы. Например, шаг фрезы 1,5 мм, а шаг нарезаемой резьбы 0,75 мм. Заготовка должна сделать $\frac{1,5 \text{ мм}}{0,75 \text{ мм}} = 2$ оборота.

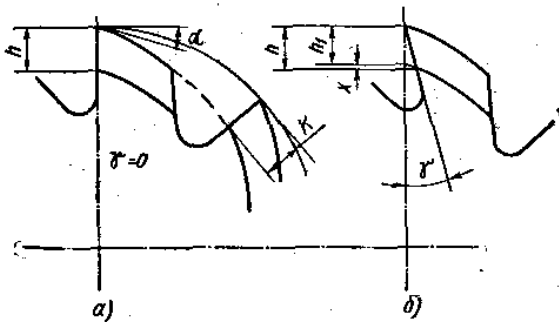


Рис. 70. Геометрия зуба фрезы

Геометрические параметры резьбовых фрез. *Передний угол* называется угол между передней поверхностью зуба и радиусом, проведенным из центра фрезы к вершине зуба (рис. 70).

Профиль зуба фасонных затылованных фрез (в том числе и резьбовых) должен соответствовать или быть равным фасонному профилю обрабатываемой заготовки. Это справедливо лишь при условии, что передний угол γ инструмента равен нулю.

Как видно из рис. 70 наличие переднего угла γ увеличивает высоту профиля фрезы на величину x ($x = h - h_1$). Поэтому, если задан какой-то положительный передний угол фрезы для данных условий обработки (например, $\gamma = +5^\circ$), то необходимо скорректировать профиль зуба фрезы, т. е. найти искаженный уменьшенный профиль фрезы. Уменьшенный (скорректированный) на

величину x профиль зуба фрезы с заданным передним углом γ обеспечит получение требуемого профиля готовой детали.

При заточке затылованных фрез по передней поверхности не следует изменять значение переднего угла, принятого при конструировании фрезы, во избежание искажения профиля резьбы обрабатываемой на станке детали.

Величина переднего угла оказывает большое влияние на процесс резьбофрезерования.

Передний угол назначается в зависимости от физико-механических свойств обрабатываемого материала и материала режущей части инструмента. Например, при обработке хрупких материалов (чугуна, бронзы и др.) передний угол следует брать равным нулю.

При резьбофрезеровании пластичных материалов (например, мягкой стали, меди, алюминия и алюминиевых сплавов) передний угол выбирают в пределах от $+5$ до $+10^\circ$.

Задним углом α называется угол между касательной к задней поверхности зуба в данной точке главной режущей кромки фрезы и касательной к окружности вращения данной точки (см. рис. 70). Для фрез с затылованным зубом значение заднего угла зависит от величины затылования K , которая выбирается обычно в пределах от 1 до 3 мм в зависимости от диаметра фрезы. Указанная величина затылования соответствует заднему углу в пределах от 6 до 8° .

Материал резьбовых фрез. Дисковые и гребенчатые резьбовые фрезы изготовляют из быстрорежущей стали нормальной производительности P18. Они могут быть изготовлены также из быстрорежущей стали повышенной производительности P9K5, P18Ф2К5 и P9Ф2К5 и др.

Концевые фрезы изготовляют сварными с целью экономии дорогостоящей быстрорежущей стали. Концевые гребенчатые фрезы, в особенности малых размеров, целесообразно изготовлять целиком твердосплавными с большим числом зубьев.

Твердость рабочей части сварных фрез должна быть $HRC = 62 \div 63$, а твердость торцевой части конического хвостовика — $HRC = 30 \div 40$. На рабочей части фрез не должно быть мест обезуглероженных и пониженной твердости.

§ 28. СВЕДЕНИЯ О ПРОЦЕССЕ РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЯ

Процесс резания при резьбофрезеровании осуществляется, как указывалось ранее, при быстром вращательном движении фрезы, определяющем скорость резания, и медленном вращательном движении обрабатываемой заготовки, определяющем круговую подачу.

Принципиально процесс резания при резьбофрезеровании не отличается от процесса резания при точении и сопровождается теми же явлениями (деформации, тепловыделение, усадка стружки, наростообразование, износ инструмента и др.), вызываемыми теми же причинами.

В процессе фрезерования зубья фрезы входят в контакт с обрабатываемой заготовкой и выходят из него. Вход зуба инструмента в контакт с обрабатываемой заготовкой сопровождается ударом. Далее зуб фрезы находится в контакте с обрабатываемой заготовкой и снимает стружку переменного сечения, затем выходит из контакта, идет по воздуху и снова вступает в контакт с обрабатываемой заготовкой и т. д. Таким образом, условия работы фрезы значительно тяжелее условий работы реза.

Практически при прочих равных условиях стойкость фрезы, считая по времени нахождения ее зуба в контакте с обрабатываемой заготовкой, примерно в 7—10 раз ниже стойкости токарного реза. Процесс фрезерования является также менее благоприятным и для станка.

При резьбофрезеровании число одновременно режущих зубьев или число зубьев, находящихся в контакте с обрабатываемой заготовкой, зависит от длины дуги контакта фрезы с обрабатываемой заготовкой.

В свою очередь, длина дуги контакта (рис. 71) будет зависеть от диаметров обрабатываемой заготовки и резьбовой фрезы, от величины шага и типа резьбы (наружная, внутренняя).

Число одновременно режущих зубьев фрезы подсчитывают по формуле

$$z^1 = z \cdot \frac{\alpha}{360^\circ}$$

где z — число зубьев фрезы;

α — центральный угол, соответствующий длине дуги

контакта фрезы и обрабатываемой заготовки, град.
В процессе резьбофрезерования прямозубой фрезой зуб фрезы входит в контакт с обрабатываемой заготовкой и выходит из него сразу по всей длине фрезы. При некоторых условиях может оказаться, что в работе будет находиться только один зуб прямозубой фрезы, т. е.

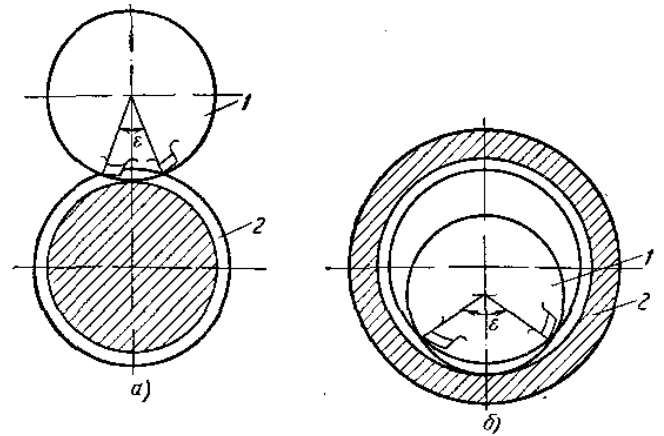


Рис. 71. Угол контакта и дуга контакта фрезы с обрабатываемой заготовкой:

a — при фрезеровании наружной резьбы, b — при фрезеровании внутренней резьбы; 1 — фреза, 2 — обрабатываемая заготовка

когда впереди идущий зуб уже вышел из контакта с обрабатываемой заготовкой, а следующий за ним зуб еще не вошел в контакт. В этом случае площадь поперечного среза стружки будет изменяться от нулевого значения до максимального с последующим падением до нуля. Так же неравномерно будет изменяться сила резания, а следовательно, будет неравномерная периодическая нагрузка на станок, инструмент и обрабатываемую заготовку. Указанное явление носит название *неравномерности фрезерования*. Большую равномерность фрезерования можно обеспечить при работе фрезами с винтовыми канавками. В этом случае зуб фрезы постепенно входит

в контакт с обрабатываемой заготовкой, а затем постепенно выходит из контакта.

Применение гребенчатых фрез с винтовыми канавками особенно целесообразно при фрезеровании наружных резьб (вследствие малой длины дуги контакта фрезы с обрабатываемой заготовкой).

Как при фрезеровании заготовок цилиндрическими и дисковыми фрезами, так и при резьбофрезеровании различают встречное фрезерование (фрезерование против подачи) и попутное фрезерование (фрезерование по подаче).

Встречным называется фрезерование, осуществляемое при противоположных направлениях движения фрезы и обрабатываемой заготовки в месте их контакта (рис. 72, а).

Попутное фрезерование производится при совпадающих направлениях вращения фрезы и обрабатываемой заготовки в месте их контакта (рис. 72, б).

При встречном фрезеровании толщина среза изменяется от нуля — при входе зуба в точке А — до максимального значения — при выходе зуба из контакта с обрабатываемой заготовкой в точке В. При попутном фрезеровании толщина среза изменяется от максимальной величины в момент входа зуба в контакт с обрабатываемой заготовкой в точке В до нуля при выходе в точке А.

При встречном фрезеровании процесс резания происходит спокойнее, так как толщина среза нарастает более плавно, и нагрузка на станок увеличивается также постепенно. Попутное фрезерование в момент входа зуба в контакт с обрабатываемой заготовкой сопровождается ударом, так как именно в этот момент будет максимальная толщина среза. Поэтому наружную и внутреннюю резьбы гребенчатыми фрезами нарезают всегда методом встречного фрезерования (рис. 73). Преимущества встречного фрезерования заключаются в следующем: процесс резания более устойчив, меньшая возможность возникновения вибраций, лучшая чистота обработанной поверхности.

При фрезеровании наружной резьбы обрабатываемая заготовка и фреза вращаются в одну сторону, а при нарезании внутренней резьбы они вращаются в разные стороны.

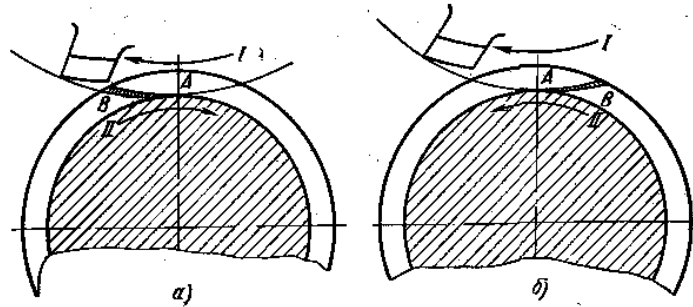


Рис. 72. Виды фрезерования: а — встречное, б — попутное; I — направление вращения фрезы, II — направление вращения заготовки

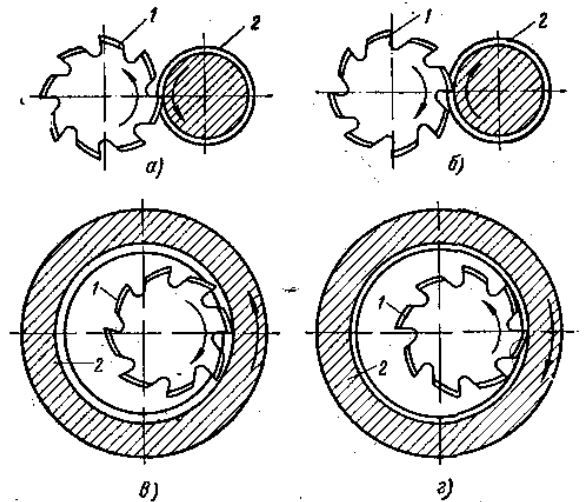


Рис. 73. Направление вращения фрезы и заготовки при фрезеровании резьбы: а — правая наружная, б — левая наружная, в — правая внутренняя; 2 — левая внутренняя; 1 — фреза, 2 — заготовка

Главным (рабочим) движением при резбифрезеровании является вращательное движение фрезы. Скорость резания в этом случае определяется по формуле

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

где D — диаметр фрезы, мм;
 n_{ϕ} — число оборотов фрезы в минуту.

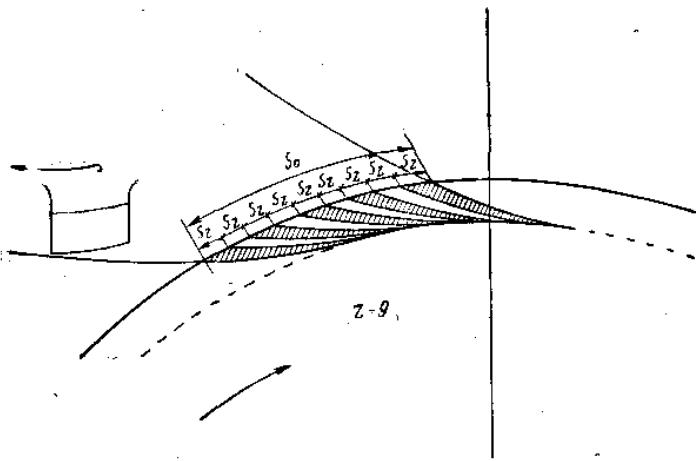


Рис. 74. Виды подач при резбифрезеровании

Обрабатываемая заготовка при резбифрезеровании получает медленное вращательное движение вокруг своей оси. Это движение называется *круговой подачей*.

При резбифрезеровании различают следующие виды подач (рис. 74).

Минутная подача — путь, проходимый точкой, расположенной по среднему диаметру резьбы, за минуту:

$$s_m = \pi d_2 n_3 \text{ мм/мин.}$$

где s_m — минутная подача, мм/мин;
 d_2 — средний диаметр резьбы, мм;
 n_3 — число оборотов обрабатываемой заготовки в минуту.

Подача на оборот фрезы (s_0 мм/об) — путь, проходимый точкой, расположенной по среднему диаметру резьбы, за время одного полного оборота фрезы.

Из определений следует, что

$$s_m = s_0 n_{\phi} \text{ мм/мин.}$$

Подача на один зуб фрезы (s_z мм/зуб) — путь в мм, проходимый точкой, расположенной по среднему диаметру резьбы, за время поворота фрезы на часть оборота, соответствующую величине расстояния от одного зуба до другого (на один шаг).

Таким образом:

$$s_0 = s_z \cdot z \text{ мм/об.}$$

Из двух последних формул следует, что

$$s_m = s_z \cdot z n_{\phi} \text{ мм/мин.}$$

Поступательное движение фрезы (или заготовки) при резбифрезеровании должно быть строго согласовано с вращением обрабатываемой заготовки. За один оборот обрабатываемой заготовки фреза (или заготовка) перемещается в осевом направлении на величину шага нарезаемой резьбы. Это перемещение представляет собой продольную подачу.

При выборе режимов резбифрезерования гребенчатыми фрезами следует пользоваться разработанными нормативами режимов резания для резбифрезерования.

При выборе режима резбифрезерования следует придерживаться следующего порядка:

1. Выбирается тип и размер резьбовой фрезы. При выборе диаметра гребенчатой фрезы следует руководствоваться следующими соображениями.

С увеличением диаметра фрезы возрастает число зубьев фрезы, а следовательно, и минутная подача. Увеличение минутной подачи приводит к уменьшению времени одного цикла, т. е. к повышению производительности резбифрезерования. С другой стороны, как указывалось выше, с увеличением диаметра фрезы возрастает искажение профиля фрезеруемой резьбы, которое заметно сказывается при фрезеровании внутренних резьб из-за большой длины дуги контакта фрезы с обрабатываемой заготовкой.

При выборе максимального диаметра фрезы D в этом случае можно пользоваться следующими простейшими приближенными формулами:

для резб с малым шагом ($s=0,75 \div 1$ мм)

$$D = 0,6d;$$

для резб с максимальным шагом для данного диаметра резб

$$D = 0,9d,$$

где d — диаметр фрезеруемой резбы, мм.

После этого по табл. 3 и 4 определяется диаметр фрезы.

Для фрезерования наружных резб максимальный диаметр фрезы с точки зрения погрешностей профиля практически не ограничен (за исключением малых размеров резб). При фрезеровании резб диаметром до 24 мм диаметр фрезы следует выбирать в пределах 50—60 мм.

2. Назначается максимально допустимая подача на зуб фрезы (s_z мм/зуб).

Увеличение подачи ограничивается требованием точности обработанной поверхности. При фрезеровании резб 3-го класса точности подачу на зуб выбирают значительно большую, чем при фрезеровании резб 2-го класса точности (при прочих одинаковых условиях).

Подача на зуб при фрезеровании гребенчатыми фрезами резб 2-го класса точности выбирается в пределах 0,015—0,075 мм. Для резб 3-го класса точности подача на зуб составляет 0,04—0,12 мм. Указанные значения подачи в ряде случаев могут быть значительно увеличены. Так, например, при фрезеровании охватывающими гребенчатыми фрезами можно применять большие подачи на зуб ($s_z=0,2 \div 0,5$ мм/зуб). Подача на зуб для дисковых фрез назначается в пределах от 0,05 до 0,12 мм/зуб.

При этом малые значения подач относятся к резбам малых размеров с малыми шагами.

В таблицах режимов резания при резбифрезеровании приведены величины подач на зуб для различных условий обработки (обрабатываемый материал, шаг резбы, диаметр резбы, диаметр фрезы, класс точности резбы).

3. По выбранной подаче для данного диаметра фрезы, диаметра и шага резбы устанавливается скорость

резания (для заданного обрабатываемого материала и выбранного инструментального материала режущей части фрезы).

Скорость резания устанавливают, исходя из оптимального периода стойкости. По нормативам режимов резания для резбовых фрез период стойкости колеблется в пределах от 90 до 240 мин (для стали).

Скорость резания при фрезеровании резбы гребенчатыми фрезами из быстрорежущей стали при обработке стали 45 составляет 20—35 мм/мин, причем меньшие значения скорости резания относятся к большим подачам на зуб и более крупным шагам резб. В табл. 5 приводятся подачи и скорости резания для различных условий фрезерования резб гребенчатыми и дисковыми фрезами.

Таблица 5

Подачи и скорости резания при фрезеровании резб гребенчатыми и дисковыми фрезами

Режимы резания	Обрабатываемые материалы			
	Углеродистая сталь		Сталь 20Х и 40Х	Сталь 12ХН
	$\sigma_B = 40 \div 50$ кгс/мм ²	$\sigma_B = 55 \div 65$ кгс/мм ²		
Подача на один зуб фрезы s_z , мм/зуб	0,05—0,06	0,07—0,08	0,06—0,07	0,06—0,07
Скорость резания v , м/мин	28—32	24—28	20—24	16—20

4. По установленной скорости резания и диаметру фрезы определяется число оборотов фрезы по формуле

$$n_{\phi} = \frac{1000v}{\pi D} \text{ об/мин.}$$

5. Выбирается ближайшее меньшее число оборотов фрезерного шпинделя из числа имеющихся на данном станке.

Так как число оборотов шпинделя, имеющееся на данном станке, в большинстве случаев будет отличаться от определенного по формуле, то и фактическая скорость резания будет отличаться от установленной. Поэтому

фактическую скорость резания следует определять по формуле

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

где $n_{\text{ст}}$ — число оборотов в минуту шпинделя станка, на котором производится резьбофрезерование.

6. Определяется минутная подача

$$s_M = s_z \cdot z \cdot n_{\text{ф}} \text{ мм/мин.}$$

7. Определяется число оборотов обрабатываемой заготовки

$$n_z = \frac{s_M}{\pi d_z} \text{ об/мин.}$$

8. Определяется время одного оборота заготовки

$$T_{\text{об}} = \frac{\pi d_z}{s_M} \text{ мин.}$$

9. Определяется время одного цикла фрезерования резьбы.

Если цикл нарезания резьбы производится за $1\frac{1}{6}$ оборота заготовки (например, для резьбофрезерных станков типа 563 и им подобных), то время цикла будет:

$$T_{\text{ц}} = 1\frac{1}{6} \cdot T_{\text{об}} = \frac{7}{6} \cdot \frac{\pi d_z}{s_M} \text{ мин.}$$

Существуют таблицы, по которым легко определяется время одного цикла при работе на данном станке.

Последние две формулы справедливы для резьб с небольшим шагом и углом подъема резьбы не более 5° .

Для резьб с углом подъема винтовой линии резьбы более 5° формула для n_z будет иметь вид:

$$n_z = \frac{s_M \cos \varphi}{\pi d_z} \text{ об/мин.}$$

где φ — угол подъема винтовой линии резьбы.

Контрольные вопросы

1. Покажите передние и задние поверхности реза, передний и задние углы, угол заострения, угол резания и углы в плане.
2. Какие факторы влияют на чистоту обработанной поверхности?
3. Что такое стойкость инструмента и от чего она зависит?
4. Как классифицируются гребенчатые фрезы?
5. Какие различают элементы режима резания при резьбофрезеровании?
6. Каков порядок выбора режимов резания при резьбофрезеровании?

ГЛАВА VII
РЕЗЬБОФРЕЗЕРНЫЕ СТАНКИ

Резьбофрезерные станки предназначаются для фрезерования коротких резьб гребенчатыми фрезами и для фрезерования длинных резьб дисковыми фрезами и резцовыми головками.

Станки, предназначенные для фрезерования коротких резьб, подразделяются на полуавтоматы и автоматы, применяемые в крупносерийном и массовом производстве; планетарные — для нарезания резьб в крупногабаритных, неудобных для вращения заготовках; универсальные, применяемые в мелкосерийном производстве.

§ 29. РЕЗЬБОФРЕЗЕРНЫЕ ПОЛУАВТОМАТЫ 563А, 563Б И 563В

Специализированные резьбофрезерные станки-полуавтоматы предназначаются для фрезерования гребенчатой фрезой коротких наружных и внутренних резьб как правых, так и левых, на заготовках, закрепляемых в патроне или в цанге. На этих станках можно фрезеровать метрическую или дюймовую резьбу с шагом 1—3 мм или 8—16 ниток на 1" при длине резьбы до 50 мм.

Станки 563А, 563Б и 563В одинаково управляются, настраиваются и лишь незначительно отличаются по кинематической схеме и технической характеристике.

Основным параметром, характеризующим размер резьбофрезерного станка, является максимальный диаметр фрезеруемой резьбы.

Технические характеристики станков
563А, 563Б, 563В

Станки	563А	563Б	563В
Наибольший диаметр фрезеруемой наружной резьбы при диаметре фрезы 70 мм, мм	150	150	110
Наибольший диаметр фрезеруемой внутренней резьбы при диаметре фрезы 80 мм, мм	200	200	200

Наибольшая длина фрезеруемой резьбы, мм	50	50	50
Пределы шагов фрезеруемой резьбы:			
метрической, мм	1—3	1—3	1—3
дюймовой (количество ниток на 1 дюйм)	8—16	8—16	8—16
Диаметр отверстия в зажимном шпинделе, мм	92	135	135
Наибольшее расстояние между осями шпинделя фрезы и шпинделя изделия, мм:			
при фрезеровании наружных резьб	110	110	90
при фрезеровании внутренних резьб	60	60	60
Конус шпинделя фрезы	Морзе № 4	Морзе № 4	Морзе № 4
Пределы чисел оборотов шпинделя фрезы в минуту	95—750	160—450	180—500
Величина врезания при автоматическом перемещении бабки изделия, мм	4—6	4—6	4—5
Пределы чисел оборотов шпинделя изделия в минуту	0,025—7,32	0,04—3,0	0,04—3,0
Максимальный диаметр заготовки, обрабатываемой в цанге, мм	75	100	100
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	2,2	2,7	2,3
Габаритные размеры станка, мм:			
длина	1445	1445	1560
ширина	965	965	800
высота	1270	1270	1280
Вес станка, кг	1100	1100	1450

На рис. 75 приведен общий вид резьбофрезерного станка.

Гребенчатая фреза 7 закрепляется в шпинделе фрезерной бабки 8, а обрабатываемая заготовка в шпинделе передней бабки 5. Шпиндель передней бабки вместе с обрабатываемой заготовкой совершает два движения подачи: медленное вращательное вокруг своей оси и продольное перемещение за один оборот заготовки, равное шагу нарезаемой резьбы.

После нажатия на кнопку «Пуск» автоматически осуществляются следующие движения: подвод заготовки к фрезе, врезание, фрезерование резьбы, отвод заготовки от фрезы и остановка станка.

Врезание происходит автоматически перемещением заготовки вместе с передней бабкой в поперечном направлении на величину высоты фрезеруемой резьбы при одновременном вращении фрезы и заготовки. Весь цикл

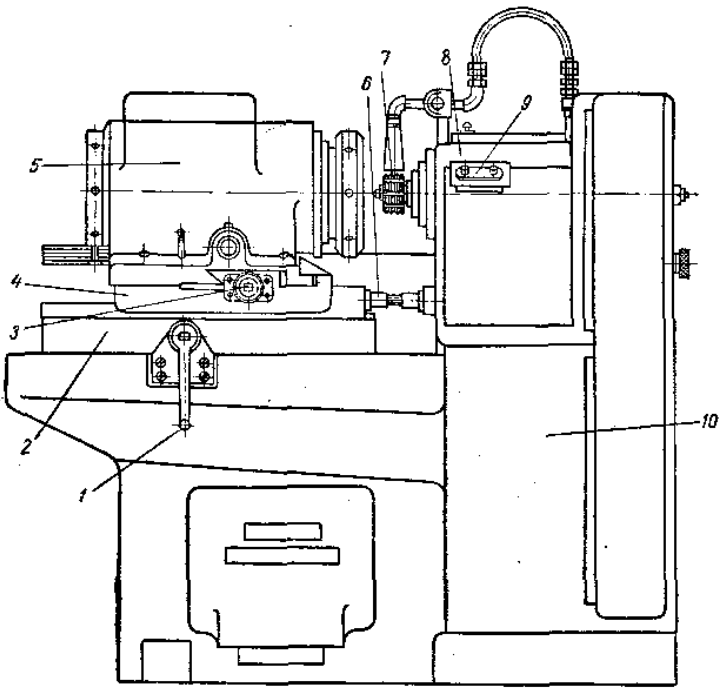


Рис. 75. Резьбофрезерный станок 563:

1 — рукоятка ручного продольного перемещения бабки изделия, 2 — продольные салазки передней бабки, 3 — квадрат поперечного установочного перемещения бабки изделия, 4 — поперечные салазки передней бабки, 5 — передняя бабка (бабка изделия), 6 — регулируемый упор для точного подвода бабки в рабочее положение, 7 — гребенчатая фреза, 8 — фрезерная (цилиндрическая) бабка, 9 — кнопочная станция, 10 — станина

нарезания резьбы производится за $1\frac{1}{6}$ оборота заготовки, т. е. при повороте ее на 420° , причем дополнительная $\frac{1}{6}$ часть оборота используется для врезания.

Станки 563А, 563Б, 563В отличаются простотой управления и обслуживания. Один рабочий может одновременно обслуживать 3—5 и более станков.

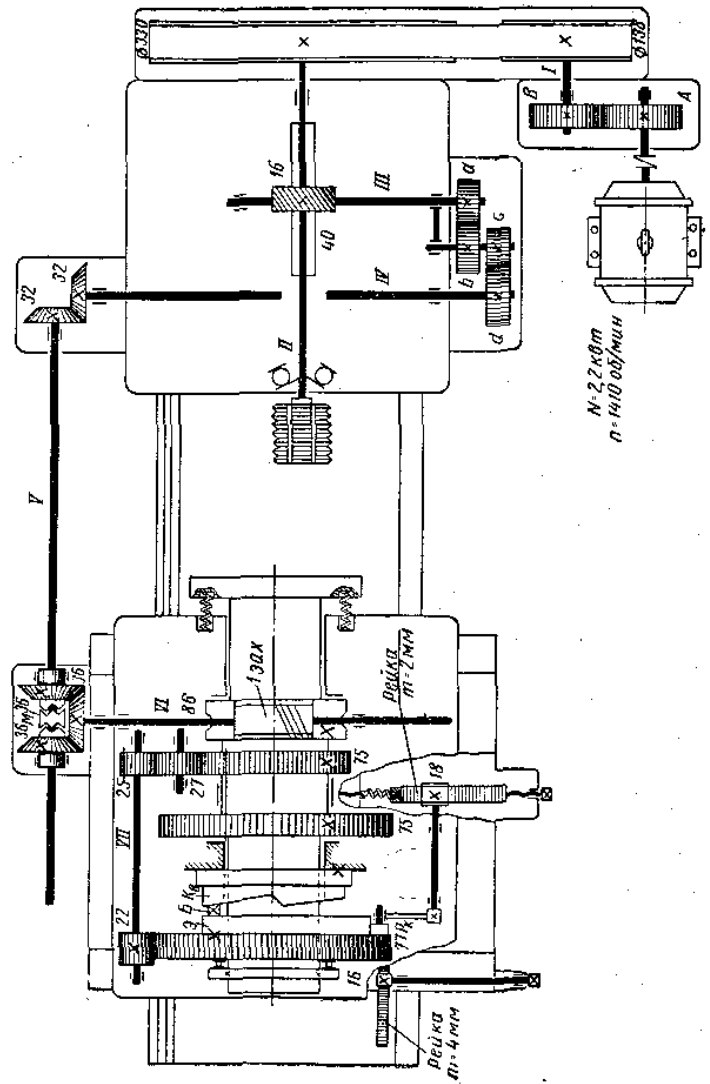


Рис. 76. Кинематическая схема станка 563В

Кинематическая схема резбозерного станка 563В показана на рис. 76.

Главное движение станка осуществляется следующим образом. Фрезерный шпиндель с гребенчатой фрезой приводится во вращение от электродвигателя через пару сменных зубчатых колес A и B редуктора и далее через плоскоремennую передачу 138—330.

Уравнение настройки чисел оборотов шпинделя фрезы n_{ϕ} имеет следующий вид:

$$n_{\phi} = 1410 \frac{A}{B} \cdot \frac{138}{330} = 580 \frac{A}{B} \text{ об/мин.}$$

где 1410 — число оборотов электродвигателя в минуту;
 A и B — число зубьев сменных зубчатых колес;

138 — диаметр ведущего шкива (на валу электродвигателя), мм;

330 — диаметр ведомого шкива (на фрезерном шпинделе), мм;

Сменные зубчатые колеса A и B подбирают в зависимости от заданного числа оборотов фрезы, пользуясь уравнением

$$\frac{A}{B} = \frac{n_{\phi}}{580}$$

Вращательное движение шпинделя изделия получает от фрезерного шпинделя. От закрепленного на фрезерном шпинделе II винтового зубчатого колеса $z16$ движение передается на винтовое зубчатое колесо $z40$, вал III, гитару подач со сменными зубчатыми колесами $a-b$ и $c-d$, вал IV, пару конических зубчатых колес $z32$ и шлицевый вал V. От вала V через реверсивный механизм, состоящий из кулачковой муфты M и трех конических зубчатых колес $z36$, вращательное движение передается на шлицевый вал VI и червячную передачу I—86 (однозаходный червяк, находящийся в зацеплении с червячным колесом $z86$). Червячное колесо $z86$ закреплено на шпинделе изделия при помощи скользящей шпонки.

Числа оборотов шпинделя изделия n_{π} определяют по формуле

$$n_{\pi} = n_{\phi} \cdot \frac{16}{40} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{32}{32} \cdot \frac{36}{36} \cdot \frac{1}{86} \text{ об/мин.}$$

Сменные зубчатые колеса гитары можно подбирать, пользуясь формулой

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = 215 \cdot \frac{n_{\pi}}{n_{\phi}}$$

Как указывалось выше, числа оборотов шпинделя изделия определяют, исходя из величины подачи на зуб, числа оборотов фрезы, угла подъема винтовой линии резьбы, среднего диаметра фрезеруемой резьбы, и подсчитывают по формуле

$$n_{\pi} = \frac{S_z \cdot z \cdot n_{\phi} \cdot \cos \varphi}{\pi d_2} \text{ об/мин.}$$

Практически при $\varphi < 5^\circ$ можно $\cos \varphi$ принимать равным единице.

После соответствующих преобразований формула подбора сменных зубчатых колес будет иметь вид:

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = 215 \cdot \frac{S_z \cdot z}{\pi d_2}$$

Поперечное перемещение бабки изделия при врезании осуществляется эксцентриком Э, закрепленным на зубчатом колесе $z77$. При вращении этого зубчатого колеса эксцентрик Э воздействует на ролик P_6 , сообщая через рычаг поворот зубчатому колесу $z18$, которое, перекачиваясь по зубчатой рейке $m=2$ мм, сообщает поперечную подачу бабке изделия, благодаря чему фреза врезается в заготовку. По окончании обработки под действием пружины бабка изделия отводится от фрезы. Полный цикл обработки происходит за один оборот зубчатого колеса $z77$ и эксцентрика Э. За это время шпиндель изделия повернется на величину n_{π} :

$$n_{\pi} = 1 \cdot \frac{77}{20} \cdot \frac{25}{75} = \frac{7}{6} = 1,167 \text{ об.}$$

При этом один полный оборот заготовки затрачивается на формирование полного профиля резьбы, а 0,167 оборота — на врезание фрезы в заготовку на высоту профиля резьбы.

Продольная подача шпинделя изделия осуществляется следующим образом: одновременно с червячным

колесом $z86$ вращаются сдвоенные зубчатые колеса $z75$, которые передают вращение зубчатому колесу $z25$ либо непосредственно (при его левом положении), либо через паразитное зубчатое колесо $z27$. При передаче вращения через паразитное зубчатое колесо направление вращения зубчатых колес $z75$ и $z25$ совпадает; при передаче вращения от зубчатого колеса $z75$ непосредственно зубчатому колесу $z25$ они будут вращаться в противоположные стороны. Вращательное движение зубчатого колеса $z25$ через вал VII и зубчатое колесо $z22$ передается зубчатому колесу $z77$, на правом торце которого расположен палец B , скользящий при вращении зубчатого колеса $z77$ по сменному винтовому копиру K_v , прикрепленному к корпусу бабки изделия. Профиль копира изготавливается в зависимости от шага нарезаемой резьбы. Таким образом, палец B , прикрепленный к эксцентрику \mathcal{E} посредством винтового копира K_v , перемещает шпиндель изделия в осевом направлении на величину шага нарезаемой резьбы за один его оборот.

При вращении палец B преодолевает давление пружин и отводит шпиндель изделия влево. В конце цикла пружина возвращает шпиндель изделия в исходное положение. Передача вращения от зубчатого колеса $z75$ зубчатому колесу $z25$ непосредственно или через паразитное зубчатое колесо $z27$ нужна для того, чтобы независимо от направления вращения шпинделя изделия обеспечить вращение зубчатого колеса $z77$ против часовой стрелки. Направление вращения шпинделя изделия будет зависеть от вида резьбы (правая или левая). Таким образом, винтовой копир с правой винтовой поверхностью служит одновременно для нарезания как правой, так и левой резьбы.

Кинематическая схема станка 563Б отличается от кинематической схемы станка 563А лишь приводом. В станке 563А движение от электродвигателя передается шпинделю при помощи редуктора с одной парой сменных зубчатых колес, а в станке 563Б — с помощью сменных двухступенчатых шкивов на валу электродвигателя и фрезерного шпинделя.

Фрезерный шпиндель станка 563А приводится в движение от электродвигателя через редуктор со сменными зубчатыми колесами и ременную передачу. Станок имеет электродвигатель мощностью 2,2 *квт* с числом оборо-

тов 1410 в минуту. Электродвигатель и редуктор устанавливаются на переставном кронштейне.

Фрезерный шпиндель станка 563Б вращается от электродвигателя мощностью 2,7 *квт* с числом оборотов 965 в минуту через ременную передачу с двумя сменными двухступенчатыми шкивами.

В станке 563А однозаходный червяк, вращающий червячное колесо шпинделя изделия, сидит непосредственно на шлицевом валу VI , а в станке 563Б червяк получает движение через пару конических зубчатых колес $z32$.

Оправка фрезы крепится в отверстие шпинделя с конусом Морзе № 4 и затягивается с другой стороны винтом, проходящим через отверстие шпинделя.

В табл. 6 приведены числа оборотов фрезерного шпинделя станка 563А, а в табл. 7 — станка 563Б.

Таблица 6

Число оборотов фрезерного шпинделя станка 563А

Диаметр шкива фрезерной бабки, мм	Число зубьев сменных зубчатых колес		Число оборотов фрезерного шпинделя в минуту
	на валу мотора	на валу редуктора	
350	16	98	95
350	21	93	132
350	27	87	190
310	35	79	265
350	44	70	375
350	53	61	350
225	53	61	750

Таблица 7

Число оборотов фрезерного шпинделя станка 563Б

Диаметр шкива на валу электродвигателя, мм	Диаметр шкива фрезерного шпинделя, мм	Число оборотов фрезерного шпинделя в минуту
65	375	160
85	350	225
130	375	320
170	350	450

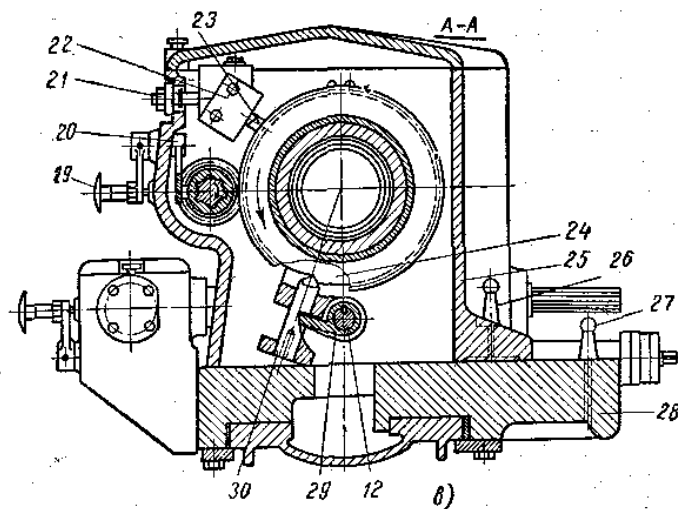
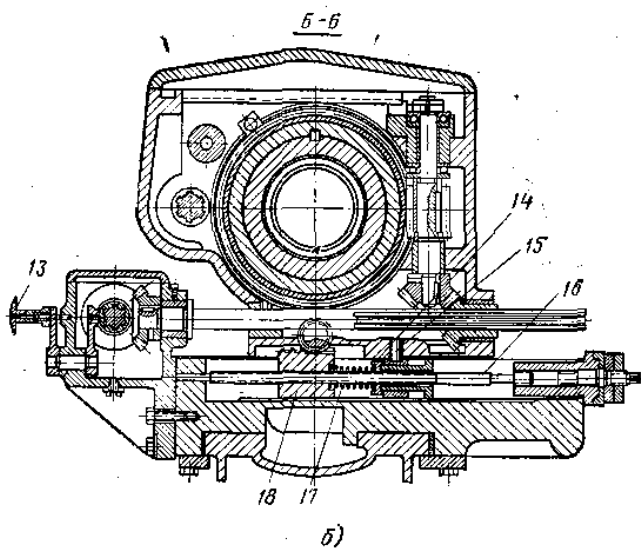
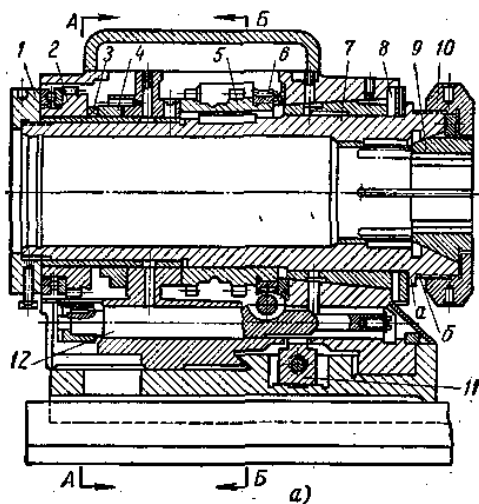


Рис. 77. Передняя бабка станка 563Б:
 а — продольный разрез, б и в — поперечный разрез

Фрезерная бабка станка 563Б отличается от бабки станка 563А тем, что шпиндель имеет только четыре скорости, которые осуществляются с помощью соответствующей установки двух сменных двухступенчатых шкивов.

Направление вращения фрезерного шпинделя в этих станках изменяется путем соответствующего переключения (реверсирования) электродвигателя.

Недостаток этих станков — малые числа оборотов фрезерного шпинделя для обработки цветных металлов и неметаллических материалов.

Передняя бабка (бабка изделия) станка 563Б (рис. 77) состоит из привода вращения, шпинделя, механизма для автоматического и ручного радиального перемещения и быстрого отвода шпинделя с заготовкой в осевом направлении, двух реверсивных механизмов и механизма автоматического выключения станка по окончании цикла обработки. Привод вращения шпинделя осуществляется посредством червячной передачи.

В соответствующих модификациях станка 563Б этот привод выполняется в двух вариантах. На рис. 77 изо-

бражен вариант, при котором червяк получает вращение от ведущего вала через коническую зубчатую передачу. Нижнее коническое зубчатое колесо связано с ведущим валом подвижным шлицевым соединением, что обеспечивает возможность радиального перемещения бабки изделия без нарушения кинематической связи шпинделя изделия с фрезерным шпинделем.

В другом варианте, применяемом в станках более позднего выпуска, червяк устанавливают непосредственно на ведущем валу на подшипниках и связывают с ведущим валом подвижным шлицевым соединением.

Полый шпиндель 7 имеет сквозное отверстие диаметром 92 мм в станке 563А и 135 мм в станках 563Б и 563В. Шпиндель, который монтируется в подшипниках скольжения, снабжен цангой 9 и гайкой 10 для закрепления обрабатываемой заготовки.

При необходимости крепления заготовки в трехкулачковом патроне или ином зажимном приспособлении последние навинчиваются на резьбовую часть а шпинделя 7 и центрируются пояском б.

Механизм осевого перемещения шпинделя состоит из приводной части и кулачкового механизма. Приводная часть состоит из двойного блока зубчатых колес 5 и зубчатого колеса 2, связанных между собой реверсивным механизмом. Двойной блок зубчатых колес 5 установлен в средней части шпинделя 7 на скользящей шпонке, что позволяет сообщать шпинделю осевое перемещение при неподвижном положении этого блока. Блок 5 жестко связан с червячным колесом 6. К зубчатому колесу 2, свободно сидящему на шпинделе 7, жестко прикреплен палец 3, который входит в контакт с рабочей частью сменного винтового копира 4, закрепленного в корпусе передней бабки. Отгалкиваясь при своем движении от винтового копира 4, палец 3 перемещает зубчатое колесо 2, а вместе с ним гайку 1 и шпиндель 7 влево. Профиль винтового копира должен быть таким, чтобы осевое перемещение шпинделя за один оборот равнялось шагу фрезеруемой резьбы.

Отход шпинделя в исходное положение осуществляется пружинами 8 в момент, когда палец 3 находится на нисходящем участке винтового копира 4. Рукоятка 19 и поводок 20 служат для управления реверсом, который изменяет направление вращения зубчатого колеса 2.

Автоматическое перемещение бабки в поперечном направлении происходит в начале цикла работы при врезании фрезы в обрабатываемую заготовку и в конце цикла при выходе заготовки из контакта с фрезой. Цикл работы станка совершается в течение одного оборота зубчатого колеса 2. В течение этого периода шпиндель станка вместе с обрабатываемой заготовкой совершает поворот на 420° , т. е. на $1\frac{1}{8}$ оборота.

Механизм поперечного перемещения и быстрого отвода передней бабки состоит из кулачкового и рычажно-реечного устройства. При вращении зубчатого колеса 2 кулачок 24, жестко связанный с ним своим восходящим участком кривой, опускает палец 30 и, воздействуя на рычажок 29, поворачивает валик 12. Правый конец валика 12 представляет собой зубчатое колесо, находящееся в зацеплении с зубчатой рейкой, нарезаемой на гайке-рейке 11.

Таким образом, при повороте валик 12 будет катиться по неподвижной гайке-рейке 11, заставляя переднюю бабку перемещаться в поперечном направлении, осуществляя при этом врезание фрезы.

Предварительная установка передней бабки производится винтом 16.

В корпус передней бабки запрессован палец 15, своим выступом входящий в выточку фигурного кольца 14. Между гайкой-рейкой 11 и шайбой, упирающейся в фигурное кольцо 14, установлена предварительно сжатая пружина 17. Сила предварительного сжатия регулируется гайкой, входящей в резьбовое отверстие фигурного кольца 14. При поперечном перемещении передней бабки 25 по салазкам под действием кулачкового-рычажного механизма палец 15 через кольцо 14 и упорную шайбу сжимает пружину 17. В конце цикла резьбофрезерования кулачок 24 подходит к пальцу 30 нисходящим участком кривой. В этот момент передняя бабка под действием ранее сжатой пружины 17 быстро отводится назад и возвращает весь рычажно-реечный механизм в исходное положение.

Механизм выключения станка состоит из кнопочного выключателя 22 и передающей системы; выключатель срабатывает от кулачка 23, жестко связанного с зубчатым колесом 2. Механизм выключения станка регулируется винтом 21.

Действие всех механизмов передней бабки взаимосвязано и происходит автоматически. Одновременно с вращением шпинделя 7 вращается зубчатое колесо 2, с которым связаны палец 3 и кулачки 23 и 24. Палец 3 обеспечивает осевое перемещение шпинделя, кулачок 24 — радиальное перемещение передней бабки, а кулачок 23 отключает станок в конце рабочего цикла.

Каретка 28 вместе со шпиндельной бабкой может перемещаться вдоль направляющих станины. Это движение осуществляется при наладке вручную с помощью рукоятки, связанной с зубчатым колесом, катящимся по рейке. Для точной установки бабки в рабочее положение служит регулируемый упор 6 (см. рис. 75).

Смена копира производится при наладке станка на фрезерование резьбы с другим шагом.

Копир должен обеспечить осевое перемещение шпинделя передней бабки на величину шага нарезаемой резьбы за один оборот заготовки.

Смена копира производится следующим образом. Шпиндельную бабку рукояткой 1 (см. рис. 75) передвигают по направлению к фрезерному шпинделю так, чтобы шпиндель изделия подошел вплотную к фрезерной оправке. При дальнейшем перемещении бабки шпиндель изделия, удерживаемый фрезерной оправкой, сместится в корпусе шпиндельной бабки, освободив гайку 1 (см. рис. 77) от давления пружин 8. Далее снимают гайку 1, предварительно ослабив стопорный винт. Затем удаляют толкатель 30. Для этого штифт 26 переставляют в специальное отверстие в каретке 28 передней бабки (положение 27) и посредством рукоятки 2 (см. рис. 77) шпиндельную бабку подводят вплотную к штифту.

При дальнейшем вращении рукоятки в том же направлении валик 12 разгружается от давления пружины 17 и толкатель выходит из контакта с кулачком зубчатого колеса 2, после чего его снимают. Винтовой копир 4 снимают специальными ключами. Новый копир устанавливается в обратном порядке.

Для предотвращения порчи деталей между шпинделями изделия и фрезерным прокладывается деревянная доска.

Наладка станка на фрезерование резьбы нужного размера производится следующим образом: включают станок и после окончания автоматической поперечной

подачи подводят переднюю бабку до соприкосновения обрабатываемой заготовки с вращающейся гребенчатой фрезой. После окончания цикла и автоматического отвода бабки от фрезы подводят переднюю бабку в поперечном направлении на требуемую глубину фрезерования, отсчитывая перемещение по лимбу винта поперечной подачи.

Если при настройке станка обработанная резьба имеет завышенный средний диаметр, то ее нельзя углубить при следующем повторном цикле без дополнительного отвода детали.

Так как заготовка при первом цикле поворачивается на $\frac{1}{6}$ оборота, то при повторном цикле профиль нарезаемой резьбы не совместится с профилем гребенчатой фрезы. Поэтому, чтобы совместить профиль резьбы, нарезаемой, но еще не снятой со станка детали, необходимо отвести бабку изделия влево от фрезерного шпинделя на величину, равную $\frac{1}{6}$ шага нарезаемой резьбы. Для этого между упором и бабкой прокладывается пластинка соответствующей толщины и дорезается резьба.

Подача, т. е. окружная скорость изделия в мм/мин, устанавливается с помощью сменных зубчатых колес *a*, *b*, *c*, *d* (см. рис. 76). Подбор сменных зубчатых колес производится по таблице.

Реверсивный механизм состоит из трех конических зубчатых колес и кулачковой муфты. Он служит для изменения направления вращения шпинделя изделия и управляется рукояткой 13 (см. рис. 77), которая перемещает кулачковую муфту по шлицевому валу. При повороте этой рукоятки поворачивается валик 18, на который надет поводок, соединенный с муфтой конического реверса.

§ 30. АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕЗЬБОФРЕЗЕРНОГО СТАНКА 563Б

В настоящее время полуавтомат 563Б переоборудован в резьбофрезерный автомат с полным автоматическим циклом.

При автоматизации в станок 563Б ввели следующие новые узлы (рис. 78): гидробак 1, гидравлический цилиндр 2, автооператор 3, магазин 4, зажимные устройства 5, двойной захват 6, пульт управления 7, отводной лоток 8, привод 9 перемещения бабки изделия.

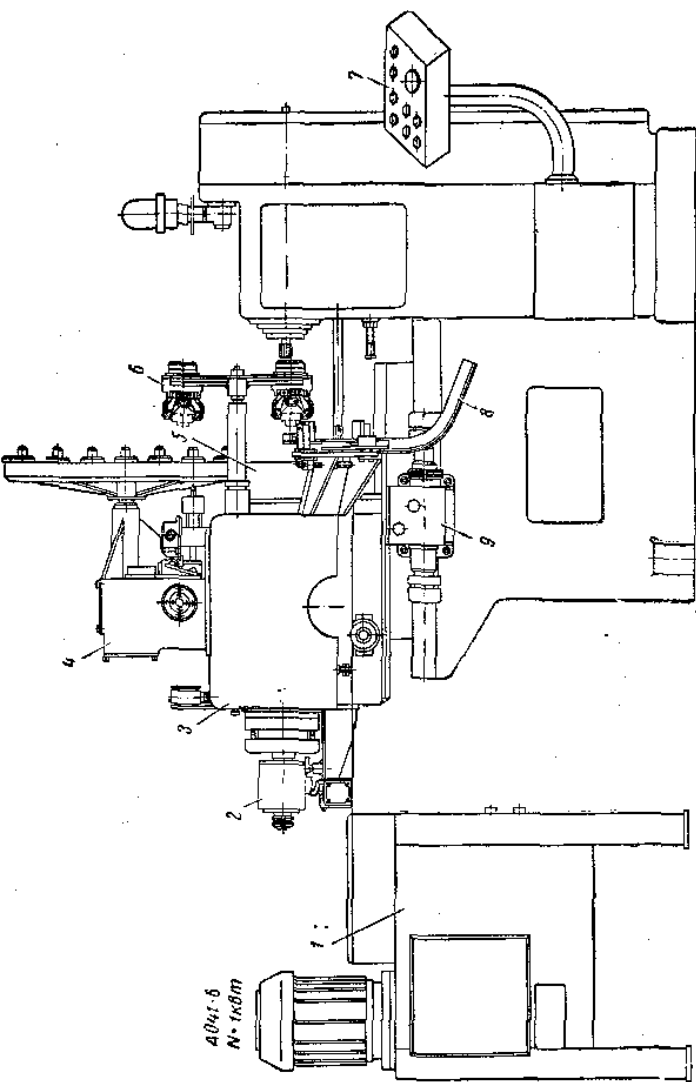


Рис. 78. Автоматизация резьбофрезерного полуавтомата 563Б:
 1 — гидробак, 2 — гидравлический цилиндр, 3 — автооператор, 4 — магазин, 5 — зажимные устройства, 6 — двойной захват, 7 — вывод управления, 8 — отводной лоток, 9 — привод перемещения бабки изделия.

Узел гидробака состоит из электродвигателя, сдвоенного лопастного насоса, соединительной муфты, двух дросселей и др.

Гидравлический цилиндр вращающегося типа производит зажим и разжим цанги или кулачкового патрона. Цилиндр крепится к шпинделю изделия.

Автооператор, обеспечивающий поворот и продольные ходы двойного захвата, состоит из двух цилиндров: двухпозиционного — для продольных ходов и трехпозиционного — для поворотов. Величина углов поворота оператора и величина хода поршня регулируется. Автооператор крепится к бабке изделия.

Магазин предназначен для подачи заготовок в зону резания. На сменные оправки дискового магазина рабочий, обслуживающий станок, надевает заготовки.

Поворот магазина осуществляется гидроцилиндром посредством рейки, зубчатого сектора и сменных зубчатых колес, которые поворачивают магазин соответственно на 12° , 18° и 24° .

При переналадке необходимо заменить сменные зубчатые колеса и оправки. Магазин крепится к шпиндельной бабке.

Зажимные устройства, предназначенные для зажима заготовки в процессе ее обработки, крепятся к шпинделю изделия. Они состоят из клинового патрона и сменных цанг.

Двойной захват предназначен для переноса заготовки из магазина в зажимное устройство (патрон или цангу) и готовой детали из зажимного устройства в отводный лоток. Он состоит из двух быстросменных головок — загрузочной и разгрузочной. Двойной захват крепится на автооператоре.

Отводной лоток, служащий для приема готовых деталей и подачи их от станка в тару, крепится к основанию автооператора.

Привод перемещения бабки изделия предназначен для подвода ее к фрезерной головке и отвода в исходное положение.

Привод перемещения бабки изделия осуществляется гидроцилиндром посредством реечной пары и редуктора. Крепится привод к станине станка.

§ 31. РЕЗЬБОФРЕЗЕРНЫЙ ПОЛУАВТОМАТ 5К63

Станок 5К63 предназначается главным образом для фрезерования коротких наружных резьб гребенчатой фрезой на заготовках, устанавливаемых в центрах. На станке можно также фрезеровать короткие внутренние резьбы 2-го класса точности. Заготовку при этом закрепляют в патроне или в цапге. Станок является полуавтоматом и применяется в серийном и массовом производстве.

Техническая характеристика станка 5К63

Наибольший диаметр наружной резьбы, мм	100
Наибольший диаметр внутренней резьбы, мм	80
Наибольший диаметр заготовки устанавливаемой над станиной, мм	390
Высота центров, мм	200
Расстояние между центрами, мм	500
Расстояние от оси центров до оси шпинделя фрезы (наружная фреза), мм:	
наибольшее	107,5
наименьшее	52,5
Наибольшая длина фрезеруемой резьбы, мм:	
наружной	75
внутренней	50
Пределы шагов фрезеруемой резьбы:	
метрической, мм	1—6
дюймовой (число ниток на 1")	16—4
Наименьший и наибольший диаметр фрезы при фрезеровании резьбы, мм:	
наружной	80—115
внутренней	20
Конус шпинделя фрезы	Морзе № 4
Число скоростей фрезерного шпинделя	8
Пределы чисел оборотов фрезерного шпинделя в минуту	75—375
Число скоростей шпинделя изделия	16
Пределы чисел оборотов шпинделя изделия	0,15—4,75
Автоматический продольный ход каретки, мм	130
Автоматический поперечный ход каретки, мм	6
Мощность электродвигателя главного привода, квт	1,7
Мощность электродвигателей рабочего и холостого шпинделя изделия, квт	1
Количество электродвигателей на станке	4
Общая мощность всех электродвигателей, квт	3,825
Вес станка, кг	2400
Габаритные размеры станка, мм	2105 × 1125 × 1130

Станок 5К63 (рис. 79) состоит из следующих основных узлов: станины 1, передней бабки 2, фрезерной головки 3, задней бабки 4. Органы управления станком показаны на рис. 80.

Станок 5К63 работает по полуавтоматическому циклу. Рабочий, обслуживающий его, лишь закрепляет за-

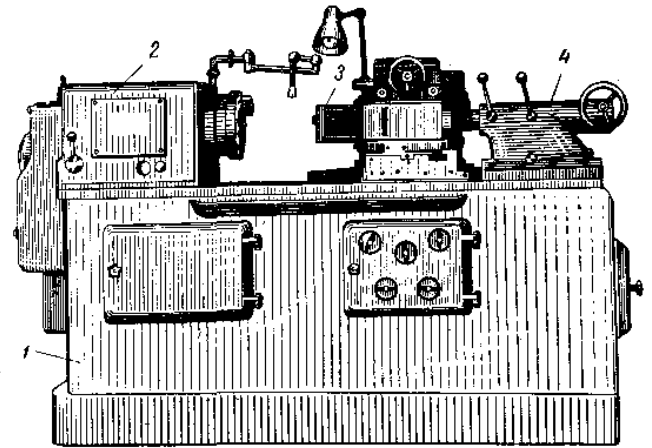


Рис. 79. Общий вид станка 5К63

готовки, пускает станок и заменяет обработанную деталь. Все остальные рабочие и холостые движения выполняются автоматически. Цикл обработки на станке состоит из следующих периодов: закрепления заготовки; быстрого продольного перемещения фрезерной головки к обрабатываемой заготовке; медленного перемещения фрезерной головки на величину, равную шагу нарезаемой резьбы за один оборот заготовки при одновременном врезании фрезы на глубину резьбы; фрезерования профиля резьбы; медленного отвода фрезы от готовой детали; быстрого перемещения фрезерной головки в исходное положение; остановки станка; снятия готовой детали.

Кинематическая схема станка 5К63 показана на рис. 81. Станок имеет три электродвигателя: двигатель привода главного движения (фрезерной головки) Д1,

жение передается на шпиндель через косозубые колеса z_{24} .

Уравнение кинематической цепи главного движения будет иметь следующий вид:

$$n_{\phi} = 1420 \frac{4}{34} \cdot \frac{A}{B} \cdot \frac{24}{24}$$

Электродвигатели D_2 и D_3 автоматически переключаются и сообщают шпинделю изделия следующие движения:

1. При нажатии кнопки «Пуск» включается электродвигатель D_3 (одновременно с ним включаются также электродвигатель D_1 и электродвигатель насоса охлаждения). От электродвигателя D_3 через винтовую передачу z_{12} и z_{36} , дифференциал, зубчатые колеса z_{30} , z_{54} , z_{24} движение передается на двухзаходный червяк и червячное колесо z_{49} , которое заклинено на шпинделе изделия. Таким образом, шпиндель изделия получает ускоренный холостой ход. От шпинделя изделия через зубчатые колеса z_{57} и z_{38} , z_{25} и z_{78} , z_{26} и z_{75} получает быстрое вращение кулачок K_1 и через z_{76} , z_{30} , z_{30} и кулачок K_2 . За один оборот шпинделя изделия они делают $\frac{1}{6}$ оборота.

Уравнение кинематической цепи для кулачка 2 будет иметь вид:

$$i \cdot \frac{57}{38} \cdot \frac{38}{38} \cdot \frac{25}{78} \cdot \frac{26}{75} \cdot \frac{75}{75} \cdot \frac{30}{30} = \frac{1}{6}$$

т. е. если кулачки 1 и 2 сделают один оборот, то шпиндель изделия сделает 6 оборотов.

От кулачка 1 фрезерная головка получает ускоренное перемещение в продольном, а от кулачка 2 — ускоренное перемещение в поперечном направлении.

2. После быстрого подвода фрезерной головки электродвигатель D_3 автоматически выключается и включается электродвигатель D_2 рабочей подачи. Движение подачи осуществляется следующим образом. От электродвигателя D_2 через зубчатые колеса z_{24} и z_{81} движение передается на сменные зубчатые колеса A , B , C , D гитары подачи, однозаходный червяк, зубчатое колесо z_{50} , зубчатые колеса z_{25} и z_{28} , дифференциал, зубчатые колеса z_{30} , z_{54} и z_{24} , двухзаходный червяк и червячное зубчатое колесо z_{49} . В это время осуществляется врезание фрезы на глубину резьбы, фрезерование резьбы, зачистка

резьбы и вывод фрезы из контакта с обрабатываемой заготовкой. Уравнение цепи подач имеет следующий вид:

$$n_n = 1410 \frac{24}{81} \cdot \frac{A}{B} \cdot \frac{C}{D} \cdot \frac{1}{50} \cdot 2 \cdot \frac{25}{28} \cdot \frac{30}{24} \cdot \frac{2}{49}$$

откуда

$$\frac{A}{B} \cdot \frac{C}{D} = 1,16 n_n$$

3. После выполнения указанных движений электродвигатели D_1 и D_2 автоматически выключаются, снова включается электродвигатель D_8 , механизмы станка быстро возвращаются в исходное положение, и двигатель D_3 автоматически выключается. Установка на заданный шаг резьбы производится при помощи сменных копиров, закрепляемых на кулачке K_1 . Настройка станка на фрезерование наружной или внутренней, правой или левой резьбы осуществляется при помощи реверсивных переключателей электродвигателей и реверса коробки подач.

Кулачок 1, служащий для продольного перемещения фрезерной головки, расположен внутри станины. Полный цикл обработки заготовки совершается за один оборот кулачка. В течение этого времени шпиндель изделия совершает 6 оборотов. Кулачок K_2 , служащий для поперечного перемещения фрезерной головки, расположен в ее корпусе и вращается с числом оборотов, равным числу оборотов продольного кулачка K_1 . После пуска станка фрезерная головка быстро перемещается влево, к обрабатываемой заготовке, станок автоматически переключается на рабочий ход и начинается период фрезерования.

Полный цикл фрезерования резьбы включает (рис. 82): холостой ход для подвода фрезерной головки к обрабатываемой заготовке; в зависимости от шага нарезаемой резьбы (поз. 1) шпиндель изделия поворачивается на $840-882^\circ$; врезание фрезы на глубину резьбы при рабочей скорости в пределах от 90° до 48° (поз. 2); фрезерование резьбы за один оборот заготовки — 360° (поз. 3), отвод фрезы — 30° (поз. 4); быстрое перемещение фрезы в исходное положение — 810° (поз. 6).

Регулирование продольного и поперечного кулачков производится в последовательности (рис. 83):

1. Снимают зубчатое колесо *A* с вала *1* продольного кулачка.

2. Закрепляют гайку винта поперечной подачи.

3. Вращают от руки по часовой стрелке распределительный диск *B* вместе с валом *2* поперечного кулачка до

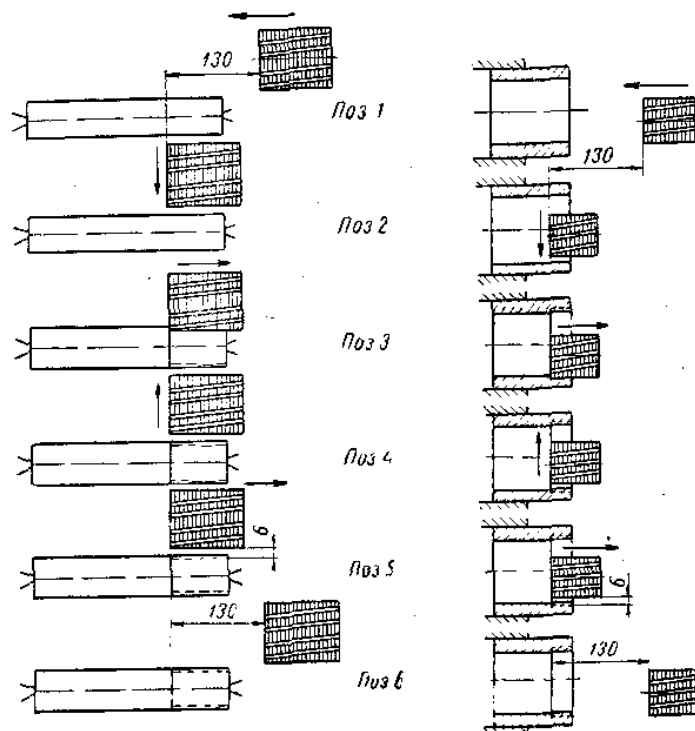


Рис. 82. Схема движения фрезы:

поз. 1 — загрузка и пуск станка, поз. 2 — подача фрезы на глубину резьбы, поз. 3 — рабочий ход, поз. 4 — медленный отвод фрезы от детали, поз. 5 — быстрый холостой ход, поз. 6 — исходное положение

момента наибольшего перемещения фрезерной головки вперед, что проверяют по индикатору, закрепленному на станине. Ножка индикатора должна упираться во фрезерную головку. При дальнейшем вращении вала по часовой стрелке стрелка индикатора не должна отклоняться

ся. При таком положении фрезерной головки индикатор устанавливается на нуль. Далее следует вращать вал против часовой стрелки до отвода фрезерной головки назад на несколько десятых долей миллиметра по показанию стрелки индикатора. Затем снова нужно вращать вал по часовой стрелке до тех пор, пока стрелка индикатора не установится в нулевом положении. В этом положении вал временно закрепляют. После такой регули-

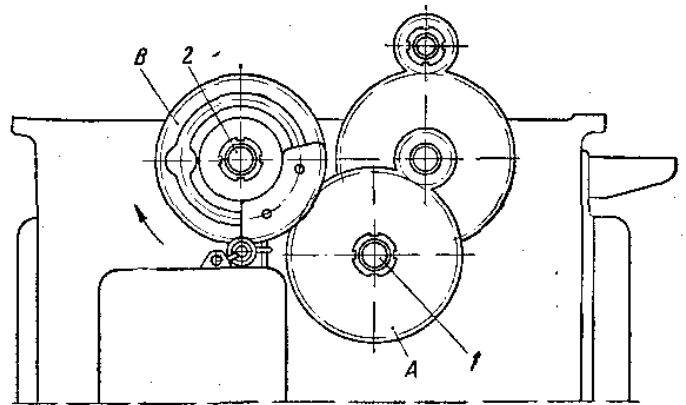


Рис. 83. Схема регулировки продольного и поперечного кулачков

ровки поперечный распределительный кулачок займет положение, соответствующее началу фрезерования на полную глубину резьбы. Оба распределительных вала при этом находятся в расцепленном состоянии.

4. Устанавливают вал продольного кулачка с точностью $\pm 1^\circ$.

5. Вводят зубчатые колеса *A* и *B* в зацепление и клеймят, чтобы избежать повторной регулировки при последующей сборке.

6. Собирают валик продольного кулачка.

Распределительный диск имеет три кулачка: первый кулачок служит для выключения электродвигателя *D3* холостого хода и включения электродвигателя *D2* рабочей подачи; второй кулачок — для выключения электродвигателя *D1* привода фрезы, электродвигателя *D2* рабочей подачи и включения электродвигателя *D3* холостого

хода; третий кулачок — для выключения электродвигателя ДЗ холостого хода. Полный цикл обработки совершается за один оборот распределительного диска. В диске имеется паз, по которому могут перемещаться кулачки при их регулировке.

В случае нарушения регулировки кулачков вновь их устанавливают следующим образом:

первый кулачок должен включать рабочую подачу немного раньше момента входа фрезы в контакт с обрабатываемой заготовкой. Для этого достаточно поставить кулачок с опережением на 15° момента прихода ролика продольного кулачка в свое крайнее переднее положение;

второй кулачок переключает механизм на быстрый холостой ход несколько позднее момента, когда фреза выйдет из контакта с обрабатываемой заготовкой;

третий кулачок выключает электродвигатель ДЗ при помощи конечного выключателя в тот момент, когда фрезерная головка займет свое крайнее положение.

Настройка станка производится перед обработкой новой детали.

При настройке резьбофрезерного станка 5К63 выполняют следующие операции:

1. Проверяют возможность установки гребенчатой фрезы выбранного диаметра на данном станке. Устанавливают на станке фрезу и обрабатываемую заготовку.

2. Устанавливают требуемое число оборотов фрезерного шпинделя.

3. Определяют величину минутной подачи s .

4. Определяют время цикла $T_{ц}$.

5. Подбирают сменные зубчатые колеса гитар настройки.

6. Устанавливают винтовой копир, соответствующий нарезаемой резьбе.

7. Устанавливают рукоятки в нужное положение в зависимости от типа нарезаемых резьб — внутренних или наружных, правых или левых.

8. Вращая влево маховичок 2 (см. рис. 80), отводят фрезу от детали не менее, чем на 12 мм; закрепляют фрезерную головку рукояткой 9.

9. Включают электродвигатель до наступления момента, когда фрезерная головка придет в свое крайнее левое положение, а фреза переместится в крайнее положение.

При наступлении этого момента электродвигатель выключают. Особо точной установки здесь не требуется.

10. Продвигают фрезерную головку при помощи шестигранника 15 (см. рис. 80), до тех пор, пока фреза не займет правильное положение относительно заготовки в продольном направлении. В этом положении головку закрепляют болтами.

11. Освобождают фрезерную головку вращением рукоятки 9 (см. рис. 80). Включают электродвигатель и перемещают маховичком 2 фрезерную головку по направлению к заготовке до тех пор, пока папиросная бумага, помещенная между деталью и фрезой, не будет разрезана. В этом положении фрезерную головку закрепляют рукояткой 9 и выключают электродвигатель.

12. Делительное кольцо ставят на 0° . Освобождают

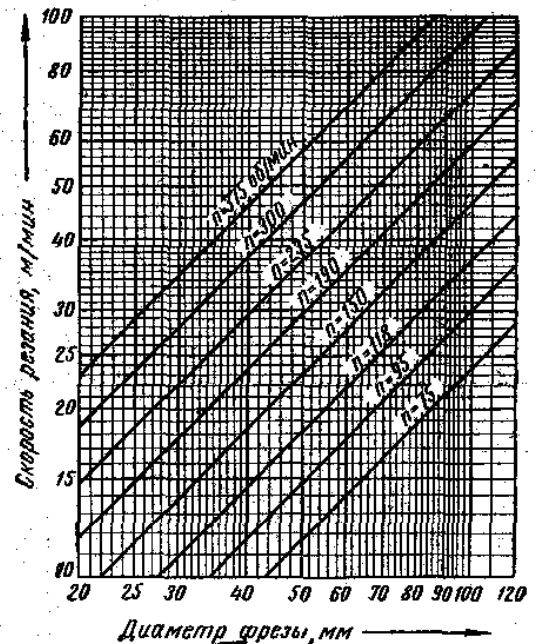


Рис. 84. График выбора чисел оборотов фрезерного шпинделя

головку от зажима. Вращением рукоятки против часовой стрелки на один полный оборот отводят фрезерную головку назад. Передвигают фрезерную головку вперед вращением рукоятки по часовой стрелке на один оборот. Этим устраняют зазоры. Передвигают фрезерную головку по делительному диску вперед на глубину резьбы и закрепляют рукояткой 9.

13. Проверяют правильность настройки на пробной заготовке.

Разберем подробнее некоторые этапы настройки станка. При окончательном выборе диаметра фрезы наряду с соображениями, изложенными на стр. 124, следует руководствоваться также габаритными размерами обрабатываемых заготовок. Число оборотов фрезерного шпинделя можно определить по графику, представленному на рис. 84. Из точки, соответствующей принятой скорости резания, проводится горизонтальная линия, а из точки с отметкой выбранного диаметра фрезы — вертикальная. По точке пересечения указанных линий определяют ближайшую ступень чисел оборотов фрезы, имеющуюся на данном станке. Так, например, число оборотов фрезерного шпинделя для фрезерования резьбы гребенчатой фрезой диаметром 50 мм со скоростью резания 30 м/мин согласно графику будет 190 об/мин. Числа зубьев сменных зубчатых колес гитары станка 5К63 можно подбирать, пользуясь табл. 8.

Таблица 8

Число зубьев сменных зубчатых колес гитары станка 5К63

Число зубьев сменных зубчатых колес		Число оборотов фрезерного шпинделя в минуту
А	В	
32	72	75
37	67	95
43	61	118
49	55	150
55	49	190
61	43	235
67	37	300
72	32	375

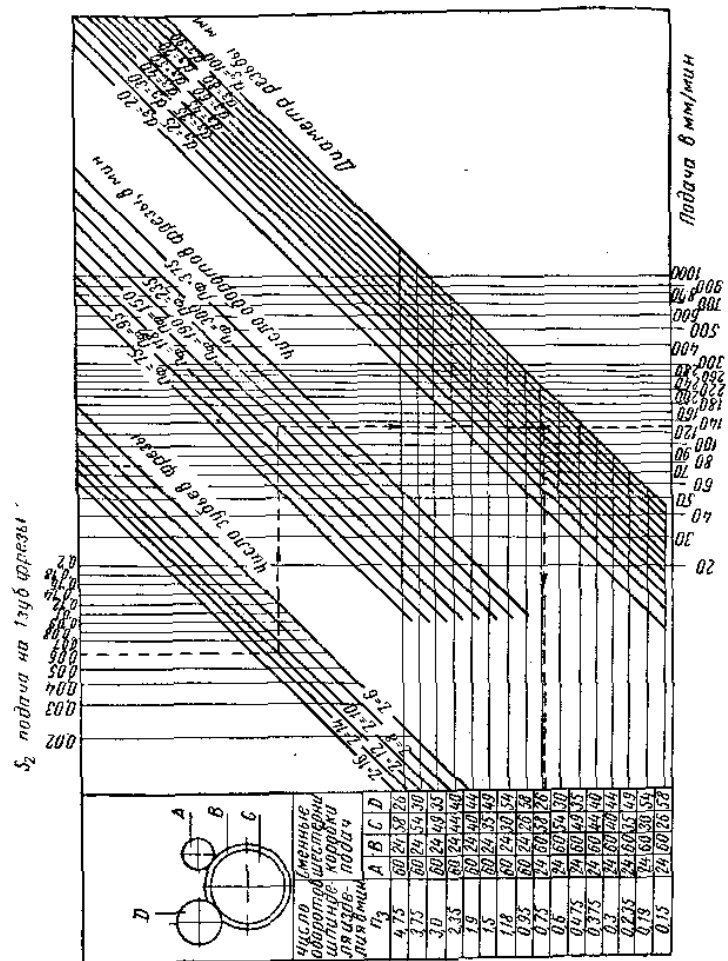


Рис. 85. График определения минутных подач и сменных зубчатых колес коробки подач

Искомую величину минутной подачи и сменные колеса коробки подач можно также определить без подсчета, пользуясь графиком, показанным на рис. 85.

Пример. Определить минутную подачу и сменные колеса коробки подач при фрезеровании резьбы диаметром 60 мм гребенчатой фрезой с числом зубьев $z=12$ при $s_z=0,06$ мм/зуб и $n_{ср}=190$ об/мин.

Из точки, соответствующей принятой подаче $s_z=0,06$ мм/зуб, проводим вертикальную линию до пересечения с наклонной линией, соответствующей числу зубьев выбранной фрезы. Из полученной точки проводим горизонтальную линию до пересечения с наклонной линией, выражающей принятое число оборотов фрезы. Далее, из точки пересечения горизонтальной и наклонной линии проводим вертикальную линию. Точка пересечения этой линии с нижней шкалой подач определяет величину минутной подачи.

По этому же графику можно определить число оборотов шпинделя изделия, для чего надо найти точку пересечения вертикальной линии с наклонной линией, соответствующей диаметру нарезаемой резьбы. Затем из полученной точки проводится горизонтальная прямая. По таблице, помещенной в левой части графика, можно определить числа зубьев сменных зубчатых колес коробки подач. В нашем примере минутная подача составляет 136 мм/мин, число зубьев сменных колес коробки подач составит: $A=24$, $B=60$, $C=58$, $D=26$.

Время одного цикла определяется по формуле

$$T_{ц} = 4,1 \cdot \frac{d_2}{s_m} + 0,2 \text{ мин.}$$

где d_2 — средний диаметр фрезеруемой резьбы, мм;
 s_m — минутная подача, мм/мин.

При изменении шага нарезаемой резьбы заменяют винтовой копир. При установке сменного винтового копира 1 (рис. 86) необходимо опереть его на стопоры 2, подтянуть болт 4 и винты 3, а далее окончательно закрепить болт и винты.

Направление вращения фрезерного шпинделя и шпинделя изделия при нарезании правой резьбы показано на рис. 87, а, при нарезании левой резьбы — на рис. 87, б.

§ 32. РЕЗЬБОФРЕЗЕРНЫЕ ПОЛУАВТОМАТЫ КТ43, КТ43А, КТ44, КТ44А, КТ45 И КТ45А

Гидрофицированные резьбофрезерные полуавтоматы предназначены для нарезания коротких внутренних и наружных резьб гребенчатыми фрезами и используются в крупносерийном и массовом производстве. На рис. 88 показан общий вид станка КТ45. Станки моделей КТ43,

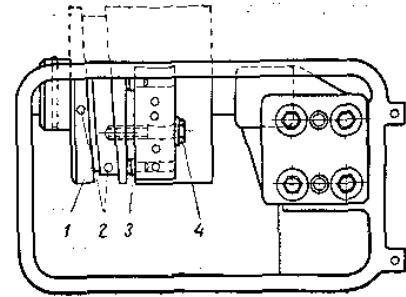


Рис. 86. Схема установки винтового копира

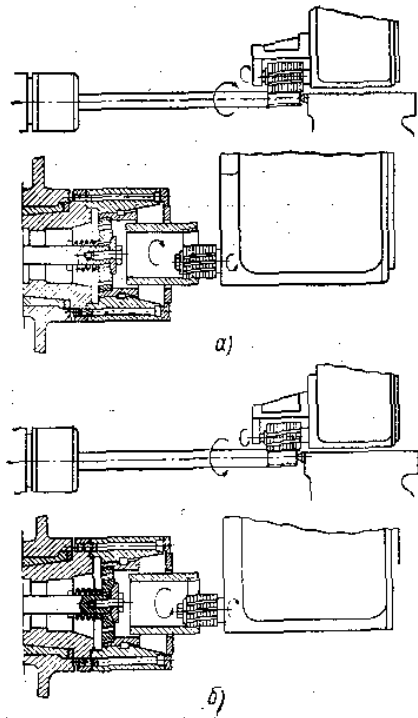


Рис. 87. Направление вращения фрезерного шпинделя и шпинделя изделия:

а — при фрезеровании правых резьб, б — при фрезеровании левых резьб

КТ44 и КТ45, снабженные высокоскоростными фрезерными головками, служат для обработки деталей из цветных металлов и сплавов. Эти же модели станков с индексом А (КТ43А, КТ44А, КТ45А) предназначены для обработки деталей из черных металлов.

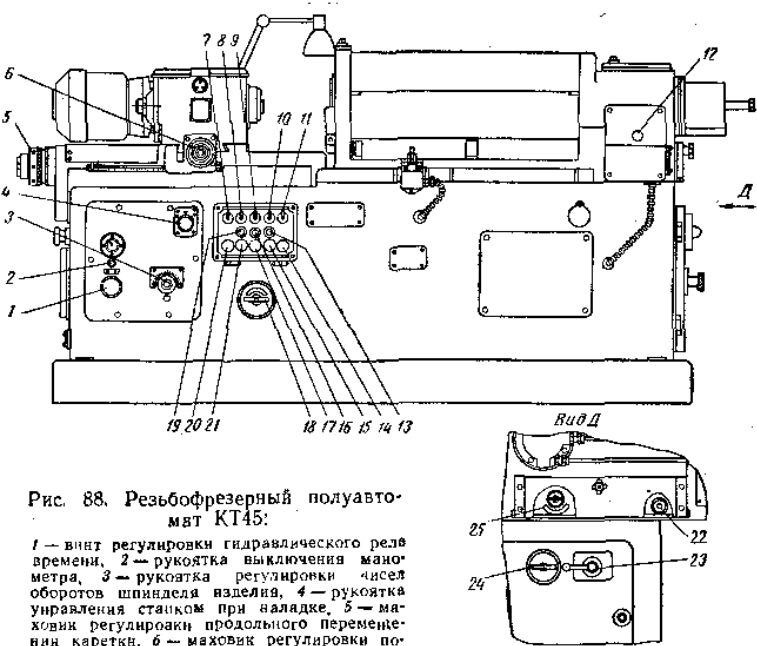


Рис. 88. Резьбофрезерный полуавтомат КТ45:

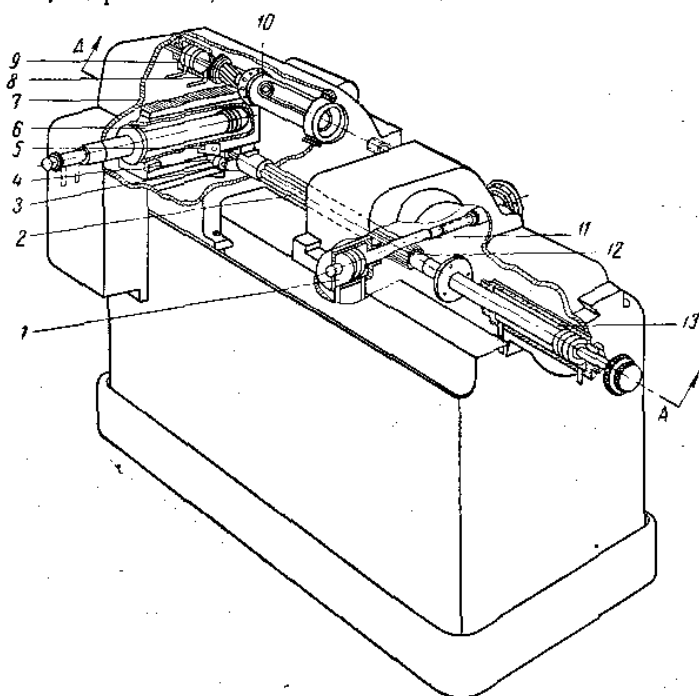
1 — винт регулировки гидравлического реле времени, 2 — рукоятка выключения манометра, 3 — рукоятка регулировки чисел оборотов шпинделя изделия, 4 — рукоятка управления станком при наладке, 5 — маховик регулировки продольного перемещения каретки, 6 — маховик регулировки поперечного перемещения фрезерной головки, 7 — выключатель местного освещения, 8, 9, 10, 11 — режимные переключатели работы станка, 12 — винт ограничения подачи цилиндра, 13 — красная сигнальная лампа «Автостоп», 14 — кнопка «Пуск автомата» (для полуавтомата), 15 — кнопка «Стоп автомата», 16 — синий сигнальная лампа «Под напряжением», 17 — кнопка регулировки глубины резания, 18 — рукоятка очистки фильтра, 19 — зеленая сигнальная лампа «К пуску готов», 20 — кнопка «Пуск гидронасоса», 21 — кнопка «Система гидронасоса», 22 — лимб установки шата нарезаемой резьбы, 23 — переключатель чисел оборотов электродвигателя фрезерной головки, 24 — выключатель сети, 25 — лимб установки глубины нарезаемой резьбы

При незначительном изменении электрической схемы каждый из этих станков может работать с полным автоматическим циклом и быть встроенным в автоматическую линию.

Технические характеристики станков КТ43, КТ44 и КТ45

Станки	КТ43	КТ43А	КТ44	КТ44А	КТ45	КТ45А
Наибольший диаметр устанавливаемой заготовки, мм	65	65	160	160	160	160
Наибольшая длина заготовки, мм	400	400	500	550	900	900
Наибольший диаметр нарезаемой резьбы, мм	50	50	140	140	140	140
Наибольшая длина нарезаемой резьбы, мм	30	30	50	50	50	50
Пределы шагов нарезаемой резьбы:						
метрической (шаг в мм)	0,5—3,05	0,5—3,05	4,05—4,05	4,05—4,05	4,05—4,05	4,05—4,05
дюймовой (число витков на 1")	48—8	48—8	48—7	48—7	48—7	48—7
модульной (шаг в модулях)	0,25—1,25	0,25—1,25	0,25—1,25	0,25—1,25	0,25—1,25	0,25—1,25
Наибольший диаметр фрезы при фрезеровании наружной резьбы, мм	30	30	50	50	50	50
Наибольший диаметр фрезы при фрезеровании внутренней резьбы, мм	40	40	80	80	80	80
Наибольшая длина рабочей части фрезы, мм	35	35	35	55	55	55
Конус отверстия фрезерного шпинделя	Морзе № 3					
Количество скоростей фрезерного шпинделя	12	6	12	6	12	6
Пределы чисел оборотов фрезерного шпинделя в минуту	725—5600	79—282	725—5600	79—282	725—5600	79—282
Пределы чисел оборотов шпинделя изделия в минуту:						
прямое вращение	0—27	0—27	0—8	0—8	0—8	0—8
обратное вращение	48	48	20	20	20	20
Мощность электродвигателей, кВт:						
фрезерной головки	1,3/1,7	1,7	1,3/1,7	1,7	1,3/1,7	1,7
гидропривода	1,7					
Габаритные размеры станка, мм:						
длина				1840	2331	2711
ширина				1030	1184	1184
высота				1180	1286	1286
Вес станка, кг				2100	2600	3200

На станке КТ45 с правой стороны расположена бабка изделия, с левой — каретка, на которой смонтирована фрезерная головка с индивидуальным приводом от электродвигателя. В корпусе станины расположены: гидронасос, гидروпанель, насос охлаждающей жидкости и элект-



A-A

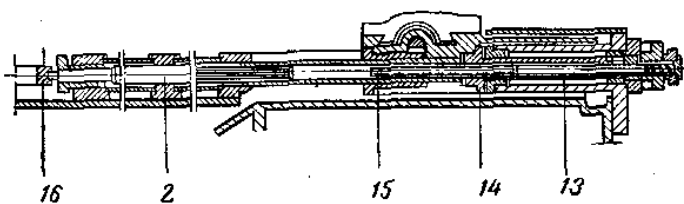


Рис. 89. Кинематическая схема резьбофрезерного полуавтомата КТ45

ропанель. Вращательное движение шпинделя изделия, быстрое продольное перемещение каретки и быстрое поперечное перемещение фрезерной головки осуществляются специальными гидравлическими цилиндрами. Станки такого типа в любое время могут быть переключены на полуавтоматический цикл работы.

Работает станок следующим образом (рис. 89).

При нажатии кнопки «Пуск» включаются электродвигатель гидронасоса, электронасос и электродвигатель привода фрезерного шпинделя. После этого гидропанель подает команду на заполнение маслом цилиндра 9. Таким образом производится зажим заготовки. Как только заготовка будет зажата, гидропанель автоматически подключает для заполнения маслом цилиндр 13, осуществляющий быстрый продольный ход каретки. Далее подключается для заполнения маслом цилиндр 1 быстрый подвода фрезерной головки до момента врезания, а затем начинает заполняться маслом цилиндр 6 привода шпинделя изделия.

Цилиндр 6, перемещаясь вправо через рейку 7 и зубчатое колесо 8, приводит во вращение шпиндель изделия 10. В это время кулачок 5, перемещаясь вместе с цилиндром 6, освобождает ролик 4, который рычагом 3 прочно связан с валом 2. В результате вал 2 может повернуться на угол до 8° и через реечную шестерню 12 и реечный валик 11 осуществит плавное врезание фрезы на глубину резьбы. Одновременно с цилиндром 6 перемещается копирующая линейка 16, получающая постоянное давление от штока поршня цилиндра 13 через вал 2, винт 15 и втулку 14.

Настраивается станок на шаг нарезаемой резьбы изменением угла установки копирующей линейки. Плавный отвод фрезы от детали происходит под действием кулачка.

Гидрооборудование станка состоит из насосного агрегата, гидравлической панели, пяти рабочих цилиндров (зажима, продольного и поперечного перемещения фрезерной головки, подачи и механизма подрегулировки при износе фрезы).

К насосному агрегату относятся: лопастной насос производительностью 25 л/мин , приводимый во вращение фланцевым электродвигателем мощностью $1,7 \text{ кВт}$, напорный золотник и пластинчатый фильтр.

Гидрооборудование обеспечивает работу станка по автоматическому, полуавтоматическому и наладочному циклам.

При автоматическом цикле работа осуществляется в такой последовательности:

- зажим заготовки;
- продольный подвод фрезерной головки;
- поперечный подвод фрезерной головки;
- рабочая подача;
- поперечный отвод фрезерной головки;
- продольный отвод фрезерной головки;
- разжим детали;
- выдержка, регулируемая в пределах нескольких секунд при помощи реле времени, необходимая для выгрузки готовой детали из патрона;

- обратный (холостой) ход цилиндра подачи;
- выдержка, регулируемая электрическим реле времени, перед включением электромагнита четырехходового золотника для автоматического повторения рабочего цикла.

При полуавтоматическом цикле последовательность движений та же, что и при автоматическом. Разница состоит лишь в том, что цилиндр подачи, закончив обратный (холостой) ход, останавливается в крайнем положении. Перед началом работы нужно повернуть рукоятку режимного переключателя в требуемое положение. В этом случае цепь конечного выключателя будет разомкнута. Для повторения рабочего цикла нужно каждый раз нажимать на кнопку «Пуск автомата» на пульте управления.

Во время наладки станка применяется наладочный режим. Управление производится рукояткой коробки золотников и рукояткой переключателя электромагнитного четырехходового золотника.

Рукоятка коробки золотников может занимать пять положений, при которых осуществляются:

- автоматическая и полуавтоматическая работа; зажим;
- продольный подвод фрезерной головки; поперечный подвод фрезерной головки; подача.

Управление цилиндром механизма подрегулировки при износе фрезы производится четырехходовым золотником, электромагнит которого включается кнопкой. После каждого нажатия и отпуска кнопки фрезерная головка перемещается на врезание на 0,015 мм.

При готовности станка к автоматической или полуавтоматической работе загорается зеленая лампочка с надписью «К пуску готов» на пульте управления. Пуск станка осуществляется нажатием кнопки «Пуск автомата».

Рукоятки четырех режимных переключателей ставят в соответствии с указанием таблицы «Режим работы».

Предусматриваются следующие режимы работы фрезерного станка:

- автомат в линии, пуск с группового пульта (ГП) по разрешению с центрального пульта (ЦП);
- автомат в линии, местный пуск по разрешению с ЦП;
- автомат в линии, пуск с ГП независимо от ЦП;
- автомат вне линии;
- полуавтомат вне линии;
- рабочая подача при наладке.

Нажатием кнопки «Пуск гидронасоса и фрезы» пускается в ход двигатель гидронасоса. Одновременно начинает работу электродвигатель, питающий ток фрезой, если рукоятка переключателя скорости находится в рабочем положении.

Перед началом работы станок настраивают в определенной последовательности, включающей следующие основные этапы:

1. Переключатель чисел оборотов 23 (см. рис. 88) двухскоростного электродвигателя ставят на требуемое число оборотов фрезерного шпинделя.

2. Включают выключатель 24.

3. Рукоятки переключателей 8, 9, 10, 11 ставят, как указано на таблице, в положение «Полуавтомат вне линии».

4. Рукоятку 4 управления станком при наладке поворачивают в положение «Продольный подвод фрезерной головки».

5. Включают гидронасос кнопкой 20 «Пуск гидронасоса».

6. Включают рабочий ход переключателем 8.

7. Устанавливают фрезерную головку на длину фрезерования с помощью маховика 5. После окончания установки фрезы на полную длину фрезерования переключатель 8 режима работы станка переключают на обратный ход.

8. Поворачивают рукоятку 4 в положение «Поперечный ход фрезерной головки», включают рабочий ход пе-

реключателем 8, передвигают фрезерную головку маховиком 6 до совпадения риски нониуса с нулевой рисккой на линейке. Лимб на этом маховичке нужно поставить на нуль, подвести фрезу вращением маховичка до касания с обрабатываемой заготовкой, произведя отсчет величины смещения по лимбу. Величина смещения фрезерной головки для внутренней резьбы определяется по формуле

$$\frac{d_1 - D_\phi}{2} \text{ мм.}$$

где d_1 — внутренний диаметр резьбы, мм;

D_ϕ — наружный диаметр фрезы, мм.

После этого переключателем 8 включают обратный ход и проверяют положение фрезерной головки по линейке. Если фрезерная головка отошла от нулевого положения, то ее необходимо вернуть в нулевое положение винтом, расположенным сзади каретки.

9. Ставят рукоятку 4 в положение «Автоматическая работа».

10. Устанавливают лимб 22 на шаг нарезаемой резьбы и поворотом штифта вправо закрепляют его. Для нарезания правых резьб лимб вращать влево, для левых — вправо.

11. Совмещают риску лимба 25 с рисккой шага нарезаемой резьбы на гвблице и закрепляют гайку.

12. Устанавливают шкивы на фрезерной головке в соответствии с заданной скоростью резания.

13. Включают кнопкой 14 «Пуск автомата» автоматический ход, рукояткой 3 регулируют число оборотов шпинделя изделия на рабочем ходу.

После выбора режимов резания рукоятки четырех режимных переключателей нужно поставить в положение, при котором осуществляется автоматическая или полуавтоматическая работа согласно таблице, и приступить к работе.

§ 33. РЕЗЬБОФРЕЗЕРНЫЕ СТАНКИ КТ86 И КТ88

Резьбофрезерный полуавтомат КТ86 и резьбофрезерный автомат КТ85 предназначены для фрезерования наружных и внутренних резьб гребенчатыми фрезами на заготовках, устанавливаемых в цапге.

Техническая характеристика станков КТ85 и КТ86

Станка	КТ85	КТ86
Наибольшая длина заготовки, мм	150	
Наибольший диаметр нарезаемой резьбы, мм:		
наружной	50	50
внутренней	50	80
Пределы нарезаемой резьбы:		
метрической (шаг в мм)	0,5—3	
дюймовой (число ниток на 1")	48—8	
модульной (шаг в модулях)	0,25—1	
Наибольший диаметр фрезы при фрезеровании наружной резьбы, мм	63	
Наибольший диаметр фрезы при фрезеровании внутренней резьбы, мм	40	
Наибольшая длина нарезаемой резьбы, мм	30	
Конус отверстия фрезерного шпинделя	Морзе № 3	
Количество скоростей фрезерного шпинделя	5	8
Пределы чисел оборотов фрезерного шпинделя в минуту	250—900	125—630
Пределы чисел оборотов шпинделя изделия в минуту (бесступенчатое)	0,2—6	
Мощность электродвигателей, кВт:		
фрезерной головки	1,7	
гидропривода	1,7	
Габаритные размеры станка, мм:		
длина	1710	1575
ширина	1220	1165
высота	1330	1330
Вес станка, кг	2000	

На рис. 90 показан общий вид, а на рис. 91 кинематическая схема резьбофрезерного полуавтомата КТ86. Станок КТ86 работает по полуавтоматическому циклу.

Главное движение передается от электродвигателя через пару прямозубых зубчатых колес z_{36} и z_{54} , сменные зубчатые колеса гитары настройки фрезерной головки А и В. Далее движение передается на фрезерный шпиндель через косозубые колеса z_{28} и z_{62} .

Уравнение кинематической цепи главного движения имеет вид:

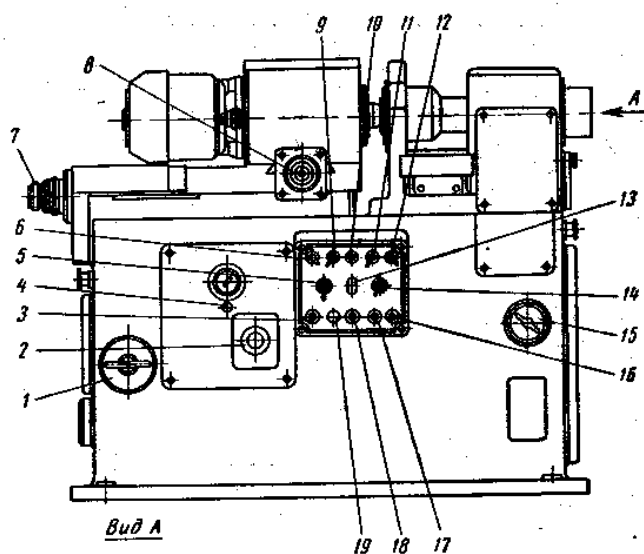
$$n_\phi = 950 \frac{36}{54} \cdot \frac{A}{B} \cdot \frac{28}{62} \text{ об/мин.}$$

В табл. 9 приведены числа оборотов фрезерного шпинделя станка.

Таблица 9

Подбор сменных зубчатых колес гитары
фрезерной головки станка КТ86

Сменные зубчатые колеса		Число оборотов фрезерного шпинделя, об/мин
А	В	
25	55	125
29	51	160
33	47	200
38	42	250
42	38	315
47	33	400
51	29	500
55	25	630



Вид А

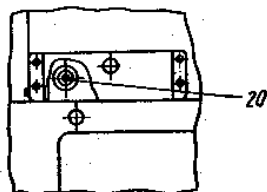


Рис. 90. Органы управления станком КТ86:

1 — рукоятка очистки фильтра, 2 — рукоятка регулировки чисел оборотов шпинделя изделия, 3 — кнопка «Пуск гидронасоса», 4 — рукоятка включения манометра, 5 — выключатель охлаждения, 6 — переключатель управления кареткой при наладке, 7 — маховик регулировки продольного перемещения каретки, 8 — маховик регулировки поперечного перемещения фрезерной головки, 9 — переключатель управления кареткой при наладке, 10 — сигнальная лампа «Сеть включена», 11 — переключатель управления шпинделя изделия при наладке, 12 — выключатель местного освещения, 13 — переключатель режима работы станка (наладка — работа), 14 — переключатель цинги (зажим — разжим), 15 — выключатель сети, 16 — кнопка «Стоп» цикла, 17 — кнопка «Пуск» цикла, 18 — сигнальная лампа «Гидронасоса», 19 — кнопка «Стоп» гидронасоса, 20 — лимб установки шага нарезаемой резьбы

После нажатия кнопки 3 «Пуск гидронасоса» и поворота переключателя 14 в положение «Зажим» включают автоматический цикл фрезерования резьбы кнопкой 17 (см. рис. 90).

Заготовку закрепляют в цанговом патроне с помощью гидроцилиндра 15 (см. рис. 91).

Каретка, перемещаясь вправо, в конце хода нажимает на конечный выключатель, который включает поперечный ход фрезерной головки и вращение шпинделя изделия.

Медленное перемещение фрезерной головки на величину, равную шагу нарезаемой резьбы за один оборот заготовки при одновременном врезании фрезы на глубину резьбы, производится следующим образом.

Гидроцилиндр 12, перемещаясь влево (если смотреть со стороны фрезерной головки), через рейку 13 и зубчатое колесо 14 приводит во вращение шпиндель изделия 15.

При этом кулачок 11 перемещается вместе с цилиндром 12 и освобождает ролик 10, жестко связанный с валом 8 рычагом 9.

Вал 8 связан с зубчатой рейкой 5 через зубчатое колесо 4. При перемещении поршня цилиндра 6 вал 8 имеет возможность повернуться на угол до 20° и тем самым

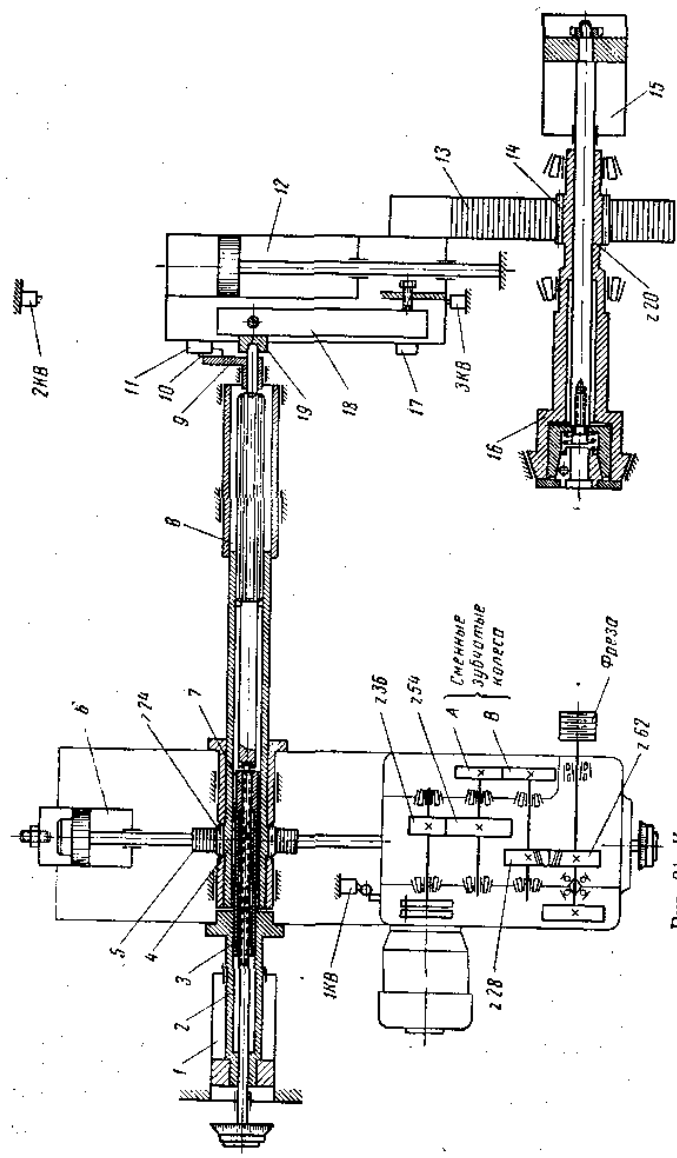


Рис. 91. Кинематическая схема резьбофрезерного полуавтомата КТ86

произвести плавное врезание фрезы в обрабатываемую заготовку.

Одновременно с цилиндром 12 перемещается копирующая линейка 18.

Сухарь 19, контактируя с наклонной плоскостью линейки через вал 8, винт 3 и втулку 7, связанную с поршнем 2 гидроцилиндра 1, перемещает каретку на шаг нарезаемой резьбы.

Вместе с цилиндром 12 перемещается кулачок 17. После окончания нарезания резьбы кулачок 17 дойдет до ролика 10, нажмет на него и через рычаг 9, вал 8, зубчатое колесо 4, зубчатую рейку 5 выведет фрезу из контакта с обрабатываемой заготовкой.

В конце хода цилиндр 12 нажимает на конечный выключатель. Конечный выключатель включит обратный ход фрезерной головки каретки и обратный ход шпинделя изделия. Поворотом рукоятки 14 (см. рис. 90) производится разжим цанги.

Большая красная кнопка, расположенная на пульте управления, дает возможность остановить станок в любой момент автоматического цикла.

Кинематическая схема станка КТ85 мало отличается от кинематической схемы станка КТ86. Привод главного движения станка КТ85 имеет гитару сменных зубчатых колес, дающую пять ступеней чисел оборотов фрезерного шпинделя ($n=250, 355, 500, 710$ и 900 об/мин).

§ 34. РЕЗЬБОФРЕЗЕРНЫЙ АВТОМАТ МА-11

Автомат МА-11 (рис. 92) предназначен для фрезерования коротких наружных резьб охватываемыми гребенчатыми резьбовыми фрезами, а также для фрезерования коротких наружных и внутренних резьб обычными резьбовыми гребенчатыми фрезами в условиях серийного и массового производства. Цикл работы станка полностью автоматизирован.

Автомат при наличии загрузочного устройства может быть встроен в автоматическую линию. Он может быть также использован как универсальный станок в индивидуальном производстве. Обрабатываемая заготовка закрепляется в цанговом или кулачковом патроне с ручным или гидравлическим зажимом. Применение охватывающих гребенчатых фрез (рис. 93) с большим углом кон-

такта обеспечивает большую производительность по сравнению с фрезерованием резьб гребенчатыми фрезами. Гребенки охватывающих фрез могут быть изготовлены из быстрорежущей стали или твердого сплава.

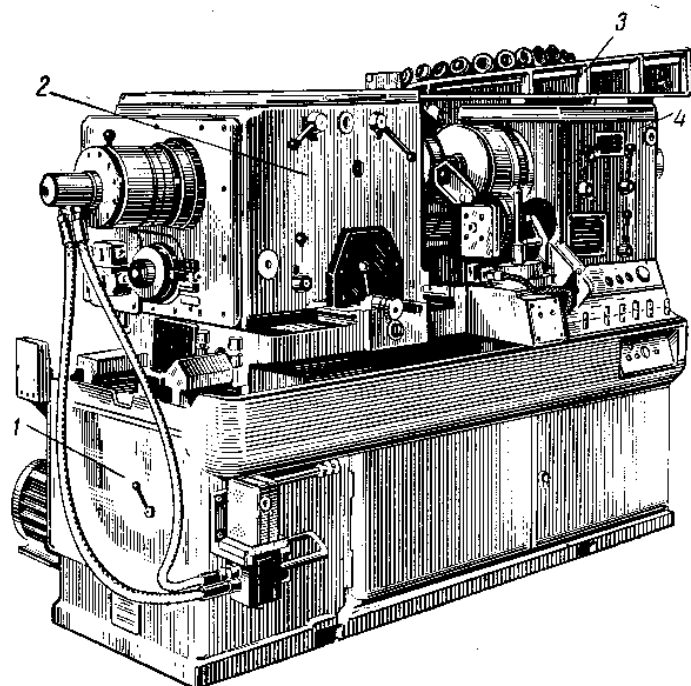


Рис. 92 Резьбофрезерный автомат МА-11:

1 — станина, 2 — бабка изделия, 3 — лоток загрузочного приспособления, 4 — фрезерная бабка

Техническая характеристика автомата МА-11

Наибольший диаметр нарезаемой резьбы, мм:	
наружной	100
внутренней	200
Наибольший шаг нарезаемой резьбы, мм	4
Наибольшая длина нарезаемой резьбы, мм	50
Пределы чисел оборотов в минуту:	
фрезерного шпинделя	63—3150

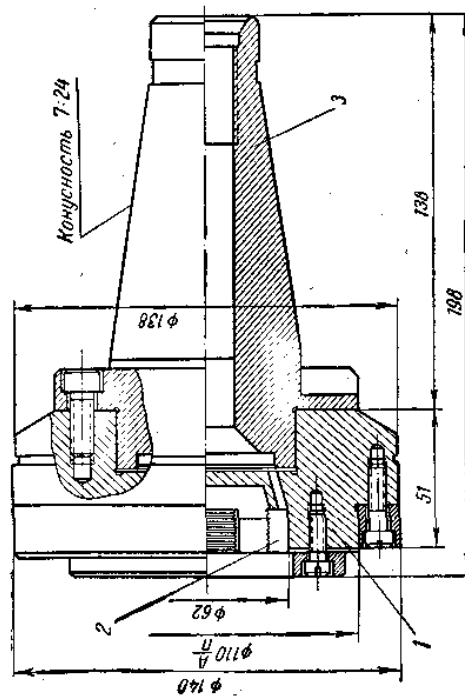
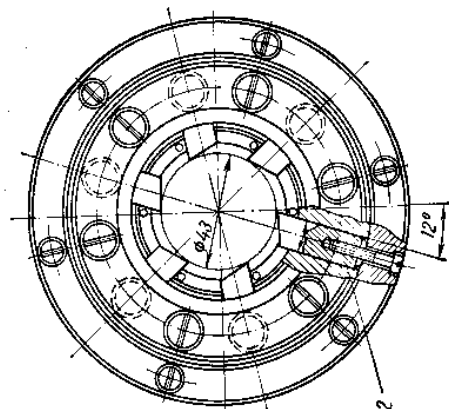


Рис. 93. Охватывающая гребенчатая фреза:
1 — корпус, 2 — гребенка, 3 — хвостовик

шпинделя изделия	2—25
Мощность электродвигателей, квт:	
главного привода	7
привода изделия	1,7
Габаритные размеры станка, мм	2100×1100×1325
Вес станка, кг	2700

§ 35. РЕЗЬБОНАРЕЗНОЙ СТАНОК 1К62РВС1

Резьбонарезной станок 1К62РВС1 (рис. 94) предназначен для нарезания правых и левых метрических резьб на винтах вихревой головкой с ручным делением на за-

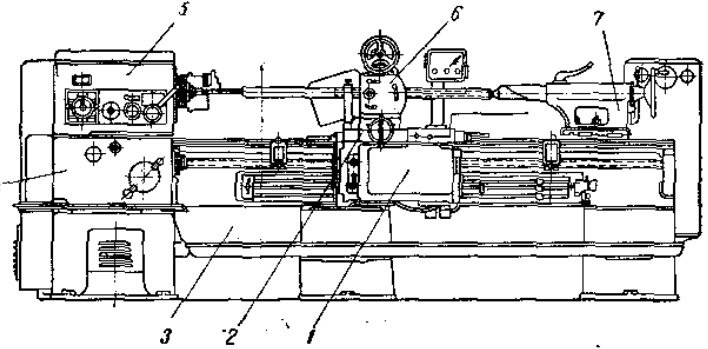


Рис. 94. Общий вид резьбофрезерного станка 1К62РВС1:

1 — фартук, 2 — каретка, 3 — станна, 4 — коробка подач, 5 — коробка скоростей, 6 — вихревая головка, 7 — задняя бабка

ходность. Станок имеет автоматический однозаходный цикл обработки. Установка заготовки и снятие изготовленного винта осуществляются вручную. Станок изготовляется заводом «Красный пролетарий» на базе токарно-винторезного станка 1К625.

Техническая характеристика станка 1К62РВС1

Наибольший диаметр нарезаемого винта, мм	50
Наименьший диаметр нарезаемого винта, мм	20
Высота центров, мм	240
Расстояние между центрами, мм	1800
Наибольшая длина нарезаемой части винта, мм	1650
Наименьшая длина нарезаемой части винта, мм	60
Пределы чисел оборотов шпинделя в минуту:	
рабочих	4,75—15
быстрых	28,5—90

Шаг нарезаемых резьб, мм	2—32
Пределы чисел оборотов вихревой головки (бесступенчатое регулирование) в минуту	575—2050
Наибольший угол поворота вихревой головки, град	15
Отверстие в шпинделе, мм	47
Скорость быстрого перемещения, м/мин, не более	4
Конец винта, закрепляемый в патроне, не может быть обработан на длине, мм	150
Мощность главного электродвигателя, квт	2
Мощность электродвигателя вихревой головки, квт	1,7
Мощность электродвигателя быстрых ходов, квт	7
Вес станка, кг	3050
Габаритные размеры станка, мм	3812×1671×1800

Кинематическая схема станка 1К62РВС1 дана на рис. 95. Двигатели D_1 и D_2 на рис. 95 не показаны. Шпиндель станка получает вращательное движение от индивидуального электродвигателя D_1 с числом оборотов в минуту 1420 через клиноременную передачу и коробку скоростей. Передвижением зубчатых колес по шлицевым валам от двух рукояток можно получить шесть рабочих скоростей шпинделя в пределах от 4,75 до 15 об/мин. Шесть быстрых скоростей в пределах от 28,5 до 90 об/мин передаются от электродвигателя D_2 быстрых ходов с числом оборотов в минуту 2820 на вал электродвигателя главного движения, а далее по той же цепи, что и рабочие скорости.

Коробка подач получает движение от коробки скоростей через сменные зубчатые колеса приклана. Механизм коробки подач имеет передаточные отношения: 1:1, 1:2, 1:4, 1:8.

Для нарезания резьбы необходимо установить соответствующие сменные зубчатые колеса приклана.

Для нарезания резьб станок настраивают, пользуясь формулой

$$I_{об. шп.} \cdot i_{к.с.} \cdot i_{см.} \cdot i_{к.п.} \cdot i_{к.в.} = i_{нар.}$$

где $I_{об. шп.}$ — 1 оборот шпинделя в минуту;
 $i_{к.с.}$ — передаточное отношение от коробки скоростей до сменных колес приклана;
 $i_{см.}$ — передаточное отношение сменных колес приклана (с нормальным или увеличенным шагом);
 $i_{к.п.}$ — передаточное отношение коробки подач

$$(i_{к.п.} = \frac{1}{1}, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8});$$

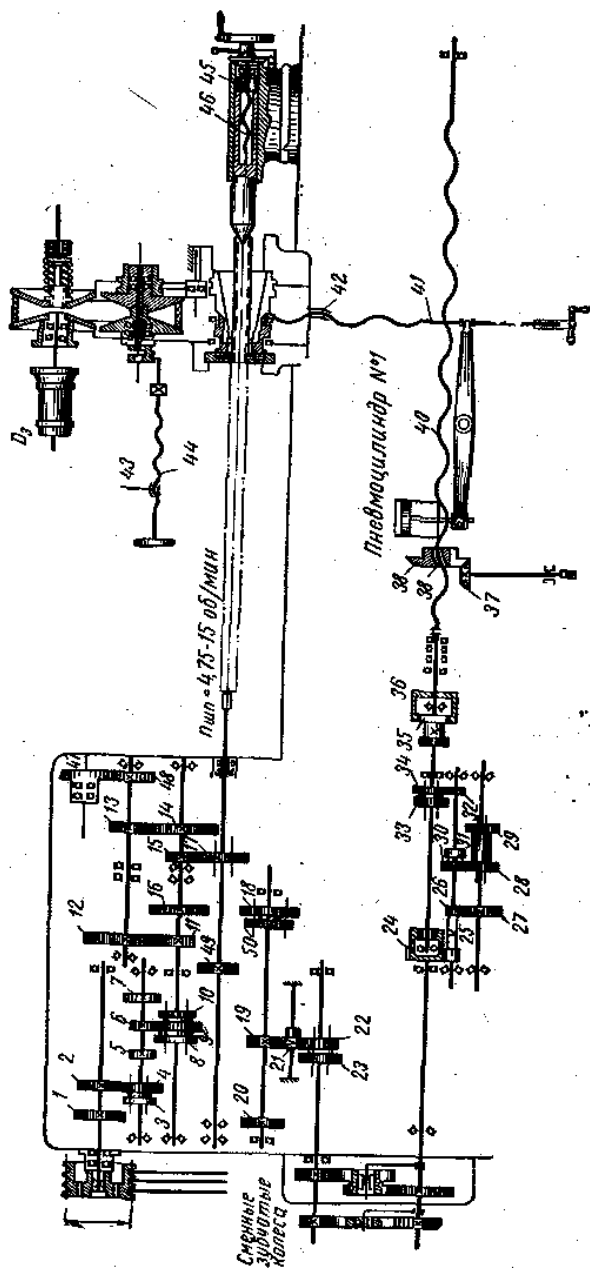


Рис. 95. Кинематическая схема станка IK62PBС1

$t_{х.в.}$ — шаг ходового винта ($t_{х.в.} = 12$ мм);
 $t_{нар.}$ — шаг нарезаемого винта, мм.
 Окончательные формулы настройки:
 для увеличенного шага

$$t_{см} = \frac{t_{нар.}}{384/k.п.}$$

для нормального шага

$$t_{см} = \frac{t_{нар.}}{12/k.п.}$$

Станок состоит из следующих узлов. Станина станка имеет две пары направляющих. Наружные направляющие служат для передвижения каретки, а внутренние — для перемещения задней бабки. Устанавливается станина на трех тумбах.

Коробка скоростей выполнена на базе станка IK625 с числом оборотов шпинделя от 4,75 до 15 и крепится в левой части станины.

Коробка подач получает движение от коробки скоростей через сменные зубчатые колеса приклана.

Фартук предназначен для осуществления движения каретки, подвода вихревой головки к нитке резьбы и отвода ее, останова станка после нарезания одного захода. Фартук состоит из корпуса, круглой гайки, рычажного механизма с пружинами, работающего с корректирующей линейкой, и пневматического цилиндра. Пневматический цилиндр с помощью вертикального рычага перемещает нижнюю часть каретки с вихревой головкой до упора штока пневмоцилиндра.

На каретке смонтированы вихревая головка, пневмопанель, фартук, люнеты. Отвод и ввод резцов вихревой головки происходит в конце ходов.

Вихревая головка (рис. 96), смонтированная с механизмом привода в одном чугунном корпусе, крепится на нижней части суппорта. Вращение вихревой головке передается от индивидуального электродвигателя D_3 (см. рис. 95) мощностью 1,7 квт с числом оборотов в минуту 1420 через бесступенчатый ременный варнатор и клиноремennую передачу. Числа оборотов головки изменяют вручную маховичком по шкале. Вихревая головка смонтирована на радиально-упорных роликовых подшипниках. Она имеет наружный конус, на который устанавливаются

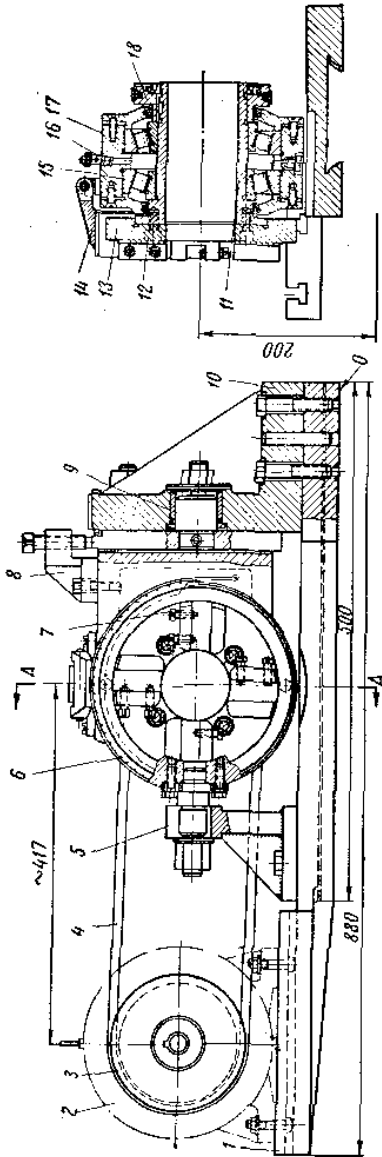


Рис. 96. Вихревая головка:
 1 — плита, 2 — двигатель, 3 — шкив, 4 — ремень, 5 — кронштейн, 6 — шкив, 7 — винт зажима реактов, 8 — кожух, 9 — ось, 10 — угольник, 11 — шпindel, 12 — винт крепления резцовой головки, 13 — резцовая головка, 14 — крышка, 15 — подшипник, 16 — масленка, 17 — корпус, 18 — шкив

сменные головки с четырьмя резцами: двумя черновыми, одним чистовым и одним фасонным. В зависимости от угла подъема нарезаемого винта вихревая головка пово-

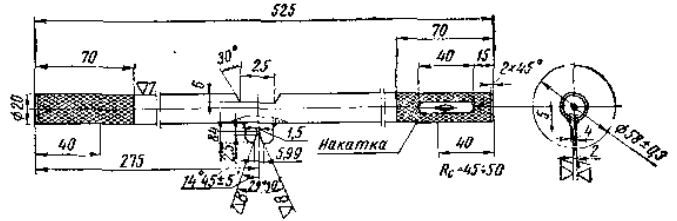


Рис. 97. Калибр для установки резцов

рачивается на соответствующий угол по специальной шкале с вонисом. Резцы в головке устанавливаются по калибру, показанному на рис. 97.

§ 36. РЕЗЬБОФРЕЗЕРНЫЙ СТАНОК 561

Станок 561 (рис. 98) предназначен для фрезерования длинных винтов с нормальным шагом и многозаходных

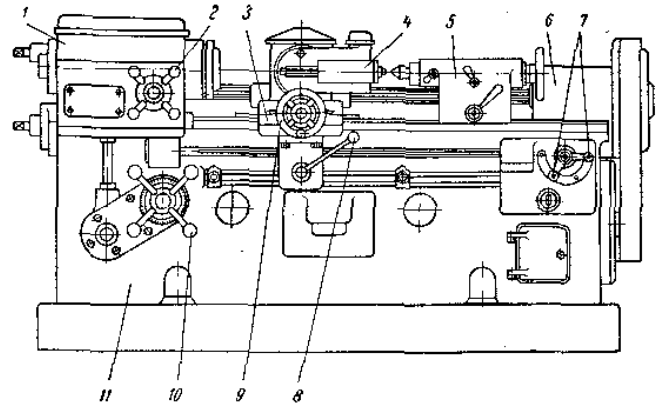


Рис. 98. Резьбофрезерный станок 561:

1 — передняя бабка, 2 — рукоятка для настройки станка на различные виды работ, 3 — суппорт, 4 — фрезерная головка, 5 — задняя бабка, 6 — коробка скоростей, 7 — рукоятка переключения коробки скоростей, 8 — рукоятка управления станком, 9 — маховичок ручной поперечной подачи фрезерной головки, 10 — рукоятка управления коробкой подач, 11 — станина

резьб с большим шагом резьбы дисковой фрезой, продольных канавок дисковой фрезой, шлицевых валов и нарезания зубчатых колес червячной фрезой, а также для фрезерования коротких внутренних и наружных резьб гребенчатой фрезой.

Существенной особенностью этого станка является то, что на нем можно фрезеровать продольные канавки на невращающейся заготовке, шлицевые валы, а также с помощью червячных фрез нарезать зубчатые колеса. Однако фрезерование на станке 561 наружных и внутренних резьб гребенчатыми фрезами из-за ручного подвода, врезания и отвода фрезы является менее рациональным по сравнению с резьбофрезерованием на ранее рассмотренных станках.

Техническая характеристика станка 561

Высота центров, мм	200
Наибольший диаметр обработки над станиной, мм	400
Наибольший диаметр обработки над суппортом, мм	200
Диаметр отверстия полого шпинделя, мм	82
Наибольшая длина фрезерования	700
Наибольшая глубина фрезерования, мм	25
Пределы нарезаемых шагов метрических резьб, мм	1—48
Пределы нарезаемых шагов дюймовых резьб	1/6—13/4"
Наибольший нарезаемый модуль, мм	12
Пределы диаметров применяемых на станке фрез, мм	70—115
Число скоростей фрезерного шпинделя	5
Пределы чисел оборотов фрезерного шпинделя в минуту	55—250
Количество продольных подач фрезерной головки	32
Количество круговых подач изделия	32
Пределы скоростей шпинделя изделия в минуту	0,014—5,2
Мощность электродвигателя станка, кВт	3

Фреза крепится на шпинделе фрезерной головки, допускающей поворот на угол до 90°. Это дает возможность устанавливать фрезу под требуемым углом относительно оси обрабатываемой заготовки.

Фрезерная головка укреплена на поперечном суппорте, который можно перемещать вручную по направляющим каретки. Каретка, в свою очередь, может перемещаться по продольным направляющим станины. Поперечное перемещение суппорта фрезы, необходимое при ее врезании, производится вручную посредством маховичка. Обрабатываемая заготовка устанавливается в центрах передней и задней бабок и приводится во вра-

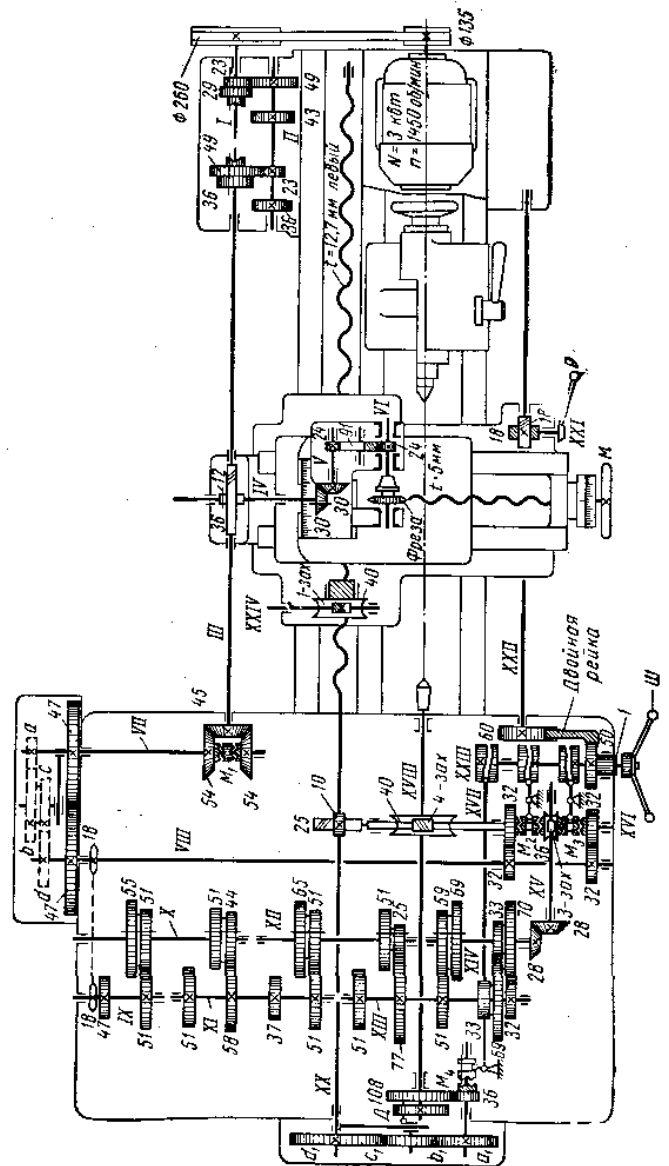


Рис. 99. Кинематическая схема станка 561

ценне поводковым патроном, навинченным на шпindelь передней бабки с помощью хомутика, надетого на обрабатываемую заготовку. Возможно применение цангового патрона с ручным или пневматическим зажимом.

На рис. 99 приведена кинематическая схема станка 561. От электродвигателя мощностью 3 квт через ременную передачу со шкивами диаметром 135 и 260 мм вращается шлицевой вал I коробки скоростей. Вдоль вала I скользит блок зубчатых колес z_{29} и z_{23} , который сообщает валу II две скорости. Зубчатые колеса z_{36} и z_{23} вала II могут вводиться в зацепление с зубчатыми колесами z_{36} и z_{49} длинного шлицевого вала III, который имеет, таким образом, четыре различные скорости. Пятая скорость сообщается валу III непосредственно от вала I с помощью кулачков, расположенных на торцах скользящих блоков.

Вдоль шлицев вала III скользит винтовое зубчатое колесо z_{12} , сцепленное с винтовым зубчатым колесом z_{36} суппорта фрезы, передавая движение на вал IV. На валу IV сидит на скользящей шпонке коническое зубчатое колесо z_{30} , которое находится в зацеплении с другим коническим зубчатым колесом z_{30} . От колеса z_{30} через винтовые зубчатые колеса z_{24} , z_{91} и z_{24} получает вращательное движение шпindelь фрезы VI. Перемещение зубчатого колеса z_{12} вдоль вала III необходимо для осуществления продольной подачи каретки фрезы, а перемещение зубчатого колеса z_{30} по валу V — для поперечного перемещения каретки фрезы.

При повороте фрезерной головки для установки фрезы под необходимым углом к оси заготовки ведомое коническое зубчатое колесо z_{30} катится по зубчатому колесу z_{30} , расположенному на валу IV. Головка имеет подвеску для поддержания шпindelных оправок.

Уравнение кинематической цепи главного движения имеет следующий вид:

$$n_{шп} = 1440 \cdot \frac{135}{216} \cdot i_{к.с.} \cdot \frac{12}{36} \cdot \frac{30}{30} \cdot \frac{24}{24} \text{ об/мин.}$$

где $n_{шп}$ — число оборотов шпинделя в минуту;

$i_{к.с.}$ — передаточное отношение зубчатых колес в коробке скоростей при различных включениях,

$$i_4 = \frac{23}{49} \cdot \frac{23}{49} = 0,22,$$

$$i_2 = \frac{29}{43} \cdot \frac{23}{49} = 0,32,$$

$$i_3 = \frac{23}{49} \cdot \frac{36}{36} = 0,47,$$

$$i_4 = \frac{29}{43} \cdot \frac{36}{36} = 0,67,$$

$$i_5 = 1 \text{ (при непосредственной передаче движения от вала).}$$

Подставляя в уравнение кинематической цепи значения, получим следующий ряд чисел оборотов фрезерного шпинделя в минуту: 55, 78, 116, 167 и 247.

На левом конце вала III помещается коническое зубчатое колесо z_{45} , которое может быть введено в зацепление с одним из колес z_{45} . Эти пары конических зубчатых колес и муфта M_1 образуют реверсивный механизм.

От вала VII реверсивного механизма через сменные зубчатые колеса a, b, c, d приводится во вращение вал VIII, на котором заклинены два зубчатых колеса z_{32} . Эти колеса осуществляют быстрые перемещения каретки фрезы. На валу VIII также заклинена цепная звездочка z_{18} , от которой приводится в действие коробка подач. Коробка подач состоит из пяти скользящих двойных блоков зубчатых колес и дает 32 различных передаточных отношения.

Вал IX имеет одну скорость, а вал X — две различные скорости в зависимости от того, какая пара зубчатых колес будет находиться в зацеплении: z_{47} с z_{55} или z_{51} с z_{51} . С вала X движение передается на вал XI, который имеет четыре скорости. Вал XII имеет 8 скоростей, а вал XIII — 16. Передача движения с вала XIII на вал XIV производится либо непосредственно через пару зубчатых колес z_{51} и z_{51} , либо через перебор

$$\frac{32}{70} \cdot \frac{33}{69} \cdot \frac{33}{69}.$$

От вала XIV коробки подач движение передается через конические зубчатые колеса z_{28} и z_{28} и трехзаходный червяк на червячное колесо z_{36} , которое свободно сидит на валу XVI. Переключение зубчатых колес коробки подач осуществляется с помощью пяти барабанных кулачков, вращаемых рукояткой 10 (см. рис. 98).

Распределительный механизм служит для изменения скорости и направления перемещения каретки фрезы.

Шпиндель передней бабки и ходовой винт станка получают рабочее движение от червячного колеса z_{36} , сидящего на полом валу $XVII$, либо ускоренное вращение от зубчатых колес z_{32} , сидящих на валу $VIII$ при соответствующем включении муфт M_2 и M_3 .

Муфта M_3 сидит на направляющей шпонке вала XVI и предназначена для сообщения ему малой скорости от червячного зубчатого колеса z_{36} , сидящего на полом валу $XVII$, или большой скорости от зубчатого колеса z_{32} , сидящего на валу $VIII$. Муфта M_2 сидит на направляющей шпонке на гильзе четырехзаходного червяка и сообщает червяку медленное вращение от червячного зубчатого колеса z_{36} или быстрое вращение от зубчатого колеса z_{32} . Четырехзаходный червяк связан с червячным колесом z_{40} , заклиненным на шпинделе изделия.

Включением муфты M_3 вверх или вниз можно через вал XVI , винтовые зубчатые колеса z_{10} , z_{25} и ходовой винт XX сообщить суппорту с фрезерной головкой соответственно рабочую подачу или быстрое перемещение. Муфта M_4 связывает кинематическую цепь, соединяющую шпиндель $XVIII$ с ходовым винтом XX .

Ходовой винт станка, расположенный посредине станины, имеет шаг резьбы $t=12,7$ мм. Его гайка смонтирована в каретке фрезерной головки и соединена с червячным колесом z_{40} , сцепленным с однозаходным червяком.

Шпиндель изделия может быть связан с ходовым винтом, если делительный диск D , жестко сидящий на шпинделе, соединить защелкой с зубчатым колесом z_{108} , свободно сидящим на валу $XVIII$, и замкнуть муфту M_4 . Далее от вала XIX движение на ходовой винт передается через сменные зубчатые колеса гитары a_1, b_1, c_1, d_1 .

Ходовой винт может получать вращение также от вала XVI через винтовые колеса z_{10} и z_{25} .

Управление станком осуществляется рукоятками маховика P и штурвала $Ш$. Рукоятку $Ш$ оттягивают на себя и поворачивают в одно из четырех возможных положений в зависимости от выполняемой работы, а именно: фрезерование резьбы с малым шагом; фрезерование винтовых канавок большого шага; фрезерование продольных канавок, параллельных оси детали; фрезерование шлицевых валов или нарезание зубчатых колес червячной фрезой.

Рукоятка $Ш$ посажена при помощи направляющей шпонки на валу $XXIII$. На ступице рукоятки $Ш$ имеются четыре отверстия, в которые может входить штифт I , закрепленный в свободно сидящем на валике $XXIII$ зубчатом колесе z_{50} , сцепленном с рейкой. На валу $XXIII$ жестко посажены три барабана с фасонными криволинейными канавками. В эти канавки входят пальцы трех ползушек, несущих вилки для переключения муфт M_2, M_3 и M_4 .

При вращении вала $XXIII$ барабаны своими криволинейными канавками производят требуемые для данной работы переключения муфт. Рукоятка P , смонтированная в каретке фрезы, перемещается вместе с ней и служит для управления станком во время его работы. Рукоятка P с помощью пары винтовых колес z_{18} и z_{18} поворачивает длинный вал $XXII$.

На левом конце этого вала заклинено зубчатое колесо z_{60} , которое при повороте вала $XXII$ перемещает двойную рейку, поворачивая одновременно зубчатое колесо z_{50} и рукоятку $Ш$. Таким образом, поворот рукоятки P вызывает соответствующий поворот вала $XXII$, а следовательно, и переключение муфт M_2, M_3 и M_4 .

Рукоятка P поворачивается примерно на 60° и имеет четыре положения: рабочий ход; остановка; обратный быстрый ход; быстрый ход вперед. В соответствии с этим циклом работы профилируется каждый из четырех участков кривых барабанов.

Продольное ручное перемещение суппорта с фрезерной головкой производится через однозаходный червяк и червячное колесо z_{40} с помощью рукоятки, надеваемой на квадратный конец вала $XXIV$. Поперечная подача и поперечное установочное перемещение суппорта осуществляются только вручную маховичком M , установленным на поперечном ходовом винте с шагом 5 мм.

Делительный поворот заготовки при нарезании многозаходных резьб или спиралей осуществляется с помощью делительного диска D и защелки.

§ 37. ЭКСПЛУАТАЦИЯ РЕЗЬБОФРЕЗЕРНЫХ СТАНКОВ

Для обеспечения надежной работы станка необходимо хорошо знать его устройство: взаимодействие отдельных узлов, назначение рукояток, последовательность включе-

ния рукояток и т. д. Основным техническим документом по каждому станку является его паспорт. Паспорт состоит из нескольких разделов, каждый из которых освещает отдельные вопросы характеристики станка и его эксплуатации. Знание станка, своевременный и правильный уход за ним увеличивает производительность станка, повышает срок его службы и улучшает качество изготавливаемых деталей.

Ежедневно после окончания смены станок следует очищать от стружки, грязи и пыли. Направляющие станины после очистки от эмульсии, грязи и стружки надо тщательно протирать насухо концами и смазывать тонким слоем смазки. Отверстия шпинделей, а также патроны и цанги необходимо тщательно очищать. От их исправного состояния зависит точность фрезеруемой резьбы.

Большое значение для увеличения срока службы станка и повышения надежности его работы имеет регулярная смазка трущихся частей станка. Для смазки станков следует применять машинное масло марки Л, веретенное масло марки 2 или индустриальное масло 20, а также густые консистентные смазки.

При смазке станков следует пользоваться схемами смазки, приводимыми в паспортах. При первоначальной смазке или после смены смазки необходимо заливать в коробки станка такое количество масла, чтобы наиболее низко расположенное зубчатое колесо было погружено в него на $\frac{1}{4}$ своего диаметра.

§ 38. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИИ

Приспособлениями для механической обработки называется дополнительное оборудование к станку, позволяющее устанавливать и зажимать обрабатываемую заготовку в соответствии с требованиями технологического процесса.

Принадлежностями к станку являются дополнительные устройства, входящие в комплект станка и поставляемые заводом-изготовителем вместе со станком. Принадлежностями служат патроны, центры, оправки, копиры, смежные зубчатые колеса, ключи и др.

Наиболее часто обрабатываемые заготовки крепят с помощью различных патронов: цанговых, трехкулачковых и поводковых.

Цанговые патроны просты по устройству и обеспечивают достаточную точность и быстроту крепления обрабатываемых заготовок. Однако применение цанговых патронов возможно лишь в случае, если обрабатываемые заготовки в месте крепления имеют достаточно точную цилиндрическую поверхность.

Точно изготовленные цанги обеспечивают соосность нарезанной резьбы с базовой цилиндрической поверхностью, принятой при креплении заготовки в пределах $\pm 0,05$ мм. На различных резьбофрезерных станках применяют разные конструкции цанговых патронов.

В цанговом патроне резьбофрезерного станка 563Б (рис. 100, а) заготовку закрепляют поворотом гайки, навинченной на передний конец шпинделя. На рис. 100, б показан цанговый патрон, в котором втягивание цанги в шпиндель станка при креплении заготовки производится с помощью винта, снабженного штурвалом. Эта конструкция более удобна в обслуживании, чем первая, и позволяет быстрее закреплять обрабатываемые заготовки. Однако в таком патроне нельзя закреплять длинные заготовки через полый шпиндель.

Преимущества перед описанными выше цанговыми патронами обладает конструкция, в которой втягивание цанги в полый шпиндель осуществляется при помощи трубы (рис. 100, в).

Цанговые патроны применяют при резьбофрезеровании достаточно жестких заготовок, т. е. таких, у которых отношение длины к диаметру находится в пределах от 2 до 4. При этом меньшие значения относятся к малым диаметрам (20—25 мм). При обработке нежестких заготовок в цанговом патроне возникают вибрации, которые ухудшают чистоту обработанной поверхности, снижают стойкость резьбовых фрез и отрицательно сказываются на станке.

Для устранения или уменьшения вибраций обрабатываемая заготовка должна с другой стороны поддерживаться центром. Задний центр укрепляют в задней бабке или на специальном хоботе. Если на резьбофрезерном станке отсутствует задний центр, то нежесткие заготовки следует обрабатывать при малых подачах на зуб.

Крепление заготовок с помощью ручного цапгового патрона требует много времени, определенного физического усилия и в ряде случаев является ненадежным.

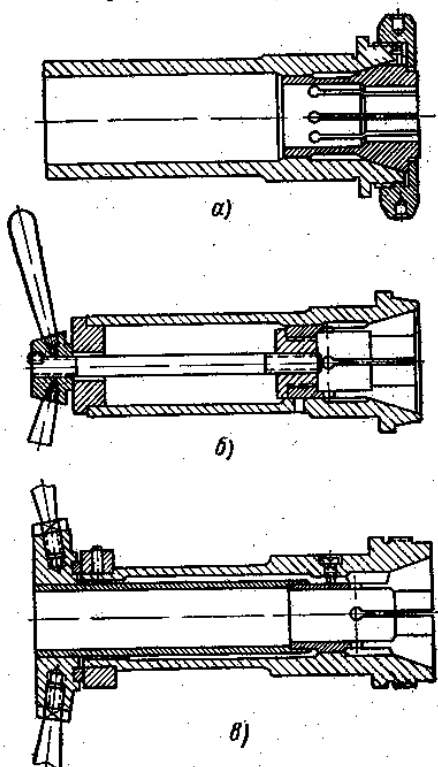
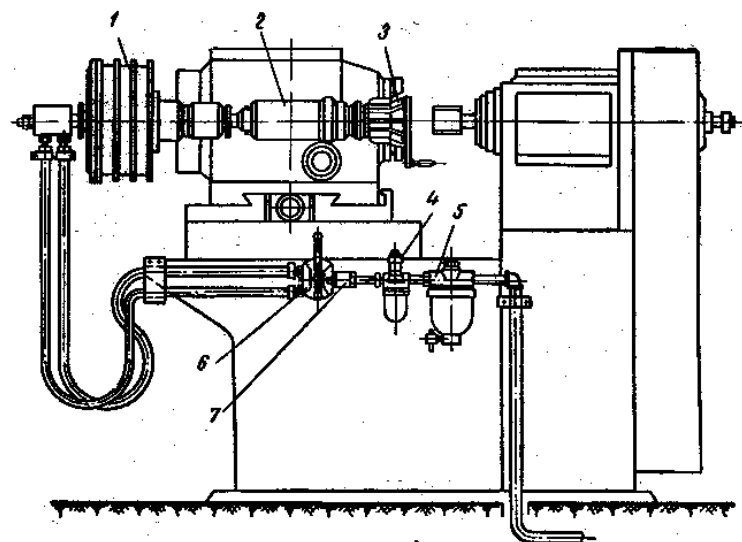
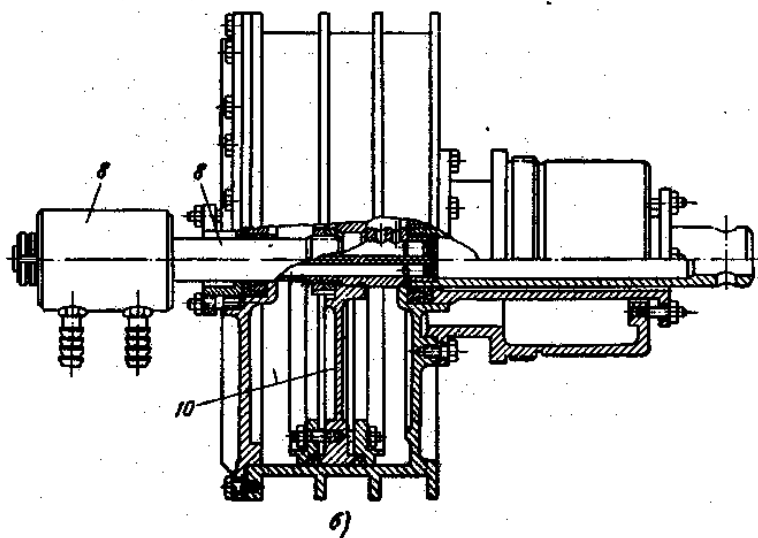


Рис. 100. Конструкция цапговых патронов резьбофрезерных станков:
 а — зажим гайкой, б — втягивание цанги центром,
 в — втягивание цанги трубой

Поэтому в настоящее время широкое распространение получили различные конструкции пневматических, пневмогидравлических и других зажимных устройств. Резьбофрезерный станок, оснащенный пневматическим зажимным приспособлением, показан на рис. 101, а.



а)



б)

Рис. 101. Пневматическое зажимное приспособление для резьбофрезерного станка:
 а — общий вид, б — пневматический цилиндр для зажима

Пневматическое приспособление состоит из цилиндра 1 двухстороннего действия, распределительного клапана 6, обратного клапана 7, масленки 4 и водоотделителя 5.

Обратный клапан служит для предупреждения аварий и травматизма при работе пневматических приспособлений. Обратный клапан, установленный на воздушной магистрали перед распределительным краном, в случае падения давления воздуха или при обрыве резинового шланга, питающего приспособление, преграждает выход воздуха из силового привода. Благодаря этому сохраняется сила зажима в течение времени, достаточного для обработки заготовки.

Пневматический цилиндр рассматриваемого приспособления крепится к шпинделю станка и вращается вместе с ним. Воздух из цеховой сети поступает через левое отверстие муфты 8 (рис. 101, б) и шток 9 в правую полость цилиндра и давит на поршень 10. Шток цилиндра через переходную деталь 2 втягивает цангу 3. В этом случае заготовка, установленная в цанге, зажимается. Из левой полости цилиндра воздух выходит через отверстие в штоке 9 и правое отверстие муфты 8. При изменении направления движения воздуха заготовка освобождается.

Пневматическое приспособление к резьбофрезерным станкам для зажима длинных заготовок показано на рис. 102. Такая конструкция благодаря полному штоку позволяет обрабатывать заготовки, пропускаемые в шпиндель станка. Воздух из сети поступает через левое отверстие во втулке 1 в правую полость цилиндра 2, прикрепленного посредством фланца 4 к шпинделю станка. Воздух давит на поршень 3, который тянет втулку 5. Заготовка при этом зажимается. Из левой полости цилиндра воздух выходит через левое отверстие в неподвижной муфте 6.

При отсутствии в цехе сжатого воздуха механизация зажима и освобождения деталей на резьбофрезерных станках может быть осуществлена пружинным зажимом с механо-гидравлическим управлением. Цанга 13 (рис. 103) зажимного устройства постоянно затягивается пружиной 9 через шайбу 6 и тяги 8 и 11. Стакан 7 пружины укреплен в заднем конце шпинделя 10. В левой части станка размещается гидравлический цилиндр 4 с поршнем 3, шток которого опирается на торец тяги 8.

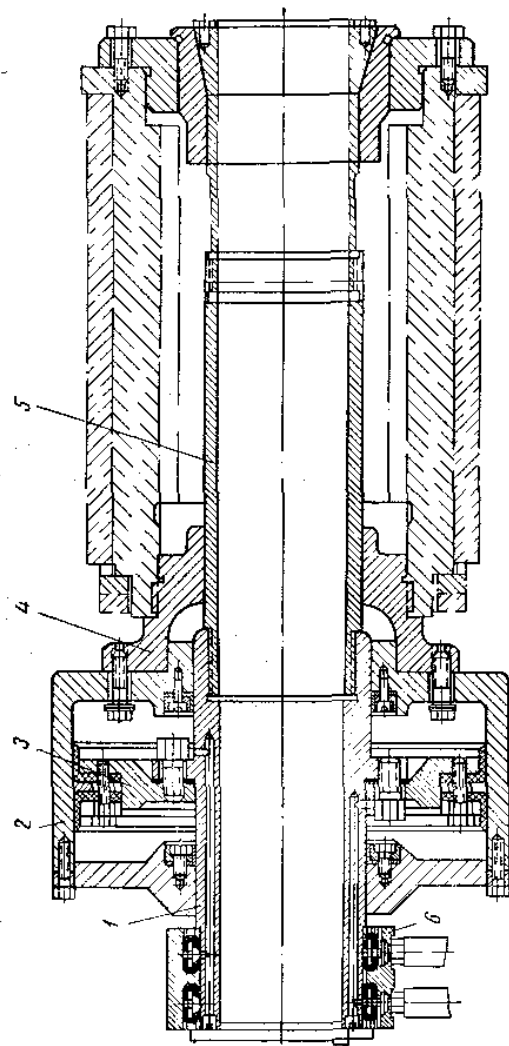


Рис. 102. Пневматическое приспособление для зажима длинных заготовок на резьбофрезерном станке

Корпус цилиндра удерживается от осевого перемещения упорными шариковыми подшипниками 5. Осевой зазор регулируется гайкой 1. Величина зазора или натяга определяется толщиной прокладки 2. Зажим регулируют ножной педалью 20. Чтобы заложить в цангу обрабатываемую заготовку, ногой нажимают на педаль, а рычаг ее, поворачиваясь вокруг оси 16, сферической опорой 19 на-

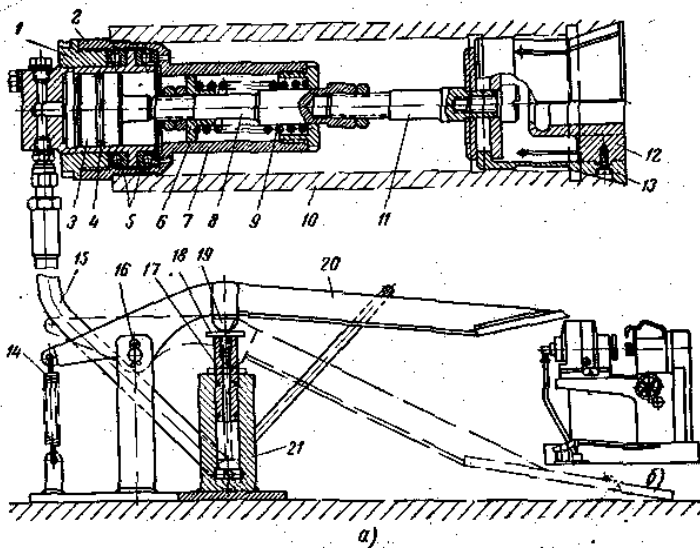


Рис. 103. Пружинный зажим с механо-гидравлическим управлением: а — общий вид, б — монтаж приспособления на станке

жимает на опорный винт 18 плунжера 17. Плунжер, опускаясь, вытесняет масло по рукаву 15 из плунжерного насоса 21 в цилиндр 4.

При нажатии на педаль с силой 16 кгс в гидросистеме создается давление 20 кгс/см² и на поршне 3 возникает осевая сила 900 кгс. При воздействии этой силы поршень движется вправо и, сжимая пружину 9, смещает вправо цангу 13. В этом положении закладывается обрабатываемая заготовка. При отпуске педали 20 пружина 9 затягивает цангу в коническую расточку шпинделя. При этом масло перегоняется из цилиндра 4 под плунжер 17.

Педаль возвращается в исходное положение пружиной 14, облегчая возврат в исходное положение плунжера 17. Готовая деталь освобождается при нажатии на педаль 20.

Настройка зажимного устройства для обработки заготовок различных размеров сводится к замене вкладышей 12.

§ 39. СКОРОСТНОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ РЕЗЬБЫ

Скоростное, или вихревое, фрезерование резьбы осуществляется резцовыми головками с одним или несколькими резцами, оснащенными пластинками твердого сплава.

Применение резцовых головок, оснащенных твердым сплавом, позволяет значительно повысить режимы реза-

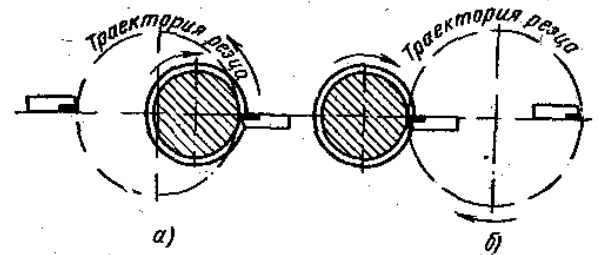


Рис. 104. Схемы вихревого фрезерования наружной резьбы: а — методом внутреннего касания, б — методом внешнего касания

ния, а следовательно, и производительность труда. В этом случае фрезерование производится при скоростях резания $v = 180 \div 250$ м/мин и выше, подачах $s_x = 0,12 \div 0,15$ мм/зуб. Скоростное фрезерование резьбы можно производить на специальных или на токарно-винторезных станках, оснащенных специальными резцовыми головками, с отдельным приводом.

Головка как для внутреннего, так и для наружного фрезерования представляет собой дисковую фрезу с резцами, профиль которых соответствует профилю нарезаемой резьбы. Для скоростного фрезерования наружной резьбы служат головки внутреннего касания, когда заготовка находится внутри окружности вращения резца

(рис. 104, а). Иногда применяют головки внешнего касания, когда заготовка находится снаружи окружности — траектории резца (рис. 104, б).

При вихревом фрезеровании внутренней резьбы (рис. 105) головка получает быстрое вращательное дви-

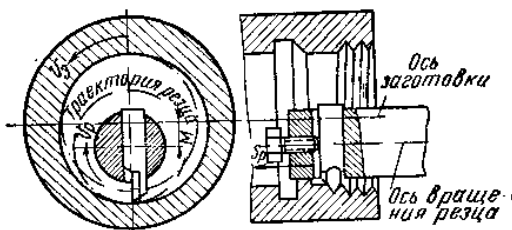


Рис. 105. Схема вихревого фрезерования внутренней резьбы

жение, определяющее скорость резания. Обрабатываемая заготовка получает медленное вращение, которое является круговой подачей. Помимо этих движений, резцовая головка совершает продольное перемещение на величину шага нарезаемой резьбы за один оборот заготовки. Вращение обрабатываемой заготовки и прямолинейное движение резцовой головки вдоль оси заготовки обеспечивают движение по винтовой линии.

Для нарезания резьбы по всей длине заготовка должна совершить число оборотов, равное числу ниток резьбы.

Вихревое фрезерование резьбы производится за один проход. При этом точность резьбы и ходовых винтов достигается в пределах 3-го класса.

Наружные резьбы фрезеруют резцовыми головками внутреннего касания, так как в этом случае увеличивается

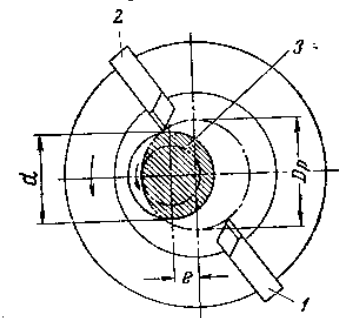


Рис. 106. Дуга контакта и смещение осей при вихревом фрезеровании резьбы:
1, 2 — резцы, 3 — обрабатываемая заготовка, D_p — диаметр окружности вершин резцов, d — наружный диаметр нарезаемой резьбы, e — величина смещения осей головки и обрабатываемой заготовки

длина дуги контакта резца с обрабатываемой заготовкой (рис. 106), и процесс резания происходит более спокойно, с меньшими ударами. Диаметр окружности вершин резцов D_p больше наружного диаметра d нарезаемой резьбы:

$$\text{при } d = 30 \div 40 \text{ мм, } D_p = d + (6 \div 8), \text{ мм}$$

$$\text{при } d = 41 \div 60 \text{ мм, } D_p = d + (8 \div 10) \text{ мм.}$$

Ось головки располагается параллельно оси обрабатываемой заготовки, но смещена относительно нее на величину e , которая определяется по формуле

$$e = \frac{D_p - d}{2} + t \text{ мм,}$$

где t — глубина профиля резьбы, мм.

При установке в резцовой головке четырех резцов работа между ними может распределяться следующим образом: два диаметрально противоположных резца обрабатывают поверхность, соответствующую внутреннему диаметру резьбы, третий резец обрабатывает боковые стороны профиля резьбы, а четвертый зачищает нарезанную резьбу и снимает заусенцы. Особенно эффективно применение резцовых головок с тангенциальным расположением осей резцов (рис. 107). Удаление стружки и охлаждение детали производят сжатым воздухом. При использовании специальных станков резцовыми головками можно нарезать ходовые винты длиной до 5000 мм с резьбой 3—4-го класса точности. При значительной длине заготовка в процессе об-

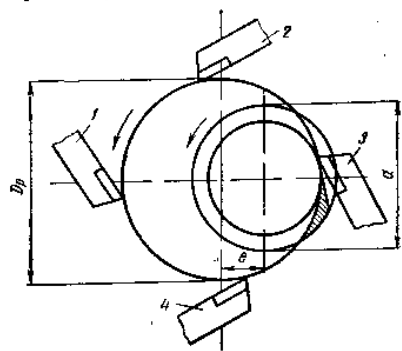


Рис. 107. Схема вихревого фрезерования тангенциально расположенными резцами:

1, 2, 3, 4 — резцы, d — наружный диаметр нарезаемой резьбы, D_p — диаметр окружности вершин резцов, e — величина смещения осей головки и обрабатываемой заготовки

работки должна поддерживаться подвижным люнетом, который устанавливается перед резцовой головкой.

Производительность скоростного фрезерования резьбы заметно увеличивается при увеличении шага и уменьшении диаметра резьбы, но точность при этом снижается.

Контрольные вопросы

1. Как классифицируются резьбофрезерные станки?
2. Разобрать по кинематической схеме станка 563Б цепь главного движения и цепь подачи.
3. Разобрать по кинематической схеме станка 5К63 цепь главного движения и цепь подачи.
4. Как производится настройка станка 5К63?
5. Для каких работ предназначены гидрофицированные полуавтоматы КТ43 и КТ45?
6. Разобрать кинематическую схему резьбофрезерного станка 561.
7. Для выполнения каких работ предназначается резьбонарезной станок 1К62РВС1?
8. В чем сущность вихревого фрезерования резьбы?

ГЛАВА VIII ЭЛЕКТРОБОРУДОВАНИЕ РЕЗЬБОФРЕЗЕРНЫХ СТАНКОВ

§ 40. СВЕДЕНИЯ ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ТОКЕ

Все вещества, как известно, состоят из молекул, а молекулы — из атомов.

Согласно современной теории строения вещества каждый атом состоит из ядра, вокруг которого вращаются электроны. Те из вращающихся в атоме электронов, которые расположены на крайних орбитах, связаны с ядром слабее, чем электроны, находящиеся на ближних к ядру орбитах. Под действием соседних атомов или вследствие других причин можно заставить крайние электроны покинуть свои орбиты.

Атомы металлов имеют неустойчивые внешние электроны, которые легко покидают свои орбиты. Этим и объясняется хорошая электропроводность металлов.

В обычном состоянии атомы металла — ионы (атомы, потерявшие или приобретшие электроны), а также свободные электроны находятся в беспорядочном тепловом движении. Если заставить свободные электроны двигаться в одном направлении, то такое упорядоченное движение свободных электронов в металлических проводниках будет представлять собой *электрический ток*.

Направленное движение электронов возможно лишь в замкнутой электрической цепи.

Простейшая электрическая цепь (рис. 108) содержит источник электрической

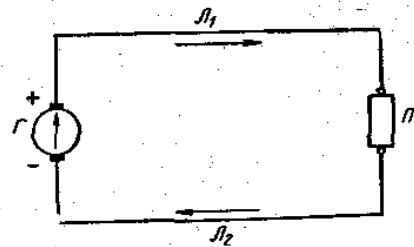


Рис. 108. Простейшая электрическая цепь

энергии (генератор) G , приемник энергии P и линейные провода L_1 и L_2 соединяющие источник с приемником энергии. Линейные провода присоединяются к полюсам источника энергии (положительному и отрицательному).

Постоянным называют электрический ток, направление которого остается неизменным; при постоянном сопротивлении цепи этот ток не изменяется ни по силе, ни по направлению.

Постоянный ток получают от генераторов постоянного тока, а также посредством выпрямления переменного тока. Источниками постоянного тока малой мощности являются аккумуляторы, гальванические элементы, фотоэлементы и солнечные батареи. Приемниками электрической энергии являются осветительные лампы, электрические двигатели, электронагревательные приборы и др.

Переменный ток в определенные промежутки времени изменяется по величине и направлению по определенному периодическому закону.

Переменный ток широко применяется в народном хозяйстве. Почти вся электрическая энергия вырабатывается в виде энергии переменного тока. Получение переменного тока основано на явлении электромагнитной индукции. Оно заключается в том, что при движении проводника в магнитном поле в проводнике появляется

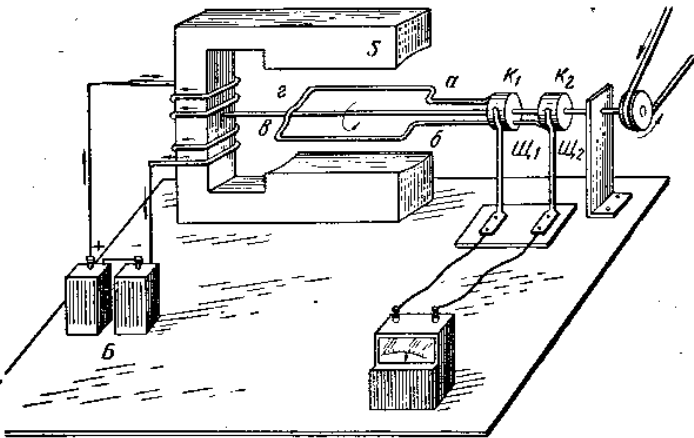


Рис. 109. Простейший генератор переменного тока

электродвижущая сила (э. д. с.) индукции, под действием которой в замкнутом проводнике образуется электрический ток.

Схема генератора переменного тока показана на рис. 109. Электромагнит с обмоткой, питаемый от источника B постоянного тока, создает между полюсами N и S магнитное поле, направленное снизу вверх. В этом поле помещен виток медной проволоки ab , ук-

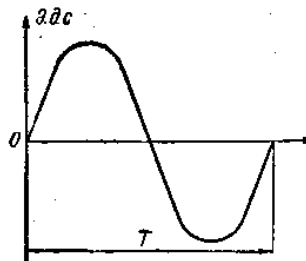


Рис. 110. График изменения переменного тока

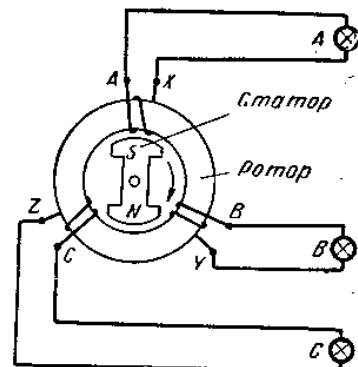


Рис. 111. Схема трехфазного генератора

репленный на оси, которая приводится в равномерное вращение посредством ременной передачи. Концы a и b витка припаяны к медным контактным кольцам K_1 и K_2 , жестко укрепленным на оси.

При вращении витка медные щетки $Щ_1$ и $Щ_2$, укрепленные неподвижно, скользят по контактным кольцам. За один оборот витка э. д. с. в проводнике растет от нуля до максимального значения и далее падает до нуля, имея одно направление, а затем, меняя свое направление, снова увеличивается от нуля до максимального значения и уменьшается от максимального значения до нуля (рис. 110).

Периодом T переменного тока называется время (в сек.), в течение которого он совершает полный цикл своего изменения по величине и направлению.

Частотой f переменного тока называется число периодов в секунду. Частота измеряется в герцах ($гц$). В СССР для питания осветительных и силовых сетей применяется электрический ток частотой 50 $гц$.

В промышленности применяется главным образом трехфазный ток. Трехфазный генератор (рис. 111) имеет три обмотки (фазы), сдвинутые одна по отношению к другой на 120° . Статор (неподвижная часть генератора) имеет три обмотки: $A-X$, $B-Y$, $C-Z$. Ротор (вращающаяся часть генератора) представляет собой электромагнит с полюсами N и S . При вращении ротора с постоянной скоростью в обмотках статора будут наводиться

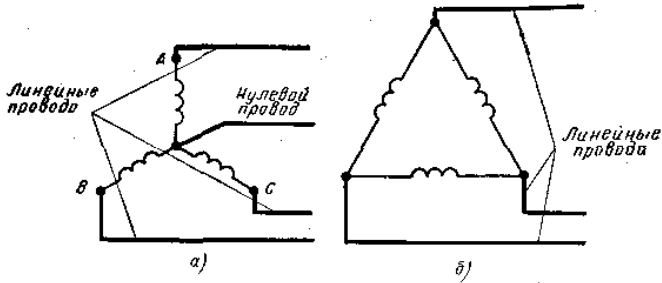


Рис. 112. Схема соединения обмоток трехфазного генератора: а — звездочкой, б — треугольником

э. д. с., имеющие одинаковые амплитуды и частоты, но сдвинутые по фазе на $1/3$ периода, т. е. на 120° .

В схеме, изображенной на рис. 111, имеются три независимые цепи A , B и C . Чтобы образовать из этих, пока независимых, однофазных систем единую трехфазную систему, необходимо соединить обмотки статора звездой или треугольником. При соединении звездой (рис. 112, а) соединяют вместе по одному концу от каждой обмотки статора. Такое соединение принимают за нулевую точку и к нему присоединяют нулевой провод. К оставшимся концам обмоток A , B и C подключают провода линии (линейные провода). При таком соединении система трехфазного тока имеет два различных напряжения: между линейным и нулевым проводами (фазное напряжение) и между линейными проводами (линейное напряжение).

Фазное напряжение в $\sqrt{3}$ раза меньше линейного. Соединение звездой дает возможность получать напряжение 380 в (линейное) и 220 в (фазное). Для питания электрических силовых установок используют напряжение 380 в, а для осветительной сети — 220 в.

При соединении треугольником (рис. 112, б) конец первой обмотки соединяют с началом второй, конец второй — с началом третьей, а начало первой — с концом третьей. Линейные провода подключают к точкам соединения концов обмоток. При таком соединении имеется лишь одно линейное напряжение.

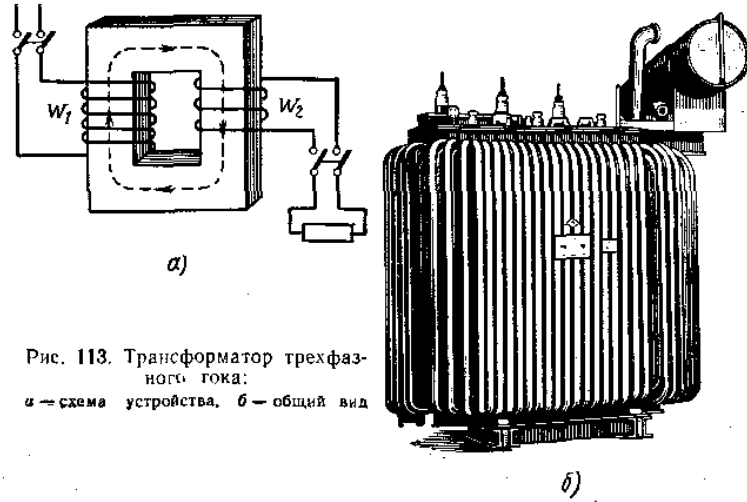


Рис. 113. Трансформатор трехфазного тока: а — схема устройства, б — общий вид

Для измерения различных электрических величин пользуются электроизмерительными приборами. Напряжение измеряют вольтметром, силу тока — амперметром, сопротивление — омметром и т. д.

В настоящее время широкое распространение получили комбинированные электроизмерительные многошкальные приборы, позволяющие измерять сопротивление, напряжение и силу переменного и постоянного тока.

Для преобразования переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения служат трансформаторы.

Трансформатор (рис. 113) имеет сердечник, набранный из пластин специальной электротехнической стали, на котором располагаются две или несколько изолированных друг от друга обмоток. Когда по первичной обмотке пропускают переменный электрический ток, в сердечнике возникает переменный магнитный поток, ко-

торый, пронизывая витки вторичной обмотки, создает в ней вторичный переменный ток. Трансформаторы бывают понижающие и повышающие. В понижающих трансформаторах число витков первичной обмотки больше числа витков вторичной, а в повышающих — наоборот. Отношение напряжений на концах первичной и вторичной обмоток трансформатора или отношение числа витков первичной обмотки к числу витков вторичной называют *коэффициентом трансформации*:

$$K = \frac{U_1}{U_2} = \frac{W_1}{W_2},$$

где K — коэффициент трансформации;
 U_1 и U_2 — напряжения первичной и вторичной обмоток, v ;
 W_1 и W_2 — число витков первичной и вторичной обмоток.

§ 41. АСИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ

Одним из основных узлов любого современного станка является электрический привод, состоящий из электродвигателя и других передач, сообщающих движение рабочим органам машины.

Для привода металлорежущих станков как правило служат трехфазные асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором, изготавливаемые для стандартных напряжений 127, 220, 380 и 500 в. Каждый электродвигатель можно включать в сеть только с двумя определенными значениями напряжений, например на 127 и 220, 220 и 380, 380 и 500 в. Такие двигатели называют асинхронными, потому что у них скорость вращения ротора не равна скорости вращения магнитного поля статора.

Для получения одного и того же тока в фазных обмотках двигателя надо при меньшем напряжении (127 и 220 в) включать обмотки статора треугольником, а при большем (380 и 500 в) — звездой.

Изменение направления вращения двигателя, т. е. реверсирование двигателя, осуществляется путем изменения порядка чередования фаз соответствующим переключением.

Современные асинхронные двигатели имеют достаточно высокий к.п.д., достигающий 90—93%.

§ 42. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АППАРАТУРА РЕЗЬБОФРЕЗЕРНЫХ СТАНКОВ

Резьбофрезерные станки имеют следующую электрическую аппаратуру.

Рубильники предназначаются для непосредственного присоединения электродвигателя к сети.

Предохранители служат для предотвращения протекания тока по проводам электрических цепей и машин, превышающего допустимую величину (например, в результате короткого замыкания).

Пакетные переключатели предназначаются для последовательного включения, переключения и выключения электродвигателя от сети. Применяются они, как и рубильники, для небольшого количества (15—20) включений в час.

Барабанные переключатели (контроллеры) предназначены для одновременного или последовательного переключения нескольких электрических цепей станка.

Путевые выключатели и переключатели применяют для выключения и переключения цепей управления станка при перемещении его узлов. Работа этих переключателей и выключателей заключается в том, что упор, установленный на рабочем органе, воздействует на путевой переключатель, производящий соответствующие переключения в схеме. Путевые переключатели могут служить для ограничения прямолинейного перемещения элементов станка (ограничитель хода), для переключения скорости механизмов в разных точках пути (быстрый подвод, рабочая подача, быстрый отвод) и т. д.

Магнитные пускатели предназначены для дистанционного или автоматического управления электродвигателями.

Реле времени применяются в схемах автоматизированного электропривода станков в качестве аппаратов, осуществляющих управление механизмами станка по времени.

Механическое (маятниковое) реле работает по принципу часового механизма и дает большую, чем электрическое реле, выдержку времени.

Тепловые реле предназначены для защиты электродвигателей от перегрева.

§ 43. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ РЕЗЬБОФРЕЗЕРНОГО СТАНКА 5К63

На рис. 114 приведена принципиальная электрическая схема станка 5К63.

Перед началом работы станок настраивают на фрезерование наружной или внутренней, правой или левой

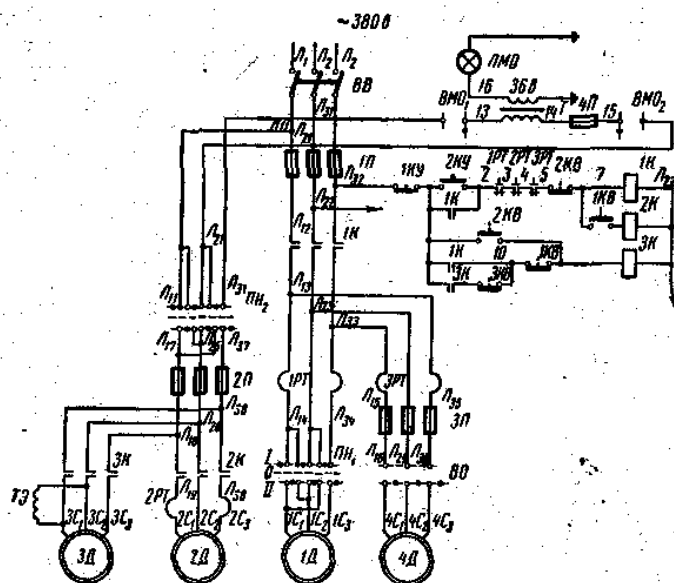


Рис. 114. Принципиальная электрическая схема станка 5К63

резьб. Для этого устанавливают в соответствующее положение рукоятки переключателей настройки $ПН_1$ и $ПН_2$, затем включают вводный выключатель $ВВ$, установив его рукоятку в положение «Включено». В исходном положении все нормально закрытые контакты закрыты, а все нормально открытые — открыты.

При нажатии на кнопку «Пуск» включается магнитный пускатель $1МП$, а через него и электродвигатель фрезерной головки $1Д$. Одновременно включается мотор электронасоса $4Д$, если рукоятка выключателя охлаждения $ВО$ находится в положении «Включено».

Включенный магнитный пускатель $1МП$ через свои нормально открытые контакты $1МП$ ($1-2$) сразу же переходит на самопитание, а другими закрывшимися нормально открытыми контактами включает магнитный пускатель $3МП$, который в свою очередь включает электродвигатель холостого хода $3Д$. Одновременно с ним включается электромагнит.

После включения станка фрезерная головка быстро подходит к обрабатываемой заготовке, кулачок распределительного диска автоматически нажимает на рычаг конечного выключателя $1КВ$; открываются его нормально закрытые ($10-11$) и закрываются нормально открытые ($7-8$) контакты. Магнитный пускатель $3МП$ отключается и выключается электродвигатель холостого хода $3Д$; включаются магнитный пускатель $2МП$ и электродвигатель $2Д$ рабочей подачи. На протяжении всего периода рабочего хода $1КВ$ остается нажатым — происходит фрезерование. После окончания фрезерования кулачок распределительного диска нажимает на рычаг конечного выключателя $2КВ$, нормально закрытые контакты его открываются и отключают магнитные пускатели $1МП$ и $2МП$, которые отключают электродвигатель фрезерной головки $1Д$ и рабочей подачи $2Д$. Закрывшиеся нормально открытые контакты $2КВ$ ($1-11$) выключают магнитный пускатель $3МП$, который приводит в движение электродвигатель холостого хода $3Д$. После этого рычаг конечного выключателя $1КВ$ освобождается, закрываются его нормально закрытые контакты ($10-11$), магнитный пускатель переходит на самопитание, освобождается от давления рычага конечного выключателя $2КВ$, открываются его нормально открытые контакты и закрываются нормально закрытые. В результате фрезерная головка быстро отходит от обрабатываемой заготовки и возвращается в свое исходное загрузочное положение. Конечным выключателем $3КВ$ отключается магнитный пускатель и, следовательно, электродвигатель холостого хода $3Д$. На этом полуавтоматический цикл заканчивается, устанавливается новая заготовка, и станок подготовлен к следующему рабочему циклу.

Схемой предусматриваются:

1. Автоматическое выключение электродвигателя подачи $2Д$ при любом выключении электродвигателя фрезерной головки $1Д$.

§ 44. ПОНЯТИЕ О ПРОИЗВОДСТВЕННОМ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССАХ И ИХ ЭЛЕМЕНТАХ

Производственный процесс представляет собой совокупность действий, в результате которых материалы и полуфабрикаты превращаются в готовую продукцию.

В производственный процесс входят не только основные, т. е. непосредственно связанные с изготовлением деталей и сборкой из них машины, но и все вспомогательные процессы, обеспечивающие возможность изготовления продукции (например, транспортирование материалов и деталей, контроль деталей, изготовление приспособлений и инструмента, ремонт оборудования, заточка инструмента и т. д.).

Технологическим процессом механической обработки называют часть производственного процесса, непосредственно связанную с изменением формы, размеров или свойств материала заготовки с целью получения из нее готовой детали.

Технологический процесс состоит из ряда операций. *Операцией* называется законченная часть технологического процесса обработки одной или нескольких заготовок, выполняемая на одном рабочем месте одним рабочим или бригадой и охватывающая все действия рабочего и станка до перехода к обработке следующей заготовки. Операция является основным элементом при разработке, планировании и калькуляции технологического процесса обработки заготовок или сборки машин. Операция может выполняться за одну или несколько установок заготовки.

Установкой называется часть операции, выполняемая при неизменном закреплении заготовки. Всякое пере-

2. Электродвигатель холостого хода *ЗД* и электродвигатель подачи *2Д* могут быть включены только после выключения электродвигателя фрезерной головки *1Д*.

3. Одновременное включение электродвигателей *2Д* и *ЗД* невозможно.

4. При остановке станка в любом положении дальнейшая работа возобновляется нажатием кнопки *2КУ* («Пуск») без нарушения цикла, т. е. продолжается рабочий или холостой ход в зависимости от того, в каком из этих положений был остановлен станок.

5. Если на станке применяется пневмосажим и, следовательно, имеется реле давления, то включение станка невозможно до тех пор, пока сила давления не повысится настолько, что закроются контакты реле давления.

Контрольные вопросы

1. Что называется электрическим током?
2. Чем отличается переменный ток от постоянного?
3. Как получается трехфазный ток?
4. Для чего служат трансформаторы?
5. Каков принцип работы трехфазного асинхронного электродвигателя?
6. Рассказать об электрооборудовании резьбофрезерных станков.

крепление обрабатываемой заготовки на станке будет новой установкой.

Операция может быть выполнена за один или несколько переходов.

Переходом называется часть операции, которая характеризуется неизменностью обрабатываемой поверхности, режущего инструмента и режима работы станка (числа оборотов, подачи и глубины резания).

Следующий переход начинается тогда, когда изменится какой-либо из указанных параметров.

Проход — часть перехода, во время которого снимается определенный слой материала без изменения настройки станка. Переход состоит из нескольких одинаковых, следующих друг за другом, проходов. Например, нарезание резьбы на токарно-винторезном станке обычно производится за 5—10 и более проходов.

Приемом называется законченное действие рабочего в процессе выполнения операции. Например, включение станка, закрепление фрезы на оправке, закрепление заготовки и т. д.

§ 45. ПОНЯТИЕ О БАЗАХ

При разработке технологического процесса механической обработки важно правильное базирование заготовки. *Базированием* заготовки называют установку и закрепление ее в определенном положении относительно станка и режущего инструмента. От правильности расположения заготовки относительно станка и режущего инструмента будет зависеть точность размера, точность геометрической формы и точность взаимного расположения обработанных поверхностей.

В технологии машиностроения базы делятся на конструкторские и технологические. *Конструкторскими* базами называют совокупность поверхностей, линий и точек на чертежах, от которых конструкторы проставляют размеры. Базы, используемые в технологическом процессе механической обработки и сборки, называют *технологическими*. Они подразделяются на установочные, сборочные и измерительные.

Установочными базами называют поверхности обрабатываемой заготовки, используемые при установке ее

в приспособлении или непосредственно на станке. При выполнении первой операции механической обработки, когда ни одна поверхность заготовки еще не обработана, ее устанавливают на необработанные поверхности, которые называют черновыми базами. Чистовыми базами называют обработанные поверхности, используемые для закрепления заготовки на станке при последующих операциях.

Сборочными базами называют сочетание поверхностей, по которым деталь ориентируется по отношению к другим деталям собираемой машины или узла.

Измерительными базами называют те поверхности или сочетание поверхностей, линий и точек, от которых производят отсчет размеров при измерении деталей.

Принцип постоянства баз состоит в том, что для выполнения всех операций обработки детали используют одну и ту же базу.

Под сменой баз понимают замену одних поверхностей детали или заготовки, используемых в качестве баз, другими. Смена баз бывает необходима тогда, когда невозможно обработать все поверхности заготовки с одной установки, когда деталь обрабатывается на различных станках, когда это приводит к сокращению затрат времени и к повышению точности и качества детали.

Каждый переход от одной базы к другой увеличивает накопление погрешностей базирования (установок) — погрешностей положения обрабатываемой детали относительно станка, приспособления и инструмента.

Принцип совмещения (единства) баз состоит в том, что при выборе баз различного назначения надо стремиться использовать одну и ту же поверхность в качестве различных баз, так как это способствует повышению точности обработки. Например, целесообразно в качестве измерительной базы использовать установочную базу. Еще более высокой точности обработки можно достигнуть, если сборочная база является одновременно установочной и измерительной.

За базу надо принимать такую поверхность, которая позволит ее использовать при выполнении максимального количества операций.

При выборе черновых баз нужно исходить из следующих основных положений.

1. Для заготовок, не обрабатывающихся кругом, сле-

дует, как правило, применять в качестве черновых баз поверхность, которая не обрабатывается совсем. Эта поверхность будет иметь наименьшее смещение относительно обработанных поверхностей. Если деталь имеет несколько таких поверхностей, то за базу принимают такую, которая должна иметь наименьшее смещение относительно обработанных поверхностей.

2. При обработке заготовок кругом следует принимать за черновые базы такие поверхности, которые имеют наименьший припуск на обработку. В этом случае обеспечивается наибольшая гарантия, что не получится брака из-за недостатка припуска на какой-либо обрабатываемой поверхности.

3. Поверхности, принимаемые за черновые базы, должны позволять надежно закреплять заготовку, чтобы можно было производить обработку на заданных режимах резания.

При выборе чистовых баз необходимо руководствоваться следующими основными положениями:

при обработке точных деталей за чистовую базу следует по возможности принимать ту поверхность, по которой готовая деталь устанавливается при сборке машины;

чистовые базы должны обеспечивать наименьшие деформации заготовки при ее закреплении и обработке.

На резьбофрезерных станках обрабатывают штучные заготовки со следующими базовыми поверхностями: наружной цилиндрической поверхностью и торцом; внутренней цилиндрической поверхностью и торцом; наружной или внутренней цилиндрической поверхностью и торцом, с одной стороны, и центровым отверстием, с другой; центровыми отверстиями с обеих сторон заготовки.

§ 46. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Технологический процесс изготовления деталей должен обеспечивать надежное выполнение требований, заданных рабочим чертежом и техническими условиями, высокую производительность труда и наименьшую себестоимость продукции. Разработка технологического процесса ведется для заданного размера производственной программы и включает решение следующих основных

вопросов: выбор вида заготовки, выбор общих и промежуточных припусков на обработку, разработку и обоснование выбранного варианта технологического процесса, выбор типов и размеров станков и другого оборудования для отдельных операций, выбор приспособлений, режущего, вспомогательного и измерительного инструмента, выбор материала режущей части инструмента; выбор режимов резания, составления технологических и операционных карт механической и термической обработки, установление норм машинного и штучного времени и др.

При выборе технологического процесса механической обработки следует руководствоваться следующими положениями:

1. Первой должна обрабатываться поверхность, которая принята за установочную базу.

2. При обработке установочной базы заготовку устанавливают по черновой базе.

3. После обработки установочной базы остальные поверхности обрабатывают в такой последовательности: сначала поверхности, имеющие наибольшие припуски, а затем поверхности в порядке возрастания их точности. Последней обрабатывается наиболее точная поверхность.

4. В большинстве случаев обработку заготовки целесообразно производить последовательно в несколько операций, а именно:

черновая обработка, при которой снимается основная масса материала;

чистовая обработка, при которой в основном уже обеспечивается заданная точность;

отделочная обработка, при которой обеспечивается требуемая чистота поверхности детали и окончательная точность ее формы и размеров.

5. Вначале рекомендуется обработать те поверхности, на которых вероятность появления брака наибольшая (решающая операция). Это позволяет освободиться от дальнейшей обработки заведомо негодной заготовки.

Разработка технологических процессов механической обработки для массового и крупносерийного производства ведется двумя методами: концентрацией и дифференциацией операций.

Концентрацией операций называется соединение не-

скольких операций в одну, более сложную, а *дифференциацией* — расчленение операций на несколько более простых.

Обработка заготовок на револьверных, многорезцовых, многошпиндельных станках, токарных автоматах и полуавтоматах, агрегатных станках и др. выполняется по методу концентрации операций.

В современном машиностроении технологический процесс изготовления деталей в массовом производстве осуществляется главным образом по методу концентрации операций.

При конструировании машин следует уделять внимание технологичности конструкции.

Под *технологичностью* конструкции понимают ее свойства, обеспечивающие в конкретных производственных условиях минимальные затраты на подготовку производства и на изготовление машин без ущерба для их качества. Технологичность конструкции машины обеспечивается при выполнении следующих основных требований: применения деталей несложных форм, стандартных и нормализованных деталей, правильном выборе материала и заготовок, возможности расчленения машины на отдельные сборочные единицы, собираемые и разбираемые независимо друг от друга и др.

Разработка технологического процесса механической обработки представляет собой довольно сложную и трудоемкую работу. Технолог, разрабатывающий технологический процесс, обычно руководствуется своим личным опытом. Поэтому иногда одни и те же технологические задачи технологами решаются по-разному. Одним из мероприятий, позволяющих ускорить и улучшить разработку технологических процессов, является создание типовых технологических процессов для определенных типов деталей (валов, втулок, зубчатых колес и др.). Они разрабатываются на основании обобщения передового опыта предприятий отечественного и зарубежного машиностроения, а также последних достижений науки и техники.

Заводские технологи при разработке технологического процесса механической обработки заготовок ориентируются на уже разработанный типовой технологический процесс и используют его применительно к конкретным производственным условиям.

§ 47. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Технологическая документация является основным средством регламентации производственного процесса. Она состоит из ряда форм, составляющих единую систему и содержащую необходимые данные не только для осуществления производственного процесса, но и для подготовки производства. Технологическая документация содержит также исходные данные для планирования организации производства и контроля качества обрабатываемых заготовок.

Основными формами технологической документации являются: ведомость прохождения заготовок и деталей по цехам, технологическая и операционная карты механической обработки, спецификации оснастки, карты изменений, технологический маршрут механической обработки и др.

Ведомость прохождения заготовок и деталей по цехам содержит указания последовательности движения заготовок по цехам и одновременно является основной спецификацией деталей, материалов и заготовок (в ведомости указывается количество деталей на изделие, чистый и черный вес деталей, материал и нормы его расхода).

Технологическую карту механической обработки применяют при составлении укрупненного технологического процесса и при проектных работах. В этой карте отсутствуют эскизы по отдельным переходам, а также данные о режимах резания. Для различных производственных условий применяются различные формы карт. В табл. 10 приведена технологическая карта механической обработки штупера (рис. 115).

Операционные карты составляются на каждую отдельную операцию. В них приводятся эскизы по отдельным переходам и ряд тех же сведений, что и в технологических картах, но излагаемых более подробно, что позволяет осуществлять операцию без рабочего чертежа обрабатываемой детали.

Табл. 11 является операционной картой фрезерования внутренней резьбы М56×1,5.

При разработке операционной карты фрезерования необходимо прежде всего выбрать тип станка, тип и размер фрезы, способ крепления заготовки, вспомога-

Технологическая карта механической обработки

Завод	Карта маршрутного технологического процесса механической обработки		Изделие	Наименование детали		Деталь №	Всего листов						
	Лист №	Лист №		Лист №	Лист №								
Характеристика	Заготовка				Вес детали, кг		Количество деталей						
	Материал	Сортамент	Тех. условия	Твердость	Размеры, мм	чистый	черный	ва изделие	в партии				
№ операции и переноса	Наименование и содержание операции				Цель	Принадлежность		Инструмент		Норма времени			
						Участок или линия	Тип	Оборудование	режущий	измерительный	время	под-закл.	штучного
		Модель	наименование	количество	наименование	количество	время	цена	время	цена	время		
I	Заготовительная Отрезать заготовку-шестигранник 50x67 на одну деталь												
II	Токарная Установить заготовку в трехкулачковый патрон и закрепить. Вывернуть бочене												
1	Подрезать торец начисто												
2	Центровать												
3	Сверлить отверстие Ø 32 до Ø 28 мм на проход												
4	Расточить отверстие до Ø 32 мм на проход												
5	Обточить под резьбу K 1 1/4" по копирной линейке												
6	Снять фаски 1x45° и 30° до Ø 48 мм												
7	Пригупить острые кромки												
III	Токарная Установить заготовку в трехкулачковый патрон, закрепить												
1	Подрезать второй торец l = 64 мм												
2	Обточить под резьбу K 1 1/4" по копирной линейке												
3	Снять фаски 1x45° и 30° до Ø 48 мм												
4	Пригупить острые кромки												
IV	Резьбофрезерная Установить деталь в сырых кулачках трехкулачкового патрона												
1	Фрезеровать резьбу K 1 1/4"												
2	Переставить деталь Фрезеровать резьбу K 1 1/4" с другой стороны												
				2	15	9.05	11	6.63	2	15	9.05	4,5	2.71
				2	25	15.1	8	4.82					

ный и измерительный инструмент. После этого назначаются режимы резбобрезерования в определенной последовательности (см. стр. 123) и производится настройка станка также в определенной последовательности (см. стр. 152).

Спецификация оснастки предназначена для расчета потребности в оснастке, заказа ее и комплектова-

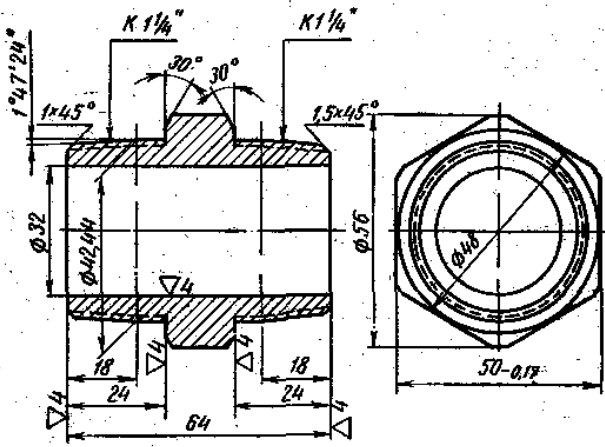


Рис. 115. Штуцер

ния рабочих мест необходимым режущим и измерительным инструментом и приспособлениями.

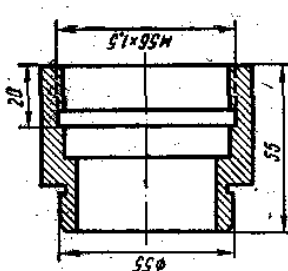
Карта изменений обеспечивает строгий порядок внесения изменений в действующий технологический процесс. Эти изменения могут быть вызваны новыми конструктивными решениями, а также совершенствованием действующего технологического процесса.

Технологический маршрут механической обработки содержит лишь указания последовательности выполнения операций и их краткое описание.

Строгое выполнение разработанного технологического процесса, оформленного в виде технологических, операционных и маршрутных карт механической обработки, карт термической обработки и т. д., т. е. соблюдение технологической дисциплины, является основным условием, обеспечивающим нормальный ход производства и получение

Таблица 11

Завод	Операционная карта механической обработки	Изделие	Наименование деталей		Деталь №	Операция	Резбобрезерная	Лист №	Всего листов
			Станок	Нажимная гайка					
			Станок	ИК62	ИК62-07-56	Фрезеровать резьбу М56×1,5			
Краткое содержание операции									
Станок, на котором производится обработка									
Резбобрезерный полуавтомат									
Заготовка									
Материал									
Сталь									
Приспособления									
Трехкулачковый патрон									
Пневматический									
Количество деталей									
в партии									
60									
Охлаждение									
Эмульсия									
Инструмент									
режущий									
наименование и шифр									
Фреза									
НР32×25×1,5Е									
ИВ-125									
количество									
1									
Инструмент									
вспомогательный									
наименование и шифр									
Оправка									
ИК628-89									
количество									
1									
Инструмент									
наименование и шифр									
Калибр									
56×2									
И32-12									
количество									
56									
Расчетные данные									
глубина резания, мм									
16									
длина прохода, мм									
1									
число проходов									
1									
Режимы резания									
скорость резания, м/мин									
28									
число оборотов в минуту									
300									
время резания, мин									
0,4									
Время, мин									
0,4									
Составил									
Дата									
Проверил									
Дата									
Нормировал									
Дата									
Утвердил									
Дата									
Машинное									
время резания, мин									
0,4									
время резания, мин									
0,4									
время резания, мин									
0,4									



высококачественной продукции. Всякое нарушение технологической дисциплины может нанести большой ущерб производству и поэтому недопустимо.

Действующие технологические процессы должны непрерывно совершенствоваться с целью повышения производительности труда, снижения себестоимости и улучшения качества выпускаемой продукции.

§ 48. ОБЩИЕ И МЕЖОПЕРАЦИОННЫЕ (ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ) ПРИПУСКИ НА ОБРАБОТКУ

*Общим припуском** на обработку называется слой металла или материала, удаляемый в процессе выполнения всех операций по обработке поверхности заготовки. Он определяется разностью размеров заготовки и готовой детали.

Промежуточным (межоперационным) *припуском* на обработку называется слой металла или материала, оставляемый при выполнении данного перехода для выполнения последующего перехода обработки поверхности заготовки.

Правильный выбор припусков имеет большое значение, так как от величины их зависит количество металла, переводимого в стружку. Удаление лишних слоев металла требует затраты лишнего времени, увеличения расхода электроэнергии, инструмента и т. д. Чрезмерно большие припуски снижают производительность труда.

Основным направлением при выборе припусков является снижение общих и промежуточных припусков на обработку, в особенности в условиях массового и крупносерийного производства. Заготовки по своим размерам и форме должны максимально приближаться к готовой детали.

Контрольные вопросы

1. Что называется операцией, установкой, переходом и переходом?
2. Какие бывают базы?
3. Что такое технологическая документация?

* Термин «припуск» точнее было бы различать в зависимости от характера выполняемого перехода. Слой металла, который удаляется на данном переходе, является избытком или излишком, а слой металла, который оставляют при выполнении этого перехода для последующей обработки, является собственно припуском.

ГЛАВА X

МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

§ 49. ЗНАЧЕНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Под *механизацией* технологических процессов обычно понимают замену человеческого труда работой машины. *Автоматизация* технологических процессов предусматривает механизацию обслуживания и управления машинами, их системами и производственными процессами в целом. Она охватывает области технологического процесса, оцениваемые вспомогательным временем и временем обслуживания рабочего места. Могут быть автоматизированы как отдельные элементы ручного управления и обслуживания, так и весь процесс. Непрерывный рост производительности труда в настоящее время обеспечивается в первую очередь механизацией ручных операций и автоматизацией производственных процессов.

Автоматизация является более высокой ступенью в развитии механизации.

Основным направлением работ в области механизации и автоматизации является переход к комплексной автоматизации, к созданию полностью автоматизированных участков, цехов и заводов.

Комплексная механизация и автоматизация должны прежде всего внедряться в наиболее трудоемкие виды производства: литейное, прокатное и сварочное, при транспортировке материалов, в области механической обработки металлов резанием и др.

В настоящее время при создании новых машин учитывается их способность работать в автоматических линиях.

Для широкого развития автоматизации необходимым условием является разработка типовых решений по отдельным автоматическим агрегатам и автоматическим линиям во всех отраслях машиностроения.

Быстрая смена многих объектов производства требует повышения универсальности автоматических машин, рас-

ширения номенклатуры обрабатываемых на них заготовок и возможности быстрой переналадки.

Многие выпускаемые в настоящее время металлорежущие станки оснащаются типовыми автоматическими загрузочными и разгрузочными устройствами, а также устройствами для автоматической подналадки инструмента в процессе обработки заготовок и для контроля качества готовых деталей. Механизованное и автоматизированное производство должно базироваться на прогрессивных технологических процессах.

Экономическая эффективность механизации и автоматизации технологических процессов определяется следующими показателями: повышением производительности труда, снижением себестоимости выпускаемой продукции, сокращением производственного цикла (длительности обработки), повышением качества продукции, облегчением условий труда, сроком окупаемости и др.

Механизация и автоматизация имеют не только большое экономическое, но и огромное социальное значение. В социалистических условиях автоматизация производственных процессов отвечает насущным интересам трудящихся, облегчает и коренным образом изменяет характер труда, создает условия для ликвидации различий между умственным и физическим трудом.

§ 50. МЕХАНИЗИРУЮЩИЕ И АВТОМАТИЗИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

В настоящее время имеется достаточно большое количество средств, позволяющих успешно решать задачу комплексной механизации и автоматизации технологических процессов.

С помощью этих средств автоматизируется транспортирование, загрузка, закрепление заготовок, управление движениями рабочих органов станка, подналадка, контроль размеров обрабатываемых заготовок, открепление и разгрузка готовых деталей и др.

Для производства массовых деталей широкое распространение получили автоматы и полуавтоматы, в которых все движения рабочего цикла, в том числе и управление, осуществляются автоматически, без участия рабочего.

Введение различных устройств позволяет освободить человека от ручного управления станками. Наличие эле-

ментов автоматизации (упоров, копиров и др.) облегчает управление станками.

Так, например, упоры позволяют точно перемещать суппорты станка, изменять направление их перемещений, останавливать станок по окончании обработки и т. д.

При обработке фасонных поверхностей на токарных, фрезерных и других станках применяют системы управления копирами, так называемые следящие системы. Копир представляет собой шаблон, деталь или чертеж с профилем, соответствующим профилю детали, которую нужно получить. Для обработки заготовок по копирам созданы следящие системы с механическим, гидравлическим, электрическим, оптическим и другими видами копирования.

Заданная поверхность обрабатывается резцом, фрезой или другими инструментами, получающими движение от механизма подачи, который управляется следящей системой.

В следящих копировальных системах с электрическим управлением механические перемещения копировального шупа преобразуются в электрические командные сигналы, управляющие электрическими двигателями или электромагнитными муфтами механизма подачи. В гидрокпировальных следящих системах шуп воздействует на золотник, управляющий гидравлическими механизмами подачи.

Копировальные устройства выполняют либо в виде приспособлений к имеющимся станкам (токарным, фрезерным и др.), либо органически встраивают в них и образуют копировальные автоматы или полуавтоматы.

Система управления с помощью распределительного вала позволяет автоматизировать цикл изготовления деталей. На распределительном валу станка устанавливают необходимые копиры, обеспечивающие синхронность движений заданного цикла обработки.

Прогрессивным направлением в решении задачи повышения качества выпускаемой продукции и сокращения до минимума затрат времени на контрольные операции является применение средств активного контроля непосредственно в процессе изготовления деталей. Для этого при автоматизации станков в них встраивают устройства, позволяющие получать заданные размеры обрабаты-

мых поверхностей. Внедрение активного контроля повышает производительность труда и снижает брак.

До 20—30 и более процентов вспомогательного времени расходуется на установку заготовок и снятие их со станков. Поэтому механизации и автоматизации загрузочных работ уделяется большое внимание. Механизация и автоматизация загрузки станков осуществляется с помощью загрузочных устройств, подающих заготовки в зону обработки.

Загрузочные устройства делятся на автоматические и неавтоматические. Автоматические загрузочные устройства для штучных заготовок делятся на магазинные, бункерно-магазинные и бункерные.

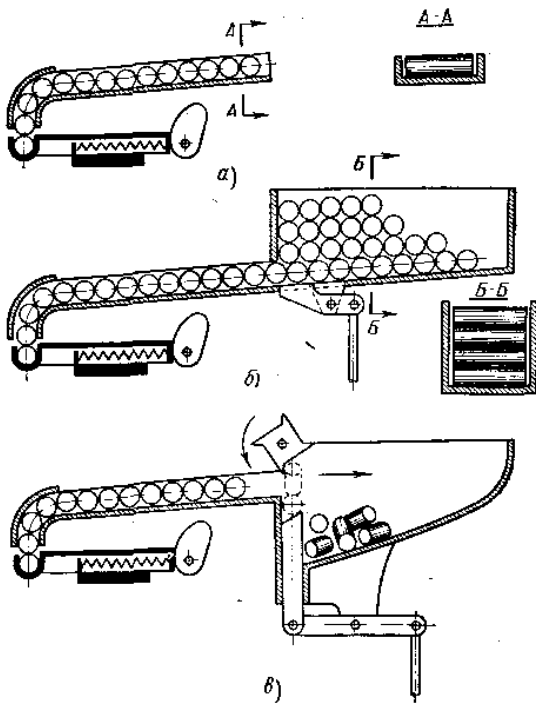


Рис. 116. Типы автоматических загрузочных устройств: а — магазинное, б — бункерно-магазинное, в — бункерное

В магазинных загрузочных устройствах (рис. 116, а) запас заготовок располагается в один ряд. Ориентируют заготовки вручную, в рабочую зону станка они подаются питателем или непосредственно из магазина.

В бункерно-магазинных загрузочных устройствах (рис. 116, б) заготовки располагаются в несколько рядов. Ориентируют заготовки вручную или специальным ориентирующим механизмом, не входящим в состав загрузочного устройства. Приемник заготовок из бункера (магазина) выполнен в виде лотка, габариты которого соответствуют размерам заготовок. В рабочую зону станка заготовки подаются питателем.

В бункерных загрузочных устройствах (рис. 116, в) заготовки сосредотачиваются беспорядочно (навалом). Другой вариант бункерного устройства показан на рис. 117.

Устройство имеет следующие механизмы: бункер 4, захватно-ориентирующий, служащий для захвата и ориентирования заготовок; приемное устройство, предназначенное для приема ориентированной заготовки (детали) в лоток; ворошитель, служащий для ворошения заготовок, и др. Магазин (накопитель) 1 служит для накопле-

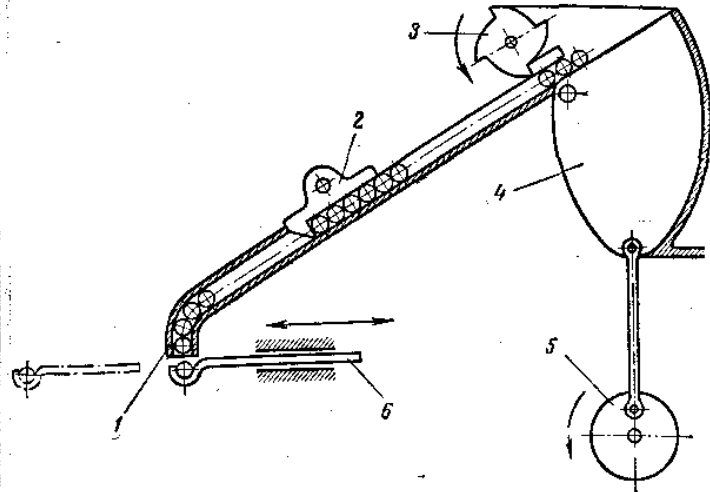


Рис. 117. Схема загрузочного устройства

ния заготовок в ориентированном положении. Отсекатель 2 обеспечивает отделение от потока одной или нескольких заготовок, а сбрасыватель 3 сбрасывает лишние или неправильно ориентированные заготовки. Питатель 6 обеспечивает подачу заготовок в зажимное приспособление станка. Привод 5 сообщает движение исполнительным механизмам.

Загрузочные устройства применяют при обработке штучных заготовок малых размеров на автоматах и полуавтоматах (бесцентрово-шлифовальных, токарных, накатных и др.). Используют загрузочные устройства и в автоматических линиях.

§ 51. АВТОМАТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ

Автоматической линией называют ряд станков, связанных между собой транспортными устройствами. На автоматических линиях заготовки обрабатываются без непосредственного участия рабочих под наблюдением наладчиков. Такие линии станков проектируют для массового изготовления изделий, устойчивых по конструкции, заготовки которых при закреплении не требуют индивидуальной выверки положения и удобных для транспортирования.

Число станков в линии определяется технологическим процессом. На каждом станке обрабатываемая заготовка должна быть точно установлена, зафиксирована и закреплена, что выполняют устройства для фиксации и зажима.

Для управления и согласованной работы всех механизмов линии снабжают аппаратурой управления. Указанные устройства являются обязательными для любой автоматической линии.

Для загрузки заготовок в начале линий применяют загрузочные устройства, автоматический контроль осуществляют специальные контрольные устройства, создание заделов между отдельными станками и участками линии обеспечивается устройствами для накопления заготовок. Накопители дают возможность сократить потери времени в случае вынужденной остановки какого-либо станка.

Автоматические линии из агрегатных станков применяют главным образом для обработки корпусных дета-

лей (блоков цилиндров, головок блоков, корпусов коробов передач, картеров и т. п.). В последние годы созданы комплексные автоматические линии, в которых автоматизированы не только операции механической обработки, но и другие технологические операции (литейные, кузнечно-прессовые, сварочные, штамповочные, термообработка, окраска, мойка, сушка, сортировка, маркировка, консервация, упаковка, сборка и др.).

В СССР такими комплексными автоматическими линиями являются: завод-автомат по производству автомобильных поршней, где без непосредственного участия рабочего в цикле выполняются все операции — от плавления чушек алюминия до упаковки комплекта поршней; автоматические цехи по производству шариковых, роликовых и карданных подшипников; автоматические линии для изготовления зубчатых колес, лемехов и многих других изделий.

В массовом производстве автоматические линии из агрегатных станков служат для изготовления какой-либо определенной детали.

В целях широкого внедрения комплексной автоматизации и механизации не только в массовом, но и в серийном производстве создаются быстропереналаживаемые автоматические линии. Их оснащают станками, допускающими возможность переналадки на изготовление деталей данного класса другого размера и мощными легко встраиваемыми в автоматические линии. Это серийные токарные, шлифовальные, зуборезные и другие автоматы, которые можно использовать и в обычном, неавтоматизированном производстве.

Такая автоматическая линия создана на заводе «Вольта» в Галлине для изготовления валов роторов электродвигателей различных габаритов. Для переналадки линии на изготовление валов другого размера затрачивается всего лишь четыре часа. На этой линии осуществляются элементы сборки, в том числе и напрессовка ротора на вал.

Внедрение этой линии позволило уменьшить производственную площадь в 1,4 раза по сравнению с той, какая потребовалась бы при старой технологии обработки, трудоемкость обработки валов снизилась более чем в 6 раз, а число производственных рабочих уменьшилось в 6 раз.

На станкостроительном заводе «Красный пролетарий» работает типовая быстропереналаживаемая автоматическая линия, на которой могут обрабатываться 10 наименований цилиндрических зубчатых колес диаметром от 100 до 225 мм. Обеспечивается выпуск 10—12 тыс. штук в год каждого наименования. Эта линия состоит из 9 автоматов, каждый из которых может работать отдельно с ручной или магазинной загрузкой. Переналадка линии на изготовление другой детали занимает 4 часа. Линию обслуживают два наладчика.

Автоматические линии могут компоноваться не только из новых станков-автоматов, но и из действующего модернизированного оборудования.

Так, например, завод «Фрезер» построил 15 автоматических линий из модернизированных металлорежущих станков, которые обеспечивают значительное повышение производительности труда и высокий техникоэкономический эффект.

Для изготовления наиболее распространенных деталей в крупносерийном и массовом производстве (валов, зубчатых колес, втулок, фланцев и др.) необходимо резко увеличить выпуск автоматических линий из легкопереналаживаемого типового оборудования. К концу семилетки предусматривается создание большого количества типовых станков и типовых автоматических линий. С этой целью разрабатываются конструкции типовых станков для выполнения основных операций, а также типовые узлы для автоматизации транспортирования, загрузки, контроля и других вспомогательных процессов.

§ 52. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА

Гидроприводы применяют главным образом для получения прямолинейных движений в механизмах подачи и главного движения протяжных, строгальных, шлифовальных, агрегатных и других станков.

Гидроприводы применяют также в механизмах управления станками, например для переключения передвижных блоков зубчатых колес в коробках скоростей и подач, для переключения муфт, тормозов и т. д.

Гидроприводы широко используют в приспособлениях к металлорежущим станкам для закрепления обрабатываемых заготовок, в блокировочных механизмах для пре-

дупреждения одновременного включения двух механизмов.

Основное преимущество гидропривода заключается в том, что он допускает бесступенчатое регулирование скоростей и подач рабочих органов в значительных диапазонах, обеспечивает автоматическое управление скоростями и подачами во время работы, получение значительных давлений и др. Гидравлические следящие устройства по сравнению с другими системами обладают наибольшей компактностью и надежностью в работе.

К недостаткам гидроприводов относятся: утечка рабочей жидкости (масла) через уплотнения и зазоры, проникновение воздуха в рабочую жидкость, изменение свойств рабочей жидкости в зависимости от температуры. Однако эти недостатки не могут существенно ограничивать область применения гидроприводов.

Рабочие жидкости в гидросистемах подвергаются воздействию переменных давлений, скоростей и температур. Поэтому к ним предъявляют ряд требований для обеспечения стабильности их работы, а именно: жидкости не должны выделять паров при рабочих температурах; не должны содержать, поглощать и выделять воздух; не должны создавать пену, вызывать коррозию механизмов станка и приспособлений; должны обладать хорошей смазывающей способностью и химической стойкостью; обладать вязкостью, не вызывающей чрезмерных утечек; не должны разрушать уплотнения; должны удовлетворять условиям пожарной безопасности.

Наиболее пригодной рабочей жидкостью для гидросистем является очищенное минеральное масло. Широкое применение получили масла веретенное, турбинное и индустриальное 30, в которых почти полностью отсутствуют механические примеси, а также водорастворимые кислоты и щелочи.

При высоких скоростях работы следует использовать менее вязкие масла, несмотря на большую их утечку, так как с увеличением вязкости возрастают потери на трение в трубопроводах и в гидравлической аппаратуре.

Вязкость масел зависит от давления и особенно от температуры, она возрастает с понижением температуры и повышением давления.

Гидравлические устройства металлорежущих станков состоят из гидравлического привода, гидравлических пе-

редач, механизмов управления и вспомогательных механизмов.

В гидравлических системах применяют шестеренные, лопастные и поршневые насосы. Поршневые и лопастные насосы могут быть регулируемые и нерегулируемые. Шестеренные насосы бывают только нерегулируемые, т. е. с постоянной производительностью.

Шестеренные насосы состоят из двух сцепляющихся зубчатых колес, вращающихся в корпусе с малыми зазорами (рис. 118). При вращении колес масло вытесняется из впадин между зубьями, так что в местах выхода зубьев из зацепления образуется вакуум, способствующий засасыванию масла из бака. Более плавную работу насоса и равномерность подачи масла обеспечивают косозубые и шевронные зубчатые колеса.

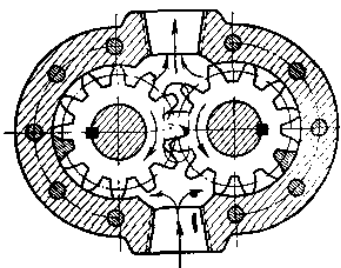


Рис. 118. Схема работы шестеренного насоса

Лопастные насосы предназначены для нагнетания масла в гидросистему и работают подвижными лопатками, нагнетающими масло из одной полости в другую. В статоре такого насоса находится статорное кольцо 5 (рис. 119) эллиптического профиля. В отверстии статорного кольца помещается цилиндрический ротор 4, вращающийся от электродвигателя. На роторе под углом $\alpha = 13 \div 14^\circ$ к радиусу профрезерованы 12 канавок, в которые вставлены лопасти 9. При работе насоса лопасти под действием центробежной силы и давления масла прижимаются к внутренней поверхности статорного кольца 5. Статор имеет две боковые планки 7 (показана только одна) с окнами 6, 8, 10 и 3, которые сообщаются с полостями всасывания и нагнетания.

При вращении ротора лопасти попарно захватывают масло из окон 8 и 3 полости всасывания и нагнетают в окна 6 и 10 полости нагнетания. За один оборот ротора лопасти дважды выдвигаются из пазов, образуя камеры, в которые масло засасывается, а затем нагнетается в систему. Масло из окон 8 и 3 поступает в кольцевую вы-

точку 2 и через отверстие 1 попадает в тыловую часть лопастей, прижимая их к стене статора. Поршневые насосы предназначены для нагнетания

масла в гидросистему. От лопастных они отличаются тем, что всасывание и нагнетание масла производится поршневым механизмом.

В цилиндрическом корпусе статора 3 (рис. 120) помещен эксцентрично вращающийся ротор 4, который сидит на неподвижном валу 5.

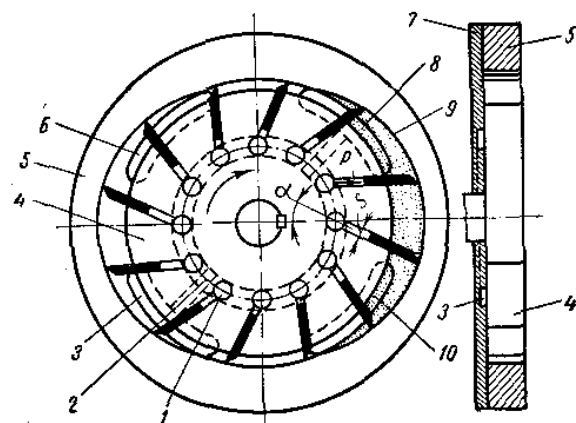


Рис. 119. Схема работы лопастного насоса двойного действия

Вал 5 имеет две изолированные друг от друга внутренние полости — верхнюю полость всасывания с каналами и нижнюю полость нагнетания с каналами. На вращающемся роторе 4 радиально

нагнетается в систему. Масло из окон 8 и 3 поступает в кольцевую вы-

точку 2 и через отверстие 1 попадает в тыловую часть лопастей, прижимая их к стене статора.

Поршневые насосы предназначены для нагнетания

масла в гидросистему. От лопастных они отличаются тем, что всасывание и нагнетание масла производится поршневым механизмом.

В цилиндрическом корпусе статора 3 (рис. 120) помещен эксцентрично вращающийся ротор 4, который сидит на неподвижном валу 5.

Вал 5 имеет две изолированные друг от друга внутренние полости — верхнюю полость всасывания с каналами и нижнюю полость нагнетания с каналами. На вращающемся роторе 4 радиально

нагнетается в систему. Масло из окон 8 и 3 поступает в кольцевую вы-

точку 2 и через отверстие 1 попадает в тыловую часть лопастей, прижимая их к стене статора.

Поршневые насосы предназначены для нагнетания

масла в гидросистему. От лопастных они отличаются тем, что всасывание и нагнетание масла производится поршневым механизмом.

В цилиндрическом корпусе статора 3 (рис. 120) помещен эксцентрично вращающийся ротор 4, который сидит на неподвижном валу 5.

Вал 5 имеет две изолированные друг от друга внутренние полости — верхнюю полость всасывания с каналами и нижнюю полость нагнетания с каналами. На вращающемся роторе 4 радиально

нагнетается в систему. Масло из окон 8 и 3 поступает в кольцевую вы-

точку 2 и через отверстие 1 попадает в тыловую часть лопастей, прижимая их к стене статора.

Поршневые насосы предназначены для нагнетания

масла в гидросистему. От лопастных они отличаются тем, что всасывание и нагнетание масла производится поршневым механизмом.

В цилиндрическом корпусе статора 3 (рис. 120) помещен эксцентрично вращающийся ротор 4, который сидит на неподвижном валу 5.

Вал 5 имеет две изолированные друг от друга внутренние полости — верхнюю полость всасывания с каналами и нижнюю полость нагнетания с каналами. На вращающемся роторе 4 радиально

нагнетается в систему. Масло из окон 8 и 3 поступает в кольцевую вы-

точку 2 и через отверстие 1 попадает в тыловую часть лопастей, прижимая их к стене статора.

Поршневые насосы предназначены для нагнетания

масла в гидросистему. От лопастных они отличаются тем, что всасывание и нагнетание масла производится поршневым механизмом.

В цилиндрическом корпусе статора 3 (рис. 120) помещен эксцентрично вращающийся ротор 4, который сидит на неподвижном валу 5.

Вал 5 имеет две изолированные друг от друга внутренние полости — верхнюю полость всасывания с каналами и нижнюю полость нагнетания с каналами. На вращающемся роторе 4 радиально

нагнетается в систему. Масло из окон 8 и 3 поступает в кольцевую вы-

точку 2 и через отверстие 1 попадает в тыловую часть лопастей, прижимая их к стене статора.

Поршневые насосы предназначены для нагнетания

масла в гидросистему. От лопастных они отличаются тем, что всасывание и нагнетание масла производится поршневым механизмом.

В цилиндрическом корпусе статора 3 (рис. 120) помещен эксцентрично вращающийся ротор 4, который сидит на неподвижном валу 5.

Вал 5 имеет две изолированные друг от друга внутренние полости — верхнюю полость всасывания с каналами и нижнюю полость нагнетания с каналами. На вращающемся роторе 4 радиально

нагнетается в систему. Масло из окон 8 и 3 поступает в кольцевую вы-

точку 2 и через отверстие 1 попадает в тыловую часть лопастей, прижимая их к стене статора.

Поршневые насосы предназначены для нагнетания

масла в гидросистему. От лопастных они отличаются тем, что всасывание и нагнетание масла производится поршневым механизмом.

В цилиндрическом корпусе статора 3 (рис. 120) помещен эксцентрично вращающийся ротор 4, который сидит на неподвижном валу 5.

Вал 5 имеет две изолированные друг от друга внутренние полости — верхнюю полость всасывания с каналами и нижнюю полость нагнетания с каналами. На вращающемся роторе 4 радиально

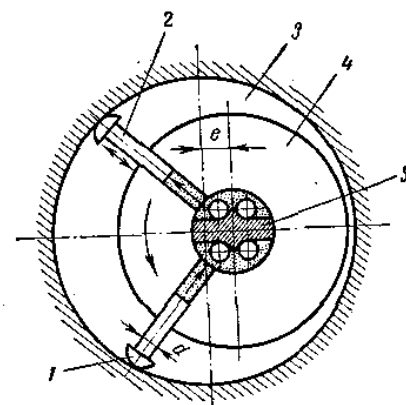


Рис. 120. Схема работы поршневого насоса

расположены поршни (на рисунке показаны только 1 и 2). При вращении ротора каждый из поршней, выдвигаясь из своего цилиндрического отверстия, засасывает масло через каналы в полость всасывания; при дальнейшем вращении ротора поршни получают движение к центру и подают масло в полость нагнетания. Таким образом, за один оборот ротора одни поршни всасывают масло из верхней полости неподвижного вала, а другие

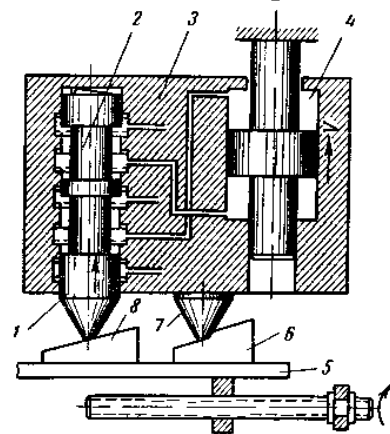


Рис. 121. Схема гидроконтролируемой системы с независимой продольной подачей

нагнетают масло в нижнюю полость вала, осуществляя непрерывный поток движения масла в гидросистеме.

В последние годы большое распространение получили гидроконтролируемые следящие системы. В них исполнительными органами, осуществляющими перемещения рабочих органов станка, являются гидроцилиндры, управляемые гидравлическим датчиком.

В гидроконтролируемой следящей системе с независимой продольной подачей обрабатываемая заготовка 6

(рис. 121) и копир 8 закрепляются на столе 5, который получает равномерное перемещение от ходового винта. Копировальный шуп 1 непосредственно связан с управляющим золотником 2, регулирующим подачу масла в обе полости цилиндра 4, шток которого жестко закреплен. Копировальная головка 3 перемещается поперечно по отношению к поршню цилиндра 4. Когда шуп находится в нейтральном положении, золотник перекрывает доступ масла от насоса в обе полости цилиндра, и корпус копирующей головки неподвижен. Если же шуп под действием копира переместится вверх, то золотник откроет доступ маслу в верхнюю полость цилиндра, и масло из нижней полости пойдет на слив. Это будет продолжаться до

тех пор, пока корпус головки вместе с инструментом (фрезой 7) не займет прежнего положения относительно золотника, т. е. пока рабочий инструмент не переместится на такую же величину, как и шуп. Аналогичная картина наблюдается и при движении шупа по копиру вниз.

В настоящее время широко применяются гидроконтролируемые суппорты к универсальным токарно-винторезным станкам.

Гидроконтролируемое устройство, установленное на токарном станке, позволяет автоматизировать перемещение суппорта при обработке ступенчатых валов сложной конфигурации.

§ 53. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА

Системы автоматического управления представляют собой совокупность элементарных механизмов и устройств, обеспечивающих заданную последовательность действия механизмов. Элементарный механизм, как правило, состоит из датчика, промежуточного и исполнительного звеньев. Датчики служат для подачи команд и регулирования процесса (например, скорости перемещения исполнительного органа).

Для того, чтобы станок выполнил требуемый прием обработки, на датчик должно быть оказано какое-то воздействие. Такое воздействие может быть оказано движущимися частями станка, изменением размера обрабатываемой заготовки, изменением скорости механизмов, давления рабочей среды и т. д.

В металлорежущих станках применяют путевые, размерные и силовые датчики. Путевыми датчиками механического типа являются подвижные и неподвижные упоры и кулачки. При встрече подвижной части станка с упором осуществляется движение промежуточного или исполнительного звена.

Путевые датчики (переключатели) выполняются чаще всего на электрической, пневматической или гидравлической основе, сигнал от которых поступает к исполнительным органам непосредственно или через промежуточные звенья.

Электрические путевые датчики контактного типа применяются для замыкания и размыкания электрической цепи управления в момент достиже-

ния движущейся частью станка заданной точки. Они также называются переключателями и выключателями.

Путевые переключатели служат чаще всего для переключения скорости (быстрый подвод, рабочая подача, отвод, обратный ход и т. д.), для ограничения хода и остановки движущихся частей в определенный момент пути.

Электрические размерные датчики применяются для замыкания или размыкания контактов электрической цепи управления при достижении обрабатываемой поверхностью заданного размера.

Силовые датчики создают командный импульс в момент, когда усилие в соответствующих механизмах станка или давление рабочей среды в системе управления достигает заданного значения.

В промежуточном звене происходит преобразование первоначального импульса, образуемого датчиком. Мощность сигналов, снимаемых с измерительных и преобразующих приборов, в большинстве случаев настолько ничтожна, что ее недостаточно для срабатывания исполнительного устройства. Поэтому необходимо усиливать выходные величины сигналов измерительных приборов с помощью различных усилителей: магнитных, электромашинных и др.

Уменьшители служат для ослабления импульса, получаемого от датчика при передаче его к исполнительному органу. В качестве уменьшителей применяют трансформаторы, постоянные и переменные сопротивления.

К числу промежуточных звеньев элементарных механизмов, кроме усилителей и уменьшителей, относятся различные вычислительные и сравнивающие устройства, а также измерители (для непрерывного измерения скорости) и др. Исполнительное звено осуществляет заданный прием управления. Оно включает различные электрические, электромеханические и другие двигатели или электромагнитные муфты.

Электромагнитные фрикционные муфты являются устройствами для передачи крутящего момента путем использования магнитного потока для сцепления фрикционных поверхностей.

Они осуществляют сложные автоматические переключения станков, прессов и других машин. Применение электромагнитных муфт освобождает рабочего от пере-

ключений рычагов и рукояток, требующих затрат рабочего времени. С помощью электромагнитных муфт переключаются зубчатые колеса, выполняется реверсирование электродвигателей, соединение концов двух валов, регулирование величины передаваемого момента, обеспечивается дистанционное управление процессами переключения.

Одним из средств автоматизации станка является оснащение его цифровой системой программного управления. Сущность цифрового программного управления заключается в преобразовании заданной программы работы станка, записанной в виде чисел на программном носителе (перфокарте, перфоленте, магнитной ленте и др.) в электрические сигналы, управляющие движениями исполнительных органов станка.

Станки с программным управлением позволяют: автоматизировать производство, осуществить многостаночное обслуживание, повысить производительность труда и культуру производства и допускают быструю переналадку.

Кроме того, станки с программным управлением могут обслуживать рабочие невысокой квалификации. Наладчики же этих станков должны иметь высокую квалификацию.

В станках с цифровым программным управлением имеются задающее и считывающее устройства, система исполнения команд. Некоторые станки снабжены следящим механизмом в системе исполнения команд. В задающем устройстве образуются управляющие сигналы, которые передаются в следящий механизм. Последний сравнивает заданную программу с выполненной и при их расхождении подает сигналы исполнительному устройству для корректирования траектории движения режущего инструмента.

Если, например, требуется обеспечить траекторию центра фрезы по кривой (рис. 122, а), то фактическая траектория центра фрезы будет ломаной линией (рис. 122, б), проходящей через опорные точки 1, 2, 3 и т. д. Координаты этих точек определяют числа, которые следует нанести на перфоленту или перфокарты. Движение в данном случае обеспечивается сочетанием двух подач — поперечной и продольной по оси X и Y. Минимальное перемещение исполнительного органа по координ-

натным осям, соответствующее одному электрическому импульсу, называется элементарным шагом. Величина его должна быть меньше допустимой погрешности обработки. При автоматизации технологических процессов с помощью вычислительных устройств используют различ-

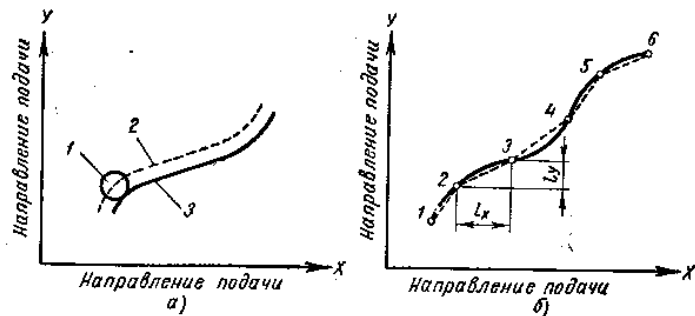


Рис. 122. Траектория движения центра фрезы:
а — теоретическая, б — фактическая

ется при кодировании в двоичной системе счисления. Основанием двоичной системы является число 2. Возводя число 2 в целую степень (0, 1, 2, 3, 4 и т. д.), получим ряд: $2^0, 2^1, 2^2, 2^3, 2^4, 2^5, \dots$ и т. д., который соответствует ряду: 1, 2, 4, 8, 16, 32 и т. д. Любое число в двоичной системе счис-

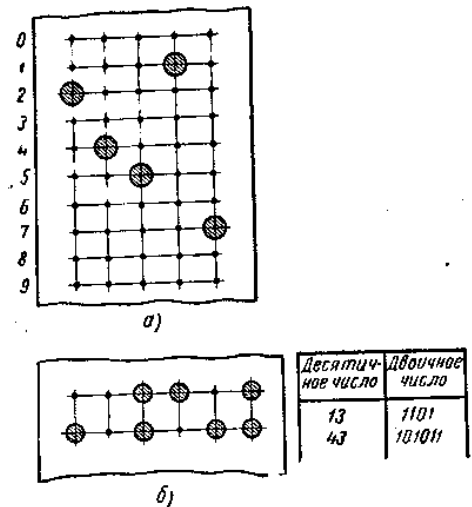


Рис. 123. Перфорированные программы:
а — при десятичной системе счисления, б — при двоичной системе счисления

ные способы кодированной записи чисел — в десятичной, двоичной или двоично-десятичной системе счисления.

Десятичная система счисления, которой обычно пользуются для записи чисел, имеет десять различных знаков: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

В двоичной системе счисления для записи чисел имеются только две цифры (знака) — 0 и 1. Любое число десятичной системы может быть изображено в двоичной системе с помощью этих двух цифр.

Чтобы записать какое-то число на перфоленте десятичным кодом, необходимо иметь 10 строк, т. е. столько, сколько знаков принято в этой системе. Вертикальные колонки отводятся под числа разрядов чисел, которые могут встретиться в записываемой программе. Так, например, для записи числа 24517 (рис. 123) в первой правой колонке пробивается число 7, во второй 1, в третьей 5 и т. д. Таким образом, чтобы записать какое-то число на перфоленте десятичным кодом, необходимо иметь $10n$ позиций, где n — число разрядов в числе. В нашем примере для записи числа 24517 потребуется $10 \times 5 = 50$ позиций, из которых пробиваются только 5.

Краткость записи цифровой информации обеспечива-

ления может быть представлено как сумма нескольких чисел, слагаемые которой являются числом 2 в разной степени. Так, например, число 13 можно записать следующим образом:

$$13 = 2^3 + 2^2 + 0 \cdot 2 + 2^0.$$

Чтобы преобразовать число из десятичной системы счисления в двоичную, необходимо произвести последовательное деление десятичного числа на два, как показано в табл. 12 на примере числа 43.

Таблица составляется следующим образом: делимое делится на два и частное записывается под делимым, а остаток рядом. Правый столбец, составленный из остатков после деления на два и представляет собой изобра-

жение чисел в двоичной системе. При этом самый верхний знак записывается справа, т. е.

$$43 = 101011 (43 = 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2 + 1 \cdot 2^0).$$

Для записи в двоичной системе ограничиваются одной строкой и пробивают отверстия круглой или прямоугольной формы только для знаков 1.

Таблица 12

Преобразование чисел десятичной системы в двоичную

Деление и частное	Остаток	Деление и частное	Остаток
43	—	2	1
21	1	1	0
10	1	0	1
5	0		

На рис. 123 приведена запись перфорированной программы в двоичной системе счисления числа 1101 (десятичного 13) и числа 101011 (десятичного 43).

Для расшифровки записанной на ленте или карте программы применяют электрические, фотоэлектрические или пневматические дешифраторы. Кроме записей на перфорированной ленте или карте, применяют программы, записываемые на магнитную ленту, киноплёнку, киноленту и другие программы.

Любая система программного управления состоит, как правило, из следующих устройств:

- программносителя, на котором записана программа работы исполнительных механизмов станка;
- устройства ввода программы;
- считывающего устройства, которое превращает программу в электрические сигналы управления;
- преобразующего устройства, которое преобразует полученные сигналы в рабочие команды и подает их приводу исполнительных органов станка;
- привода исполнительных органов станка;
- системы обратной связи для активного контроля соответствия действительных перемещений исполнительных органов с заданными по программе.

В настоящее время системы программного управления применяют в основном только для управления отдельными станками.

В ближайшем будущем их будут использовать для управления автоматическими линиями, цехами и заводами.

§ 54. МНОГОСТАНОЧНАЯ РАБОТА

Многостаночное обслуживание заключается в одновременной работе одного рабочего на нескольких станках. Все ручные работы на каждом из обслуживаемых станков (установка и закрепление обрабатываемой заготовки, пуск и остановка станка, снятие готовой детали и т. д.) производятся во время обработки заготовок на остальных станках.

Число станков, которое может обслуживать один рабочий, определяется из следующего условия: время машинной работы на одном станке должно быть равно или больше суммы времени, необходимого для выполнения ручных приемов на всех остальных одновременно обслуживаемых станках. Если время машинной работы одного станка больше суммы времени, необходимого для выполнения ручных приемов на всех остальных одновременно обслуживаемых станках, то разница во времени будет представлять незагруженное — свободное время рабочего. Следует также учитывать время, необходимое для замера деталей и наблюдения за работой станков.

Для многостаночного обслуживания необходимо соблюдение определенных условий:

- многостаночник должен свободно владеть всеми ручными приемами работы;
- обслуживаемые станки должны автоматически выключаться после окончания цикла обработки;
- многостаночник должен быть освобожден от выполнения вспомогательных работ по обслуживанию рабочего места (доставка заготовок и инструмента на рабочее место, транспортирование обработанных деталей, заточка инструмента и т. д.);
- расстановка одновременно обслуживаемых станков должна обеспечивать максимальное сокращение времени на переходы рабочего от одного станка к другому;

требуется максимальная механизация всех ручных приемов работы, связанных с значительным физическим напряжением (подъем, установка и снятие тяжелых заготовок и деталей и др.).

Контрольные вопросы

1. Какое значение имеет автоматизация и механизация производственных процессов?
2. Какие бывают автоматические линии?
3. Назвать основные виды насосов.
4. Для чего служат компрессоры и на чем основан принцип их работы?
5. В чем заключается программное управление станками?
6. Какие условия необходимы для многостаночного обслуживания?

ГЛАВА XI СВЕДЕНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ЭКОНОМИКЕ ПРОИЗВОДСТВА

§ 55. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Производственные отношения в социалистическом государстве основываются на общественной собственности на средства производства.

Работают на социалистических предприятиях свободные от эксплуатации люди. Распределение предметов потребления осуществляется по труду.

Социалистическое производство развивается строго по плану на основе новейшей техники и технологии, новых методов организации производства, на базе наиболее эффективного и разумного использования материальных богатств и трудовых ресурсов. Все это обеспечивает непрерывный рост производительности труда, которая определяется количеством продукции, выпускаемой работающим в единицу времени. Огромную роль в повышении производительности труда играет механизация и автоматизация производственных процессов.

Потребность народного хозяйства в машинах различного типа неодинакова. Некоторые из них требуются в больших количествах, другие же необходимо иметь в малых количествах, исчисляемых десятками или даже единицами. В связи с этим различают три типа производства: единичное, серийное и массовое.

Единичным называется такое производство, при котором выпуск каждого наименования изделий производится в очень небольших количествах.

Серийным называется производство, при котором изготовление изделий данного наименования периодически повторяется.

В зависимости от величины партии или серии выпуска изделий различают мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное производство.

При серийном производстве на большинстве рабочих мест последовательно выполняются различные операции над отдельными партиями (сериями) заготовок.

Массовым называется такое производство, при котором одинаковые изделия изготавливаются в большом количестве в течение длительного времени. При массовом производстве на большинстве рабочих мест выполняются одни и те же закрепленные за ними операции. Производство, при котором операции обработки заготовок (или сборки машин) закреплены за рабочими местами, расположенными в порядке выполнения операций, а обрабатываемые заготовки (или собираемые узлы машины) последовательно перемещаются с одного рабочего места на другое, называется поточным.

Во главе государственного промышленного предприятия (завода) стоит директор, который управляет предприятием на основе принципа единоначалия. Директор организует всю производственную деятельность предприятия и несет полную ответственность за его работу.

Первым заместителем директора предприятия является главный инженер, который руководит производственно-технической деятельностью предприятия. На многих предприятиях директор имеет заместителя по материально-техническому снабжению и сбыту, помощника по кадрам и быту.

К участию в управлении производством широко привлекаются партийные, профсоюзные, комсомольские и другие общественные организации. Однако они не подменяют своей деятельностью работу того или иного руководителя, который является единоначальником, а лишь помогают ему в решении производственных вопросов.

Большую роль в решении производственных и хозяйственных вопросов на предприятиях и стройках играют постоянно действующие производственные совещания. Они создаются на предприятиях и в цехах с числом работающих 100 человек и более. Для выполнения текущей работы такое совещание выбирает президиум из 5—15 человек, который готовит очередные заседания, информирует работников о плане работы и решениях совещания, организует контроль за выполнением принятых решений и предложений. Постоянно действующие производственные совещания созываются не реже одного-двух раз в квартал, а в цехах — один раз в месяц.

Основными производственными единицами промышленного предприятия являются цехи и участки.

Большую роль в обеспечении нормальной работы любого предприятия играют его отделы.

Плановый отдел разрабатывает проекты перспективных планов и годовых техпромфинпланов предприятия, анализирует их выполнение, доводит плановые задания до цехов и производственных участков, следит за выполнением плановых заданий, организует внутриводской хозрасчет, составляет отчеты о выполнении планов.

Отдел труда и заработной платы занимается вопросами нормирования труда и заработной платы работников предприятия, разрабатывает мероприятия по повышению производительности труда, развитию социального соревнования, обобщает и внедряет передовые методы труда. При отсутствии на заводе отдела труда и заработной платы его функции выполняют плановый и технический отделы.

Технический отдел разрабатывает мероприятия по техническому развитию предприятия: совершенствованию выпускаемой продукции, созданию и освоению новых видов продукции, соответствующих последним достижениям науки и техники, комплексной механизации и автоматизации производственных процессов, внедрению новых прогрессивных технологических процессов и передовых методов организации производства, осуществляет контроль за соблюдением технологической дисциплины.

На крупных предприятиях функции технического отдела разделяются между отделом главного конструктора и отделом главного технолога.

Отдел главного конструктора ведает вопросами создания конструкций новых изделий.

Отдел главного технолога разрабатывает и внедряет прогрессивные технологические процессы.

Отделы главного механика и главного энергетика организуют бесперебойную работу всего технологического оборудования и энергетического хозяйства предприятия, снабжение предприятия необходимыми видами энергии, ремонт и модернизацию оборудования, осуществляют контроль за правильной технической эксплуатацией оборудования и монтажом вновь поступающего оборудования.

Отдел технического контроля осуществляет постоянный контроль за выпуском высококачественной и комплектной продукции, соответствующей установленным стандартам и техническим условиям, выявляет причины брака и разрабатывает мероприятия по их устранению. Начальник отдела технического контроля наравне с директором предприятия несет ответственность за качество и комплектность выпускаемой продукции. В отдельных случаях рабочие, изготавливающие детали, сами же производят их контроль. На небракованных деталях они ставят личное клеймо (или бирку с клеймом), минуя ОТК.

Кроме того, на заводах имеются отделы: снабжения и сбыта, кадров и технического обучения, бухгалтерия и др.

При отделах главного конструктора и главного технолога имеются заводские лаборатории. В них проводятся экспериментальные и научно-исследовательские работы по совершенствованию конструкции изготавливаемых машин и технологии их изготовления, а также контроль качества выпускаемой продукции.

§ 36. ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ

Техническое нормирование является важнейшим элементом социалистической организации труда, способствующим непрерывному повышению производительности труда, повышению культурно-технического уровня и их материального благосостояния. Экономия рабочего времени и материальная заинтересованность работающих являются основой роста производительности труда.

Время (в часах, минутах или секундах), которое назначается на выполнение определенной операции, называется *нормой времени*.

Количество деталей, которое должен обработать резьбфрезеровщик в единицу (за час, смену), называется *нормой выработки*.

Норма времени и норма выработки устанавливаются с учетом наиболее эффективного использования возможностей станка и инструмента, наиболее выгодных режимов резания, передового опыта новаторов производства, на основе достигнутой наилучшей организации труда. Такая норма времени называется *технической нормой времени*, а метод ее установления — *техническим нормированием*.

Технические нормы способствуют повышению квалификации и производственных навыков рабочих, овладению ими новой техникой.

Техническая норма времени не может оставаться неизменной, так как техника, организация производства, энерговооруженность предприятий непрерывно повышаются. На предприятиях постоянно вводится новое, более совершенное оборудование, приспособления, внедряются новые технологические процессы.

Техническая норма времени состоит из нормы подготовительно-заключительного времени на партию деталей и нормы штучного времени.

Подготовительно-заключительным ($T_{п.з}$) называется время, которое затрачивается на ознакомление рабочего с заданием, чертежом и операционной картой, подготовку рабочего места: наладку станка, инструмента и приспособлений, время на снятие инструмента и приспособлений, оформление и сдачу готовой продукции и т. д. Продолжительность подготовительно-заключительного времени не зависит от числа деталей в партии.

Штучное время $T_{шт}$ состоит из следующих элементов: основного (технологического) времени — T_0 ; вспомогательного времени — $T_{всп}$; времени обслуживания рабочего места — $T_{об}$; времени перерывов в работе — $T_{пер}$.

Основное (технологическое) время — это время, в течение которого непосредственно изменяется предмет труда, являющийся целью данного технологического процесса.

Основное время при резьбфрезеровании представляет собой время, в течение которого непосредственно производится нарезание резьбы путем снятия стружки.

Основное время может быть:

машинным, если обработка заготовки осуществляется на станке при механической подаче режущего инструмента под наблюдением рабочего без применения ручного труда;

машинно-ручным, если обработка заготовки осуществляется на станке при участии рабочего с применением ручного труда (например, сверление с ручной подачей и т. д.);

ручным, если заготовка обрабатывается вручную (например, при слесарно-сборочных работах).

Машинное время (T_m) при резьбофрезеровании и других видах обработки определяют по формулам, исходя из режимов резания и размеров обрабатываемой поверхности.

Машинное время можно определить по формуле, общей для всех видов обработки,

$$T_m = \frac{L}{s_m} \cdot i \text{ мин.}$$

где L — длина перемещения инструмента или заготовки в направлении подачи (с учетом врезания и перебега) мм;

i — число проходов;

s_m — минутная подача инструмента или заготовки, мм/мин.

$$s_m = s_0 \cdot n \text{ мм/мин.}$$

где s_0 — подача на один оборот заготовки (инструмента) или двойной ход, мм/об или мм/ход;

n — число оборотов заготовки (инструмента), или двойных ходов в минуту, об/мин или дв.ход/мин.

Формула машинного времени при резьбофрезеровании может быть выведена из общей формулы, если вместо L подставить πd_2 с учетом величины врезания (d_2 — средний диаметр резьбы).

Вспомогательным называется время, которое рабочий затрачивает на различные приемы, связанные с выполнением основной работы и повторяющиеся в определенной последовательности. К ним относятся затраты времени на установку, закрепление и снятие деталей, управление станком, измерение детали и т. д., т. е. на выполнение действий, имеющих целью обеспечить осуществление основной работы.

Сумма основного и вспомогательного времени называется *оперативным* временем, т. е.

$$T_{оп} = T_о + T_{всп.}$$

Оно затрачивается на работу, результатом которой является выполнение заданной операции.

Время обслуживания рабочего места предусматривает выполнение следующей работы: смену затупившегося инструмента, регулировку и подналадку станка во время работы, периодическую уборку стружки в процессе рабо-

ты, размещение инструмента в начале смены и уборку по окончании смены, получение инструктажа в течение рабочего дня, уборку рабочего места по окончании смены и др.

Величина времени обслуживания рабочего места в серийном производстве составляет примерно 3% от оперативного времени.

Время перерывов в работе включает перерывы на отдых (если он предусмотрен условиями работы) и личные надобности. При работе на металлорежущих станках оно составляет 4% от оперативного времени.

Норма штучного времени определяется по формуле

$$T_{шт} = T_о + T_{всп} + T_{об} + T_{пер}$$

или

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пер}$$

Время на обработку партии одинаковых деталей

$$T_{пар} = T_{шт} \cdot n + T_{об.з}$$

где n — количество заготовок в партии.

Техническая норма времени при обработке партий заготовок называется *калькуляционным временем* (T_k) и определяется как сумма штучного и подготовительно-заключительного времени, приходящегося на одну деталь, по формуле

$$T_k = \frac{T_{шт.з}}{n} + T_{шт}$$

Норма выработки (H) является величиной, обратной технической норме времени. При 8-часовом рабочем дне норма выработки составит

$$H = \frac{480}{T_k} \text{ шт.}$$

Изменение нормы времени вызывает изменение нормы выработки.

Для технического нормирования работ на металлорежущих станках разработаны нормативы по режимам резания для каждого вида обработки. Для каждого вида обработки также разработаны нормативы вспомогатель-

ного времени, времени обслуживания рабочего места и подготовительно-заключительного времени. Они приводятся в «Справочнике нормировщика».

Иногда рабочее время устанавливается наблюдением. При этом пользуются двумя способами: хронометражем и фотографией рабочего дня.

Замеры непосредственно на рабочем месте затрат времени на выполнение многократноповторяющихся ручных и машинно-ручных элементов операции называются *хронометражем*.

Под *фотографией* рабочего дня следует понимать замеры всех без исключения затрат времени на рабочем месте в течение определенного периода.

§ 57. ЗАРАБОТНАЯ ПЛАТА

Оплата труда резьбофрезеровщиков и других рабочих машиностроительных заводов производится по тарифной системе, которая основана на тарифной сетке, тарифных коэффициентах и тарифных ставках.

На машиностроительных заводах все виды работ подразделяются в зависимости от квалификации рабочего на шесть разрядов.

Тарифный коэффициент показывает, во сколько раз тарифная ставка рабочего данного разряда превышает тарифную ставку рабочего I-го разряда.

Тарифная ставка определяет абсолютный размер оплаты труда рабочего данного разряда в единицу рабочего времени (обычно за 1 час).

Тарифная ставка по часовой оплате труда рабочего любого разряда, предусмотренного тарифной сеткой, определяется ставкой I-го разряда, умноженной на соответствующий тарифный коэффициент, присвоенный данному разряду.

Зная техническую норму времени на выполнение данной операции и тарифную часовую ставку рабочего данного разряда, легко определить расценки на эту операцию.

На машиностроительных заводах применяют две основные формы оплаты труда — сдельную и повременную.

Сдельная оплата определяется количеством и качеством готовых деталей и величиной установленной расценки за одну деталь.

Повременная оплата характеризуется тем, что заработная плата определяется разрядом рабочего и проработанным временем без учета количества выработанной продукции.

Премияльная оплата труда служит дополнением к сдельной или повременной оплате труда.

§ 58. ПЛАНИРОВАНИЕ, ХОЗРАСЧЕТ И РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА

Рост и усложнение общественного производства выдвигает задачу своевременного учета новых потребностей производительных сил, постоянного совершенствования всей системы хозяйствования и управления экономикой. Главным направлением экономической политики на современном этапе является усиление экономических методов стимулирования производства.

Планирование развития народного хозяйства представляет одно из важнейших преимуществ социализма перед капитализмом.

Расширение масштаба народного хозяйства, быстрый прогресс науки и техники требуют еще большего повышения роли и уровня научного планирования.

План социалистического промышленного предприятия является неразрывной частью народнохозяйственного плана.

Внутризаводское планирование должно предусматривать максимальное увеличение объема производства, увеличение производительности труда, снижение себестоимости продукции, повышение рентабельности и др.

План завода устанавливает всем его цехам и подразделениям задания, подкрепленные системой организационно-технических мероприятий, источником образования поощрительных фондов.

Социалистическое планирование производства носит директивный характер. Это означает, что планы, устанавливаемые цехам завода, являются для них обязательными. Невыполнение плана отдельными участками производства может привести к невыполнению плана в целом. Как уже указывалось, одними из основных задач планирования является снижение себестоимости продукции и повышение рентабельности предприятия.

Себестоимость продукции — это выраженные в денежной форме затраты предприятия на производство и реализацию продукции. Она включает в себя затраты предприятия на израсходованные средства производства (оборудование, станки и т. п.) и заработную плату работающим. Кроме того, к себестоимости продукции относятся затраты на возмещение износа орудий производства и некоторые другие.

Одним из путей снижения себестоимости является повышение производительности труда и бережное отношение к станкам и другим видам оборудования.

Для снижения себестоимости необходимо комплексное использование всех резервов. Снижение себестоимости продукции способствует дальнейшему укреплению экономического могущества Советского государства, повышению жизненного уровня советского народа, ускоряет темпы движения советского общества к коммунизму.

Хозяйственный расчет является одним из основных методов управления социалистической промышленностью, обеспечивающим осуществление режима экономии, успешное выполнение плановых заданий, рентабельность производства.

Хозрасчетные предприятия действуют по принципу самокупаемости: из денежных средств, вырученных от продажи по установленным государством ценам товаров они должны возместить все затраты на сырье, топливо, материалы, на выдачу заработной платы рабочим и служащим, а кроме того, принести прибыль.

Хозяйственный расчет дает возможность определить, во что обходится государству работа каждого предприятия, изготовление той или иной продукции.

Хозрасчетный метод ведения хозяйства распространяется не только на предприятие в целом, но и на деятельность его внутренних подразделений — цехов, отделов, участков и бригад. Цехи, отделы, участки и бригады являются лишь подразделениями предприятия, участвующими в общем процессе производства, поэтому они вне предприятия не могут выступать в качестве самостоятельных хозрасчетных единиц.

На предприятиях существует бригадный хозяйственный расчет, представляющий собой одну из форм социалистического соревнования. Основой бригадного хозрасчета является месячный план, определяющий объем производ-

ственного задания, полученного бригадой в установленных количественных и качественных показателях.

В борьбе за улучшение показателей производственного плана хозрасчетные бригады в порядке социалистического соревнования добиваются значительной экономии. Одной из передовых форм борьбы за экономию на производстве следует считать открытие индивидуальных и бригадных счетов экономии. Индивидуальный хозрасчет позволяет каждому рабочему активно участвовать в борьбе за снижение себестоимости продукции.

Рентабельность (доходность) предприятия — это положительная разница между величиной выручки от реализации продукции по оптовой цене и себестоимостью этой продукции. Уровень рентабельности предприятия представляет собой выраженное в процентах отношение суммы прибыли к полной себестоимости реализуемой продукции.

Рентабельность предприятия служит обобщающим показателем экономической эффективности его работы за определенный период времени.

Главнейшим средством повышения производительности труда является технический прогресс, т. е. внедрение новой техники и прогрессивной технологии, комплексной механизации и автоматизации, модернизации действующего оборудования.

Одним из важнейших условий технического прогресса считается широкое развитие специализации и кооперирования предприятий.

Специализация социалистического промышленного предприятия означает, что то или иное промышленное предприятие выпускает технологически однородную или однотипную продукцию.

Кооперирование в промышленности представляет собой производственные связи между отдельными хозяйственно самостоятельными предприятиями (например, автомобильный, шинный, карбюраторный и другие заводы), совместно изготавливающими определенную продукцию.

Специализация производства способствует широкой автоматизации и повышению производительности труда. Однако преимущества специализации могут проявиться в полную меру тогда, когда существует хорошо налаженное кооперирование. Учитывая преимущества специали-

зации и кооперирования промышленности, намечается их широкое развитие.

В ходе экономической реформы повышать эффективность производства означает не только вводить новые мощности, но и все в большей мере получать продукцию за счет лучшего использования каждого агрегата.

Доказано, например, что увеличение всего лишь на 1% съема продукции с каждого станка на Ленинградских предприятиях равнозначно вводу в строй нового крупного металлообрабатывающего завода. Систематический оперативный учет и анализ затрат рабочего времени являются важнейшим условием проведения эффективных мероприятий по повышению отдачи станочного парка. Учету подлежат как экстенсивное (по времени работы), так и интенсивное (по производительности в единицу времени) использование оборудования. Это дает возможность определить причины потерь рабочего времени, разработать и осуществить на основании проведенного анализа эффективные мероприятия по повышению загрузки станков.

Благодаря оперативному учету заводские службы (главного технолога, главного механика, главного энергетика и др.) имеют возможность быстро реагировать и принимать меры по ликвидации простоев, в плановом порядке проводить все необходимые мероприятия, обеспечивающие улучшение использования оборудования.

Большое значение в повышении производительности труда и снижении себестоимости имеет движение за коммунистический труд. В этом движении активное участие принимают не только отдельные рабочие и бригады, но и предприятия в целом.

В практическом осуществлении технического прогресса значительную роль играют рационализаторы и изобретатели. Движение изобретателей, рационализаторов и новаторов производства приняло в нашей стране большой размах.

Рационализаторскими предложениями считаются предложения по усовершенствованию применяемой техники (машин, приборов, инструментов, приспособлений, агрегатов и т. д.), усовершенствованию выпускаемой продукции, технологии производства, способов контроля, наблюдения и исследования, техники безопасности и охраны труда или предложения, позволяющие повысить про-

изводительность труда, более эффективно использовать энергию, оборудование, материалы.

Руководство изобретательством и рационализацией на предприятиях и в организациях возлагается на руководителей предприятий и организаций. В цехах и на участках предприятий эту функцию выполняют руководители цехов и участков. Рационализаторское предложение подается непосредственно начальнику цеха или отдела или их заместителям. На многих заводах существуют специальные бюро по изобретательству и рационализации (БРИЗы).

Рационализаторское предложение подается в форме заявления с кратким описанием сущности предложения, с приложением в необходимых случаях чертежей, схем, эскизов.

Рационализаторские предложения должны рассматриваться на предприятиях в пятнадцатидневный срок. Рационализаторы, которым выданы удостоверения на рационализаторские предложения, имеют право на вознаграждение в соответствии с Инструкцией о вознаграждении за открытия, изобретения и рационализаторские предложения. Размер вознаграждения зависит от суммы годовой экономии.

Контрольные вопросы

1. Каковы основные типы производства и чем они характеризуются?
2. Какова структура управления предприятием?
3. Какова роль общественных организаций на предприятии?
4. Что такое время и норма выработки?
5. Что такое штучное и машинное время?
6. Расскажите о путях снижения себестоимости выпускаемой продукции.

Приложение

Соотношения некоторых единиц СГС, МКГСС и внесистемных единиц с единицами СИ

Величина	СГС, МКГСС и внесист. ед.	СИ		Соотношение с единицами системы к СИ
	Название единицы	Единица измерения	Сокращенное обозначение	
Длина	Метр	Метр	м	1 см = 0,01 м 1 мм = 0,001 м
	Сантиметр			
	Миллиметр			
Масса	Грамм	Килограмм Грамм	кг	1 г = 0,001 кг 1 т = 1000 кг
	Килограмм			
	Тонна			
Время	Секунда	Секунда	сек	1 мин = 60 сек 1 час = 3600 сек
	Минута			
	Час			
Сила тока	Ампер	Ампер	а	1 а (межд.) = 0,99985 а
Термодинамическая температура	Градус Цельсия	Градус Кельвина	Т° К	t° С = T° К - 273,15
	Цельсия			
Сила света	Свеча	Свеча	св	1 св (прежняя) = 1,005 св
Плоский угол	Градус	Радян	рад	1° = $\frac{\pi}{180}$ рад 1' = $\frac{\pi}{10800}$ рад 1" = $\frac{\pi}{648000}$ рад
	Минута			
	Секунда			
Скорость	Метр в секунду Метр в минуту	Метр в секунду	м/сек	1 м/мин = $\frac{1}{60}$ м/сек

Продолжение приложения

Величина	СГС, МКГСС и внесист. едн.	СИ		Соотношение с единицами системы в СИ
	Название единицы	Единица измерения	Сокращенное обозначение	
Угловая скорость	Оборот в минуту Оборот в секунду	Рад/сек	рад/сек	$1 \text{ об/мин} = \frac{\pi}{30} \text{ рад/сек}$ $1 \text{ об/сек} = 2\pi \text{ рад/сек}$
Сила	Килограмм-сила	Ньютон	н	$1 \text{ кгс} = 9,80665 \text{ н}$
Работа, энергия	Килограмм-сила метр	Джоуль	дж	$1 \text{ кгс} \cdot \text{м} = 9,80665 \text{ дж}$
Мощность	Лошадиная сила Киловатт	Ватт (1 дж)/(1 сек)	вт	$1 \text{ л. с.} = 735,499 \text{ вт}$ $1 \text{ квт} = 1000 \text{ вт}$
Момент силы	Килограмм-сила-метр	Ньютон-метр (1 н) · (1 м)	н · м	$1 \text{ кгс} \cdot \text{м} = 9,80665 \text{ н} \cdot \text{м}$

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Глава I	
Основные сведения о производстве и организации рабочего места. Техника безопасности, промышленная санитария и противопожарные мероприятия	
§ 1. Основные сведения о производстве	5
§ 2. Рабочее место и организация труда резьбофрезеровщика	6
§ 3. Техника безопасности, промышленная санитария и противопожарные мероприятия	10
Глава II	
Резьбы и методы их фрезерования	
§ 4. Общие сведения о резьбах	14
§ 5. Методы фрезерования резьбы	22
§ 6. Детали, обрабатываемые на резьбофрезерных станках	27
§ 7. Виды и причины брака	29
Глава III	
Сведения из материаловедения	
§ 8. Общие сведения о металлах и сплавах	32
§ 9. Чугун	37
§ 10. Сталь	38
§ 11. Термическая и химико-термическая обработка сталей	43
§ 12. Твердые сплавы	44
§ 13. Цветные металлы и сплавы	46
§ 14. Коррозия металлов и борьба с ней	49
§ 15. Неметаллические материалы	51

Глава IV

Допуски и посадки

§ 16. Понятие о взаимозаменяемости	58
§ 17. Понятие о допусках	59
§ 18. Понятие о посадках	63
§ 19. Допуски и посадки резьбовых соединений	67

Глава V

Технические измерения

§ 20. Понятие о методах измерения	76
§ 21. Технический контроль резьбы	78

Глава VI

Резание металлов. Резьбовые фрезы

§ 22. Понятие о геометрии резов	94
§ 23. Основные элементы резания при точении	99
§ 24. Понятие о процессе резания	99
§ 25. Составляющие силы резания	102
§ 26. Стойкость режущего инструмента	104
§ 27. Резьбовые фрезы	106
§ 28. Сведения о процессе резьбофрезерования	118

Глава VII

Резьбофрезерные станки

§ 29. Резьбофрезерные полуавтоматы 563А, 563Б и 563В	128
§ 30. Автоматизация резьбофрезерного станка 563Б	141
§ 31. Резьбофрезерный полуавтомат 5К63 (5М5Б62)	144
§ 32. Резьбофрезерные полуавтоматы КТ43, КТ43А, КТ44, КТ44А, КТ45 и КТ45А	156
§ 33. Резьбофрезерные станки КТ86 и КТ85	164
§ 34. Резьбофрезерный автомат МА—11	169
§ 35. Резьбонарезной станок 1К62РВС1	172
§ 36. Резьбофрезерный станок 561	177
§ 37. Эксплуатация резьбофрезерных станков	183
§ 38. Приспособления и принадлежности, применяемые при резьбофрезеровании	184
§ 39. Скоростное фрезерование резьбы	191

Глава VIII

Электрооборудование резьбофрезерных станков

§ 40. Сведения об электрическом токе	195
§ 41. Асинхронный электродвигатель	200
§ 42. Электрическая аппаратура резьбофрезерных станков	201
§ 43. Электрооборудование резьбофрезерного станка 5К63	202

Глава IX

Технология механической обработки

§ 44. Понятие о производственном и технологическом процессах и их элементах	205
---	-----

§ 45. Понятие о базах	206
§ 46. Разработка технологического процесса	208
§ 47. Технологическая документация	211
§ 48. Общие и межоперационные (промежуточные) припуски на обработку	216

Глава X

Механизация и автоматизация производственных процессов

§ 49. Значение автоматизации и механизации в машиностроении	217
§ 50. Механизирующие и автоматизирующие устройства	218
§ 51. Автоматические линии	222
§ 52. Гидравлические устройства	224
§ 53. Электрические устройства	229
§ 54. Многостаночная работа	235

Глава XI

Сведения по организации и экономике производства

§ 55. Организация производства	237
§ 56. Техническое нормирование	240
§ 57. Зарботная плата	244
§ 58. Планирование, хозрасчет и рентабельность производства	245
Приложение	251