МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЕГАЗОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

###### Кафедра «Материаловедение и ТКМ»

РЕФЕРАТ

По дисциплине: «ТКМ»

**На тему:**

Обработка деталей резанием

Выполнил:

студенты группы \_\_\_\_\_\_\_\_

Relax

MEGA-LO-SONIC

Проверил:

Тюмень 2001

**Содержание**

Стр.

|  |  |
| --- | --- |
| ***ЭСКИЗ ДЕТАЛИ И ЗАГОТОВКИ*** | 3 |
| ОЧЕРЕДНОСТЬ ОБРАБОТКИ ЗАДАННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙI. ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА | 34 |
| 1. СУЩНОСТЬ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА | 4 |
| 2. ЭЛЕМЕНТЫ ЛИТЕЙНОЙ ФОРМЫ | 4 |
| 3. ЛИТЕЙНЫЕ СПЛАВЫ | 5 |
| 4. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЛИТЕЙНЫХ ФОРМ | 5 |
| 5. ИЗГОТОВЛЕНИЕ СТЕРЖНЕЙ | 9 |
| 6. СБОРКА И ЗАЛИВКА ЛИТЕЙНЫХ ФОРМ. ОХЛАЖДЕНИЕ, ВЫБИВКА И ОЧИСТКА ОТЛИВОК | 11 |
| II. МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ | 13 |
| КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ | 13 |
| ***III. ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК НА СТАНКАХ ТОКАРНОЙ ГРУППЫ*** | 16 |
| 1. ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДА ТОЧЕНИЯ | 16 |
| 2. ТОКАРНЫЕ РЕЗЦЫ | 16 |
| 3. ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК НА ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫХ СТАНКАХ | 17 |
| ***IV. ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК НА ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ*** | 20 |
| 1. ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДА ФРЕЗЕРОВАНИЯ2. ТИПЫ ФРЕЗ***СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ*** | 202124 |

***ОЧЕРЕДНОСТЬ ОБРАБОТКИ ЗАДАННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ***

# №1 обрабатываем на токарно-винторезном станке.

№2 на токарно-винторезном станке обрабатываем поверхность, затем прорезаем резьбу резцом или

 плашкой.

№3 Обрабатываем на фрезерном станке шпоночной или концевой фрезой.

***Эскиз детали***

***Эскиз заготовки***


# I. ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

***1. СУЩНОСТЬ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА***

Литейное производство — отрасль машиностроения, за­нимающаяся изготовлением фасонных заготовок или деталей путем заливки расплавленного металла в специальную форму, полость ко­торой имеет конфигурацию заготовки (детали). При охлаждении залитый металл затвердевает и в твердом состоянии сохраняет кон­фигурацию той полости, в которую он был залит. Конечную продук­цию называют отливкой. В процессе кристаллизации расплавленного металла и последующего охлаждения формируются механические и эксплуатационные свойства отливок.

Литьем получают разнообразные конструкции отливок массой от нескольких граммов до 300 т, длиной от нескольких сантиметров до 20 м, со стенками толщиной 0,5—500 мм (блоки цилиндров, поршни, коленчатые валы, корпуса и крышки редукторов, зубчатые колеса, станины станков, станины прокатных станов, турбинные лопатки и т. д.).

Для изготовления отливок применяют множество способов литья:

в песчаные формы (рис. 1), в оболочковые формы, по выплавля­емым моделям, в кокиль, под давлением, центробежное литье и др. Область применения того или иного способа литья определяется объемом производства, требованиями к геометрической точности и шероховатости поверхности отливок, экономической целесообраз­ностью и другими факторами.

**Рис. 1. Схема технологического процесса получения отливок в песчаных формах**

***2. ЭЛЕМЕНТЫ ЛИТЕЙНОЙ ФОРМЫ***

*Литейная форма —* это система элементов, образующих рабочую полость, при заливке которой расплавленным металлом формируется отливка. На рис. 2, *а* показана литейная форма для тройника (рис.2, б). Форма обычно состоит из нижней *2* и верхней *6* полуформ, которые изготовляют по литейным моделям 7 (рис. 2,г) в литейных опоках *3, 5. Литейная опока —* приспособление для удержания формовочной смеси при изготовлении формы. Верхнюю и нижнюю полуформы взаимно ориентируют с помощью цилиндри­ческих металлических штырей *4,* вставляемых в отверстия приливов у опок. Для образования полостей, отверстий или иных сложных Контуров в формы устанавливают литейные стержни 1, которые фиксируют с помощью выступов (стержневых знаков), входящих. В соответствующие впадины в форме. Литейные стержни изготовляют по стержневым ящикам (рис. 2, *д).* Для подвода расплавленного металла в полость литейной формы, ее заполнения и питания отливки при затвердевании используют литниковую систему *8—11.* После заливки расплавленного металла, его затвердевания и охлаждения форму разрушают, извлекая отливку (рис. 2, *е).*

***3. ЛИТЕЙНЫЕ СПЛАВЫ***

Для производства отливок используются сплавы черных металлов: серые, высокопрочные, ковкие и другие виды чугунов;

углеродистые и легированные стали; сплавы цветных металлов;

медные (бронзы и латуни), цинковые, алюминиевые и магниевые сплавы; сплавы тугоплавких металлов: титановые, молибденовые, вольфрамовые и др.

***Рис. 2. Литейная форма и ее элементы:***

***а — литейная форма; б — тройник; в — литейный стержень; г — литейная модель; д — стержневой ящик; е — отливка с литниковой системой***

Литейные сплавы должны обладать высокими литейными свой­ствами (высокой жидкотекучестью, малыми усадкой и склонностью к образованию трещин и др.); требуемыми физическими и эксплуата­ционными свойствами. Выбор сплава для тех или иных литых деталей является сложной задачей, поскольку все требования в реальном производстве учесть не представляется возможным.

***4. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЛИТЕЙНЫХ ФОРМ***

 Основные операции изготовления форм (формовки); уплот­нение формовочной смеси для получения точного отпечатка модели в форме и придание форме достаточной прочности; устройство венти­ляционных каналов для вывода газов из полости формы, образую­щихся при заливке; извлечение модели из формы; отделка и сборка форм. По степени механизации различают формовку: ручную и ма­шинную.

Ручную формовку применяют для получения одной или несколь­ких отливок в условиях опытного производства, при изготовлении крупных отливок (массой до 200т). На практике используют различ­ные приемы ручной формовки.

Формовка в парных опоках по разъемной мо­дели наиболее распространена. Литейную форму (рис. 3, е), состоящую из двух полуформ, изготовляют по разъемной модели (рис. 3, а) в такой последовательности: на модельную плиту 3 устанавливают нижнюю половину модели *1,* модели питателей *4* н опоку *5* (рис. 3, *б),* в которую засыпают формовочную смесь и уплотняют. Опоку поворачивают на 180° (рис. 3, в), устанавливают верхнюю половину модели *2,* модели шлакоуловителя *9,* стояка *8* и выпоров 7. По центрирующим штырям устанавливают верхнюю опоку *6,* засы­пают формовочную смесь и уплотняют. После извлечения модели стояка и выпоров форму раскрывают. Из полуформ извлекают мо­дели (рис. 3, *г)* и модели питателей и шлакоуловителей, в нижнюю полуформу устанавливают стержень *10* (рис. 3, *д)* и накрывают нижнюю полуформу верхней. На рис. 3. *е* показана литейная форма для корпуса вентиля. После заливки расплавленного металла и его затвердевания литейную форму разрушают и извлекают от­ливку (рис. 3, *ж).*

***Рис. 3. Последовательность операций изготовления литейной формы для корпуса вентиля***

***Рис. 4. Шаблонная формовка:***

**а — отливка; б — шаблоны и приспособления; в — изготовление болвана . в соответствии с наружным контуром отливки; г — изготовление верхней полуформы; д — изготовление болвана, соответствующего внутреннему контуру отливки; е — форма в сборе**

Формовку шаблонами применяют в единичном производ­стве для получения отливок, имеющих конфигурацию тел вращения. Для примера рассмотрим технологический процесс изготовления форм для шлаковой чаши (рис. 4, *а*). Формовку осуществляют с помощью двух шаблонов *1*, *4* (рис. 4, *б)* в последовательности;

в яме устанавливают подпятник 7 со шпинделем *2* в вертикальном положении, засыпают формовочную смесь и уплотняют ее вокруг шпинделя; к серьге *8* прикрепляют шаблон *1,* режущая кромка ко­торого имеет очертания наружной поверхности отливки, и устанав­ливают его на шпиндель (рис. 4, *б*) до упора *5;* вращением шаблона в ту и другую сторону срезают формовочную смесь в соответствии с профилем шаблона, удаляя излишки формовочной смеси; по полу­ченному болвану изготовляют верхнюю полуформу *6* (рис. 4,*г)*Для этого серьгу с шаблоном снимают со шпинделя, плоскость разъ­ема формы покрывают разделительным слоем сухого кварцевого пе­ска или бумагой, устанавливают модели литниковой системы, опоку, засыпают формовочную смесь и уплотняют ее, удаляют шпиндель и снимают верхнюю полуформу; в подпятник 7 вновь устанавливают шпиндель, на который с помощью серьги устанавливают шаблон *4* (рис. 4, *д),* имеющий очертания внутренней поверхности отливки. С помощью этого шаблона с болвана удаляется слой формовочной смеси на толщину стенки отливки (рис. 4, *д);* после этого снимают шаблон и удаляют шпиндель, отделывают полученный болван и уста­навливают верхнюю полуформу (рис. 4, *е),* затем в литейную форму заливают расплавленный металл.

### Рис. 5. Сборка формы станины в механизированном кессоне

Формовку в кессонах применяют при изготовлении крупных отливок массой до 200 т. На рис. 5 показана форма станины, со­бранная в механизированном кессоне, который смонтирован на бе­тонном основании 7. Дно его выложено чугунными плитами *4.* Две неподвижные стенки *1* и *8* также облицованы металлическими пли­тами. Противоположные чугунные стенки *3* и *6* передвигаются с по­мощью червячного редуктора *2,* приводимого в действие электродви­гателем, что позволяет изменять внутренние размеры кессона. Форму собирают из стержней-блоков *5,* изготовленных из жидких самотвер­деющих смесей. Литниковую систему изготовляют из керамических огнеупорных трубок. Верхнюю полуформу *10* устанавливают по центрирующим штырям *9* и прикрепляют к кессону болтами.

Формовку в стержнях применяют в массовом и крупносерий­ном производствах при изготовлении отливок сложной конфигурации.

***Рис. 6. Формовка в стержнях цилиндра двигателя с воздушным охлаждением***

На рис. 6 приведен пример фор­мовки в стержнях цилиндра двига­теля с воздушным охлаждением. Форма для отливки цилиндра дви­гателя с воздушным охлаждением собрана из шести стержней. Сборку формы производят в горизонталь­ном положении. В стержень 1 вкла­дывают стержень *2,* затем стержни *3, 4, 5 я 6.* Собранную форму скре­пляют.

Формовку с использова­нием жидкостекольных смесей применяют при изго­товлении отливок массой до 40 т в серийном и единичном производ­ствах. При формовке на модель

слоем 50—70 мм наносят слой жидкостекольной формовочной смеси, остальной объем опоки заполняют наполнительной формовочной смесью и уплотняют. После изготовления полуформы модели извле­кают. Полуформы накрывают зонтом, под который под давлением 0,2—0,3 МПа подводится углекислый газ, обеспечивающий быстрое равномерное отверждение формы (рис. 7).

**Машинную формовку** применяют для производства отливок в массовом и серийном производствах. При формовке на машинах формы изготовляют в парных опоках с использованием односторон­них металлических модельных плит*.* Машинная фор­мовка механизирует установку опок на машину, засыпку формовоч­ной смеси в опоку, уплотнение смеси, удаление моделей из формы, транспортирование и сборку форм. Машинная формовка обеспечи­вает высокую геометрическую точность полости формы по сравнению с ручной формовкой, повышает производительность труда, исклю­чает трудоемкие ручные операции, сокращает цикл изготовления отливок. При машинной формовке формовочную смесь уплотняют прессованием, встряхиванием, пескометом, вакуумной формовкой и др.

***Рис. 7. Схема продувки формы углекислым газом:***

***1 — баллон с углекислым газом; 2 — редуктор; 3 — резиновый шланг; 4 — зонт 5 — слой жидкостекольной смеси; 6 — опока***

***Рис. 8. Схемы способов уплотнения литейных форм при машинной формовке}***

***а — прессованием; б — многоплунжерной колодкой; в — встряхиванием; г — пескометом;***

***9 — пленочио-вакуумной формовкой***

Уплотнение формовочной смеси прессованием (рис. 8, *а)* осуществляют при подаче сжатого воздуха при давле­нии 0,5—0,8 МПа в нижнюю часть цилиндра **/,** в результате чего прессовый поршень *2,* стол *3 с* прикрепленной к нему модельной плитой *4* поднимаются. При этом колодка 7,. закрепленная на тра­версе *8,* входит внутрь наполнительной рамки *6* и уплотняет формо­вочную смесь в опоке *5.* Плотность формовочной смеси уменьшается по мере удаления от прессовой колодки из-за трения формовочной смеси о стенки опоки. Неравномерность плотности формовочной смеси тем больше, чем выше опока и модели. Прессование исполь­зуют для уплотнения формовочной смеси в опоках высотой 200— 250 мм

Для достижения равномерной плотности формовочной смеси в опоках используют многоплунжерные прессовые колодки (рис. 8, *б).* При прессовании стол *4* машины движется в сторону многоплунжер­

ной прессовой колодки *1.* Вследствие различной степени сопротив­ления формовочной смеси в форме плунжеры *3* под действием давления масла на поршень *2* прессуют находящиеся под ним участки формы

независимо от соседних.

Уплотнение формовочной смеси встряхиванием (рис. 8, *в)* осуществляют при подаче сжатого воздуха при давле­нии 0,5—0,8 МПа в нижнюю часть цилиндра *1,* в результате чего встряхивающий поршень *2* поднимается на высоту 25—80 мм. При этом впускное отверстие *10* перекроется боковой поверхностью поршня, а нижняя его кромка откроет выхлопные окна 7, в резуль­тате чего воздух выйдет в атмосферу. Давление под поршнем сни­зится, и стол *3* с укрепленной на нем модельной плитой *4* упадет на торец цилиндра *8.* Скорость стола, а следовательно, и скорость мо­дельной плиты падает до нуля, в то время как формовочная смесь в опоке 5 и наполнительной рамке *6,* продолжая двигаться вниз по инерции, уплотняется. В момент, когда канал *9* встряхивающего поршня окажется против отверстия *10* встряхивающего цилиндра, сжатый воздух снова войдет в полость встряхивающего цилиндра. Это повлечет за собой новый подъем встряхивающего стола и новый

удар его о торец и т. д.

Встряхивающий стол обычно совершает 120—200 ударов в ми­нуту. В результате повторных ударов происходит уплотнение фор­мовочной смеси в опоке. При этом слои формовочной смеси, лежащие у модельной плиты, будут иметь большую плотность, чем слои, ле­жащие в верхней части формы. Встряхиванием уплотняют формы высотой до 800 мм. Для уплотнения верхних слоев формы встряхи­вание совмещают с прессованием. Это обеспечивает высокую и равно­мерную плотность форм.

Уплотнение формовочной смеси пескометом (рис. 8, г), осуществляют рабочим органом пескомета — метатель­ной головкой, выбрасывающей пакеты смеси на рабочую поверхность модельной плиты. В стальном кожухе *4* метательной головки вра­щается закрепленный на валу *6* электродвигателя ротор 5 с ковшом *2.* Формовочная смесь подается в головку *1* непрерывно ленточным кон­вейером *3* через окно в задней стенке кожуха. При вращении ковша (1000—1200 об/мин) формовочная смесь собирается в пакеты *8* и цен­тробежной силой выбрасывается через выходное отверстие 7 в опоку *9.* Попадая на модель *10* и модельную плиту *П,* смесь уплотняется за счет кинетической энергии равномерно по высоте опоки. Метательную головку равномерно перемещают над опокой. Пескометы применяют

для уплотнения крупных форм.

Пленочно-вакуумную формовку (рис. 8, *д)* осуществляют в следующей последовательности: модельную плиту / с моделью *2* накрывают разогретой полимерной пленкой толщиной не более 0,1 мм. Вакуумным насосом в воздушной коробке 7 создают вакуум 2,6—5,2 МПа. Пленка *6* плотно прижимается к модели и мо­дельной плите. На модельную плиту устанавливают опоку *3,* которую заполняют сухим кварцевым песком 5, уплотняют его с помощью вибрации и выравнивают открытую верхнюю поверхность опоки. На верхнюю поверхность накладывают разогретую полимерную пленку *4,* которая за счет разрежения в 4—6 МПа плотно прилегает к опоке, что способствует уплотнению песка и устойчивости формы. После этого полуформу снимают с модели.

Изготовляют как верхнюю, так и нижнюю полуформу, затем форму собирают. Вакуумирование продолжается не только при изго­товлении полуформ, но и при их сборке, заливке и затвердевании за­литого металла. При заливке металла в форму пленка сгорает. Про­дукты сгорания выполняют роль противопригарного покрытия. Этим способом изготовляют формы для отливок массой 0,1—10 т на авто­матических формовочных линиях.

***5. ИЗГОТОВЛЕНИЕ СТЕРЖНЕЙ***

Процесс изготовления стержней включает следующие операции: формовку сырого стержня, сушку, отделку и окраску су­хого стержня. Если стержень состоит из двух или нескольких ча­стей, то после сушки их склеивают.

При изготовлении стержней вручную в разъемном стержневом ящике (рис. 9, *а)* раздельно набивают половины стержневого ящика (поз. 1). Поверхности разъема смазывают клеем и обе поло­вины ящиков соединяют друг с другом и металлической иглой делают вентиляционный канал (поз. 2). Затем стержень удаляют из стержне­вого ящика, устанавливают на сушильную плиту (поз, 3) и отправ­ляют в сушильную печь. На поз. 4 показан стержень, подготовлен­ный к сборке.

При изготовлении стержней на пескодувных машинах (рис. 9, *б)* стержневая смесь из бункера *12* периодически поступает .в пескодувный резервуар *1.* Сжатый воздух из ресивера *9* через быст­родействующий клапан *10* заполняет резервуар 1 и через отвер­стия *2, 11* поступает в гильзу *3,* в которой резко повышается давле­ние и стержневая смесь выталкивается через сопло 5 в полость стерж­невого ящика *6.* Для выпуска воздуха в надувной плите *4* и стержне­вом ящике *6* предусмотрены венты 7, *8.* Эти машины обеспечивают высокое качество стержней и обладают высокой производитель­ностью.

Изготовление стержней в нагреваемой оснастке (рис. 9, в) состоит в следующем. На позиции 1 нагретые до темпе­ратуры 200—300 °С половинки стержневого ящика *2* и опустоши­тель *3.* собирают. Из пескодувного резервуара *1* стержневая смесь с синтетической смолой вдувается в стержневой ящик. Связующее при нагреве отверждается, обеспечивая прочность стержню *4.* После не­продолжительной выдержки (15—120с) опустошитель *3* извлекают и пневматическим цилиндром *5* отводят одну из половин ящика (поз. 2). После этого вторая половина ящика поворачивается на 90°, и вытал­кивателями *6* стержень *4* удаляется из стержневого ящика (поз. *3).* Стержни, полученные этим способом, имеют высокую прочность, точность размеров, газопроницаемость. Этим способом стержни изго­товляют на высокопроизводительных автоматических машинах.

***Рис. 9. Схемы процессов изготовления стержней:***

***а — ручное; б — на пескодувных машинах; в —s по нагреваемой оснастке; г — продувкой угле кислым газом***

Изготовление стержней из жидкостекольных смесей состоит в химическом отверждении жидкого стекла путем продувки стержня углекислым газом. Изготовленный стержень *2* выкладывают на плиту *5* и накрывают колпа­ком *1* (рис. 9, *г).* С помощью резиновых уплотнителей *6,* штырей *3* и клиньев *4* плита и колпак плотно соединяются. Стержень продувается углекислым газом под давлением 0,1—0,3 МПа в течение 1—10 мин. После продувки стержни отделывают и окрашивают самовысыхающими красками. Этим способом изготовляют средние и крупные по массе стержни.

***6. СБОРКА И ЗАЛИВКА ЛИТЕЙНЫХ ФОРМ.***

 ***ОХЛАЖДЕНИЕ, ВЫБИВКА И ОЧИСТКА ОТЛИВОК***

Сборка литейных форм начинается с установки нижней полуформы *1* на заливочную площадку или тележку конвейера (рис. 10, *а).* Затем в последовательности, указанной в технологи­ческой карте или на сборочном чертеже, устанавливают стержень / (рис. 10, б) и стержень //, после этого нижнюю полуформу по цен­трирующим штырям *3* накрывают верхней полуформой *2* (рис. 10, *в).* Устойчивое положение стержней обеспечивается стержневыми зна­ками. Верхнюю полуформу с нижней скрепляют болтами, скобами или накладывают груз.

**Заливка литейных форм** — процесс заполнения полости литей­ной формы расплавленным металлом из чайниковых (рис. 11, *а),* барабанных (рис. 11, б) и других ковшей. Ковш с расплавленным металлом от плавильных печей к месту разливки перевозят мостовым краном или по монорельсовому пути.

Важное значение при заливке форм имеет выбор температуры заливки расплавленного металла. При повышенной температуре за­ливки возрастает жидкотекучесть металла, улучшается питание от­ливок, но горячий металл более газонасыщен, сильнее окисляется, вызывает пригар на поверхности отливки. В то время как низкая температура заливки увеличивает опасность незаполнения полости формы, захвата воздуха, ухудшается питание отливки. Температуру заливки сплавов целесообразно назначать на 100—150°С выше тем­пературы ликвидуса.

Автоматизация заливки литейных форм обеспечивает высокую точность дозировки металла, облегчает труд заливщика, повышает производительность труда.

На рис. 12 приведена схема автоматической заливочной уста­новки для заливки серого чугуна в формы, в которой раздаточное устройство 1, имеет кольцевой индуктор *6* для подогрева и переме­шивания расплавленного металла и герметичную крышку *2.* Через канал 7 в раздаточное устройство периодически заливают чугун из ковша *8.* Для выдачи дозы над зеркалом расплава создают давление, благодаря которому уровень металла в каналах 7 и *3* поднимается, и он через отверстие *4* в раздаточном носке поступает в форму *5.* Рас­ходом управляют, изменяя давление газа на зеркало расплавленного металла.

***Рис. 10. Последовательность операций сборки литейной формы***

***Рис. 11. Чайниковый (а) и барабан­ный (б) разливочные ковши***

***Рис. 12. Установка для автоматизации заливки .литейных форм***

**Охлаждение отливок** в литейных формах после заливки продол­жается до температуры выбивки. Небольшие тонкостенные отливки охлаждаются в форме несколько минут, а толстостенные (массой 50—60 т) — в течение нескольких суток и даже недель. Для сокра­щения продолжительности охлаждения отливок, особенно массивных, используют различные методы принудительного охлаждения: формы обдувают воздухом; в формы при формовке укладывают змеевики или трубы, по которым пропускают воздух или воду и др. При этом каче­ство отливок не ухудшается.

**Выбивка отливок** — процесс удаления затвердевших и охлаж­денных до определенной температуры отливок из литейной формы, при этом литейная форма разрушается. Выбивку отливок осущест­вляют на различных выбивных установках.

На рис. 13 показана автоматическая установка для выбивки отливок. Форма *2* из опоки снизу вверх выталкивается гидравличе­ским выталкивателем 5, затем сталкивается толкателем *1* на вибро­желоб 3. Пустая опока остается на заливочном конвейере *4.* Выбитая форма по виброжелобу направляется на выбивную решетку, где от­ливки освобождаются от формовочной смеси, и направляется по конвейеру на очистку, а формовочная смесь — в смесеприготовительное отделение.

***Рис. 13. Автоматическая установка для выбивки отливок***

***Рис. 14. Поточная линия для очистки отливок***

**Обрубка отливок** — процесс удаления с отливки прибылей, литников, выпоров и заливов (облоев) по месту сопряжения полу­форм. Обрубку производят пневматическими зубилами, ленточными и дисковыми пилами, газовой резкой и на прессах. Литники от чу­гунных отливок отбивают молотками сразу же после выбивки из форм перед удалением стержней. Литники и прибыли от стальных отливок отрезают газовой или плазменной резкой. Ленточные и дисковые пилы используют для обрубки отливок из алюминиевых, магниевых, медных сплавов. После обрубки отливки зачищают, удаляя мелкие за­ливы, остатки прибылей, выпоров и литников. Зачистку выполняют маятниковыми и стационарными шлифовальными кругами, пневмати­ческими зубилами, газоплазменной обработкой и другими способами.

**Очистка отливок**—процесс удаления пригара, остатков формовоч­ной и стержневой смеси с наружных и внутренних поверхностей отли­вок. Ее осуществляют в галтовочных барабанах периодического или не­прерывного действия, в гидропескоструйных и дробеметных камерах, химической или электрохимической обработкой и другими способами.

На рис. 14 показана схема поточной линии очистки отливок. Отливки / конвейером *2* подаются на решетку *3* для удаления смеси. Затем они во вращающемся барабане *4* очищаются от песка. Горелая смесь из барабана удаляется через отверстия. Из барабана отливки конвейером 5 подаются в дробеметный барабан *6,* в котором струёй металлической дроби, подаваемой вращающейся дробеметной голов­кой 7, осуществляется окончательная очистка. После чего отливки ленточным конвейером *8* подаются к обдирочным станкам *9* для за­чистки заливов, мест установки питателей и т. д.

#  II. МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ

К современным машинам и приборам предъявляются высокие требования по технико-эксплуатационным характеристикам, точности и надежности работы. Эти показатели обеспечиваются высокой точностью размеров и качеством обработанных поверхно­стей деталей машин и приборов. Поэтому, несмотря на большие достижения технологии производства высококачественных заготовок, роль обработки резанием и значение металлорежущих станков в машиностроении непрерывно повышаются.

Современные металлорежущие станки — это разнообразные и совершенные рабочие машины, использующие механические, элек­трические и гидравлические методы осуществления движений и управления рабочим циклом, решающие самые сложные техноло­гические задачи.

Станкостроение развивается как в количественном, так и каче­ственном отношении. Непрерывно повышаются точность, произ­водительность, мощность, быстроходность и надежность работы станков. Улучшаются эксплуатационные характеристики, расши­ряются технологические возможности, совершенствуются архитек­турные формы станков. Успешное развитие станкостроения обеспе­чивает перевооружение всех отраслей нашей промышленности вы­сокопроизводительными и высококачественными станками, многие из которых отвечают требованиям мировых стандартов.

 ***КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ***

В основу классификации металлорежущих станков, принятой в нашей стране, положен технологический метод обработки заготовок. Классификацию по технологическому .методу обработки проводят в соответствии с такими признаками, как вид режущего инструмента, характер обрабатываемых поверхностей и схема обра­ботки. Станки делят на токарные, сверлильные, шлифовальные, полировальные и доводочные, зубообрабатывающие, фрезерные, строгальные, разрезные, протяжные, резьбообрабатывающие и т. д.

 Классификация по комплексу признаков наиболее полно отражается в общегосударственной Единой системе условных обозначений станков. Она построена по десятичной системе; все металлорежущие станки разделены на десять групп, группа — на десять типов, а тип — на десять типоразмеров. В группу объединены станки по общности технологического метода обработки или близкие по назначению (например, сверлильные и расточные). Типы станков характеризуют такие признаки, как назначение, степень универсальности, число главных рабочих органов, конструктивные особенности. Внутри типа станки различают по техническим харак­теристикам.

В соответствии с этой классификацией каждому станку при­сваивают определенный шифр. Первая цифра шифра определяет группу станков, вторая тип, третья (иногда третья и четвертая) показывает условный размер станка. Буква на втором или третьем месте позволяет различать станки одного типоразмера, но с разными техническими характеристиками. Буква в конце шифра указывает на различные модификации станков одной базовой модели. Напри­мер, шифром 2Н135 обозначают вертикально-сверлильный станок (группа 2, тип 1), модернизированный (Н), с наибольшим условным диаметром сверления 35 мм (35).

 Различают станки универсальные, широкого применения, специализированные и специальные. На универсальных станках выполняют самые разнообразные работы, используя заготовки многих наименований. Примерами таких станков могут быть токарно-винторезные, горизонтально-фрезерные консольные и др. Станки широкого назначения предназначены для выполнения определенных работ на заготовках многих наименований (многорезцовые, токарно-отрезные станки). Специализированные станки предназначены для обработки заготовок одного наименования, но разных размеров (например, станки для обработки коленчатых валов). Специальные станки выполняют определенный вид работ на одной определенной заготовке.

По степени автоматизации различают станки с ручным управле­нием, полуавтоматы, автоматы и станки с программным управлением. По числу главных рабочих органов станки делят на одношпиндель­ные, многошпиндельные, односуппортные, многосуппортные. При классификации по конструктивным признакам выделяются существенные конструктивные особенности (например, вертикальные и горизонтальные токарные полуавтоматы). В классификации по точности установлены пять классов станков: Н — нормальной, П — повышенной, В — высокой, А — особо высокой точности и С — особо точные станки.

***Условные обозначения основных передач и механизмов металлорежущих станков***

***Рис. 15. Кинематическая схема фрезерного станка модели 6Р13ФЗ***

***Рис. 23. Вертикально-фрезер­ный станок***

На рис. 15 показана кинематическая схема вертикально-фрезер­ного станка с ЧПУ модели 6Р13ФЗ. Механизм главного движения станка представляет собой обычную коробку скоростей, в которой 18 частот вращении шпинделя получают переключением двух трой­ных и одного двойного блока *(19—22—16; 37—46—26* и *82—19).* Источником движения служит электродвигатель *М1 (N =* 7,5 кВт, *п* = 1450 об/мин). Диапазон частот вращения шпинделя 40— 2000 об/мин.

Механизм подачи станка обеспечивает перемещение заготовки, установленной на столе, в двух взаимно перпендикулярных напра­влениях — продольном и поперечном. Шпиндель станка вместе с ползуном перемещается в вертикальной плоскости. Эти три движе­ния осуществляются от трех исполнительных механизмов. Каждый из них состоит из электродвигателя (М2, Мз, *М4),* который управляет гидродвигателем (Г2, *Гз, Г4).* Гидродвигатели приводят в движение рабочие органы станка (стол и ползун) через зубчатые колеса и шари­ковые винтовые пары *(2, 3, 4).* Каждому импульсу, поступающему от системы ЧПУ, соответствует перемещение ползуна со шпинделем или стола на 0,01 мм. Скорость подачи 20—600 мм/мин.

Консоль станка со столом и салазками имеет установочное вер­тикальное перемещение от гидродвигателя Г1 через пару конических колес 18/72 и винтовую пару 1.

Программа работы станка задается с помощью чисел в закодиро­ванном виде на программоносителе — перфорированной бумажной ленте.

III. ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК НА СТАНКАХ ТОКАРНОЙ ГРУППЫ

***1. ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДА ТОЧЕНИЯ***

Технологический метод формообразования поверхностей заготовок точением характеризуется двумя движениями: вращатель­ным движением заготовки (скорость резания) и поступательным дви­жением режущего инструмента — резца (движение подачи). Движе­ние подачи осуществляется параллельно оси вращения заготовки (продольная подача), перпендикулярно к оси вращения заготовки (поперечная подача), под углом к оси вращения заготовки (наклон­ная подача),

Разновидности точения: обтачивание — обработка наружных поверхностей; растачивание — обработка внутренних поверхно­стей; подрезание — обработка плоских (торцовых) поверхностей;

резка — разделение заготовки на части или отрезка готовой детали от заготовки — пруткового проката.

На вертикальных полуавтоматах, автоматах и токарно-карусельных станках заготовки имеют вертикальную ось вращения, на токарных станках других типов — горизонтальную. На токарных станках выполняют черновую, получистовую и чистовую обработку поверхностей заготовок.

***2. ТОКАРНЫЕ РЕЗЦЫ***

По технологическому назначению различают резцы (рис. 16, а); проходные 1—3 для обтачивания наружных цилиндри­ческих и конических поверхностей; подрезные *4* для обтачивания плоских торцовых поверхностей; расточные *5* и *6* для растачивания сквозных и глухих отверстий; отрезные 7 для разрезания заготовок;

***Рис. 16. Токарные резцы***

резьбовые для нарезания наружных *8* и внутренних резьб; фасонные круглые *9* и призматические *10* для обтачивания фасонных поверхно­стей; прорезные для обтачивания кольцевых канавок и др.

По характеру обработки различают резцы черновые, получисто­вые и чистовые. По форме рабочей части резцы (рис. 16, *а)* делят на прямые *1*, отогнутые *2,* оттянутые 7. По направлению подачи резцы подразделяют на правые и левые (рис. 16, *б).* Правые работают с по­дачей справа налево, левые — слева направо. По способу изготовле­ния различают резцы целые, с приваренной встык рабочей частью, с приваренной или припаянной пластинкой инструментального ма­териала, со сменными пластинками режущего материала.

Для высокопроизводительного точения с большими подачами ис­пользуют резцы с дополнительной режущей кромкой (рис. 16, в). Длина *В* дополнительной режущей кромки составляет l,lsпp. Резец устанавливают на станке так, чтобы режущая кромка была парал­лельна линии центров станка.

В промышленности применяют резцы с многогранными неперета­чиваемыми твердосплавными пластинками (рис. 16, *г).* Когда одна из режущих кромок выходит из строя вследствие затупления, от­крепляют механический прижим пластинки и устанавливают в рабо­чее положение следующую кромку.

***3. ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК НА ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫХ СТАНКАХ***

Токарно-винторезный станок состоит из следующих узлов (рис. 17). Станина *2 с* призматическими направляющими служит для монтажа узлов станка и закреплена на тумбах. В передней тумбе / смонтирован электродвигатель главного привода станка, в задней тумбе *12 —* бак для смазочно-охлаждающей жидкости и насосная станция.

В передней бабке *6* смонтированы коробка скоростей станка и шпиндель. Механизмы и передачи коробки скоростей позволяют получать разные частоты вращения шпинделя. На шпинделе закреп­ляют зажимные приспособления для передачи крутящего момента обрабатываемой заготовке. На лицевой стороне передней бабки уста­новлена панель управления 5 механизмами коробки скоростей.

Коробку подач *3* крепят к лицевой стороне станины. В коробке смонтированы механизмы и передачи, позволяющие получать разные скорости движения суппортов. С левой торцовой стороны станины установлена коробка *4* сменных зубчатых колес, необходимых для наладки станка на нарезание резьбы

Продольный суппорт 7 перемещается по направляющим станины и обеспечивает продольную подачу резцу. По направляющим про­дольного суппорта перпендикулярно к оси вращения заготовки пере­мещается поперечная каретка, на которой смонтирован верхний суп­порт *9.* Поперечная каретка обеспечивает поперечную подачу резцу. Верхний поворотный суппорт можно устанавливать под любым углом к оси вращения заготовки, что необходимо при обработке конических поверхностей заготовок.

***Рис. 17. Схема токарно-винторезного станка***

На верхнем суппорте смонтирован четырехпозиционный пово­ротный резцедержатель *8, в* котором можно одновременно закреплять четыре резца. К продольному суппорту крепят фартук *10.* В фартуке смонтированы механизмы и передачи, преобразующие вращательное движение ходового валика или ходового винта в поступательные движения суппортов. Задняя бабка *11* установлена с правой стороны станины и перемещается по ее направляющим. В пиноли задней бабки устанавливают задний центр или инструмент для обработки отвер­стий (сверла, зенкеры, развертки).

Корпус задней бабки смещается относительно основания в попе­речном направлении, что необходимо при обтачивании наружных конических поверхностей. Для предохранения работающего от травм, сходящей стружкой на станке устанавливают специальный защитный экран.

***Рис. 18. Схемы обработки заготовок на токарно-винторезном станке***

**Обтачивание наружных цилиндрических поверхностей** выполняют прямыми, отогнутыми или упорными проходными резцами с про­дольной подачей (рис. 18, а); гладкие валы, — при установке заготовки на центрах. Вначале обтачивают один конец заготовки, а затем ее поворачивают на 180° и обтачивают остальную часть.

Ступенчатые валы обтачивают по схемам деления припуска на части (рис, 18, *б)* или деления длины заготовки на части (рис. 18,в). В первом случае обрабатывают заготовки с меньшей глубиной резания, однако общий путь резца получается большим и резко возрас­тает То. Во втором случае припуск с каждой ступени срезается сразу за счет обработки заготовки с большой глубиной резания. При этом То уменьшается, но требуется большая мощность привода станка,

Нежесткие валы рекомендуется обрабатывать упорными, про­ходными резцами, с главным углом = 90°. При обработке заготовок валов такими резцами радиальная составляющая .силы резания *Ру* = 0, что снижает деформацию заготовок.

**Подрезание торцов** заготовки выполняют перед обтачиванием наружных поверхностей. Торцы подрезают подрезными резцами с поперечной подачей к центру (рис. 18, *г)* или от центра заготовки. При подрезании от центра к периферии поверхность торца получается менее шероховатой.

**Обтачивание округлений** между ступенями валов (рис. 18, *д)* выполняют проходными резцами с закруглением между режущими кромками по соответствующему радиусу с продольной подачей или специальными резцами с поперечной подачей.

**Протачивание канавок** (рис. 18, *е)* выполняют с поперечной подачей прорезными резцами, у которых длина главной режущей кромки равна ширине протачиваемой канавки. Широкие канавки протачивают теми же резцами сначала с поперечной, а затем с про­дольной подачей.

**Сверление, зенкерование и развертывание отверстий** выполняют соответствующими инструментами, закрепляемыми в пиноли задней бабки. На рис. 18, *ж* показана схема сверления в заготовке цилин­дрического отверстия.

**Растачивание внутренних цилиндрических поверхностей** выпол­няют расточными резцами, закрепленными в резцедержателе станка, g продольной подачей. Гладкие сквозные отверстия растачивают проходными резцами (рис. 18, з); ступенчатые и глухие — упор­ными расточными резцами (рис. 18, *и*)*.*

**Отрезку обработанных деталей** выполняют отрезными резцами с поперечной подачей. При отрезке детали резцом с прямой главной режущей кромкой (рис. 18, к) разрушается образующаяся шейка и приходится дополнительно подрезать торец готовой детали. При отрезке детали резцом с наклонной режущей кромкой (рис. 18,*л*)торец получается чистым.

**Обтачивание наружных конических поверхностей заготовок** осу­ществляют на токарно-винторезных станках одним из следующих способов.

1. Широкими токарными резцами (рис. 19, *а).* Обтачивают ко­роткие конические поверхности с длиной образующей до 30 мм токарными проходными резцами, у которых главный угол в плане равен половине угла при вершине обтачиваемой конической поверхности. Обтачивают с поперечной или продольной подачей. Способ используют при снятии фасок с обработанных цилиндрических по­верхностей.

***Рис. 19. Схемы обтачивания наружных конических поверхностей на токарно-винторезном станке***

2. Поворотом каретки верхнего суппорта (рис. 19, б). При об­работке конических поверхностей каретку верхнего суппорта повер­тывают на угол, равный половине угла при вершине обрабатываемого конуса. Обрабатывают с ручной подачей верхнего суппорта под уг­лом к линии центров станка (Sн). Обтачивают конические поверх­ности, длина образующей которых не превышает величины хода каретки верхнего суппорта. Угол конуса обтачиваемой поверхности любой.

3. Смещением корпуса задней бабки в поперечном направления (рис. 19, в). При обтачивании конических поверхностей этим спо­собом корпус задней бабки смещают относительно ее основания в на­правлении, перпендикулярном к линии центров станка. Обрабаты­ваемую заготовку устанавливают на шариковые центры. При этом ось вращения заготовки располагается под углом к линии центров станка, а образующая конической поверхности — параллельно ли­нии центров станка. Обтачивают с продольной подачей резца длин­ные конические поверхности с небольшим углом конуса при вершине (2а < 8°).

4. С помощью конусной линейки (рис. 19, *г*)*.* Корпус *3* конусной линейки закрепляют на кронштейнах на станине станка. На корпусе 3 имеется призматическая направляющая линейка *2,* которую по шкале устанавливают под углом к линии центров станка. По направ­ляющей перемещается ползун 1, связанный через рычаг с кареткой поперечного суппорта *4.* Гайку ходового винта поперечной подачи отсоединяют от каретки суппорта. Коническую поверхность обтачи­вают с продольной подачей. Скорость продольной подачи складывается со скоростью поперечной подачи, получаемой кареткой по­перечного суппорта от ползуна, скользящего по направляющей линейке. Сложение двух движений обеспечивает перемещение резца под углом к линии центров станка. Обтачивают длинные конические поверхности с углом при вершине конуса до 30—40°.

IV. ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК НА ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ

***1. ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДА ФРЕЗЕРОВАНИЯ***

Фрезерование — один из высокопроизводительных и рас­пространенных методов обработки поверхностей заготовок многолез­вийным режущим инструментом — фрезой.

Технологический метод формообразования поверхностей фрезе­рованием характеризуется главным вращательным движением ин­струмента и обычно поступательным движением подачи. Подачей может быть и вращательное движение заготовки вокруг оси вращаю­щегося стола или барабана (карусельно-фрезерные и барабанно-фрезерные станки).

На фрезерных станках обрабатывают горизонтальные, верти­кальные и наклонные плоскости, фасонные поверхности, уступы и пазы различного профиля. Особенность процесса фрезерования — прерывистость резания каждым зубом фрезы. Зуб фрезы находится в контакте с заготовкой и выполняет работу резания только на неко­торой части оборота, а затем продолжает движение, не касаясь заго­товки, до следующего врезания.

***Рис. 20. Схемы фрезерования цилиндрической (а) и торцовой (б) фрезами, против подачи (в) и по подаче (а):***

***1 — заготовка; 2 — фреза***

На рис. 20 показаны схемы фрезерования плоскости цилиндри­ческой (*а*) и торцовой *(б)* фрезами. При цилиндрическом фрезерова­нии плоскостей работу выполняют зубья, расположенные на цилин­дрической поверхности фрезы. При торцовом фрезеровании плоско­стей в работе участвуют зубья, расположенные на цилиндрической и торцовой поверхностях фрезы.

Цилиндрическое и торцовое фрезерование в зависимости от на­правления вращения фрезы и направления подачи заготовки можно осуществлять двумя способами: 1) против подачи (встречное фрезе­рование), когда направление подачи противоположно направлению вращения фрезы (рис. 20, *в);* 2) по подаче (попутное фрезеро­вание), когда направления подачи и вращения фрезы совпадают (рис. 20, *г).*

При фрезеровании против подачи нагрузка на зуб фрезы возрас­тает от нуля до максимума, при этом сила, действующая на заго­товку, стремится оторвать ее от стола, что приводит к вибрациям и увеличению шероховатости обработанной поверхности. Преимуще­ством фрезерования против подачи является работа зубьев фрезы «из-под корки», т. е. фреза подходит к твердому поверхностному слою снизу и отрывает стружку при подходе к точке *В.* Недостатком яв­ляется наличие начального скольжения зуба по наклепанной по­верхности, образованной предыдущим зубом, что вызывает повы­шенный износ фрезы.

При фрезеровании по подаче зуб фрезы сразу начинает срезать слой максимальной толщины и подвергается максимальной нагрузке. Это исключает начальное проскальзывание зуба, уменьшает износ

фрезы и шероховатость обработанной поверхности. Сила, действующая на заготовку, прижимает ее к столу станка, что уменьшает ви­брации.

***2. ТИПЫ ФРЕЗ***

В зависимости от назначения и вида обрабатываемых по­верхностей различают следующие типы фрез: цилиндрические (рис. 21, а), торцовые (рис. 21, *б,* з), дисковые (рис. 21, е), кон­цевые (рис. 21, г), угловые (рис. 21, *д),* шпоночные (рис. 21, *е),* фасонные (рис. 21, *ж).*

Фрезы изготовляют цельными (рис. 21, *б—ж)* или сборными (рис. 21, а, з). Режущие кромки могут быть прямыми (рис. 21, *д)* или винтовыми (рис. 21, в). Фрезы имеют остроконечную (рис. 21, *и)* или затылованную (рис. 21, *к)* форму зуба. У фрез с остроконечными зубьями передняя и задняя поверхности плоские. У фрез с затылованными зубьями передняя поверхность плоская, а задняя выполнена по спирали Архимеда; при переточке по перед­ней поверхности профиль зуба фрезы сохраняется.

Цельные фрезы изготовляют из инструментальных сталей. У сборных фрез зубья (ножи) выполняют из быстрорежущих сталей или оснащают пластинками из твердых сплавов и закрепляют в кор­пусе фрезы пайкой или механически.

***Рис. 21. Типы фрез***

**Вертикально-фрезерные станки** (рис. 23). Основные узлы станка:

станина 1, поворотная шпиндельная головка *3* со шпинделем *4,* стол *5,* салазки *6,* консоль 7, коробка скоростей *2* и коробка подач *8.* Главным является вращательное движение шпинделя. Заготовка, установленная на столе, может получать подачу в трех направле­ниях: продольном, поперечном и вертикальном.

На рис. 24 показаны схемы фрезерования поверхностей на гори­зонтально- и вертикально-фрезерных станках. Движения, участву­ющие в формообразовании поверхностей в процессе резания, на схе­мах указаны стрелками.

*Горизонтальные плоскости* фрезеруют на горизонтально-фрезер­ных станках цилиндрическими фрезами (рис. 24, *а)* и на вертикально-фрезерных станках торцовыми фрезами (рис. 24, б).

***Рис. 22. Горизонтально-фрезерный станок Рис. 23. Вертикально-фрезер­ный станок***

***Рис. 24. Схемы обработки заготовок на горизонтально- и вертикально-фрезер­ных станках***

Цилиндри­ческими фрезами целесообразно обрабатывать горизонтальные пло­скости шириной до 120 мм. В большинстве случаев плоскости удоб­нее обрабатывать торцовыми фрезами вследствие большей жесткости их крепления в шпинделе и более плавной работы, так как число одновременно работающих зубьев торцовой фрезы больше числа зубьев цилиндрической фрезы.

*Вертикальные плоскости* фрезеруют на горизонтально-фрезерных станках торцовыми фрезами

 (рис. 24, *в)* и торцовыми фрезерными головками, а на вертикально-фрезерных станках концевыми фре­зами (рис. 24, *г).*

*Наклонные плоскости и скосы* фрезеруют торцовыми (рис. 24, *д)* и концевыми фрезами на вертикально-фрезерных станках, у которых фрезерная головка со шпинделем поворачивается в вертикальной плоскости. Скосы фрезеруют на горизонтально-фрезерном станке одноугловой фрезой (рис. 24, *е).*

*Комбинированные поверхности* фрезеруют набором фрез (рис. 24, *ж)* на горизонтально-фрезерных станках. Точность взаимо­расположения обработанных поверхностей зависит от жесткости крепления фрез по длине оправки. С этой целью применяют допол­нительные опоры (подвески), избегают использования несоразмер­ных по диаметру фрез (рекомендуемое отношение диаметра фрез не более 1,5).

*Уступы и прямоугольные пазы* фрезеруют концевыми (рис. 24,з**)** и дисковыми (рис. 24, *и)* фрезами на вертикально- и горизонтально-фрезерных станках.

Уступы и пазы целесообразнее фрезеровать дисковыми фрезами, так как они имеют большее число зубьев и допускают работу с боль­шими скоростями резания.

*Фасонные пазы* фрезеруют фасонной дисковой фрезой (рис. 24,*к*)**,** *угловые пазы—* одноугловой и двухугловой (рис. 24, *л)* фрезами на горизонтально-фрезерных станках.

*Паз клиновой* фрезеруют на вертикально-фрезерном станке за два прохода: прямоугольный паз — концевой фрезой, затем скосы паза — концевой одноугловой фрезой (рис. 24, *м). Т-образные пазы* (рис. 24, н), которые широко применяют в машиностроении как ста­ночные пазы, например на столах фрезерных станков, фрезеруют обычно за два прохода: вначале паз прямоугольного профиля конце­вой фрезой, затем нижнюю часть паза — фрезой для Т-образных пазов,

*Шпоночные пазы* фрезеруют концевыми или шпоночными (рис. 24, о) фрезами на вертикально-фрезерных станках. Точность получения шпоночного паза — важное условие при фрезеровании, так как от нее зависит характер посадки на шпонку сопрягаемых с валом деталей. Фрезерование шпоночной фрезой обеспечивает получение более точного паза; при переточке по торцовым зубьям диаметр шпоночной фрезы практически не изменяется.

*Фасонные поверхности* незамкнутого контура с криволинейной образующей и прямолинейной направляющей фрезеруют на горизон­тально- и вертикально-фрезерных станках фасонными фрезами соот­ветствующего профиля (рис. 24, *п).*

Применение фасонных фрез эффективно при обработке узких и длинных фасонных поверхностей. Широкие профили обрабатывают набором фасонных фрез.

***СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ***

***1.*** *А.Н. Дальский, И.А. Арутюнова,*

Технология конструкционных материалов,

Учебник. – М.: «Машиностроение» 1985. – 450 с.

***2.*** *В.И.* *Анурьев*

Справочник конструктора-машиностроителя: В3-х т. Т.1.-5-е издание, перераб. и доп. - М.: «Машиностроение», 1979. - 788 с.

***3.*** *В.И.* *Анурьев*

Справочник конструктора-машиностроителя: В3-х т. Т.1.-6-е издание, перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1982. - 584 с ил.

***4.*** *В.Б.* *Дьячков*

Специальные металлорежущие станки общемашиностроительного применения: справочник В.Б.Дьячков, Н.Ф.Кобатов, Н.У.Носинов., М.: Машиностроение. 1983. – 288 с.