

В.М. Казакевич, Г.А. Молева

# ТЕХНОЛОГИЯ

## ТЕХНИЧЕСКИЙ ТРУД

УЧЕБНИК • 8–9 классы • Книга 1



Федеральный государственный образовательный стандарт  
Образовательная система «Школа 2100»

В.М. КАЗАКЕВИЧ, Г.А. МОЛЕВА

# ТЕХНОЛОГИЯ

## ТЕХНИЧЕСКИЙ ТРУД

УЧЕБНИК • 8–9 классы • Книга 1



Рекомендовано Министерством  
образования и науки Российской Федерации

Москва

БАХАСС

2012

УДК 373.167.1:62  
ББК 20я721  
К14

Федеральный государственный стандарт  
Образовательная система «Школа 2100»

Совет координаторов предметных линий «Школы 2100» – лауреат премии  
Правительства РФ 2008 года в области образования за теоретическую разработку основ  
образовательной системы нового поколения и её практическую реализацию в учебниках

На учебник получены положительные заключения Российской академии наук  
(от 14.10.2011) № 10106-5215/485 и Российской академии образования  
(от 24.10.2011) № 01-5/7д-114

Руководитель издательской программы –  
доктор пед. наук, проф., чл.-корр. РАО Р.Н. Бунеев

Авторы выражают искреннюю признательность и благодарность  
учителям школ г. Владимира и Владимирской области  
И.В. Афонину, В.А. Блинову, А.А. Володину, Д.Ц. Глезерису, А.М. Евстафьеву,  
А.А. Климачеву, М.Ю. Манасову, Ю.Б. Орлову, А.В. Пайкову, И.А. Пасынкову,  
В.И. Смирнову, А.А. Солодихину, Е.В. Филину, чей опыт и методические  
разработки были использованы при написании данного учебника

Казакевич, В.М.

К14 **Технология. Технический труд, 8–9 кл. : учеб. для общеобразоват. учреж-  
дений : в 2 кн. Кн. 1 / В.М. Казакевич, Г.А. Молева. – М. : Баласс, 2012. –  
208 с. : ил. (Образовательная система «Школа 2100»)**

ISBN 978-5-85939-925-3 (кн. 1)  
ISBN 978-5-85939-978-9

Учебник предназначен для учащихся 8–9 класса общеобразовательных учреж-  
дений. Соответствует Федеральному государственному образовательному стандар-  
ту основного общего образования, является продолжением непрерывного курса тех-  
нологии и составной частью комплекса учебников развивающей Образовательной  
системы Школа 2100

Учебник содержит сведения о свойствах конструкционных материалов, приме-  
няемых в современном производстве. В нём представлена информация о распро-  
странённых методах обработки конструкционных материалов ручными инструмен-  
тами и на станках на основе технологий резания, пластического формования,  
неподвижного и подвижного соединения элементов конструкций. В учебнике даны  
сведения по машиноведению, электротехнике, черчению и графике, некоторым ха-  
рактеристикам современного производства, экономике, экологии, профессиональной  
ориентации. Большое внимание уделено содержанию, методам и организации  
творческой проектной деятельности.

УДК 373.167.1:62  
ББК 20я721

Данный учебник в целом и никакая его часть не могут быть  
скопированы без разрешения владельца авторских прав

ISBN 978-5-85939-925-3 (кн. 1)  
ISBN 978-5-85939-978-9

© Казакевич В.М., Молева Г.А., 2012  
© ООО «Баласс», 2012

## Введение

Вы уже познакомились с основными технологиями, которые получили широкое распространение в современном производстве. Главным образом это технологии, основанные на резании материалов. Такие технологии позволяют получить изделия с очень большой точностью, а значит, высокого качества. Мы продолжим изучать технологии обработки древесных материалов, металлов и пластмасс резанием, пластическим формованием, литьём.

При изучении технологий электротехнических работ вы познакомитесь с устройством и работой электрических двигателей – самых распространённых в мире электрических машин. Кроме того, вы узнаете об истории развития всех двигателей, получите представление об их классификации и применении в современной технике.

Для того чтобы быть рачительным и грамотным хозяином в своём доме, вы научитесь выполнять простые ремонтно-отделочные, санитарно-технические работы в жилых и хозяйственных помещениях.

Создавая творческий проект, вы освоите новые методы конструирования изделий, составления композиции с разработкой технологической карты. Вы узнаете, как осуществлять расчёт затрат на материалы, электроэнергию, оплату труда, налоги и т.д.

Ориентироваться в учебнике вам помогут условные обозначения:



– вопросы по теме;

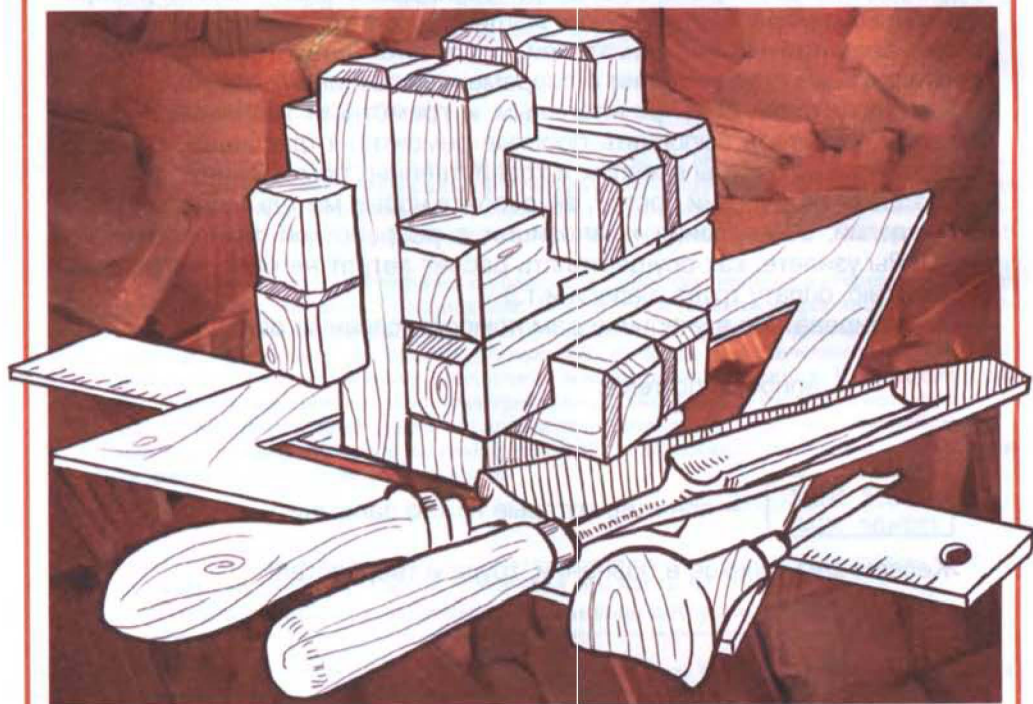


– понятия, которые нужно запомнить.

Желаем вам успехов в познании, труде и творчестве!

**ЧАСТЬ ПЕРВАЯ**

**ТЕХНОЛОГИИ  
ОБРАБОТКИ  
ДРЕВЕСНЫХ  
МАТЕРИАЛОВ**



## ГЛАВА I

# Искусственные древесные материалы

### § 1. Виды искусственных древесных материалов



Десятилетиями столяры и плотники придумывали новые материалы для изготовления своих изделий, пытаясь повысить их качество, снизить стоимость.

Новые, универсальные и относительно недорогие искусственные древесные материалы были получены в начале XX в. и стали к 30-м гг. серийным продуктом, применяющимся в строительстве, ремонте помещений, квартир, изготовлении мебели и т.д. Это фанера, древесно-стружечные плиты (ДСП), древесно-волокнистые плиты (ДВП) и их разновидности (рис. 1–2).

С фанерой вы знакомились раньше. Она представляет собой древесный материал из склеенных друг с другом трёх или более листов шпона – тонкого слоя древесины. Причём волокна одного слоя шпона пересекаются под прямым углом с волокнами последующих слоёв. Благодаря этому фанера обладает значительной прочностью.



Рис. 1. Древесно-стружечная плита



Рис. 2. Древесно-волокнистая плита

При сверлении и пилении фанеры может колотиться и отрываться нижний слой шпона. Чтобы этого не происходило, необходимо пользоваться ножовкой с мелкими и хорошо заточенными зубьями, инструмент держать под острым углом по отношению к листу фанеры.

Для качественного сверления фанеры под заготовку необходимо использовать подкладную доску.

Для изготовления древесно-стружечных плит (ДСП) используют мелкие стружки. Обычно для их изготовления идут отходы деревоперерабатывающих предприятий: ветки, сучья, обрезной материал. Стружки смешивают со связующей искусственной фенолоформальдегидной смолой – полимерным материалом. Полученную массу формуют и при высокой температуре прессуют в плиту. Используется ДСП прежде всего для изготовления недорогой мебели, а также ремонта и отделки помещений.

Для изготовления древесно-волоконистых плит (ДВП) древесину размалывают на тончайшие волокна. Затем их, как и стружки для ДСП, смешивают со связующей смолой. Полученную массу разливают на поддоны и прессуют при температуре более 200 °С.

Промышленностью выпускаются: обычная плита – ДВП, древесно-волоконистые плиты средней плотности маркируются как МДФ. Материал высокой плотности – оргалит. ДВП в основном применяют при изготовлении мебели средней и большой стоимости, ремонте и отделке стен помещений.

При пилении ДСП зубья пилы, как правило, быстро тупятся, поэтому рекомендуется использовать инструмент с некрупными, закалёнными зубьями. При пилении ДСП дисковыми электрическими пилами обычно используют диски с твёрдосплавными напайками на зубьях. Если срез ДСП получился неровным, его можно отстрогать рубанком от края заготовки к центру.

Для пиления ДВП используются ножовки с тонким полотном и мелкими зубьями. Чтобы нижняя сторона листа не рвалась, движения инструментом производятся в размеренном главном ритме, без сильного нажатия. После распиливания вновь полученный срез зачищают шкуркой. Для сверления ДВП в основном применяют перьевые свёрла с подкладной доски.

Искусственные связующие смолы, применяющиеся в ДСП и в меньшем случае в ДВП, выделяют вредный для здоровья формальдегид, поэтому обработку данных материалов производят в хорошо вентилируемых помещениях с обязательным использованием средств индивидуальной защиты – респираторов и противогазов (в зависимости от вредности материала). Изделия из ДСП и ДВП, используемые внутри жилых помещений, в обязательном порядке покрываются защитным слоем, не пропускающим формальдегид: шпонируются, покрываются краской, защитными составами.

## ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА

1. Проводить обработку ДВП и ДСП в хорошо вентилируемом помещении с использованием марлевых повязок.
2. Во избежание сколов и разрыва материала использовать в работе исправный, хорошо заточенный инструмент, быть с ним аккуратным и осторожным.
3. Для предотвращения выделения формальдегида покрывать ДСП защитной плёнкой.
4. По завершении работы с ДВП или ДСП произвести в мастерской влажную уборку, вымыть руки с мылом.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

### ИСПЫТАНИЕ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### Цель работы:

ознакомление со свойствами древесных материалов.

#### Оборудование:

набор образцов искусственных древесных материалов, прибор для испытания твёрдости древесных материалов.

#### Задание:

1. Рассмотрите образцы искусственных древесных материалов. Установите отличие и сходство.
2. Проведите испытания образцов на твёрдость, упругость, способность обработки резанием, сделайте выводы по применению данных материалов.
3. Заполните таблицу.

Таблица 1

Свойство Вид материала	Твёрдость	Упругость	Обрабатываемость	Вывод



4. Приведите известные вам примеры использования искусственных древесных материалов.

ДВП, МДФ, оргалит, ДСП, формальдегид.



1. Расскажите о процессах получения искусственных древесных материалов.
2. Почему изделия из ДСП необходимо покрывать защитной плёнкой?
3. Рассмотрите образец ДВП. На какой материал, знакомый нам с начальной школы, он похож?
4. Что общего между фанерой, ДСП и ДВП?
- \*5. Почему ДСП, в отличие от пиломатериалов, не коробятся?

## § 2. Подвижные и неподвижные соединения в изделиях из древесных материалов



Сборка изделий из древесных материалов — это соединение деталей в сборные единицы и изделия с помощью клея, крепёжной фурнитуры.

Соединения бывают неподвижные и подвижные (рис. 3).

Неподвижные соединения осуществляют склейкой и крепёжными изделиями. К ним относятся гвозди, шурупы, болты, угольники, пластинки, стяжки, нагели.

Гвоздями и шурупами соединяют детали изделий из древесных материалов, когда площадь склеивания недостаточна по размеру. В этом случае соединение будет непрочным и при эксплуатации может разрушиться, например в гнутой мебели. Применяют шурупы при работе с древесными материалами и для крепления фурнитуры. Виды шурупов даны на рис. 4.

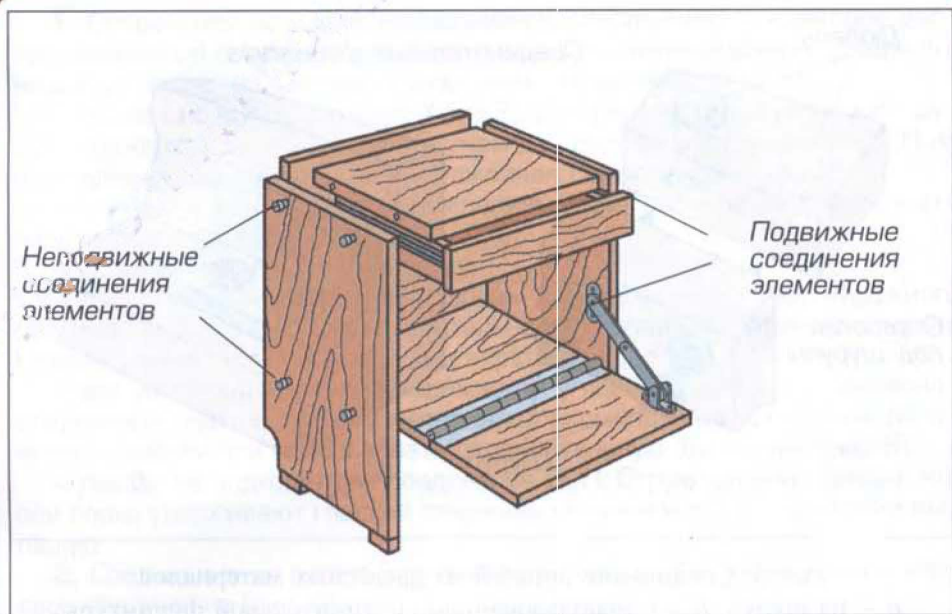


Рис. 3. Подвижные и неподвижные соединения элементов в изделиях из древесины и древесных материалов



Рис. 4. Виды шурупов

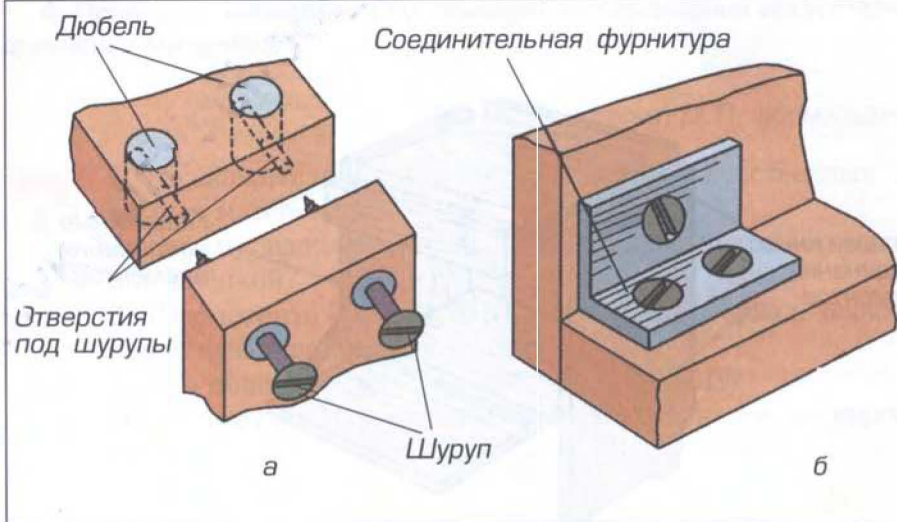


Рис. 5. Соединение деталей из древесных материалов:  
 а – на шуруп, б – с использованием соединительной фурнитуры

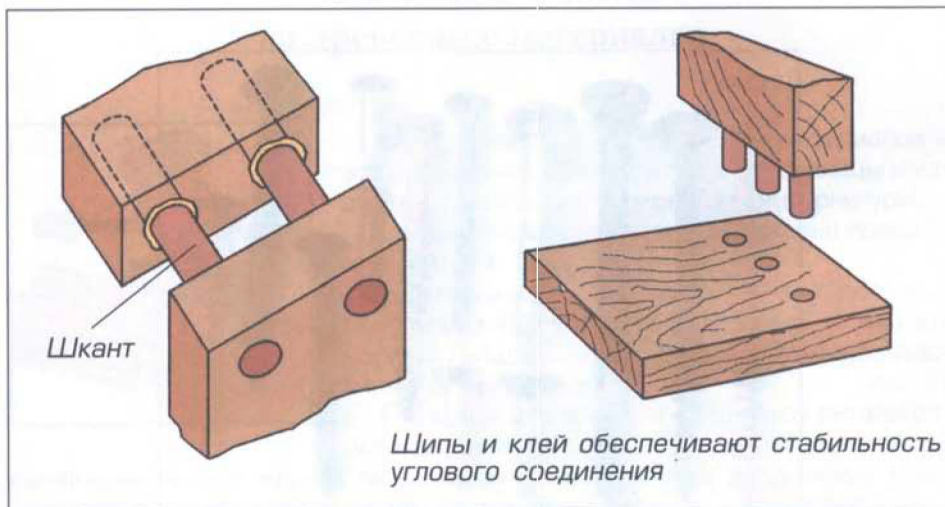


Рис. 6. Соединение на шкант

**1. Соединение на шуруп** (неразъёмное соединение) — наиболее распространённый способ соединения щитов в объёмное изделие. Соединять на шуруп несложно. Однако прежде, чем это сделать, следует:

- правильно выбрать шуруп (табл. 2). Для работ с ДСП применяют шурупы несколько иной конструкции, чем для дерева, у шурупов для ДСП по всей длине стержня проходит выраженная саморезущая резьба;
- не вручивать шуруп с применением силы; сначала высверлить отверстие. работа пойдёт легче;
- правильно подобрать отвёртку;
- дополнительно проклеить шурупы для получения более надёжного соединения. Для этого в предварительно просверлённое отверстие нужно капнуть немного клея, прежде чем вкрутить шуруп;
- для увеличения степени надёжности угловых соединений древесно-стружечных плит на шуруп в материале рекомендуется установить деревянные дюбели или использовать соединительную фурнитуру (рис. 5);
- гвозди не подходят для соединения ДСП. Структура плит такова, что они плохо удерживают гладкий стержень гвоздей и тот со временем выпадает.

**2. Соединение на шкант** (круглый вставной шип) — неразъёмное клеевое соединение (рис. 6).

Соединительный элемент — шкант, круглый цилиндр из природной древесины, — клеивается в соединяемые части изделия. В отличие от соединения с помощью шурупов, его можно вставить так, что он не будет виден.

Таблица 2

## ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ШУРУПОВ ДЛЯ РАБОТ ПО ДЕРЕВУ

Шурупы с плоской головкой	Для обычных работ по дереву. Головка лежит на поверхности или утапливается в неё
Шурупы с крестообразной головкой	Для обычных работ по дереву. Жало крестовидной отвёртки прочно удерживается на головке такого шурупа
Шурупы с полупотайной головкой	С их помощью закрепляется фурнитура с расширенными отверстиями. Хромированные или никелированные
Шурупы с полукруглой головкой	Применяются для фурнитуры или щитов без расширенных отверстий. Головка хромированная или никелированная

Зеркальные шурупы	На головку шурупа может быть накручен хромированный полукруглый или плоский колпачок
Ключевые шуруны	Для стабильных деревянных конструкций. Шурупы ввинчиваются гаечным ключом
Двойные шурупы	В первую очередь применяются для незаметных соединений двух деревянных деталей
Шурупы для работ по жести	Для закрепления на тонкой жести и пластиковых пластинах. Закалённый шуруп при ввинчивании сам прорезает отверстие
Шурупы для работ с ДСП	Кончик стержня не слишком острый, в материале с рыхлой структурой не образует щелей

Вставка шкантов требует некоторой подготовительной работы:

- для них, как и для шурупов, нужно сначала просверлить отверстия;
- место для шипов должно быть определено очень точно;
- при толщине материала от 12 до 20 мм используют шипы 6–8 мм.

Шипы, как правило, делают из древесины твёрдых пород (см. рис. 6);

– при вклейке шканта в гнездо клеем следует покрывать всю поверхность шипа;

– при сверлении отверстия под шкант в материале применяется *ограничитель* (рис. 7).

**3. Соединение на ламель** (неразъёмное соединение) применяют в мебельном производстве для соединения двух щитов под прямым углом.

*Ламели* — небольшие пластины овальной формы. С их помощью придают дополнительную прочность клеевому соединению (рис. 8).

В домашних условиях самым сложным является нарезание пазов в плитах под ламели. Современный ручной деревообрабатывающий электрифицированный инструмент позволяет решить эту проблему.

#### **4. Винтовые (разъёмные) соединения.**

Разъёмные соединения щитов, которые останутся прочными после повторного завинчивания, создаются с помощью винтов (рис. 9). Такие соединения вы можете увидеть на мебели серийного производства, которая, как правило, продаётся в разобранном виде (рис. 10). Основными соединительными элементами являются винт и муфта–гайка специальной конструкции (рис. 11).

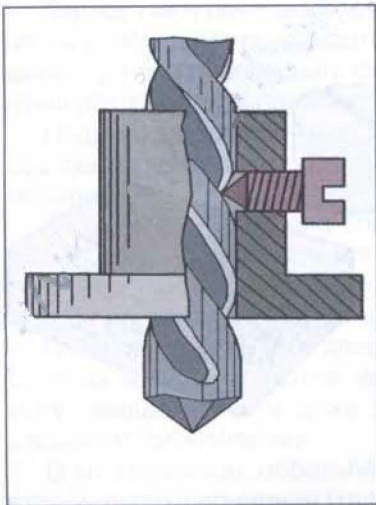


Рис. 7. Ограничитель  
хода сверла

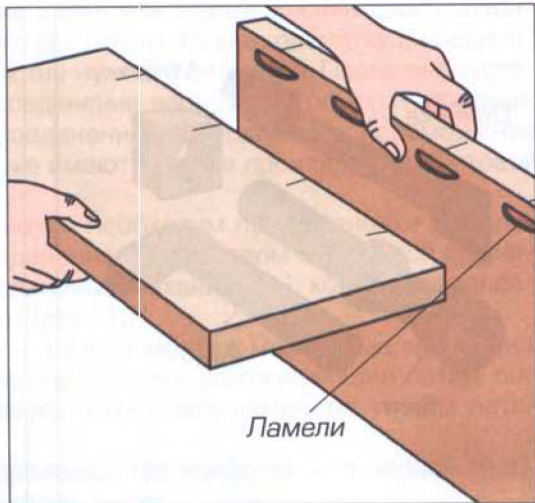


Рис. 8. Соединение  
на ламелях

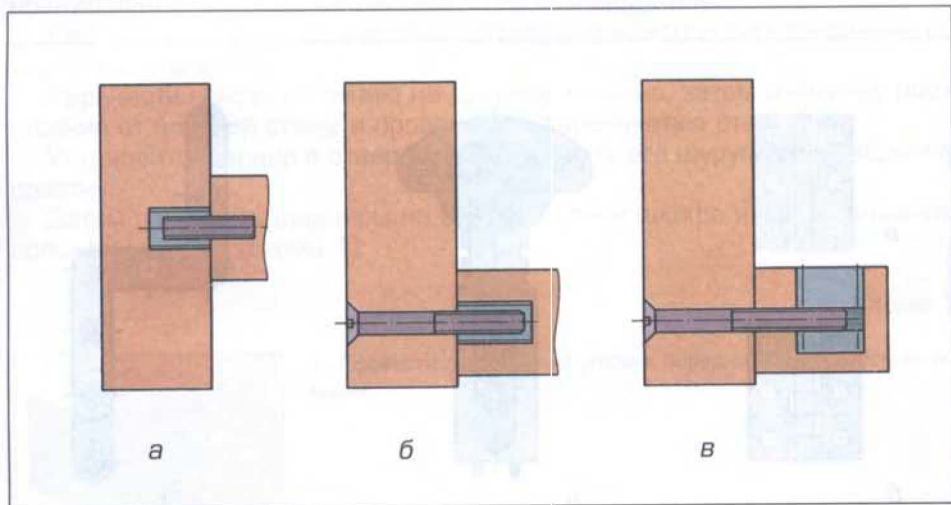


Рис. 9. Винтовые соединения для мебели: *а* – ввинчивающаяся муфта с  
вклеенным дубелем, *б* – ввинчивающаяся муфта с винтом, *в* – насадная  
муфта с винтом



Рис. 10. Крепёжные детали и инструменты

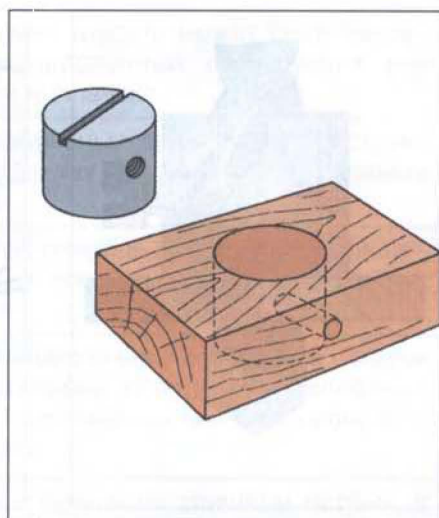


Рис. 11. Установка муфты-гайки в посадочное гнездо

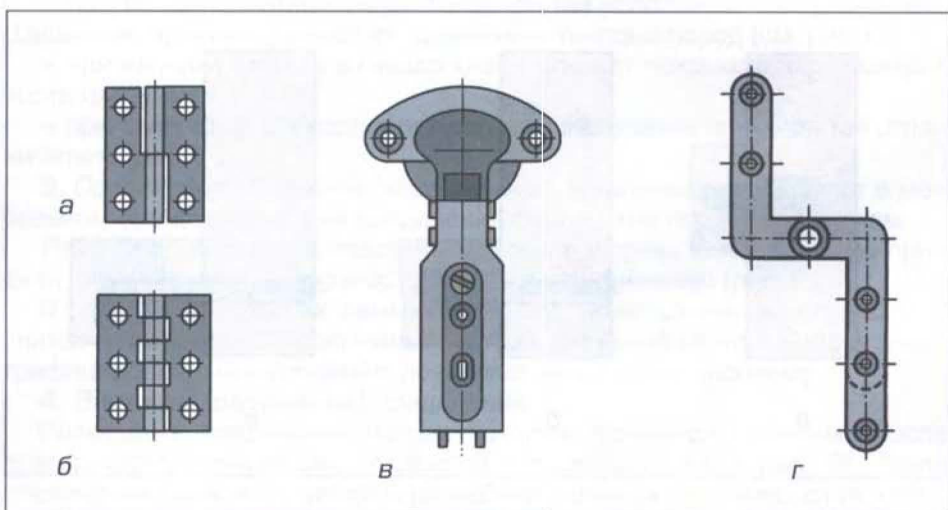


Рис. 12. Виды петель: а – съёмная, б – несъёмная, в – четырёхшарнирная (тарельчатая), г – пятишарнирная (торцевая)

Так же как и для соединений на шкант или шуруп, для винтового соединения необходимо предварительно выполнить точную разметку в соединяемых частях и просверлить отверстие нужного диаметра. После чего устанавливаются муфты и производят соединение на винт при помощи отвёртки.

Подвижные соединения — соединения, допускающие перемещение составных частей изделия, — также имеют место в производстве щитовой мебели.

В основном такой вид соединения необходим при установке мебельных дверей. Осуществляется соединение посредством мебельной фурнитуры — петель (специальных шарнирных механизмов), которые устанавливаются на соединительных щитах (рис. 12).

Главное при навеске дверцы — точный монтаж механизма крепления. Слабым звеном являются маленькие шурупы, удерживающие петли, они могут расшататься и даже выпасть. Устанавливаемые на торцах петли называются пятниковыми.

В современном мебельном производстве наиболее популярной является четырёхшарнирная (тарельчатая) петля.

Тарельчатые шарниры должны сидеть очень точно, поэтому для монтажа потребуется так называемое *кольцевое сверло*. Поскольку у всех тарельчатых шарниров диаметр 35 мм, имеет смысл приобрести это специальное сверло.

Наметить отверстие на дверном полотне легко, если определить основную линию для монтажной панели на боковой стене.

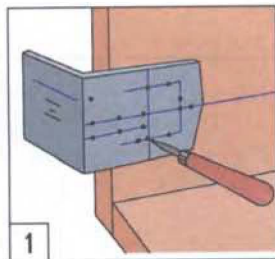
Держать дверь точно на уровне встроенной конструкции, прислонив её к боковой стене.

Перенести основную линию на дверное полотно, затем измерить расстояние от боковой стены и просверлить тарельчатые отверстия.

Установить шарнир в отверстие и закрепить его шурупами к дверному полотну.

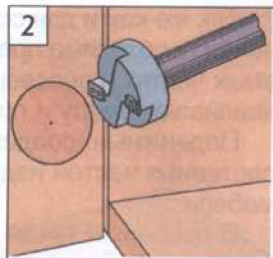
Затем закрепить шарниры на боковой стене шкафа и отрегулировать положение двери (схема 1).

Схема 1

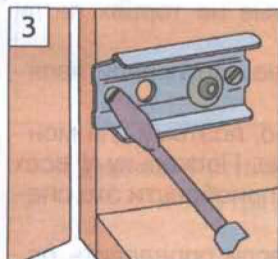


1. Провести под прямым углом к передней стороне основную линию.

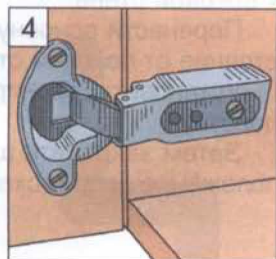




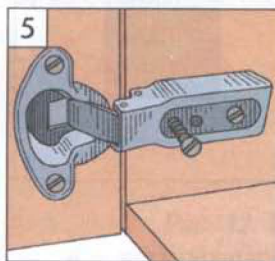
2. Кольцевым сверлом проделать тарельчатое отверстие глубиной, равной толщине петли.



3. Закрепить монтажную пластину на стенке шкафа.



4. Закрепить шарнир на дверце и соединить его с пластиной на стенке шкафа.

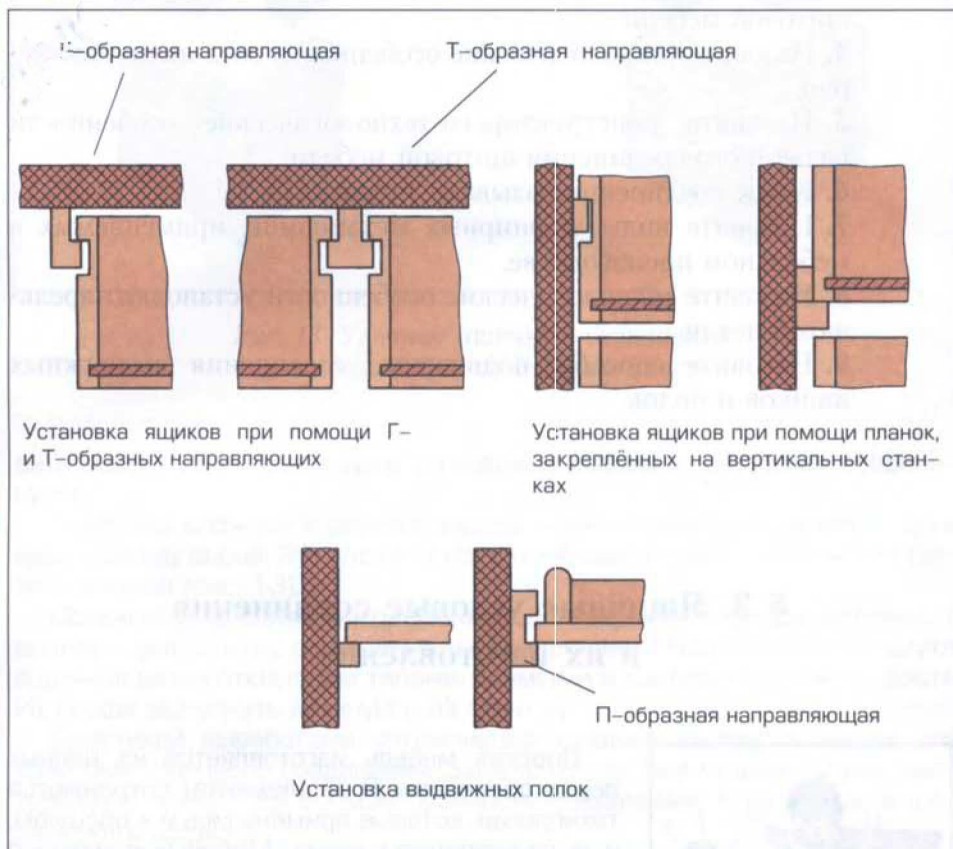


5. Винтами отрегулировать положение дверцы.

Подвижно можно соединить относительно друг друга элементы мебели *выдвижные полки и ящики*. Обычно эти элементы подвешивают к горизонтальным стенкам корпуса с помощью Г- и Т-образных направляющих планок или П-образных планок, закреплённых на боковых вертикальных щитах.

Схема 2

## УСТАНОВКА ВЫДВИЖНЫХ ЯЩИКОВ И ПОЛОК





1. Какую мебель называют щитовой?
2. Какое соединение называют неподвижным?
3. Назовите способы неподвижного соединения при сборке щитовой мебели.
4. Назовите технологические особенности соединения на шуруп.
5. Назовите конструкторско-технологические особенности разъёмного соединения щитовой мебели.
6. Какое соединение называют подвижным?
7. Назовите виды шарнирных механизмов, применяемых в мебельном производстве.
8. Назовите технологические особенности установки тарельчатой петли.
9. Назовите способы подвижного соединения выдвижных ящиков и полок.

### § 3. Ящичные угловые соединения и их изготовление



Дорогая мебель изготавливается из ценных пород древесины. В её элементах сохраняются технологии, которые применялись и в прошлом, и в позапрошлом веках. Мебельные изделия бывают снабжены ящиками разной формы, размера и внешнего вида. Детали в этих ящиках соединяются с помощью шиповых соединений. Такие соединения обладают большой прочностью.

Поэтому тому, кто хочет овладеть столярным мастерством, нужно уметь качественно изгото-

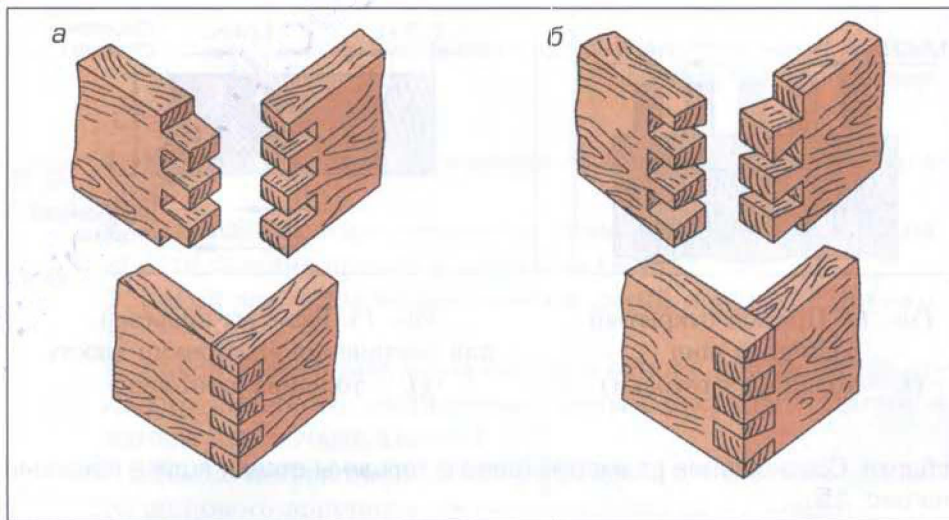


Рис. 13. Угловые ящичные соединения:  
*а* – прямое, *б* – «ласточкин хвост»

вить ящик соответствующего размера и формы с шиповым соединением.

Наиболее сложная и важная задача – качественно соединить стенки ящика между собой. Это достигается с помощью угловых соединений (вязок) деталей (рис. 13).

Соединения *вполупотай* применяют для скрытия с одной стороны, а *впотай* – для полного скрытия места соединения. Чаще всего используют ящичные вязки открытыми типами: прямыми и шипом «ласточкин хвост». Их проще выполнить вручную и на станках.

Практикой выработаны оптимальные пределы размеров шипов для получения прочного соединения. Замечено, что чем тоньше и гуще расположены шипы, тем больше прочность соединения. Конечно, до определённого предела.

Соединения двух стенок ящика на прямой открытый шип имеют вид ровной прямой зубчатки (рис. 14). Здесь ширина шипов равна ширине проушин. Размер шипа должен быть не менее  $1/4$  толщины и не более целой толщины стенки.

Ящичная вязка в «ласточкин хвост» по технологии труднее в изготовлении, но прочнее на разрыв. Она позволяет предохранять угол от коробления, а значит, и от изменения формы ящика. Щёчки шипов не должны быть слишком косыми, чтобы щёчки проушин не выкрашивались при

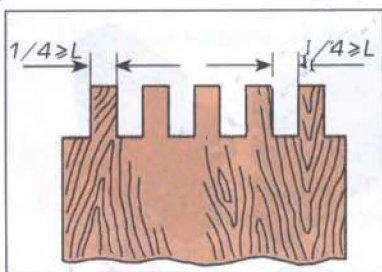


Рис. 14. Прямой открытый  
ящичный шип  
( $L$  – толщина заготовки)

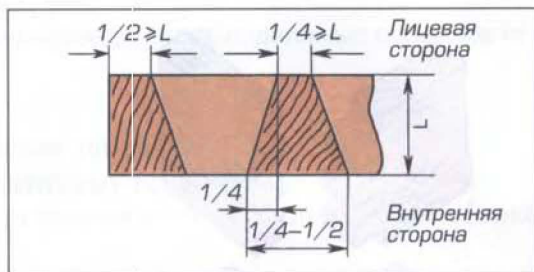


Рис. 15. Размеры прорезей  
для соединения «ласточкин хвост»  
( $L$  – толщина заготовки)

сборке. Соотношение размеров шипа и толщины стенки ящика показано на рис. 15.

И при соединении на прямой шип, и на шип «ласточкин хвост» надо придерживаться следующих правил:

- чем толще боковая стенка, тем тоньше (относительно неё) делается шип, и наоборот, чем тоньше стенка, тем толще должен быть шип;
- шипы зашлифовывают на короткой детали, а гнёзда (проушины) делают на длинной.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

### ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИЗДЕЛИЯ, СОДЕРЖАЩЕГО УГЛОВЫЕ ЯЩИЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ (ШИПОВЫЕ)

#### Цель работы:

освоение способов выполнения угловых ящичных соединений.

#### Оборудование:

набор чертёжных инструментов, верстак, набор столярных инструментов, клей ПВА (или казеиновый).

#### Задание:

1. Сконструировать изделие (ящик, пенал, футляр, шкатулку и т.п.), детали которого соединяются с помощью углового ящичного соединения (шипового).
2. Выполните чертёж и технологическую карту на его изготовление.
3. Изготовьте изделие в соответствии с чертежом и технологической картой.



1. В каких изделиях применяют угловые ящичные соединения?
2. В какой последовательности выполняется угловое ящичное соединение шипом «ласточкин хвост»?
3. Какой вид углового соединения самый прочный? Докажите.
4. Какой размер заготовки берут за основу при разметке углового ящичного соединения прямым открытым шипом и шипом «ласточкин хвост»?
- \*5. Какие погрешности могут быть при изготовлении углового шипового ящичного соединения и как их устранить?

#### § 4. Изготовление малогабаритной мебели



Мебельные фабрики и мастерские производят много разной мебели. Она, как правило, изготовлена качественно, красиво и прочно, в соответствии с действующими стандартами. Требованиями стандарта определяются и размеры мебели. Однако часто именно из-за размеров мебель, поступающая в продажу, не отвечает нашим запросам.

Она, например, не помещается в отведённом для неё месте в комнате, не соответствует интерьеру жилища и т.п. Поэтому желательно научиться делать полки, табуреты, столики нужных размеров. Эти изделия можно назвать *малогабаритной мебелью*. Для её изготовления необходимы сухая древесина и плиты высокого качества, фанера с красивой текстурой. Для отделки можно использовать лак, краски, плёночные материалы с рисунком под ценные породы дерева.

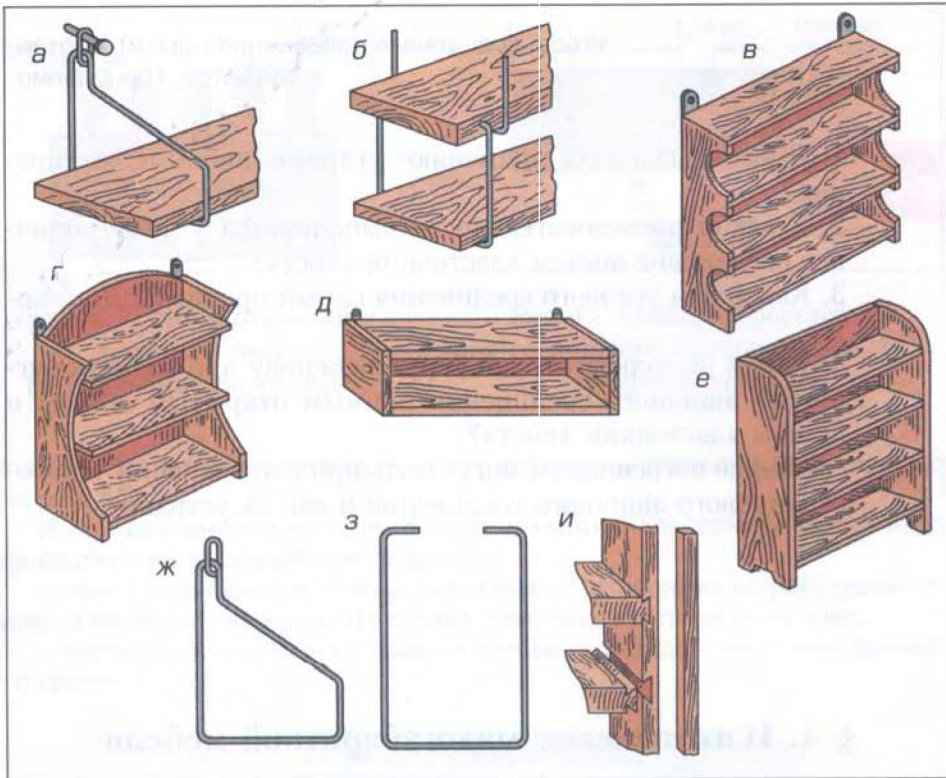


Рис. 16. Полки открытого типа: а, б, в, г, д – навесные;  
 е – напольная; ж, з – хомуты;  
 и – крепление полок к боковинам в «ласточкин хвост»

Часто в домах, особенно загородных, в подсобных помещениях, мастерских подвешивают на стене или устанавливают на полу *полки открытого типа* (рис. 16).

Лёгкие и удобные навесные полки изготавливают следующим образом. Вначале выстругивают доски полок нужных размеров.

Затем из стальной проволоки диаметром 5–8 мм, хорошо выпрямленной и зачищенной шлифовальной шкуркой, сгибают хомуты (см. рис. 16, ж, з). В краях доски просверливают гнёзда под диаметр проволоки. Выполнив отделку деталей, собирают изделие.

Подвесные полки можно собирать на боковинах из досок или древесностружечных плит. Детали соединяют с помощью различного вида шипов.

Для изготовления *напольных полок* (см. рис. 16, е) лучше всего подходят доски. Боковые стороны крепятся поперечными деталями-полками с помощью шиповых соединений в паз «ласточкин хвост». Срезы пазов закрывают накладками (см. рис. 16, и).

В качестве задней стенки для полок можно использовать красивую фанеру или облицованную древесно-волокнустую плиту.

Лёгкие *столики* и *табуреты* (рис. 17, а, б, в) изготавливаются следующим способом. Сначала делают сиденье или крышку нужных формы и размера. Материалом обычно служат щиты из хорошо выстроганных досок, толстая (более 10 мм) фанера, облицованная древесно-стружечная плита.

Для монтажа крышки на ножки изготавливают *царги* – доски толщиной 30–50 мм. Их расположение определяется формой крышки (рис. 17, г, д, е, ж). В царгах просверливают отверстия диаметром 25–30 мм или

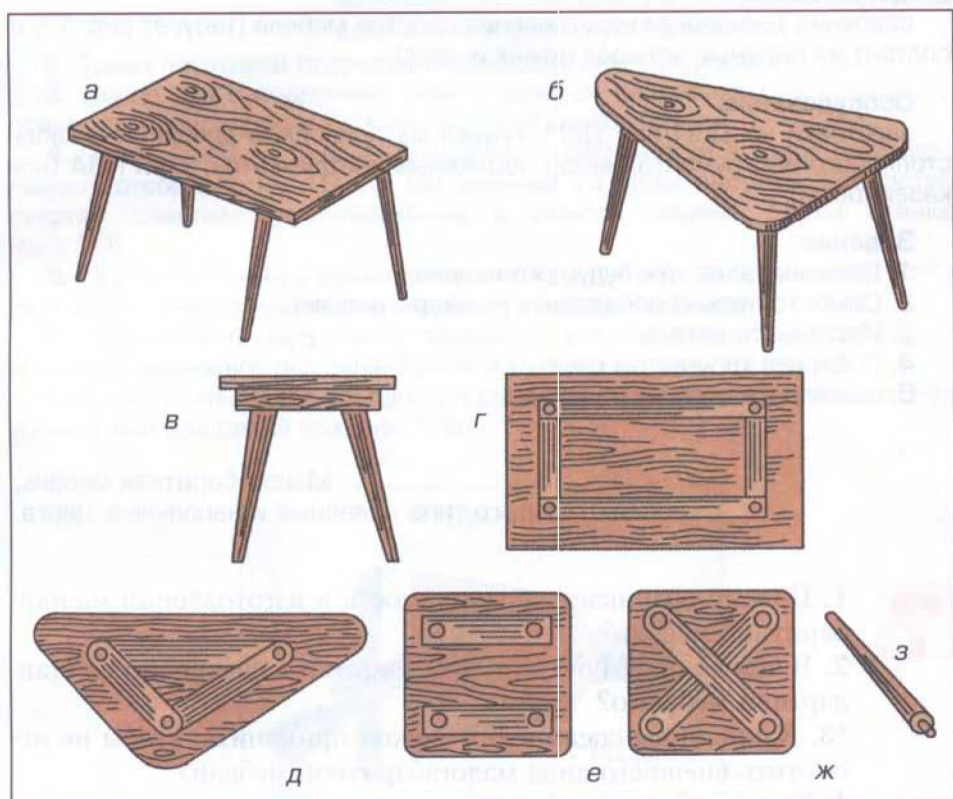


Рис. 17. Столики (а, б); табурет (в):  
г, д, е, ж – варианты расположения царг, з – ножка



выдалбливают квадратное такое же сечение. После этого царги крепят к сиденью или крышке.

Ножки круглого, квадратного или прямоугольного сечения делают с шейками такого размера, чтобы они с усилием входили в отверстия царг (см. рис. 17, з). Ножки с крышкой соединяют на клею.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

### ИЗГОТОВЛЕНИЕ ТАБУРЕТА НА КЛЕЮ И СТОЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ

#### Цель работы:

освоение технологии изготовления простой мебели (табурет рис. 17, в; состоит из сиденья, четырёх ножек и царг).

#### Оборудование:

заготовки из ДСП или ДВП, бруски из природной древесины, набор столярного инструмента, набор чертёжных инструментов, клей ПВА (или казеиновый).

#### Задание:

1. Выполните чертёж будущего изделия.
2. Самостоятельно определите размеры деталей.
3. Изготовьте детали.
4. Соберите табурет на клею.
5. Выполните отделку изделия.

Малогабаритная мебель,  
полки открытого типа навесные и напольные, царга.



1. Почему возникает необходимость в изготовлении малогабаритной мебели?
2. В чём её преимущество и недостатки в сравнении со стандартной мебелью?
- \*3. Какие виды соединений можно применить, чтобы не испортить внешнего вида малогабаритной мебели?
4. Какой табурет прочнее и долговечнее: тот, конструкция которого описана в тексте, или тот, который предложено изготовить в практической работе? Обоснуйте свой ответ.

## § 5. Точение внутренних поверхностей



Токарные изделия, имеющие внутренние полости, выполняют лобовым точением (рис. 18). Заготовки закрепляют в патроне или на планшайбе. В патрон закрепляют заготовки для вытачивания изделий небольшого диаметра, а на планшайбе – крупные детали (рис. 19).

### Технология вытачивания внутренних полостей при закреплении заготовки в патроне

1. Сначала обтачивают наружную поверхность, придавая заготовке контур изделия (вспомните материал 5–7-го классов о точении наружных конических и фасонных поверхностей).

2. Торец заготовки подрезают майзелем или отрезным резцом.

3. После этого подручник ставят поперёк направляющих станины и подводят на расстояние 2–3 мм от поверхности торца.

4. Перед началом точения внутренней поверхности в торце просверливают отверстие на 10–15 мм меньше глубины выточки. Отверстия сверлят сверлом, установленным в пинולי задней бабки станка (рис. 20).

5. При расточке внутренней поверхности полукруглую стамеску укладывают на подручник слева направо от центра вращения.

6. Растачивают внутреннюю поверхность постепенно. Стамеску периодически вынимают для охлаждения и вывода стружки из гнезда.

7. Расширяют гнёзда боковой стороной режущей кромки стамески под углом к оси вращения (см. рис. 18).

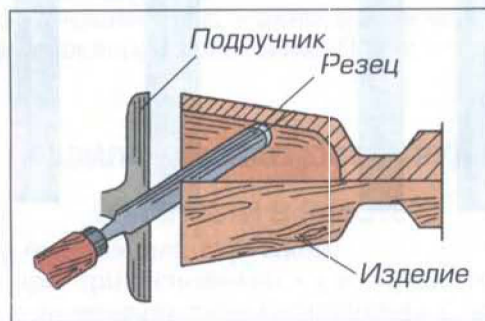


Рис. 18. Вытачивание внутренних полостей в заготовках методом лобового точения

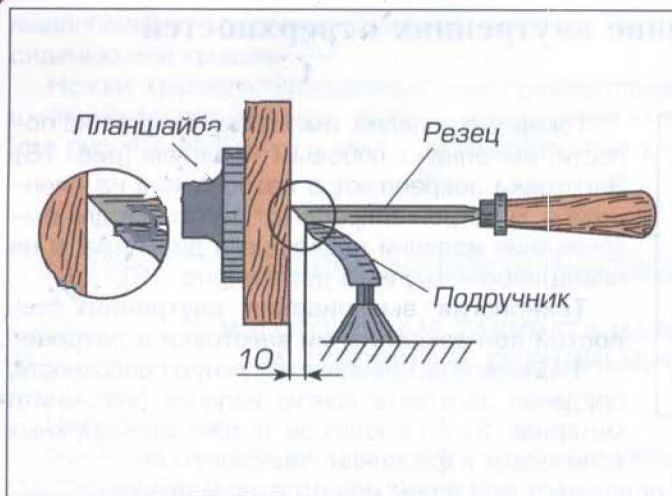


Рис. 19. Точение заготовок  
в планшайбе

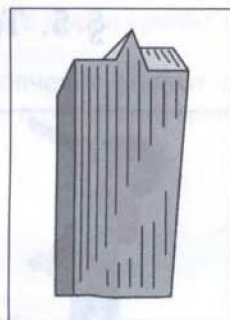


Рис. 20. Резец  
для рассверливания  
отверстий

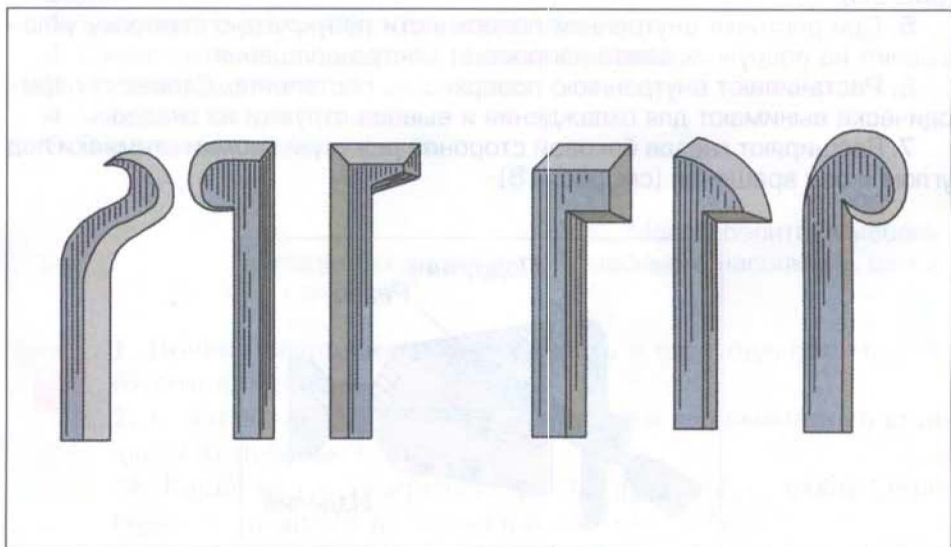


Рис. 21. Резцы-крючки для внутренней расточки

Режущая кромка стамески должна прилегать к стороне, обращённой к токарю. Правая рука удерживающая ручку резца, должна быть вытянута вперёд за ось вращения шпинделя, а левая – плотно прижимать резец к подручнику. Таким образом проверяют выпочку из глубины к наружному краю изделия.

**8.** Внутренние поверхности сложной формы вытачивают специальными – *крючками*, форма которых соответствует профилю внутренней поверхности (рис. 21).

**9.** После проточки внутренней поверхности окончательно обтачивают наружную поверхность, зачищают изделие шлифовальной шкуркой и отрезают его.

### **Технология вытачивания внутренних полостей при закреплении заготовки на планшайбе**

Планшайбу (см. рис. 19) применяют для изготовления изделий большого диаметра (тарелок, подносов, чаш и т.д.).

Эти изделия (тарелки, подносы) изготавливают в основном из одного куска древесины, желательны мягких пород – липы, осины, ольхи и т.п.

**1.** Выбранную заготовку строгают, размечают и разрезают на квадраты. Затем заготовке придают форму, близкую к окружности. Диаметр заготовки должен превышать диаметр изделия примерно на 20 мм.

**2.** Заготовки крепят шурупами на планшайбе. Длина шурупов должна быть таковой, чтобы при обработке лицевой поверхности изделия исключить задевание резца за шурупы.

**3.** Вначале обтачивают заготовку по наружному диаметру. При этом подручник должен размещаться параллельно направляющим станины.

**4.** Затем подручник переставляют перпендикулярно направляющим на расстоянии 8–10 мм от плоскости заготовки и в направлении от центра к краю вытачивают внутреннюю поверхность изделия.

**5.** После этого изделие зачищают и снимают с планшайбы.

Тарелки, подносы, чашки и т.д. можно вытачивать из заготовок, собранных из комбинированной древесины. После отделки они выглядят очень красиво.

## **ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА**

### **ОПАСНОСТИ В РАБОТЕ**

- 1.** Ранение глаз отлетающей стружкой.
- 2.** Ранение рук при прикосновении их к обрабатываемой детали.
- 3.** Ранение рук при неправильном обращении с резцом.
- 4.** Ранение осколками плохо склеенной древесины, косослойной, суковатой.

### ДО НАЧАЛА РАБОТЫ

1. Правильно надеть спецодежду (фартук с нарукавниками, головной убор).
2. Проверить надёжность крепления защитного кожуха ременной передачи.
3. Осмотреть надёжность присоединения защитного заземления (зануления) к корпусу станка.
4. Убрать со станка все посторонние предметы, инструменты разложить на установленные места.
5. Проверить, нет ли в заготовке сучков и трещин, обтесать заготовку до нужной формы, после чего надёжно закрепить на станке.
6. Установить подручник с зазором 2–3 мм от обрабатываемой детали и закрепить его на высоте от центральной линии заготовки.
7. Проверить исправность режущего инструмента и правильность его заточки.
8. На холостом ходу проверить работу станка, а также исправность пусковой коробки путём включения и выключения её кнопок.
9. Перед началом работы надеть защитные очки.

### ВО ВРЕМЯ РАБОТЫ

1. После того как рабочий вал наберёт полное число оборотов, режущий инструмент подавать к обрабатываемой детали плавно, без рывков и чрезмерных усилий.
2. Своевременно подвигать подручник к обрабатываемой детали, не допускать увеличения зазора.
3. Во избежание травм во время работы на станке **ЗАПРЕЩАЕТСЯ**:
  - близко наклонять голову к станку;
  - замерять обрабатываемую деталь до полной остановки её вращения;
  - останавливать путём торможения рукой обрабатываемой детали;
  - отходить от станка, не выключив его.

### ПОСЛЕ ОКОНЧАНИЯ РАБОТЫ

1. Уложить на свои места инструменты.
2. Удалить со станка стружку при помощи щётки. Сдуть стружку ртом и сметать рукой запрещается.
3. Сдать станок учителю.

## ИЗГОТОВЛЕНИЕ СТАКАНА ДЛЯ КАРАНДАШЕЙ

### Цель работы:

овладение приёмами точения деталей (изделий) на токарном станке.

### Оборудование:

станок токарный, набор резцов, прибор для выжигания (вариант: кисти, краски, морилка, масляный лак).

### Задание:

1. Подобрать заготовку из древесины твёрдых пород размером 80x80x160 мм.

2. Изучить последовательность операций точения стакана для карандашей на рис. 23.

3. Придать одному концу заготовки форму конуса, закрепить её в патроне и установить на шпиндель станка.

4. Прижать заготовку центром задней бабки и обтачивать рейером до размеров наибольшего диаметра изделия. Разметить длину конуса и обтачивать его.

5. Вынуть из пиноли центр и установить в ней сверло диаметром 10–12 мм, отметив на нём глубину сверления.

Можно высверлить отверстие специальным сверлом.

6. Установить подручник перпендикулярно направляющим станины.

7. Провести расточку внутренней поверхности рейером или специальным крючком.

Резец должен двигаться в направлении от центра к краю обрабатываемой детали. Точность расточки определяется контрольным шаблоном.

8. Подрезать майзелем или отрезным резцом основание стакана. Зачистить изделие шлифовальной шкуркой и снять со станка.

9. На выточенном изделии можно сделать рисунок с помощью выжигания, расписать его красками, покрыть морилкой или лаком.

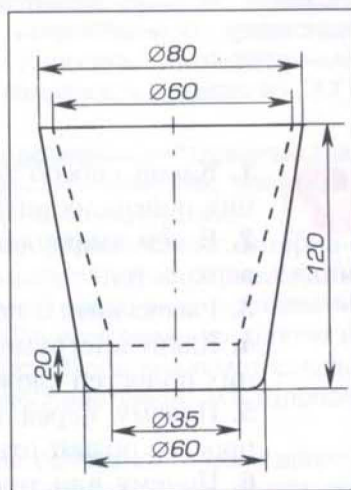


Рис. 22. Эскиз стакана для карандашей и ручек

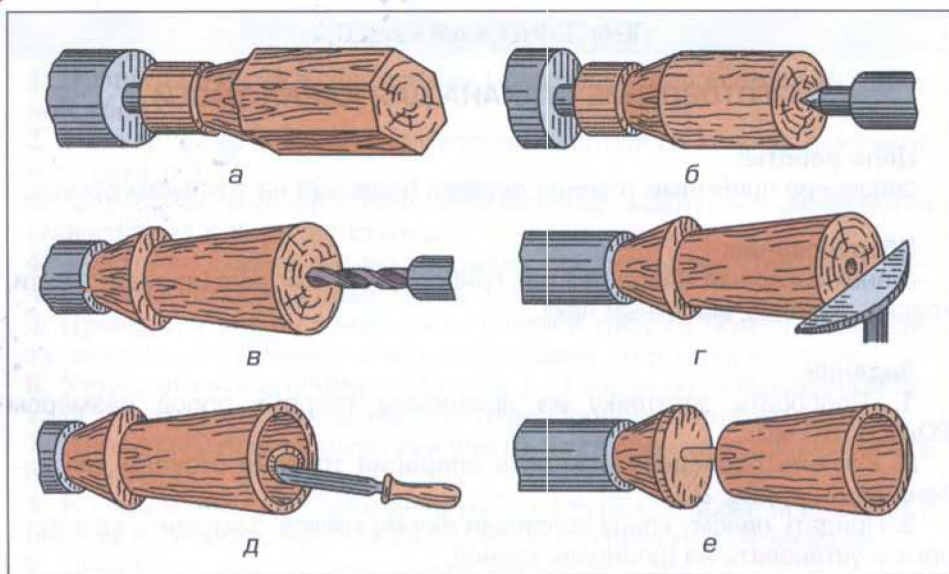


Рис. 23. Последовательность операций точения стакана для карандашей

Специальный резец – крючок.



1. Какой способ точения применяют при расточке внутренних поверхностей?
2. В чём закрепляют заготовки при точении внутренних поверхностей?
3. Расскажите о порядке точения внутренних полостей.
4. Какие инструменты применяют при вытачивании внутренних полостей сложной формы?
5. Почему перед внутренним точением в торце заготовки просверливают отверстие?
6. Почему при точении на планшайбе резец перемещают от центра к краям заготовки?

## ГЛАВА II

# Отделка деталей из древесных материалов и древесины

### § 1. Способы отделки искусственных древесных материалов. Художественная отделка мебели



При изготовлении мебели широкое распространение нашли искусственные древесные материалы. К ним относятся ДСП, ДВП, МДФ, фанера и другие комбинированные материалы. Это позволяет экономить дорогую древесину, заменяя массив на древесные материалы. Но внешне они малопривлекательны, поэтому возникает необходимость их декорирования. При декорировании выполняют облицовку древесных материалов шпоном, пластиком, бумагой, плёнкой. На поверхность из искусственных древесных материалов можно наносить лакокрасочные

покрытия. Перед окраской или лакированием поверхность изделия из ДСП или ДВП обязательно шпаклюют и шлифуют.

Для облицовки применяют различные декоративные материалы, как натуральные, так и искусственные: шпон, бумажно-слоистые пластики, плёнки на основе ПВХ, АБС, полимерные кромоочные материалы.

Облицовка производится путём приклеивания облицовочных материалов к поверхности основы из искусственных материалов. В зависимости от вида облицовочных материалов существуют различные технологии приклеивания их и различное оборудование. Для приклеивания шпона и бумажно-слоистых пластиков используют прессы. Плёночные материалы (бумага, плёнки ПВХ, АБС) приклеивают непосредственно из рулонов (рис. 24).

Различие химического состава и состояния поверхности облицовочных материалов и плит обуславливает разные требования к клеям, их экологичности и безопасности для здоровья. В настоящее время широкое применение находят водно-дисперсионные клеи, так как они отвечают этим требованиям.

При облицовке плит древесным шпоном и бумажно-слоистым пластиком (БСП) наносят клей на основание, накрывают облицовочным матери-



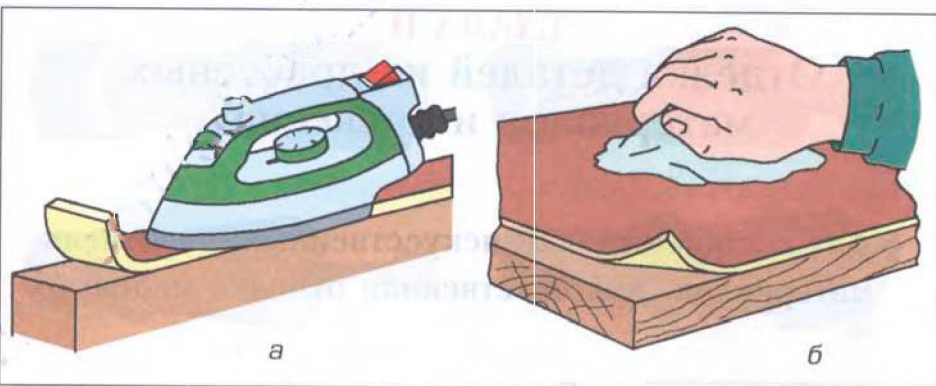


Рис. 24. Технологии облицовки ДСП плёнкой:

- а* – приклеивание плёнки на торец с помощью тёплого утюга,  
*б* – приклеивание плёнки к большой плоскости

алом и выдерживают под прессом в горячем или холодном режиме. Для этого подходят столярный и клей ПВА, так как они хорошо прилипают как к шпону и БСП, так и к основе.

После приклеивания шпона и БСП их шлифуют и покрывают лаком или полируют.

Подробнее об этих процессах можно узнать из специальной литературы или в интернет-сайтах.

Как бы хорошо ни была изготовлена мебель, настоящий мастер, мебельная фабрика, фирма всегда стремятся улучшить её внешний вид, повысить эстетические качества. Одним из эффективных способов решения этой задачи является художественная отделка.

*Художественная отделка* – это оформление изделий различными видами декора.

Различают *рельефный, накладной, орнаментальный и наборный* декор.

*Рельефный декор* – это обработка древесины резанием (резьба по дереву) и тиснением. Резьба – один из самых древних способов художественной отделки мебели. Плосковыемчатая, контурная, прорезная, ажурная сквозная, рельефная, скульптурная и комбинированная – так можно классифицировать резьбу по характеру выполнения. А по сюжету она бывает геометрическая, с орнаментом по животным и растительным мотивам, комбинированная. Режут по древесине лиственных пород: липе, ольхе, груше, клёну, ореху, дубу.

Нужно помнить, что резьба не защищает древесину от воздействия внешней среды и требует дополнительного покрытия лаками.

Для получения мелкого рельефного рисунка на поверхности древесины выполняют тиснение — обрабатывают её гравированным штампом под давлением. Предварительно поверхность увлажняют для повышения пластичности.

Накладной декор сводится к применению фурнитуры: ручки, ключевины, декоративные профили и изделия из древесины, металла, пластмасс. Специальные магазины предлагают широкий ассортимент этих изделий. Выбор элементов накладного декора определяется композиционным замыслом, материалом и технологией изготовления.

Некоторые элементы можно изготовить в школьной мастерской.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

### ХУДОЖЕСТВЕННАЯ ОТДЕЛКА ИЗДЕЛИЙ

#### Цель работы:

выполнение операций простой отделки изделий.

#### Оборудование:

образцы декора, набор инструментов для декорирования, шлифовальная шкурка, лак масляный, материалы для тампона.

#### Задание:

1. Изготовьте или подберите готовое изделие (шкафчик, полочка и т.п.), требующее художественной отделки.
2. Определитесь с видом декора. Обоснуйте свой выбор.
3. Изготовьте элементы декора и выполните художественную отделку изделия.

Художественная отделка мебели, рельефный декор, тиснение, гравированный штамп, накладной декор, орнаментальный декор, наборный декор, инкрустация, интарсия, маркетри, калёвка, добойник.



1. В чём смысл художественной отделки мебели?
2. Какие виды декора применяются для художественной отделки?
- \*3. Как можно декорировать мебель, изготовленную из ДСП, массива?

## § 2. Облицовывание поверхностей древесины и древесных материалов шпоном



*Облицовывание* – это процесс приклеивания к заготовке листовых материалов из шпона, плёнок, пластиков. Наклеиваемые листовые материалы называются *облицовкой*, а заготовка – *основой*. Облицовывание столярных изделий появилось сравнительно недавно, сначала в странах с дефицитом экзотических пород, а затем и в других – из-за массового спроса на мебель из ценного дерева. Ещё в начале XX века дубовую мебель в России делали из цельного дерева. После того как дуба стало не хватать, появился дубовый облицовочный шпон.

Уменьшилась и толщина фанеры. Сущность облицовывания – имитация натурального дерева (массива).

Облицовывание шпоном бывает односторонним и двусторонним. В первом случае шпон наклеивается на одну пластъ основы, во втором – на обе пласти. При одностороннем облицовывании возможно коробление деталей. Поэтому его применяют для элементов, которые наглухо закреплены в изделии и в процессе эксплуатации сохраняют форму. Пример одностороннего облицовывания – задние стенки небольших мебельных изделий. Когда заготовки должны сохранять первоначальную форму, не коробиться в процессе последующей обработки и эксплуатации, применяют двустороннее облицовывание. К таким элементам можно отнести стенки, двери, полки, стенки ящичков.

В деталях изделия, составляющих конструктивную основу, направление волокон облицовки должно быть таким, как если бы деталь изготавливалась из цельного дерева.

Поверхность основы под облицовывание делают ровной, равномерно матовой, не имеющей царапин, задиров, сучков и других дефектов. Сучки высверливают и заделывают пробками, углубления и вырывы волокон шпатлюют. После высыхания шпатлёвки поверхность тщательно шлифуют. Кромки выравнивают (оформляют) и тоже шлифуют.

Материал для шлифования – *шлифовальная шкурка*. Выпускают шкурки двух типов – рулонные (Р) и листовые (Л), разных размеров. Абразивы бывают стеклянные, кремниевые, кварцитовые, электрокорундовые.

Шлифуют либо вручную, либо с помощью специальных электроинструментов или станков.

На шлифовальном станке шкурка в виде ленты натянута на два горизонтально установленных вала. Вращаясь, валы приводят в движение шкурку, к которой прижимается шлифуемая заготовка.

Шлифовальные ручные электрические машинки имеют прямоугольную или дисковую площадку. Рабочая поверхность площадки обтянута фетром, поверх которого крепится шкурка.

Во время работы прямоугольная площадка совершает прямолинейные возвратные поступательные движения. Ход площадки 5...10 мм, число ходов достигает 5 000 в минуту. Размеры рабочей поверхности 50...80х100...200 мм. Диск вращается со скоростью до 10 000 об/мин. Диаметры дисков в пределах 100...230 мм. Дисковая машинка имеет существенный недостаток – различие скорости шлифования: от «0» в центре диска до максимума у кромки. Кроме того, риски, оставляемые абразивом, имеют дугообразный характер.

Во время шлифования рабочая поверхность площадки или диска должна прилегать к заготовке всей площадью. Шлифуют лёгкими нажимами шкурки на обрабатываемую поверхность.

В школьных мастерских объём шлифовальных работ, как правило, невелик и выполняются они вручную.

Процесс облицовывания шпоном гораздо сложнее и более трудоёмок. Он включает в себя разметку и раскрой шпона, фугование кромок, набор (рис. 25) и ребросклеивание шпона. Наконеч, притирка притирочным молотком без подогрева или с подогревом (рис. 26).

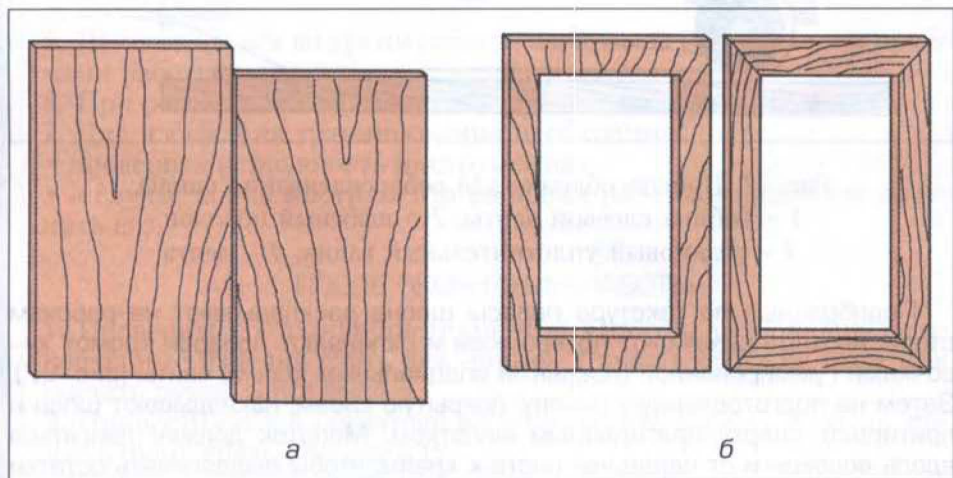


Рис. 25. Наборы шпона: а – простой, б – фигурный

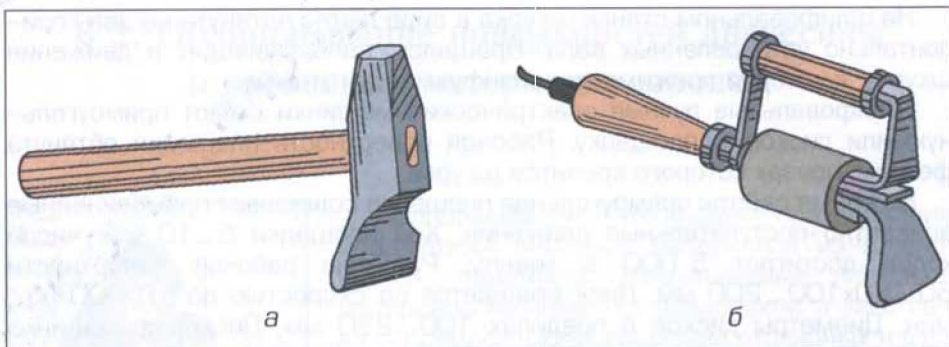


Рис. 26. Притирочные молотки: а – без подогрева, б – с подогревом

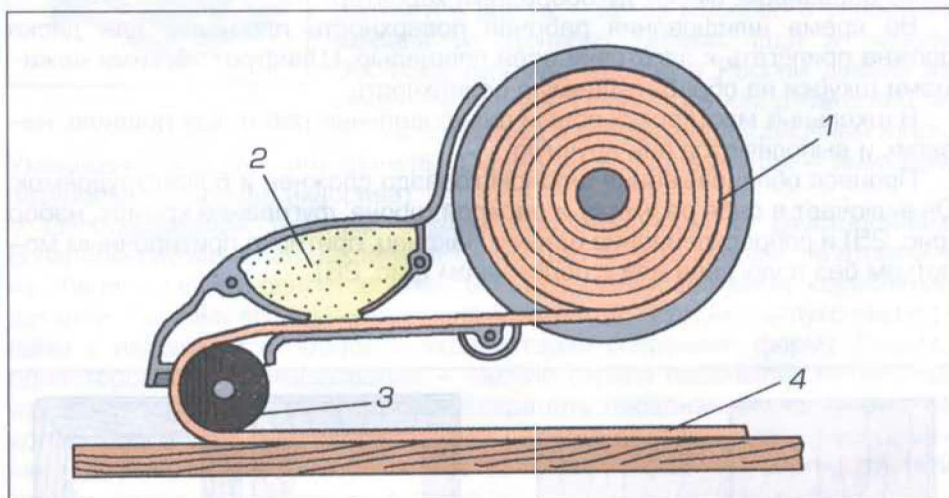


Рис. 27. Приспособление для ребросклеивания шпона:  
 1 – бобина клеевой ленты, 2 – влажный поролон,  
 3 – резиновый уплотнительный валик, 4 – лента

Подобранные по текстуре полосы шпона раскладывают на рабочем столе, плотно прижимают по кромкам и склеивают поперёк кромки кусочками гуммированной (покрытой специальным клеем) ленты (рис. 27). Затем на подготовленную основу, покрытую клеем, накладывают шпон и притирают сверху притирочным молотком. Молоток должен двигаться вдоль волокон и от середины листа к краям, чтобы выдавливать остатки клея (рис. 28). Для предотвращения закручивания шпона во время притирки лицевую сторону его увлажняют тёплой водой.

## ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА

### ПЕРЕД НАЧАЛОМ РАБОТЫ

1. Правильно надеть спецодежду (фартук с нарукавниками и головной убор).
2. Проверить наличие инвентаря (сиденье, щётка-сметка, совок), исправность верстака (зажимные коробки, упоры для пиления, зажимные клинья, приспособления для чертежа).
3. Разложить на верстаке инструмент индивидуального пользования в строгом порядке, установленном учителем. На верстаках не должно быть ничего лишнего.

### ВО ВРЕМЯ РАБОТЫ

1. Надёжно закрепить обрабатываемый материал в зажимных верстаках.
2. Пользоваться инструментом только по назначению, исправным, хорошо налаженным и наточенным.
3. Технологические операции выполнять на верстаке в установленных местах (пиление, обтёсывание, долбление, сверление, соединение деталей), используя приспособления, упоры и подкладные доски.
4. Не допускать захламлённости верстака отходами, стружками. Своевременно возвращать инструментальщику инструмент общего пользования.
5. Не отвлекаться во время работы, следить за правильными приёмами работы.
6. При работе с клеем соблюдать противопожарные правила.
7. Для избежания травмирования необходимо:
  - проверить исправность инструментов;
  - в случае порчи инструмента во время работы немедленно заменить его.

### ПОСЛЕ ОКОНЧАНИЯ РАБОТЫ

1. Проверить состояние инструментов. Остатки материалов, незаконченные изделия сдать дежурному. Сдвигать стружку ртом или сметать рукой запрещается.
2. Привести себя в опрятный вид: почистить одежду и обувь, помыть руки, снять спецодежду.



Рис. 28. Приём работы с притирочным молотком

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

### ОБЛИЦОВЫВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ

#### Цель работы:

освоение приёмов облицовки.

#### Оборудование:

деталь для облицовки, шпон, самоклеящаяся плёнка, притирочный молоток, клей ПВА (казеиновый).

#### Задание:

1. Подготовьте поверхность изделия к облицовыванию.
2. Выберите вид облицовки и подготовьте шпон или плёнку.
3. Выполните облицовывание.

Облицовывание, облицовка, основа, самоклеящаяся плёнка, гуммированная лента, притирочный молоток.



1. С какой целью выполняют облицовывание? В чём суть этого процесса?
2. Какие облицовочные материалы существуют?
3. Как готовится основа под облицовывание? Каким образом можно ускорить этот процесс?
4. В чём различия между ручными шлифовальными электрическими машинками? Каковы их достоинства и недостатки?
5. В какой последовательности выполняется облицовывание шпоном?
- \*6. Какие, на ваш взгляд, трудности, кроме описанных, существуют при облицовывании шпоном?

### § 3. Декоративно-прикладная обработка древесины. Выполнение прорезной резьбы



Прорезной называют резьбу, у которой способом сквозного выпиливания удаляется фон (рис. 29). Данный вид резьбы применялся и применяется для украшения мебели, предметов быта, конструктивных элементов домов и т.д.

Основным инструментом для выполнения прорезной резьбы является ручной лобзик. Технология сквозного выпиливания состоит в том, чтобы удалить из композиции лишние части различной формы. Полученные прорезы составляют фон изделия.

Мастера для выполнения больших по размеру композиций прорезной резьбы (украшения наличников фасадов, карнизов, витринных досок домов) использовали *выкружную лучковую пилу* с узким полотном и небольшими, но хорошо заточенными зубьями. Такая пила позволяет выполнить сложные по форме элементы резьбы. Сейчас для выполнения прорезной резьбы используется электрический лобзик (рис. 30). По принадлежности изделий резьбу называли *домовой*.

Иногда детали с прорезной резьбой приклеивают к деревянной основе какого-либо изделия, и резьбу называют *накладной*. Для придания объёмного, контрастного внешнего вида элементы резьбы покрывают морилкой.



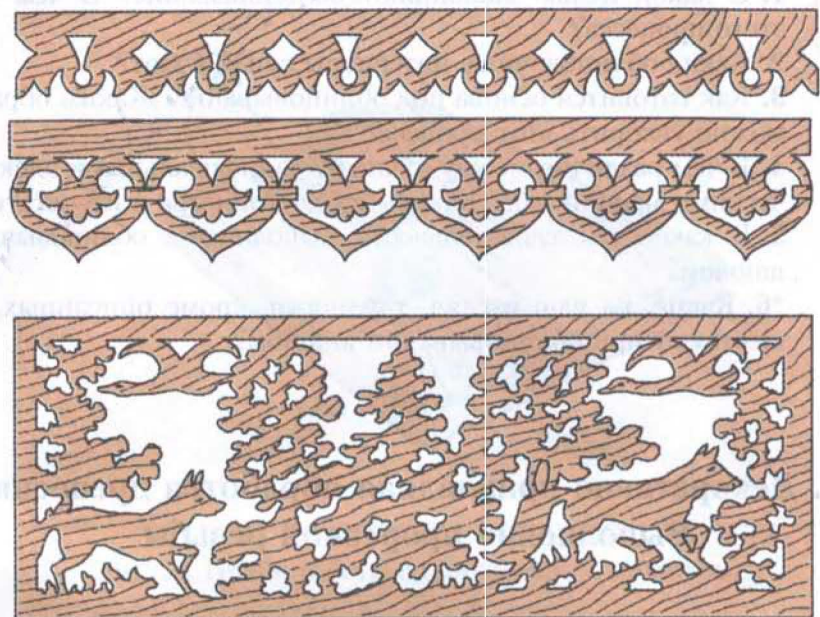


Рис. 29. Прорезная резьба



Рис. 30. Электрический лобзик

Материалом для выполнения небольших красивых изделий с прорезной резьбой, например шкатулок (рис. 31), или небольшой по размеру мебели могут служить нетолстые (10–15 мм) дощечки из древесины мягких пород – липы, осины, сосны – или заготовки из фанеры.

Композиции прорезной резьбы либо составляются самостоятельно, либо переводятся через копирку с готового рисунка. Затем части фона, которые необходимо удалить, накальваются шилом или засверливаются и выпиливаются лобзиком.

С приёмами работы ручным лобзиком вы хорошо знакомы.

После удаления фона деталь выпиливают по внешнему контуру. Если изделие состоит из нескольких деталей (см. рис. 31), то перед сборкой

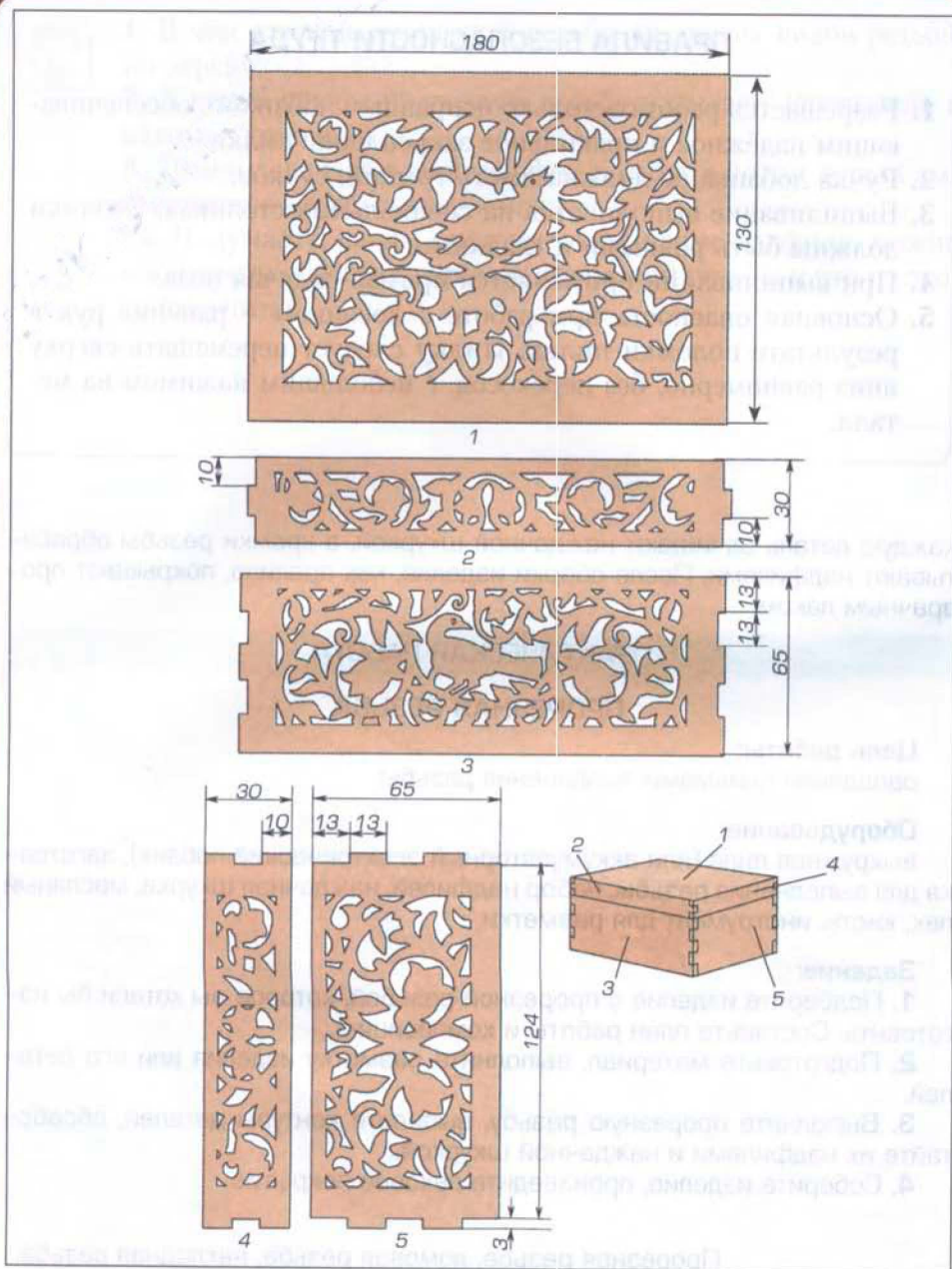


Рис. 31. Шкатулка и её детали (материал – фанера)

## ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА

1. Разрешается работать только исправным лобзиком, обеспечивающим надёжное и правильное закрепление пилки.
2. Ручка лобзика не должна иметь трещин, сучков.
3. Выпиливание выполняется на специальных столиках. Столики должны быть ровными и гладкими.
4. При выпиливании применяется прямая сидячая поза.
5. Основная опасность при работе с лобзиком – ранение рук в результате поломки пилки. Пилку следует перемещать сверху вниз равномерно, без перекосов, с небольшим нажимом на металл.

каждую деталь зачищают наждачной шкуркой, а кромки резьбы обрабатывают надфилями. После сборки изделия, как правило, покрывают прозрачным лаком.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

### ПРОРЕЗНАЯ РЕЗЬБА

#### Цель работы:

овладение приёмами выполнения резьбы.

#### Оборудование:

выкружная пила (или аккумуляторный электрический лобзик), заготовка для выполнения резьбы, набор надфилей, наждачная шкурка, масляный лак, кисть, инструмент для разметки.

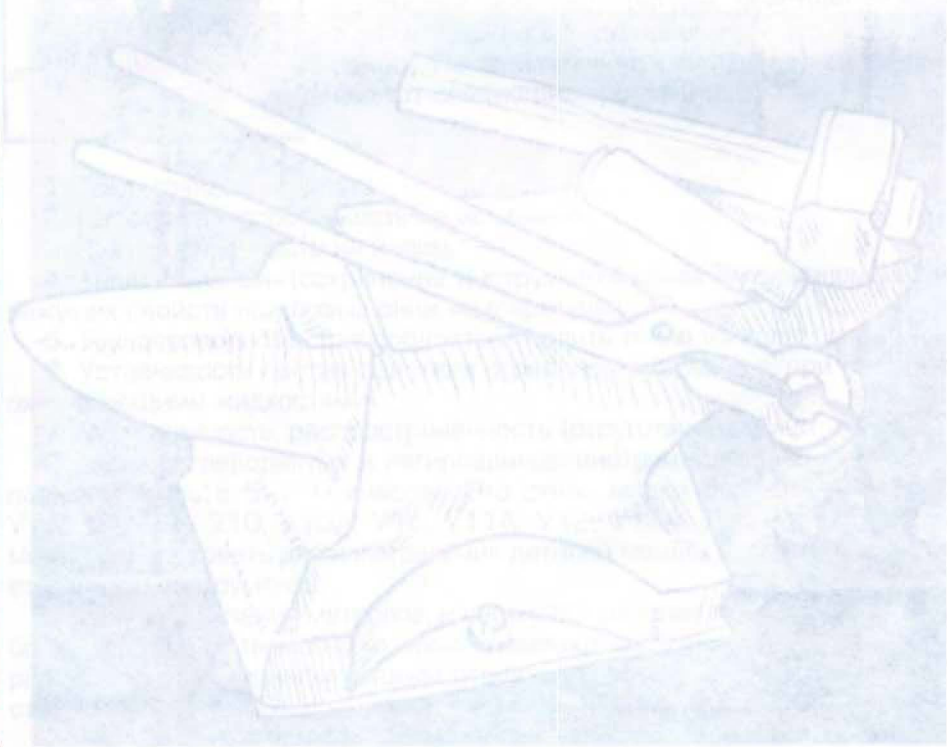
#### Задание:

1. Подберите изделие с прорезной резьбой, которое вы хотели бы изготовить. Составьте план работы и композицию.
2. Подготовьте материал, выполните разметку изделия или его деталей.
3. Выполните прорезную резьбу, выпилите контуры деталей, обработайте их надфилями и наждачной шкуркой.
4. Соберите изделие, произведите лаковое покрытие.

Прорезная резьба, домовая резьба, накладная резьба, выкружная лучковая пила.

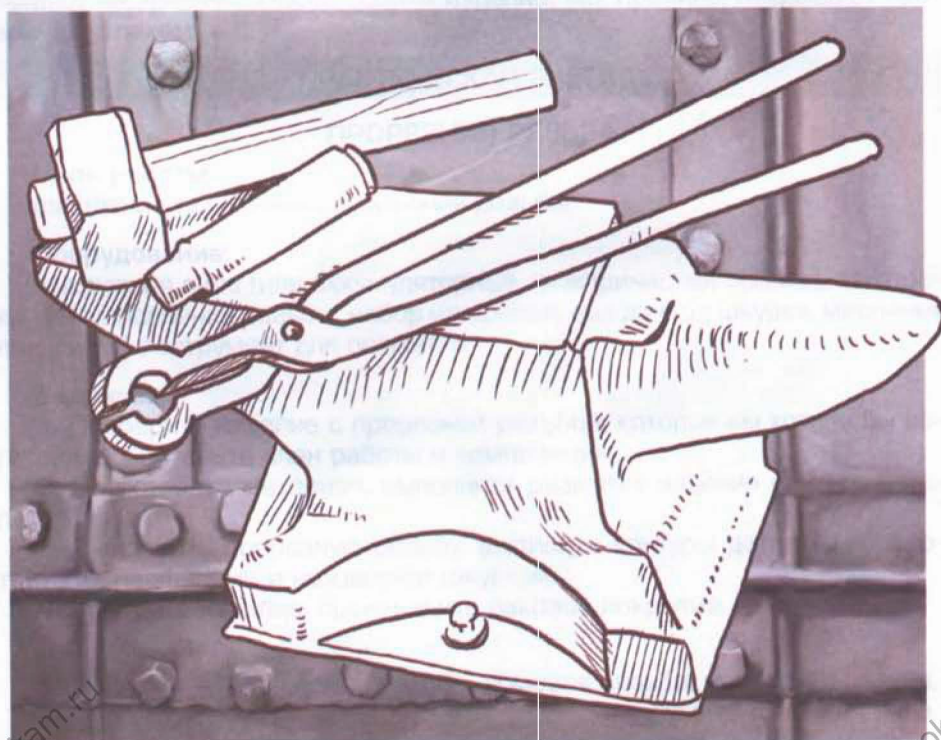


1. В чём отличие прорезной резьбы от других видов резьбы по дереву?
2. В каком случае прорезную резьбу называют накладной, в каком – домовой?
3. Исчему сначала удаляется фон резьбы, а потом деталь выпиливается по внешнему контуру?
- \*4. Подумайте, каким инструментом, кроме надфиля, можно произвести обработку кромок прорезной резьбы и что из этого получится.



ЧАСТЬ ВТОРАЯ

# ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ



## ГЛАВА I

# Термическая обработка металлов

### § 1. Быстрорежущие стали, твёрдые сплавы, минералокерамические материалы и их применение



Для обработки металлов и сплавов резанием необходимо, чтобы твёрдость инструмента была выше твёрдости материала заготовки.

В процессе резания инструмент находится в неблагоприятных условиях (давление, трение, удары, высокие температуры, действие агрессивных сред и т.д.), что приводит к его сильному износу. По этой причине к инструменту и предъявляют следующие требования:

1. Достаточная твёрдость.
2. Высокая износостойкость на истирание.
3. Высокая прочность на излом.
4. Теплостойкость (сохранение инструментальным материалом своих режущих свойств при повышении температуры).
5. Теплопроводность (способность отводить тепло из зоны резания).
6. Устойчивость против действия агрессивных сред (т.е. при работе с охлаждающими жидкостями).
7. Экономичность, распространённость (отсутствие дефицита).

С видами углеродистых и легированных инструментальных сталей вы познакомились в 5–7-м классах. Это стали марки 50Г, 65Г, 75Г, У7, У7А, У8, У8А, У10, У10А, У11, У11А, У12, У12А. Данные материалы можно использовать для изготовления деталей машин и некоторых видов столярного инструмента.

Однако для резания металлов, в частности резания этих сталей, нужны более твёрдые материалы, которые называют инструментальными материалами. Эти материалы должны отвечать требованиям, которые представлены на схеме 3.

К ним относятся прежде всего быстрорежущие стали.



*Быстрорежущие стали* после термической обработки приобретают высокую твёрдость, прочность, износостойкость. Кроме того, данные стали имеют более высокую теплостойкость (до 600 °С) в сравнении с углеродистыми и сталями. Это позволяет в 3–4 раза увеличить скорость резания и, следовательно, увеличить производительность труда.

Выделяют несколько групп быстрорежущих сталей:

1. Вольфрамовые – P9, P12, P18.

Буква P обозначает, что сталь быстрорежущая. Цифры после P указывают на процентное содержание вольфрама.

2. Вольфрамомолибденовые, они маркируются следующим образом – P3 M5, P6 M5.

Буква M показывает на содержание в сплаве молибдена, а цифра – его содержание в процентах.

3. Вольфрамованадиевые. Для маркировки применяют следующие обозначения – P18 Ф2, P12 Ф4.

Буква Ф обозначает, что сталь содержит ванадий, цифра – его содержание в процентах. Все быстрорежущие стали содержат до 4,6% хрома.

*Твёрдые сплавы* имеют в своём составе элементы, повышающие твёрдость и тугоплавкость: вольфрам, молибден, титан, хром и др. Взаимодействуя в сплаве с углеродом, эти элементы образуют исключительно твёрдые сплавы – карбиды. Такие металлы, как кобальт, никель, железо, служат в этих сплавах связкой.

Твёрдые сплавы получают литьём из расплава (путём сплавления) и методом порошковой металлургии – путём прессования и спекания порошков карбидов тугоплавких металлов. Технология порошковой метал

лургии позволяет получить более равномерное распределение легирующих элементов.

Твёрдые сплавы имеют теплостойкость до 1200 °С, высокую твёрдость, близкую к твёрдости алмаза. Они обладают высокой износостойкостью, высокой теплопроводностью, т.е. быстро отводят тепло от режущей части и не дают ей перегреться. Недостатком данного вида инструментального материала является его относительно высокая хрупкость. Поэтому существует ряд ограничений при выполнении работ, связанных с толчками и ударами.

Для большего распространения получили три группы твёрдых сплавов:

1. Вольфрамкобальтовые – ВК2, ВК3, ВК3М, ВК12, ВК10В, ВК250М и др.

Сплавы этой группы используют для обработки чугуна, а также для чистовой и получистовой обработки заготовок. Чем больше в сплаве карбида вольфрама, тем сплав твёрже. Буквы в марках обозначают: В – карбид вольфрама, К – наличие кобальта. Цифры после буквы К – процентное содержание элемента. Например: ВК12 – кобальта 12%, остальное (88%) – карбид вольфрама.

Буквы в конце марки означают структуру сплава: В – крупнозернистая, М – мелкозернистая, ОМ – особо мелкозернистая. Сплавы с более мелким зерном имеют высокую твёрдость при одинаковом содержании карбида вольфрама.

2. Титановольфрамовые – Т5К10, Т14К8, Т30К4 и т.д.

Буква Т в марке обозначает карбид титана, К – кобальт. Например: Т14К8 – карбида титана 14%, кобальта 8%. Остальное в сплаве (78%) – карбид вольфрама.

Титановольфрамовые сплавы используются для обработки вязких материалов: стали, латуни и т.д., а также для получистовой и черновой обработки заготовок.

3. Титанотанталовольфрамовые – ТТ7К12, ТТ8К10 и т.д.

Первая буква Т обозначает наличие в сплаве карбида титана, вторая Т – карбида тантала, К – наличие в сплаве кобальта.

Например: ТТ8К10 – карбида титана и карбида тантала 8%, кобальта – 10%, остальное (82%) – карбид вольфрама.

Эти сплавы используются для черновой обработки поковок, штамповок и отливок на низких скоростях. Их применяют также для черновой обработки труднообрабатываемых материалов, например жаропрочных сталей.

Быстрорежущие стали и твёрдые сплавы имеют один общий недостаток – они достаточно дороги, так как содержат дорогостоящие элементы: вольфрам, кобальт, которые очень трудно получать в чистом виде и в большом количестве.

По этой причине были созданы более дешёвые инструментальные материалы – минералокерамические сплавы. Изготавливаются они на основе



оксида алюминия  $Al_2O_3$  с небольшими добавками оксида цинка или кальция, оксида магния или марганца путём прессования и спекания. В результате получают пластинки различной формы, которыми оснащают рабочие части режущего инструмента.

Металлокерамика не уступает по твёрдости быстрорежущим сталям и значительно превосходит их по износостойкости.

Теплостойкость минералокерамических материалов такая же, как и у твёрдых сплавов, порядка  $1200\text{ }^\circ\text{C}$ . Серьёзным недостатком минералокерамики является её чрезвычайная хрупкость. По этой причине данный инструментальный материал используют в основном при чистовом точении на высоких скоростях, где удары и биения обрабатываемой детали минимальны.

Выпускают минералокерамические сплавы марок ЦВ – *термокорунд* и ЦМ – *микролит*. Из них изготавливают пластинки марок ЦВ-13, ЦВ-18, ЦМ-332. Для уменьшения хрупкости материала в окись алюминия вводят добавки металлов или их карбидов. Таким образом получают керметы, например: кермет марки А10 содержит 10% молибдена; С40 – 60% окиси алюминия ( $Al_2O_3$ ), 40% карбида молибдена.

Теплостойкость, быстрорежущие стали, твёрдые сплавы, карбиды, порошковая металлургия, минералокерамические сплавы, термокорунд, микролит, кермет.



1. Какие требования предъявляются к режущему инструменту?
2. Дайте общую характеристику быстрорежущих сталей.
3. Расшифруйте марки сталей: P12, P5M4, P10Ф4.
4. Что собой представляют твёрдые сплавы?
5. Дайте общую характеристику твёрдых сплавов.
6. Расшифруйте марки твёрдых сплавов: BK2, BK3M, BK10B, BK25OM, T14K8, TT7K12.
7. Как получают минералокерамические сплавы?
8. Охарактеризуйте свойства минералокерамики.

## § 2. Термическая обработка металлов и сплавов



Термической обработкой металлов и сплавов называется изменение в них механических и физических свойств путём нагревания, выдержки и охлаждения. В промышленном производстве чаще всего проводится термическая обработка стали. Термической обработке подвергаются также сплавы алюминия.

Сущность термической обработки стали заключается в том, что сталь при некоторых температурах нагрева изменяет свою внутреннюю кристаллическую структуру. Подобные изменения

в ней случаются при нагреве её до определённых критических точек: 723 °С, 770 °С, 910 °С, 1390 °С, 1535 °С.

Это явление называется *перекристаллизацией* (внутренняя перестройка кристаллов в сплаве). При постепенном охлаждении этот процесс обратим и приводит к исходному состоянию материала.

Качественное (заметное) по свойствам изменение структуры стали при термической обработке зависит от содержания в ней углерода и характера термообработки. Низкоуглеродистые сплавы (до 0,3% углерода) почти не изменяют своих свойств, а углеродистые и высокоуглеродистые (от 0,45% до 1,2% углерода) очень сильно увеличивают твёрдость, прочность и износостойкость.

Выбор температуры нагрева для каждой конкретной стали мастера-термисты определяют по диаграмме, приведённой на рис. 32. По горизонтальной оси на диаграмме указано процентное содержание углерода в стали, а по вертикальной – температура нагрева в градусах. Заштрихованные участки на диаграмме указывают на выгодные режимы нагрева стали при различных видах температурной обработки стали.

Основными видами термической обработки стали являются отжиг, нормализация, закалка и отпуск.

Отжиг – это нагрев сплава до температуры 750–860 °С и последующее медленное охлаждение его вместе с печью. Он применяется для снижения твёрдости с целью облегчения при дальнейшей механической обработке стали. Например: закалённый напильник можно обрабатывать лишь абразивным или алмазным инструментом. Но если его подвергнуть отжигу, металл «забудет» о том, что проходил закалку, – его свойства станут подобны свойствам первоначальной мягкой заготовки.

Нормализация – вид термической обработки стали, сходный с отжигом. Заключается в нагреве изделия и охлаждении его на открытом воз-



Рис. 32. Режимы нагрева стали при различных видах термической обработки

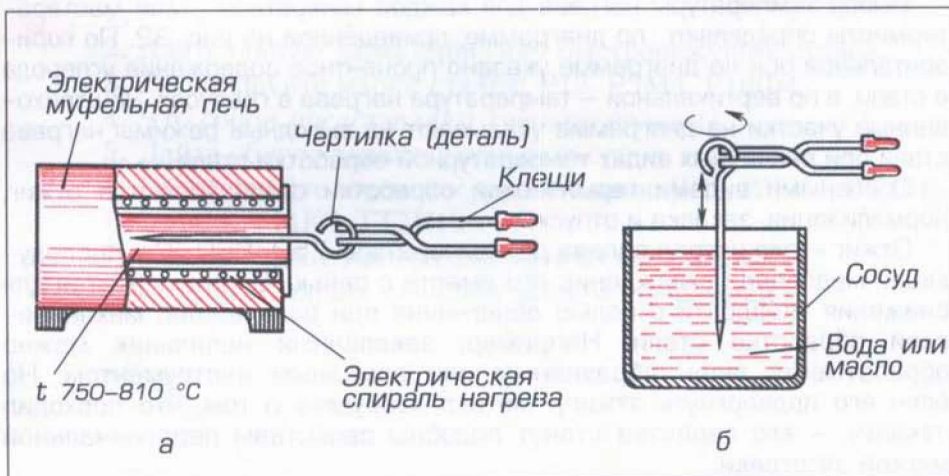
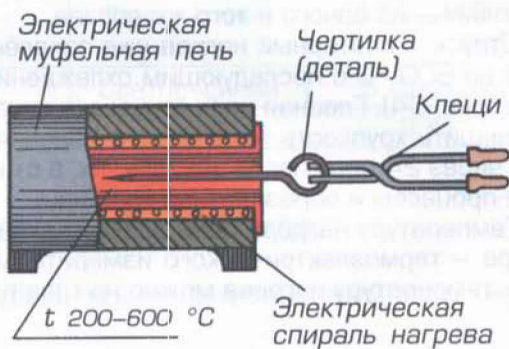


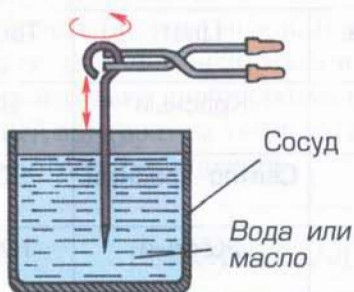
Рис. 33. Закалка стали: а – нагрев, б – охлаждение



а



б



в

Рис. 34. Отпуск: а – зачистка закалённого изделия от окалины, б – нагрев, в – охлаждение

духе. Стали с малым содержанием углерода становятся более мягкими и пластичными. Стали с повышенным содержанием углерода становятся более упругими и твёрдыми. Для высокоуглеродистых сталей нормализация может заменить закалку.

**Закалка** – это нагрев стали до температуры выше критических точек (в пределах 780–810 °С), выдержка при этой температуре и затем быстрое охлаждение на воздухе, в воде или масле (рис. 33). Закалка служит для придания стали более высокой твёрдости, прочности и износостойчивости. Сущность закалки стали заключается в том, что при нагреве углерод растворяется в кристаллах железа. Образуется новый твёрдый сплав, который при резком охлаждении не успевает перейти в исходное состояние. В этом и состоит сущность закалки. Закалённая сталь (зубило) может разрубить такую же полосу незакалённой стали, даже если они выполнены из одного и того же сплава.

**Отпуск** – повторный нагрев уже закалённой стали до температуры от 200 до 600 °С с последующим охлаждением в воде, масле или на воздухе (рис. 34). Главная цель отпуска – снизить внутреннее напряжение и уменьшить хрупкость закалённого изделия. Отпуск проводят не позднее чем через 24 часа после закалки, т.к. в стали могут произойти необратимые процессы и образоваться трещины.

Температуру нагрева печи для закалки определяют с помощью пирометра – термоэлектрического измерительного прибора. Примерно оценить температуру нагрева можно на глаз по цветам каления (табл. 3).

Таблица 3

### ТЕМПЕРАТУРА ЦВЕТОВ КАЛЕНИЯ

Цвет	Температура, °С	Цвет	Температура, °С
Начало свечения	530–580	Красный	830–900
Тёмно-красный	580–650	Светло-красный	900–1050
Тёмно-вишнёвый	650–720	Жёлтый	1050–1150
Вишнёвый	720–780	Светло-жёлтый	1150–1250
Светло-вишнёвый	780–830	Белый	1250–1300 и выше

При отпуске температуру контролируют с помощью термоэлектрического параметра или на глаз по цветам побежалости. В таблице 4 дано

соответствие цветов побежалости и температуры. В школьных мастерских для термообработки металлов и сплавов используют электрическую муфельную печь (см. рис. 33, 34).

Таблица 4

### ТЕМПЕРАТУРА ЦВЕТОВ ПОБЕЖАЛОСТИ

Цвет	Температура, °С	Цвет	Температура, °С
Светло-жёлтый	220	Коричнево-красный	265
Жёлтый	230	Фиолетовый	285
Тёмно-жёлтый	240	Тёмно-синий	295–310
Коричневый	255	Светло-синий	315–325
		Серый	330

### ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА

1. Перед началом работы убедиться в наличии заземления муфельной печи.
2. Во время работы с нагретым металлом пользоваться защитными очками или экраном.
3. На руки надеть брезентовые или кожаные рукавицы.
4. Укладывать детали и вынимать их из печи необходимо очень осторожно и только специальными клещами.
5. Визуальный контроль за температурой нагрева печи вести через смотровое отверстие в дверце.

### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

#### ЗАКАЛКА И ОТПУСК ВИНТА ДЛЯ РЕЗЦЕДЕРЖАТЕЛЯ

**Цель работы:**

выполнение термических операций.

**Оборудование:**

муфельная печь, детали для закалки, сосуд с водой.

**Задание:**

1. Определите необходимую температуру для закалки деталей по таблице 5.

2. Включите муфельную печь и разогрейте её до выбранной температуры закалки (800–850 °С).

3. Загрузите детали в печь и выдержите их при температуре закалки 10–12 минут, исходя из расчёта 1 минута на 1 мм среднего диаметра детали. Контроль нагрева деталей вести по шкале термоэлектрического пидометра или по цветам каления.

4. Используя специальные клещи, выньте детали из печи, быстро опустите в воду. Деталь опускают в воду в продольно-вертикальном положении. Для лучшего теплообмена её перемещают круговыми или колебательными вверх-вниз движениями.

5. После охлаждения выньте деталь из воды и проверьте твёрдость напильником. Если он скользит по её поверхности, не снимая металла, – деталь закалилась.

6. Поверхность деталей зачистите до блеска абразивной шкуркой.

7. Печь остудите до температуры отпуска, которую определяют по таблице 3.

8. Вновь поместите детали в печь. Контроль температуры нагрева вести по цвету побежалости.

9. При нагреве деталей до температуры отпуска выньте и охладите в воде.

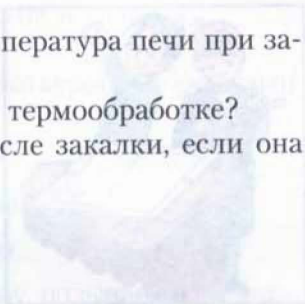
Таблица 5

Марка стали	Температура, °С			Охлаждающая среда	
	отжига	закалки	отпуска	для закалки	для отпуска
50Г	800	840	200	вода, масло	воздух
65Г	800	840	480	масло	воздух
75	800	820	480	масло	воздух
У7, У7А	780	800	170	вода	вода, масло
У8, У8А	770	800	170	вода	вода, масло
У10, У10А	770	790	180	вода	вода, масло
У11, У11А	750	790	180	вода	вода, масло
У12, У12А	750	790	180	вода	вода, масло

Отжиг, нормализация, закалка, отпуск, термоэлектрический пирометр, цвета каления, цвета побежалости, электрическая муфельная печь, перекристаллизация стали.



1. В чём заключается термическая обработка металлов и сплавов?
2. Какие существуют виды термической обработки стали?
3. В каких целях и как осуществляют отжиг и нормализацию стали?
4. С какой целью и как выполняют закалку и отпуск стали?
5. Как производят выбор термического режима термообработки?
6. Какими способами определяется температура печи при закалке и отпуске стали?
7. Какое оборудование применяют при термообработке?
- \*8. Изменится ли твёрдость детали после закалки, если она сделана из стали марки У8?





## ГЛАВА II

# Характеристики механической обработки металлов резанием

### § 1. Отклонения, допуски и посадки на размеры соединяемых деталей



Современное производство основано на сборке узлов и механизмов из деталей без дополнительной подгонки. Например, если в автомобиле проколото колесо, водитель снимает его и устанавливает на это место запасное. При этом он знает, что запасное колесо подойдет без какой-либо подгонки, так как колеса имеют одинаковые размеры, точнее, диаметры отверстий на диске колес равны диаметрам шпилек (валов) на ступице. Этот общий для соединя-

емых деталей (отверстий валов) размер называют *номинальным размером* ( $D_{ном}$ ). Допустим, для шпилек на ступице колеса и отверстий на диске колеса номинальный размер диаметра равен 18 мм. Однако на практике точно изготовить шпильку и отверстие с одинаковыми размерами довольно сложно, а порой и не нужно. Поэтому на чертежах размеры указывают с допустимыми верхним и нижним отклонениями.

Верхнее отклонение ( $ES$ ) для размера диаметра шпильки можно определить по формуле

$$ES = d_{max} - D_{ном} = 18,1 \text{ мм} - 18 \text{ мм} = 0,1 \text{ мм.}$$

Нижнее отклонение ( $EJ$ ) определяют по формуле

$$EJ = d_{min} - D_{ном} = 17,7 \text{ мм} - 18 \text{ мм} = -0,3 \text{ мм.}$$

Диаметр отверстия под шпильку на чертеже может быть указан

$$\varnothing 18^{+0,3}_{+0,15}$$

Это означает, что наибольший допустимый размер отверстия  $d_{max}$  равен 18,3 мм, а наименьший – 18,15 мм.



Рис. 35. Отклонения и допуски отверстия и вала

Верхнее отклонение ( $ES$ ) для размера диаметра отверстия определяют по формуле

$$ES = d_{max} - D_{ном} = 18,3 \text{ мм} - 18 \text{ мм} = 0,3 \text{ мм.}$$

Нижнее отклонение ( $EI$ ) определяют по формуле

$$EI = d_{min} - D_{ном} = 18,15 \text{ мм} - 18 \text{ мм} = 0,15 \text{ мм.}$$

При изготовлении деталей важно знать величину, называемую допуском (разность между наибольшим и наименьшим допустимыми предельными размерами –  $JT$ ). В расчётах допуск на размер шпильки (вала) определяют по формуле

$$JT = d_{max} - d_{min} = 18,1 \text{ мм} - 17,7 \text{ мм} = 0,4 \text{ мм.}$$

Для отверстия допуск на размер составит

$$JT = d_{max} - d_{min} = 18,3 \text{ мм} - 18,15 \text{ мм} = 0,15 \text{ мм.}$$

Отклонения и допуски на размеры отверстия и вала указаны на рис. 35.



Рис. 36. Посадка с зазором



Рис. 37. Посадка с натягом

Характер соединения отверстия и вала между собой определяют термином « посадка ». Посадка может быть подвижной с зазором (рис. 36), неподвижной с натягом (рис. 37) и переходной (возможен зазор или натяг). Например, у слесарных тисков соединение ручки с отверстием винта, перемещающей подвижную губку, посадка с зазором, а подшипников на вал в шпindel токарного станка ТСД-120 – с натягом.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

### ЧТЕНИЕ ЧЕРТЕЖА

#### Цель работы:

освоение элементов графической грамотности.

#### Оборудование:

чертёж вала и втулки.

#### Задание:

1. На чертеже указаны размеры диаметра вала

$$\varnothing 30 \begin{matrix} +0,15 \\ -0,08 \end{matrix}$$

Определите его номинальный размер, предельно допустимые размеры, верхнее и нижнее отклонения в миллиметрах, допуск в миллиметрах.

2. Заданы диаметры отверстия ( $\varnothing 30 \begin{matrix} +0,02 \\ -0,03 \end{matrix}$ ) и вала ( $\varnothing 30 \begin{matrix} +0,15 \\ -0,08 \end{matrix}$ ).

Определите, с зазором или натягом будет произведена посадка вала в отверстие.

Номинальный размер, верхнее и нижнее отклонения вала и отверстия, наибольший допустимый размер вала и отверстия, наименьший допустимый размер вала и отверстия, допуск, посадка, натяг, зазор.



1. Что такое номинальный размер?
2. Что такое верхнее отклонение и нижнее отклонение в размерах детали?
3. Что такое допуск?
4. Что такое посадка? Какие виды посадки применяют при соединении деталей?
- \*5. Указан размер  $32 \begin{matrix} +0,01 \\ -0,02 \end{matrix}$ , найдите нижнее отклонение вала.

## § 2. Шероховатость обрабатываемых поверхностей



На качество сборки изделия и характер его работы существенное влияние оказывает качество обработки поверхностей входящих в него деталей. Оказывается, что при любом способе обработки материалов на их поверхности остаются неровности в виде гребешков и впадин. Их совокупность на определённой длине поверхности детали называют шероховатостью (рис. 38). На детали выделяется участок определённой длины. На нём измеряются неровности в 10 точках – от  $h_1$  до  $h_{10}$ .

Главными показателями шероховатости являются высота неровностей профиля ( $Rz$ ) в десяти точках и среднее арифметическое отклонение профиля ( $Ra$ ).

Установлены определённая структура обозначения шероховатости поверхности (рис. 39) и знаки обозначения:

- ✓ — применяют для обозначения шероховатости, вид обработки которой не установлен конструктором;
- ✓ — обозначают поверхность, получаемую удалением поверхностного слоя материала (точением, шлифованием, полированием);
- ✓ — используют для обозначения поверхности, образуемой без удаления материала (литьём, ковкой).

Показатель шероховатости  $Ra$  указывают без символа  $\sqrt{0.5}$ , а показатель  $Rz$  — после соответствующего символа, например  $Rz32\sqrt{}$ .

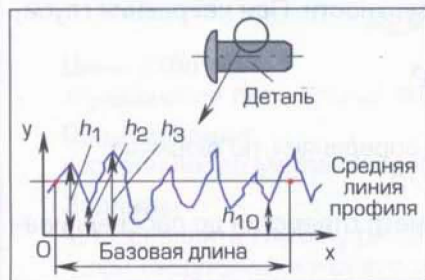


Рис. 38. Шероховатость поверхности



Рис. 39. Структура обозначения шероховатости

Шероховатость, высота неровностей профиля в десяти точках ( $Rz$ ), среднее арифметическое отклонение профиля ( $Ra$ ).



1. Что такое шероховатость поверхности?
2. Назовите главные показатели шероховатости.
3. Какие знаки применяют для обозначения шероховатости поверхности?
- \*4. От каких причин, по вашему мнению, зависит показатель шероховатости?

### § 3. Понятие о режиме резания



Процесс резания на станках характеризуется определённым режимом. К элементам режима резания относятся глубина резания, подача, скорость резания. В процессе обработки и заготовки различают обрабатываемую, обработанную и поверхность резания.

Глубина резания ( $t$ ) – это толщина слоя металла, срезаемого за один рабочий ход (проход) режущего инструмента. Глубина резания измеряется в направлении, перпендикулярном обработанной поверхности. При сверлении глуби-

на резания рассчитывается по формуле

$$t = D/2,$$

где  $D$  – диаметр сверла, мм.

При рассверливании глубину резания определяют по формуле

$$t = D - d/2,$$

где  $D$  – диаметр сверла, мм, а  $d$  – диаметр отверстия до рассверливания, мм.

При точении на токарном станке расчёт ведётся по формуле

$$t = D - d/2,$$

где  $D$  – диаметр заготовки до обработки, мм, а  $d$  – диаметр заготовки после снятия слоя металла, мм.

При точении необходимо задать величину продольного перемещения резца – величину подачи ( $S$ ).

Величина подачи – расстояние в мм перемещения режущей кромки резца в направлении подачи за один оборот шпинделя станка (мм/об).

Ещё одним параметром обработки деталей на станках является скорость резания.

Скорость резания ( $v$ ) – это скорость движения точки, лежащей на поверхности резания и наиболее удалённой от оси вращения, в м/мин.

Скорость резания определяется по формуле

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

где  $D$  – диаметр заготовки, мм;  $n$  – частота вращения заготовки, об/мин;  $1/1000$  – коэффициент перевода миллиметров в метры.

Скорость резания определяют с учётом свойств обрабатываемого материала, материала режущего инструмента и ряда других факторов по специальным справочникам. От скорости резания в значительной степени зависит продолжительность работы режущего инструмента от заточки до переточки. Для настройки станка на заданную скорость резания необходимо вычислить частоту вращения (об/мин) шпинделя станка по формуле

$$n = 1000v / \pi D \text{ (об/мин)}.$$

Например, если обработку необходимо выполнять при скорости резания  $v = 30$  м/мин и диаметр заготовки  $D = 16$  мм, то

$$n = 1000 \times 30 / 3,14 \times 16 = 597,13 \text{ об/мин}.$$

Токарный станок ТВ-6 не имеет в своих установках такой частоты вращения шпинделя. Поэтому выбирается ближайшая к расчётной частота вращения шпинделя – 500 об/мин.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

### РЕЖИМ РЕЗАНИЯ

#### Цель работы:

определение параметров технологического процесса.

#### Оборудование:

справочник по металлообработке, токарный станок.

#### Задание:

##### 1. Определите глубину резания:

– при сверлении сквозного отверстия в стальной плите сверлом с диаметром  $D = 20$  мм;

– при рассверливании отверстия диаметром  $d = 6$  мм сверлом с диаметром  $D = 12$  мм;

– при обтачивании заготовки, если диаметр обрабатываемой поверхности  $D = 30$  мм, а обработанной после одного прохода – 28 мм.

2. Определите скорость резания (в м/мин) при обтачивании на токарном станке стального вала диаметром  $D = 20$  мм, если шпиндель станка делает 710 об/мин.

3. Определите, на какую частоту вращения шпинделя следует настроить станок для сверления отверстия сверлом  $D = 8$  мм, чтобы обеспечить скорость резания  $v = 20$  м/мин.

4. Настройте токарный станок на режим резания:

$S = 0,12$  мм/об;

$v = 25$  м/мин (диаметр обрабатываемой поверхности  $D = 18$  мм);

$t = 0,5$  мм.

Режим резания, глубина резания ( $t$ , мм), величина подачи («подача») ( $S$ , мм/об), скорость резания ( $V$ , м/мин), обрабатываемая поверхность, обработанная поверхность, поверхность резания, стойкость режущего инструмента.



1. Что относится к элементам режима резания?

2. Что такое обрабатываемая поверхность, обработанная поверхность и поверхность резания?

3. Что называется глубиной резания, величиной подачи и скоростью резания?

4. Что называется стойкостью режущего инструмента?

\*5. Как поступают, если на станке отсутствует расчётная частота вращения шпинделя?

\*6. При какой величине подачи шероховатость будет лучше, а при какой хуже?

\*7. Почему при большей скорости стойкость режущего инструмента уменьшается?

## ГЛАВА III

# Виды технологий обработки деталей на токарно-винторезном станке

### § 1. Нарезание плашкой

#### на токарно-винторезном станке наружной резьбы



Для нарезания наружной резьбы треугольного профиля с шагом до 2 мм могут применяться плашки. При нарезании резьбы плашкой, закреплённой в ручном плашкодержателе, её подводят к заготовке, подпирая плашкодержатель торцом пиноли задней бабки. Рукоятка плашкодержателя упирается в суппорт. После нарезания двух-трёх витков с поджимом дальнейшая подача плашки происходит автоматически, самозатягиванием.

Плашкодержатель можно поджимать специальным упором, закреплённым в резцедержателе (рис. 40). Рукоятку плашкодержателя упирают в планку, которая также закреплена в резцедержателе.

При работе ручным плашкодержателем следует соблюдать осторожность, чтобы рука не попала между рукояткой плашкодержателя и опорой.

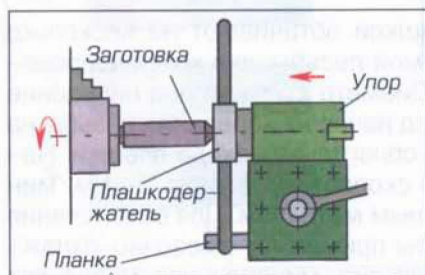


Рис. 40. Нарезание наружной резьбы на станке

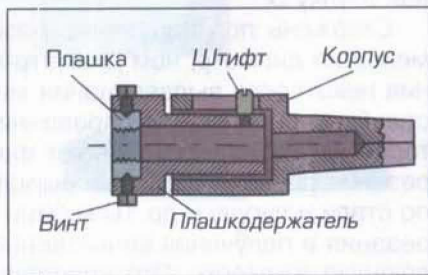


Рис. 41. Самовыдвижной качающийся плашкодержатель



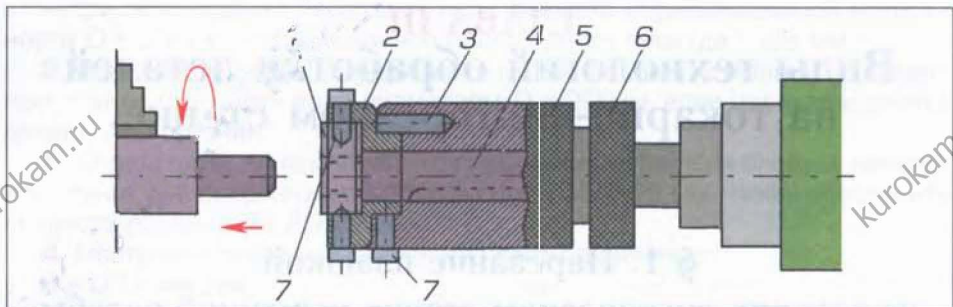


Рис. 42. Приспособление для станочного нарезания резьбы малых диаметров

Более совершенный и безопасный метод закрепления плашки – в самовыдвижном качающемся плашкодержателе, который устанавливают в пинולי задней бабки (рис. 41).

Для нарезания наружной резьбы малых диаметров (2–3 мм) на токарно-винторезном станке применяют приспособление, изображённое на рис. 42. Оно состоит из оправки 6, которая коническим хвостовиком устанавливается в отверстие пинולי задней бабки. На цилиндрический стержень 4 оправки установлена по скользящей посадке втулка 5 с накаткой по наружному диаметру. Левый торец втулки имеет выточку, в которую вкладывается плашкодержатель 2 с плашкой 1. Она предохраняет от проворачивания штифтом 3 и винтами 7. Перед установкой оправки необходимо проверить положение задней бабки на совпадение вершин конусов переднего и заднего центров. При нарезании резьбы втулку 5 удерживают рукой и, как только плашка подойдёт к концу резьбы, втулку отпускают. Она начинает вращаться вместе с заготовкой. Затем свинчивают плашку, включив вращение шпинделя в обратную сторону и удерживая втулку 5.

Стержень под нарезание резьбы плашкой обтачивают на несколько меньший диаметр, чем диаметр нарезаемой резьбы, для компенсации некоторого выдавливания металла. Диаметр стержня под нарезание резьбы определяют по справочнику. Перед началом нарезания резьбы на торце заготовки протачивают фаску для облегчения захода плашки. Нарезание резьбы плашками выполняют со скоростью резания 2–4 м/мин по стали и чугуну и до 10 м/мин по цветным металлам. Для обеспечения резания и получения качественной резьбы применяют смазочно-охлаждающую жидкость. Это специальная эмульсия, минеральное масло для стали, керосин – для чугуна.

## § 2. Нарезание метчиком на токарно-винторезном станке внутренней резьбы



Внутреннюю резьбу диаметром до 20 мм нарезают на токарном станке метчиками. Метчики бывают ручные (слесарные), машинные и гаечные (рис. 43). Ручные метчики применяют комплектом из двух или трёх штук, которыми распределяется припуск на обработку. На каждом метчике обозначены марка стали, из которой он изготовлен, и размер резьбы. Для отличия первого, второго и третьего метчиков комплекта на хвостовике метчика нанесено соответствующее количество рисок.

Для нарезания резьбы метчиком можно использовать слесарный вороток, который насаживают на квадратный хвостовик метчика. Метчик поджимают центром, установленным в пиноли задней бабки, а рукоятка воротка упирается при этом в суппорт (рис. 44).

Такой способ подачи метчика допускается только для нарезания резьбы небольшого диаметра (до 8 мм). В других случаях в резцедержатель устанавливают дополнительный держатель с центром и упорную планку: метчик поджимают центром, а рукоятку метчика упирают в планку. Так как метчик и планка передвигаются вместе, то перекоса не будет: устраняется опасность брака и поломки метчика.

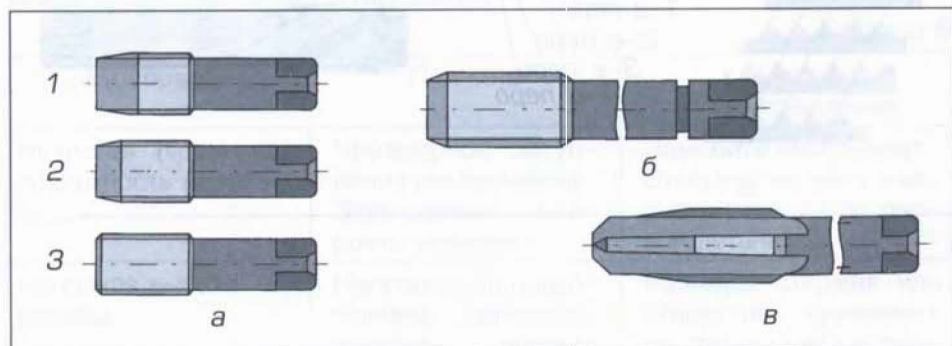


Рис. 43. Метчики для нарезания внутренней резьбы на станке:  
а – слесарные (1, 2, 3), б – машинный, в – гаечный



Рис. 44. Нарезание внутренней резьбы с использованием дополнительного держателя



Рис. 45. Качающийся самовыдвижной метчикодержатель

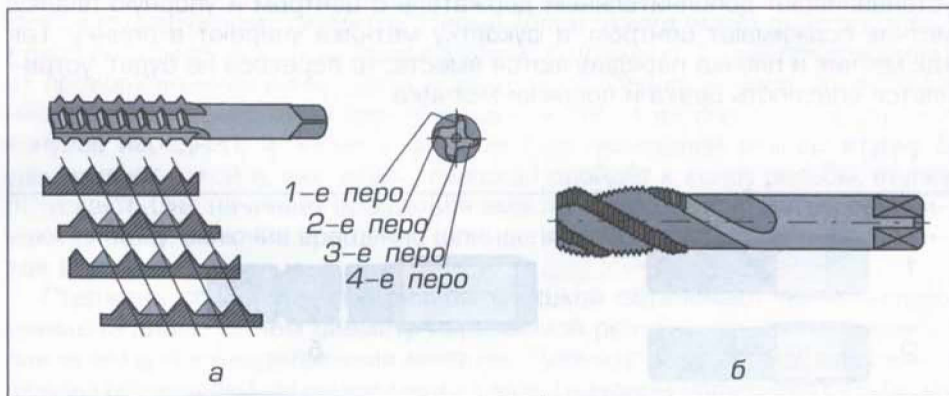


Рис. 46. Виды зубьев в метчиках: а – шахматное расположение, б – спиральные зубья

Наиболее целесообразно закреплять метчик в качающемся самовыдвижном метчикодержателе (рис. 45). Корпус его вставляют коническим хвостовиком в пиноль задней бабки. Метчик устанавливают в квадратное гнездо подвижной части метчикодержателя. При вращающейся заготовке метчик вводится в отверстие заготовки и легко подаётся вращением маховика задней бабки. Как только на заготовке будет нарезано 2–3 витка резьбы, дальнейший поджим метчика не требуется, так как он будет самвинчиваться в резьбу, а метчикодержатель, следуя за метчиком, будет выдвигаться из корпуса.

Для нарезания резьбы в деталях из нержавеющей и жаропрочной стали применяют «шахматные» метчики со срезанными через один зубьями (рис. 46, а). Образующаяся между зубьями широкая впадина способствует хорошему размещению стружки. Это устраняет опасность заклинивания метчика от образования наростов стружки.

Метчики со спиральными канавками обладают повышенной прочностью (рис. 46, б). При правом наклоне канавок облегчается вывод стружки из отверстия.

При работе метчик выдавливает некоторый слой металла из впадины резьбы и уменьшает диаметр отверстия, что затрудняет нарезание. Поэтому диаметр отверстия должен быть несколько больше внутреннего диаметра резьбы. Так как сталь больше подвержена пластической деформации, чем чугун, отверстие под резьбу в стальной заготовке выполняют большего диаметра, чем в чугунной заготовке. Диаметр отверстия под резьбу необходимого диаметра определяют по справочнику.

Скорость резания при нарезании резьбы метчиками составляет 5–15 м/мин для стали и 4–6 м/мин для чугуна.

Применение смазочно-охлаждающей жидкости обязательно. В таблице 6 приведены виды, причины и меры предупреждения брака при нарезании резьбы плашками и метчиками.

Таблица 6

Вид брака	Причина	Меры предупреждения
Нечистая («рваная») поверхность резьбы	Чрезмерное затупление инструмента. Завышенная скорость резания	Заменить инструмент. Откорректировать скорость резания по первой детали
Неполная высота резьбы	Неправильно подготовлена заготовка: занижен диаметр стержня или завышен диаметр отверстия	Размеры стержня или отверстия принимать по справочнику и тщательно контролировать их

Вид брака	Причина	Меры предупреждения
Неодинаковая высота резьбы по всей длине	Конусность стержня или отверстия под резьбу	Тщательно контролировать заготовку
Искажён профиль резьбы	Перекос плашки во время врезания	Следить за тем, чтобы плашка во время врезания была перпендикулярна к оси заготовки
«Растяжка» резьбы	Недостаточная смазка. Притормаживание инструмента в процессе самовыдвижения подвижной части оправки	Улучшить смазку. Устранить перекосы в оправке. Смазать подвижные соединения оправки

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

### НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ

#### Цель работы:

освоение приёмов выполнения резьбы.

#### Оборудование:

токарный станок, набор плашек, набор метчиков, самовыдвижной плашкодержатель, самовыдвижной метчикодержатель.

#### Задание:

1. Нарезьте резьбу плашкой, установленной в ручной плашкодержатель.
2. Нарезьте резьбу плашкой, установленной в самовыдвижной плашкодержатель.
3. Нарезьте резьбу метчиком с применением ручного воротка.
4. Нарезьте резьбу метчиком с применением качающегося самовыдвижного метчикодержателя.

Калибрование (зачистка), смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ).



1. Назовите область применения плашек.
2. Как подготавливают размер стержня под нарезание резьбы плашкой?

3. Как выполняется нарезание резьбы плашкой, закреплённой в ручной плашкодержатель?
4. Как выполняется нарезание резьбы плашкой, закреплённой в самовыдвижном плашкодержателе?
5. Какая скорость резания должна быть при нарезании резьбы плашками?
6. Назовите области применения метчиков.
7. Приведите классификацию метчиков по форме, назначению и количеству инструментов.
8. Как определить диаметр сверла под резьбу?
9. Как выполняется нарезание резьбы метчиками посредством метчика и посредством качающегося самовыдвижного метчикодержателя?
10. Какие метчики применяются для нарезания резьбы в деталях из нержавеющей и жаропрочной стали?
11. При какой скорости резания нарезают резьбу метчиками?
- \*12. Что общего и различного между сверлом, метчиком и плашкой?
- \*13. Определить диаметр стержня для нарезания резьбы М8.
- \*14. Определить диаметр отверстия для нарезания резьбы М8.

### § 3. Технология выполнения отверстий на токарно-винторезном станке



На токарном станке можно выполнять цилиндрические отверстия сверлами. При необходимости сверление производят в несколько приёмов, т.е. последовательное *рассверливание* отверстия.

*Рассверливание* позволяет получить более точные отверстия и уменьшить ввод сверла от оси детали. Например, отверстие диаметром свыше 10 мм рекомендуется сверлить вначале сверлом малого диаметра, а затем *рассверливать* сверлом нужного диаметра.

Главное движение резания при сверлении – вращательное, оно выполняется заготовкой. Движение подачи – поступательное и выполняется инструментом.

Перед началом сверления проверяют совпадение вершин переднего и заднего центров токарного станка (рис. 47). Заготовку устанавливают в патрон и проверяют, чтобы её биение (эксцентricность) относительно оси вращения не превышало припуска, снимаемого при наружном обтачивании. Проверяют биение торца заготовки, в котором будет обрабатываться отверстие, и выверяют заготовку по торцу.

Перпендикулярность торца к оси вращения заготовки можно обеспечить подрезкой торца. При этом в центре заготовки можно выполнять засверливание (углубление) центровочным сверлом для нужного направления основного сверла, предотвращения его увода и поломки.

Можно при засверливании использовать упор, закреплённый в резцедержателе и подведённый плотно к сверлу.

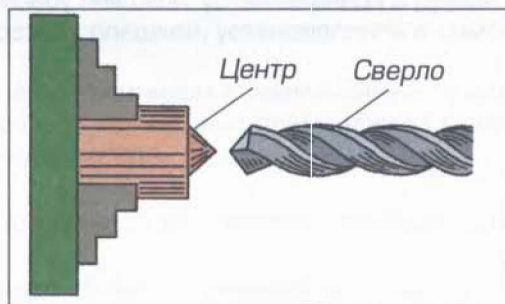


Рис. 47. Центрирование сверла в станке

Свёрла с коническими хвостовиками устанавливают непосредственно в конусное отверстие пиноли задней бабки. Если размеры конусов не совпадают, то применяют переходные втулки. Для крепления свёрл с цилиндрическими керстовиками (диаметром до 16 мм) применяют сверлильные кулачковые патроны, которые также устанавливают конусом в пиноль задней бабки (рис. 48).

Перед сверлением отверстий заднюю бабку перемещают по станине на такое расстояние от заготовки, чтобы сверление можно было производить на нужную глубину при минимальном выдвигании пиноли из корпуса задней бабки.

Перед началом сверления включают станок, и заготовка приводится со вращение. Сверло плавно, без удара подводится вращением маховика задней бабки к торцу заготовки, и производится сверление на небольшую глубину (засверливание).

Затем инструмент отводится, останавливается вращение заготовки и проверяется точность расположения отверстия.

Для того чтобы сверло не сместилось, предварительно производится центрование заготовки центровочным сверлом с углом при вершине  $90^\circ$ . Можно подвести упор вплотную к сверлу, закреплённому резцу обратной стороной в резцедержателе.

Для замены сверла маховик задней бабки поворачивают до тех пор, пока пиноль не займёт в корпусе бабки крайнее правое положение, в результате чего сверло выталкивается винтом из пиноли. Затем в пиноль устанавливают нужное сверло.

При сверлении отверстия, глубина которого больше его диаметра, сверло, как и на сверлильных станках, периодически выводят из обраба-



Рис. 48. Установка сверла непосредственно в пиноль (а), с помощью переходной втулки (б), с помощью сверлильного патрона (в)



тываемого отверстия и очищают канавки сверла и отверстие заготовки от накопившейся стружки.

При ручном управлении станком трудно обеспечить постоянную скорость движения подачи. Для механической подачи сверла его закрепляют в резцедержателе. Сверло с цилиндрическим хвостовиком с помощью приспособления устанавливают в резцедержателе так, чтобы ось сверла совпала с линией центров. Сверло с коническим хвостовиком устанавливают в державке, которую также крепят в резцедержателе.

После выверки совпадения оси сверла с линией центров суппорт со сверлом вручную подводят к торцу заготовки и обрабатывают пробное отверстие минимальной глубины, а затем включают механическую подачу суппорта. При сверлении на проход перед выходом сверла из заготовки скорость механической подачи значительно уменьшают или отключают и заканчивают сверление вручную.

При сверлении отверстий диаметром 5–30 мм скорость подачи  $S_0$  – 0,1–0,3 мм/об для стальных деталей и  $S_0$  – 0,2–0,6 мм/об для чугунных деталей.

При сверлении возможны следующие виды брака и технологические сложности:

- отклонение оси отверстия от заданного направления;
- неправильная заточка сверла – переточить сверло, контролируя заточку по шаблону;
- неперпендикулярность оси торцевой поверхности заготовки – обеспечить перпендикулярность торца к оси подрезанием;
- работа длинным сверлом – произвести предварительное центрирование центровочным сверлом или использовать упор, закреплённый в резцедержателе;
- наличие в заготовке раковин или твёрдых включений – вести сверления с пониженной подачей.

#### **Причины «разбивки» диаметра отверстия:**

- неправильная заточка сверла; причины: одна режущая кромка больше другой, неодинаковые углы заточки; что надо сделать: переточить сверло, контролируя заточку по шаблону;
- установка сверла перекосом по отношению к оси отверстия; способы устранения:
  - а) ось пиноли задней бабки не совпадает с осью шпинделя – добиться соосности пиноли задней бабки и шпинделя;
  - б) посадочный конус пиноли или хвостовик сверла загрязнены – протереть конус пиноли и хвостовик сверла;
- отклонение глубины отверстия от заданной; причины: ошибка при контроле глубины сверления; что надо сделать: для необходимой точности тщательно контролировать глубину сверления (например, ограничителя-

ми), а при сверлении с автоматической подачей сверла следует установить упор.

**Превышение допустимой шероховатости обработанной поверхности:**

- затупление сверла; что надо сделать: заточить сверло;
- попадание стружки на ленточки сверла; что надо сделать: периодически выводить сверло из отверстия, очищать его щёткой;
- нагрев сверла и приваривание стружки; что надо сделать: увеличить интенсивность охлаждения;
- большая подача; что надо сделать: уменьшить подачу.

### ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА

1. Не сверлить незакреплённую или плохо закреплённую заготовку.
2. Не сверлить тупым сверлом.
3. Не нажимать сильно на сверло, особенно при сверлении отверстий малых диаметров.
4. Не наклоняться близко к сверлу или использовать экран, чтобы стружка не попала в глаз.
5. Не сдувать стружку ртом.
6. Сталь следует сверлить с применением охлаждающей жидкости.
7. Чугун можно сверлить без охлаждения.
8. Плавно нажимать на маховик подачи пиноли задней бабки при сверлении отверстия насквозь; при выходе сверла из заготовки нажатие уменьшить.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

### СВЕРЛЕНИЕ НА ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНОМ СТАНКЕ

**Цель работы:**

освоение операций сверления на станке.

**Оборудование:**

токарно-винторезный станок, центровочное сверло, сверлильный патрон с коническим хвостовиком, спиральное сверло с коническим хвостовиком, переходные втулки, заготовки, штангенциркуль, центры для пиноли задней бабки и шпинделя станка, подрезной резец, упор.

### Задание:

1. Проверьте соосность шпинделя и задней бабки станка.
2. Установите в оезцедержателе упор для направления сверла и подрезной резец. Осеваая линия упора должна находиться на высоте линии центров станины. Закрепите заготовку в 3-кулачковом патроне.
3. Установите сверло в пиноли задней бабки, если необходимо, используйте переходную втулку.
4. Подрежьте торец заготовки.
5. Подведите сверло к торцу заготовки и углубите его на 1–3 мм. При биении сверла плавно подведите к сверлу упор и осторожно надавливайте упором на сверло до тех пор, пока не прекратится его биение. Углубляйте в материал сверло на длину его заборной части, одновременно сдерживая упором сверло от покачивания. Отведите упор от сверла и, если оно не бьёт, продолжайте сверление, включив подачу охлаждающей жидкости.  
При сверлении длинных отверстий нужно периодически выводить сверло из отверстия, не останавливая станок, и удалять из канавок стружки. Длина отверстия не должна превышать длины спиральной части сверла, иначе стружка не сможет выходить из канавок и сверло сломается.
6. Замерьте диаметр полученного отверстия и толщину стенок в 3–4 местах.

### Рассверливание.



1. Для чего проводят рассверливание отверстий?
2. Как правильно установить в пиноль задней бабки сверло с коническим и сверло с цилиндрическим хвостовиком?
3. Как заменить сверло в токарно-винторезном станке?
4. Какой должна быть скорость подачи при сверлении отверстий диаметром 5–30 мм в стальных и чугунных заготовках?
- \*5. Каким образом надо проводить сверление заготовок, имеющих раковины и твёрдые включения?
- \*6. Что следует предпринять, если шероховатость отверстия после сверления превышает допустимые пределы?

## § 4. Технология зенкерования и развёртывания отверстий на токарно-винторезном станке



*Зенкерование* производится для обработки отверстий в заготовках, полученных отливкой, штамповкой или предварительно просверлённых; цилиндрических и конических углублений – под головки винтов, заклёпок, фасок. Такая обработка придаёт им более правильную форму, необходимые размеры и повышает чистоту поверхности. В связи с более благоприятными условиями резания, большей жёсткостью и стойкостью режущего инструмента *зенкерованием* получают отверстия с точностью до 10-го качества и шероховатостью  $Rz\ 2,5$ .

Инструментом при зенкеровании служит зенкер (рис. 49, а), который, как и сверло, закрепляется в коническом отверстии пиноли задней бабки. При зенкеровании инструмент подают к заготовке вручную, вращая маховичок задней бабки. При этом зенкер совершает поступательное движение вдоль оси отверстия.

В отличие от сверла, зенкер имеет большее число (три–четыре) режущих кромок. Это придаёт инструменту большую жёсткость и позволяет лучше центрировать его в обрабатываемом отверстии. При резании нагрузка распределяется на режущие кромки равномерно. Это обеспечивает получение более высокой по сравнению со сверлением точности формы и размеров обрабатываемого отверстия.

Зенкерование может быть процессом окончательной обработки отверстия или подготовительным к развёртыванию. В последнем случае при зенкеровании оставляют припуск на дальнейшую обработку. Припуск под зенкерование составляет 0,5–2 мм на сторону в зависимости от диаметра отверстия. *Зенкеры* могут быть с коническими хвостовиками и насадными, цельными и сборными со вставными ножами. Их изготавливают из быстрорежущей стали и твёрдых сплавов. Подача при работе *зенкерами* из быстрорежущей стали составляет 0,3–1,2 мм/об, твёрдосплавными зенкерами – 0,4–1,5 мм/об; скорость резания соответственно 20–30 м/мин и 60–200 м/мин.

Для уменьшения увода зенкера от оси отверстия – особенно при обработке литых или штампованных глубоких отверстий – предварительно его растачивают резцом до диаметра, равного диаметру зенкера, на глубину, примерно равную половине длины рабочей части зенкера.

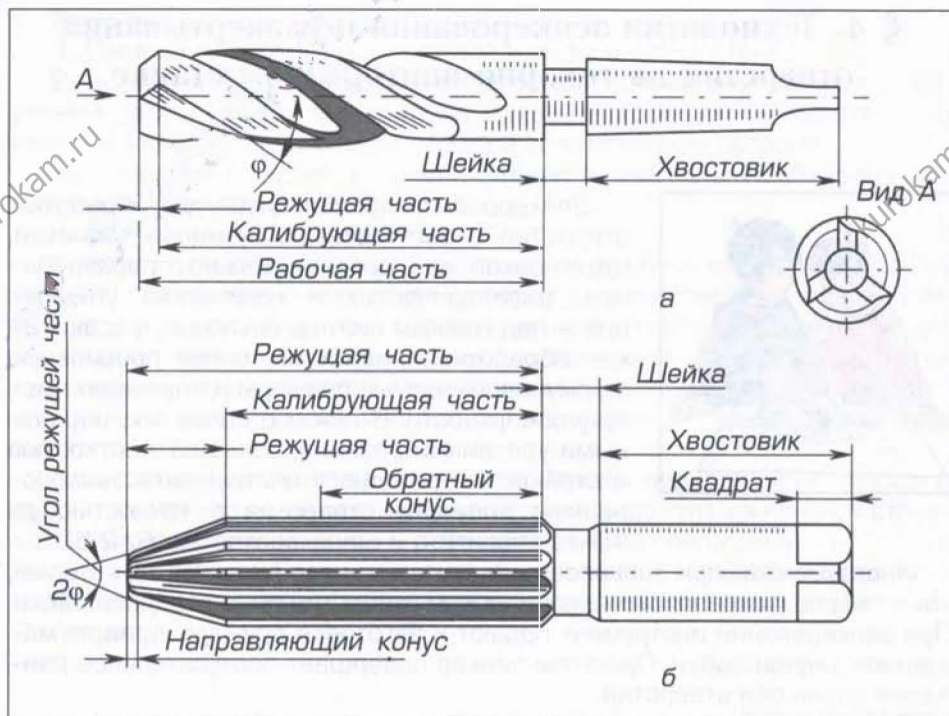


Рис. 49. Инструменты для зенкерования и развёртывания отверстий: *а* – зенкер, *б* – развёртка

*Зенкеры* предназначены для обработки отверстий, предварительно штампованных, литых или расточенных. В зависимости от назначения *зенкеры* бывают: спиральные – для обработки сквозных цилиндрических отверстий; цилиндрические – для обработки торцов у литых бобышек и отверстий под цилиндрические головки винтов; конические – для обработки конических гнёзд и центров в заготовках.

*Развёртывание* – это точная чистовая обработка отверстий, как правило, после растачивания, *зенкерования*, а при малых диаметрах обрабатываемых отверстий – и после сверления.

*Развёртывание* обеспечивает получение с точностью до 7-го качества и шероховатостью  $Ra\ 0,25$ , а обработка последовательно двумя развёртками для черновой и чистовой обработки отверстий позволяет получить шероховатость поверхности  $Ra\ 0,030$ . *Развёртыванием* нельзя устранить биение или перекос отверстия, если они остались после предыдущей обработки.

Операция развёртывания выполняется многолезвийным инструментом – развёрткой. Различают развёртки: ручные и машинные, хвостовые и насадные, цельные и сборные (со вставными ножами). Применяют также регулируемые развёртки, размер которых можно изменять в небольших пределах. Развёртка состоит из рабочей части, шейки и хвостовика. Хвостовик машинных развёрток – конический (конус Морзе), ручных – цилиндрический с квадратом под вороток.

Перед развёртыванием отверстие и инструмент очищают от грязи, стружки и протирают. Если хвостовик развёртки закреплён непосредственно в пиноли задней бабки, то даже незначительная несоосность хвостовика и рабочей части развёртки, перекос пиноли или загрязнение посадочного конуса вызовут неравномерное срезание припуска: отверстие будет иметь больший диаметр у торцов и меньший в середине детали.

Припуск на развёртывание зависит от диаметра отверстия и от обрабатываемого материала (0,08–0,2 мм на сторону). Подача при развёртывании принимается в 2–3 раза больше, чем при сверлении отверстия того же диаметра, а скорость резания в 2–3 раза меньше. Значение подачи не влияет на шероховатость обработанного отверстия, так как она зависит только от состояния кромки на калибрующей части инструмента. Низкая скорость резания при развёртывании объясняется тем, что на режущей кромке не образуется нарост – наклёп (налипание металла).

При работе чистовыми развёртками (припуск под черновое развёртывание 0,15–0,5 мм, под чистовое – 0,04–0,2) на токарных станках применяют качающиеся оправки, которые компенсируют несовпадение оси отверстия с осью развёртки. Чтобы обеспечить высокое качество обработки, сверление, зенкерование или растачивание и развёртывание отверстия производят за одну установку заготовки на станке.

Для получения отверстий повышенной точности с низкой шероховатостью поверхности, а также для развёртывания отверстий с продольными пазами применяют развёртки с винтовой стружечной канавкой.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

### ЗЕНКЕРОВАНИЕ И РАЗВЁРТЫВАНИЕ ОТВЕРСТИЙ

#### Цель работы:

овладение приёмами выполнения операций зенкерования и развёртывания отверстий.

#### Оборудование:

токарный станок и приспособление к нему, свёрла, зенкеры, комплекты развёрток, заготовки; слесарные воротки, машинное масло; калибры-пробки и другой контрольно-измерительный инструмент.

### **Задание:**

1. Заданную заготовку зажать в трёхлачковом патроне.
2. Выбирают сверло необходимого диаметра с учётом припуска на растачивание и зенкерование.
3. Сверло устанавливают в пиноль задней бабки и сверлят отверстие.
4. Производят предварительное растачивание, оставляя припуск на развёртывание.
5. Настраивают станок на необходимую частоту вращения шпинделя и подачу для зенкерования.
6. Обрабатывают отверстие зенкером при установленных режимах резания.
7. Проверяют размер полученного отверстия калибром-пробкой или штангенциркулем.
8. Перед развёртыванием сначала сверлят отверстия, а затем растачивают, оставляя необходимый припуск.

### **Развёртывание ручными развёртками выполняют в следующей последовательности:**

1. Предварительно просверлённую заготовку устанавливают и закрепляют в слесарных тисках.
2. Берут черновую развёртку, смазывают её рабочую часть машинным маслом и вставляют без перекоса в отверстие.
3. Надевают на хвостовик развёртки вороток и, слегка нажимая одной рукой на развёртку, другой рукой вращают вороток по часовой стрелке.
4. При необходимости развёртку периодически извлекают из отверстия для очистки её от стружки и смазывания.
5. Заканчивают черновое развёртывание, когда  $3/4$  рабочей части развёртки выйдет с обратной стороны отверстия.
6. Такими же приёмами выполняют развёртывание чистовой развёртки.
7. Правильность развёртывания проверяют калибром-пробкой.

### **При обработке отверстий рассмотренными операциями возможны следующие виды брака:**

1. При зенкеровании: увод зенкера в процессе обработки отверстия (несовпадение оси зенкера с осью обрабатываемого отверстия); диаметр отверстия больше заданного (неправильный выбор диаметра зенкера, биение шпинделя); неудовлетворительная шероховатость поверхности (повышенная величина подачи, большой припуск на обработку, повышенный износ режущих кромок зенкера).

2. При развёртывании: следы дробления на поверхности отверстия (вращение развёртки рывками, большой припуск на обработку, непра

вильное закрепление развёртки); задиры на поверхности отверстия (неправильные приёмы развёртывания, тупые режущие кромки развёртки, повышенный припуск)

Выполнение операций зенкерования и развёртывания отверстий требует соблюдения определённых требований безопасности труда: надо правильно устанавливать и надёжно закреплять заготовки в патроне, а рабочий инструмент в пиноли задней бабки; нельзя оставлять ключ в патроне токарного станка после закрепления заготовки. Пускать станок и приступать к выполнению зенкерования и развёртывания только тогда, когда есть твёрдая уверенность в безопасности работы, постоянно следить за исправностью режущего инструмента и крепления заготовок и инструмента.

### Зенкерование, развёртывание, зенкер.



1. Чем принципиально отличаются зенкерование и развёртывание отверстий от сверления?
2. Всегда ли удовлетворяет точность отверстий, обработанных сверлом? Какие инструменты для обработки отверстий, кроме сверла, вы знаете?
- \*3. Почему при зенкеровании удаётся достичь большей точности обработки, чем при сверлении отверстий?
4. Чем принципиально отличается по конструкции зенкер от сверла?
5. Чем принципиально отличается по конструкции развёртка от зенкера?
6. Почему зенкер имеет большую жёсткость по сравнению со сверлом того же диаметра?
7. Для какой цели предназначены развёртки?
8. Какие виды развёрток применяются в машиностроении?
9. Из каких частей и элементов состоит развёртка?
- \*10. Для чего нужны направляющий конус и калибрующая часть у развёртки?
11. Для чего нужен на калибрующей части развёртки обратный конус?
12. С какой целью угловой шаг развёртки делают неравномерным?
- \*13. В чём преимущество развёрток с винтовыми канавками?
- \*14. Что является общим при сверлении, зенкеровании и развёртывании?



## § 5 Точность измерений при изготовлении деталей.

### Микрометр



Линейки и штангенциркули – это широко распространённые в машиностроении виды измерительного инструмента. При изготовлении деталей на токарном станке по дереву и металлу, изделий из тонколистового металла и проволоки вы пользовались линейкой и штангенциркулем.

Однако с увеличением точности изготовления деталей, их сложности и уменьшением допусков при их соединении друг с другом возникает необходимость в применении высокоточных измерительных инструментов.

Микрометр и является таким высокоточным прибором. Он предназначен для измерения линейных размеров контактным способом. Его применяют для измерения наружных и внутренних размеров деталей, длины и толщины изделий, глубины отверстий.

Микрометрические инструменты позволяют производить измерения с точностью до 0,01 мм, или 10 микрон. Микрометром, например, можно достаточно точно измерить толщину человеческого волоса.

В практике машиностроения применяют следующие виды микрометров:

*МГ* – микрометры гладкие для измерения наружных размеров изделий;

*МЛ* – микрометры листовые с циферблатом для измерения толщины листов и лент;

*МТ* – микрометры трубные для измерения толщины стенок труб;

*МЗ* – микрометры зубомерные для измерения зубчатых колёс.

Принципиальное устройство всех указанных микрометров основано на использовании специального измерительного механизма – микрометрического винта.

Микрометры типа МК выпускают с пределами измерений 0–25; 25–50; 50–75; 75–100; 125–150; 150–175; 175–200; 200–225; 225–250; 250–275; 275–300; 300–400; 400–500; 500–600 мм. Микрометры с верхним пределом измерений 50 мм и более снабжаются установочными мерами (рис. 50).



Рис. 50. Микрометр с установочной мерой

### Устройство микрометра.

Микрометр (рис. 51) состоит из скобы, с одной стороны которой имеется неподвижная измерительная пятка, а с другой – втулка-стебель, внутрь которой ввёрнут микрометрический винт. Торцы пятки и микрометрического винта являются измерительными поверхностями и имеют полированную плоскость. На наружной поверхности стебля проведена продольная линия, ниже которой нанесены миллиметровые деления, а выше её – полумиллиметровые деления. Микрометрический винт жёстко связан с барабаном, на конической части которого нанесена шкала (нониус) с делениями.



Рис. 51. Устройство микрометра

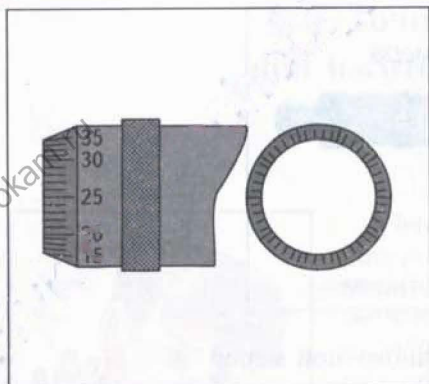


Рис. 52. Шкала (нониус) микрометра



Рис. 53. Шаг микрометрического винта

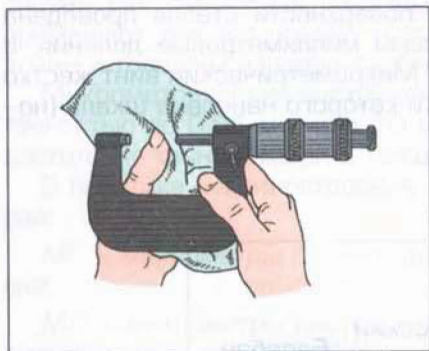


Рис. 54. Протереть мягкой тканью (замшей) измерительные поверхности

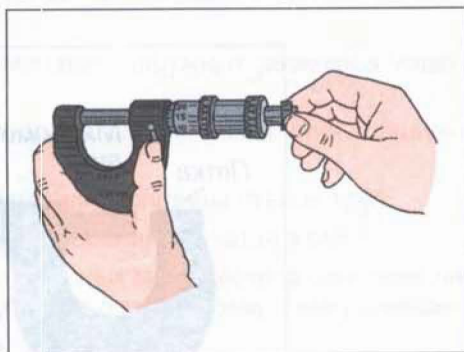


Рис. 55. Вращая трещотку, медленно свести пятку и микрометрический винт до соприкосновения

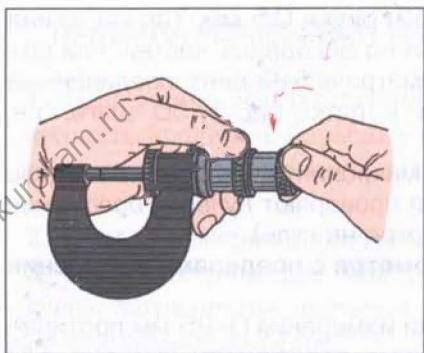


Рис. 56. Закрепить микровинт стопором

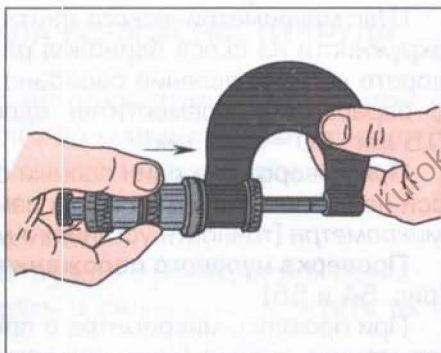


Рис. 57. Отсоединить барабан от микровинта

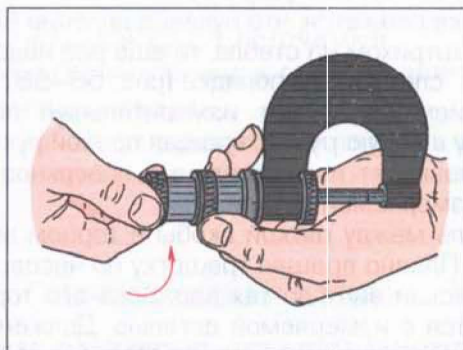


Рис. 58. Установить барабан и закрепить его

Длина конической части окружности барабана разделена на 50 равных частей (рис. 52). На правом конце стебля микровинта имеется устройство, называемое *трещоткой*, обеспечивающее постоянное измерительное усилие. Трещотка соединена с винтом так, что при увеличении измерительного усилия свыше 900 г она не вращает винт, а проворачивает (трещит). Для фиксирования полученного размера детали служит *стопор*.

Шаг микрометрического винта (рис. 53) равен 0,5 мм. Так как длина окружности на скосе барабана разделена на 50 равных частей, при повороте на одно деление барабана микрометрический винт, соединённый с барабаном, переместится вдоль оси к пятке на  $1/50$  шага, т.е.  $0,5 \text{ мм} : 50 = 0,01 \text{ мм}$ .

При повороте на один полный оборот микровинт перемещается вдоль оси на 0,5 мм. Перед началом измерений проверяют нулевое положение микрометра (точность установки микрометра на нуль).

**Проверка нулевого положения микрометра с пределами измерения** (рис. 54 и 55).

При проверке микрометра с пределами измерения 0–25 мм протирают мягкой тканью (замшей) измерительные поверхности (см. рис. 55) пятки и микрометрического винта, затем медленно сводят их до соприкосновения. Для этого вращают трещотку, пока она не начнёт проворачиваться, издавая характерный треск.

При соприкосновении измерительных поверхностей микрометра между собой раздаётся характерный треск, и нулевой штрих барабана должен совпадать с продольным штрихом стебля, а скос барабана должен открывать нулевой штрих стебля (см. рис. 55).

Если при проверке окажется, что нулевое деление барабана не совпадает с продольным штрихом на стебле, то ещё раз надо произвести установку его на нуль в следующем порядке (рис. 56–58).

Перед измерением протирают измерительные поверхности. Берут микрометр за скобу в левую руку и, вращая правой рукой барабан против часовой стрелки, разводят измерительные поверхности микрометра на размер, больший измеряемой детали.

Помещают деталь между пяткой скобы и торцом микрометрического винта микрометра. Плавно вращая трещотку по часовой стрелке, выдвигают микрометрический винт до тех пор, пока его торец и пятка скобы плотно соприкоснутся с измеряемой деталью. Должен послышаться характерный звук пощёлкивания трещотки. Фиксируют положение микрометрического винта стопором.

При чтении показаний микрометра целые миллиметры отсчитывают по нижней шкале на втулке-стебле микрометра, полумиллиметровые – по числу делений верхней шкалы стебля. Сотые доли миллиметра определяют по конической части барабана по порядковому номеру штриха барабана, совпадающего с продольным штрихом стебля. При чтении показаний микрометр держат прямо перед глазами.

Например, если на шкалах микрометра видно, что край барабана перешёл седьмое деление, а сам барабан по отношению к продольной линии на стебле повернулся на 23 деления, то это соответствует его продольному перемещению на  $0,01 \times 23 = 0,23 \text{ мм}$ . Таким образом, полное показание шкал микрометра будет равно  $7 + 0,23 = 7,23 \text{ мм}$ .

## ПРАВИЛА ИЗМЕРЕНИЙ И ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА

1. При работе микрометрическими инструментами следует прекратить вращение барабана незадолго до соприкосновения измерительных поверхностей с деталью, далее пользоваться трещоткой.
2. Нельзя измерять вращающиеся детали.
3. Микрометрические инструменты нужно предохранять от нагрева, загрязнения, вовремя протирать и смазывать. Хранить их необходимо в футляре.
4. В процессе измерения барабан трещотки надо вращать плавно и не слишком быстро, так как резкая подача винта и сильный зажим измеряемой детали ведут к неправильным показаниям измерения и быстрому изнашиванию винта.
5. При измерении микрометрические инструменты кладут на сухую чистую поверхность.
6. Нельзя измерять микрометрическими инструментами нагретые детали, так как показания будут неточными.
7. Черновые, грубо обработанные и грязные поверхности деталей измерять микрометром нельзя.
8. По окончании работы микрометр протирают, несколько разводят измерительные поверхности, ослабляют стопор и укладывают в футляр.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

### ИЗМЕРЕНИЕ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ МИКРОМЕТРОМ

#### Цель работы:

овладение приёмами работы с микрометром.

#### Оборудование:

микрометр.

#### Задание:

1. Выполните упражнения по установке размеров на микрометре (5,0; 6,66; 0,15; 10,11).
2. Измерьте толщину тетрадного листа.
3. Измерьте диаметр своего волоса.

4. Измерьте грани карандаша и найдите среднее арифметическое значение.

Микрометр МГ – микрометры гладкие, МЛ – микрометры листовые с циферблатом, МТ – микрометры трубные, МЗ – микрометры зубчатые, мерные, микрометрический винт, трещотка, стопор, нулевое положение микрометра.



1. Из каких частей состоит микрометр?
2. Чему равен шаг винта микрометра?
3. Как производится установка микрометра на нуль?
4. Как измеряют детали с помощью микрометра?
5. Какие правила надо соблюдать при обращении с микрометром?
- \*6. Что общего и различного в штангенциркуле и микрометре?

## § 6. Отрезание заготовок и вытачивание канавок на токарно-винторезном станке



При изготовлении большинства деталей на токарно-винторезных станках возникает необходимость отрезать заготовку. Эту операцию производят отрезным резцом (рис. 59). Заготовку прорезают от поверхности до центра. Ширина режущей кромки отрезного резца зависит от диаметра отрезаемой заготовки, она может быть 3, 4, 5, 6, 8 и 10 мм. Длина головки резца должна быть несколько больше половины диаметра заготовки. Отрезные резцы бывают цельными и составными. В составном резце державку изготавливают из углеродистой ста

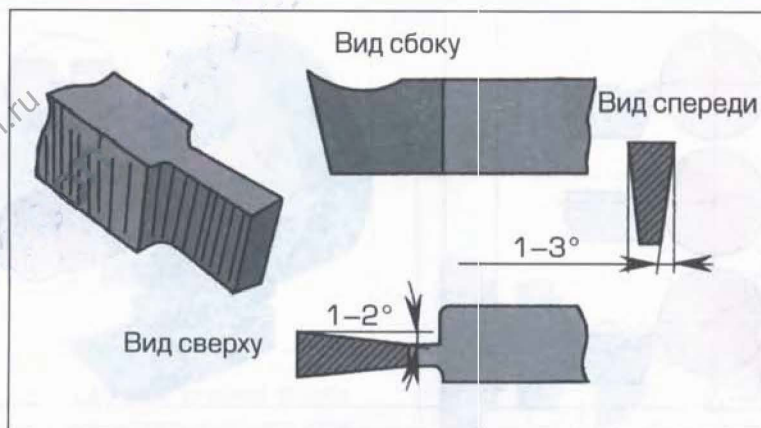


Рис. 59. Отрезной резец

ли, а режущую часть — из быстрорежущей стали или твёрдого сплава. Для уменьшения трения между резцом и разрезаемым материалом головка резца сужается к стержню под углом  $1-3^\circ$  с каждой стороны.

При отрезании заготовку закрепляют в трёхкулачковом патроне и при необходимости поджимают вращающимся центром задней бабки. Резец устанавливают перпендикулярно оси заготовки точно по линии центров (рис. 60, а). Установка резца выше линии центров (рис. 60, б) даже на  $0,1-0,2$  мм может привести к его поломке. При установке резца ниже линии центров (рис. 60, в) на торце детали останется необработанный выступ.

Отрезной резец работает в трудных условиях: узкая канавка, которую он прорезает, часто забивается стружкой. Это создаёт повышенное давление на резец, вызывает его вибрацию и, как правило, приводит к разрушению режущей кромки.

Отрезание заготовки надо производить как можно ближе к кулачкам патрона. При отрезании заготовку вставляют в отверстие шпинделя и закрепляют в патроне так, чтобы её длина (рис. 61), оставшаяся после отрезания, не превышала диаметра заготовки (прутка). Длинную заготовку, закреплённую в патроне и поджатую задним центром, нельзя отрезать до конца.

В месте отреза иногда образуется очень тонкий стержень, который может сломаться, что часто приводит к поломке резца. Поэтому, когда между деталью и отрезаемой заготовкой останется небольшая перемычка, необходимо вывести резец, выключить станок и отломить отрезаемую деталь. Затем следует подрезать оставшуюся часть торца детали.



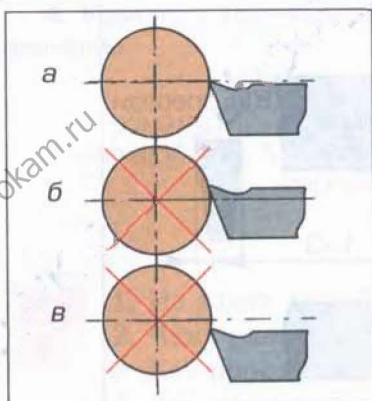


Рис. 60. Установка отрезного резца: а – правильно; б, в – неправильно

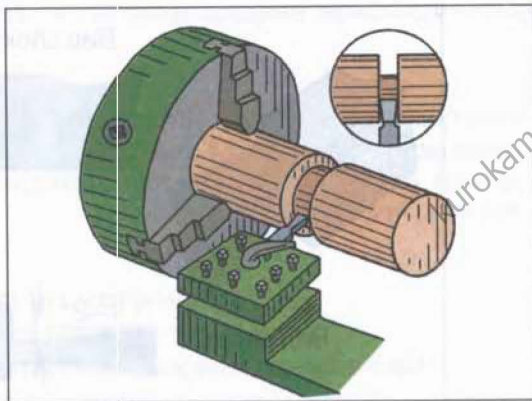


Рис. 61. Закрепление заготовки в патроне станка

Если режущую кромку отрезного резца выставить параллельно оси центров (рис. 62), то отрезаемая деталь может отломиться в тот момент, когда резец ещё не дошёл до центра. Поэтому на отрезанной части останется выступ, который затем необходимо будет срезать.

Для получения ровного торца режущую кромку резца выставляют под углом  $5-10^\circ$  к оси центров (рис. 63). В этом случае правая вершина головки резца будет опережать левую вершину и торец заготовки будет гладким.

При отрезании заготовок большого диаметра применяется специальный приём – отрезание вразгонку. Этот приём заключается в том, что отрезание производят не только перемещением резца к центру детали, но и его продольным перемещением в обе стороны (рис. 64).

Для отрезания деталей могут применяться изогнутые отрезные резцы (рис. 65), при этом шпиндель станка должен вращаться по часовой стрелке. Углы заточки отрезного резца должны обеспечивать его надёжную и эффективную работу. Главную режущую кромку затачивают перпендикулярно телу резца, вспомогательные режущие кромки – под углом  $1-2^\circ$  относительно перпендикуляра к главной режущей кромке. Вспомогательные задние грани затачивают под углом  $1-3^\circ$  (см. рис. 57). Наличие главного и двух вспомогательных задних углов значительно уменьшает трение резца о заготовку.

#### Вытачивание канавок

Вытачивание узких канавок производят главной режущей кромкой, имеющей ширину канавки. Широкие канавки вытачивают в несколько

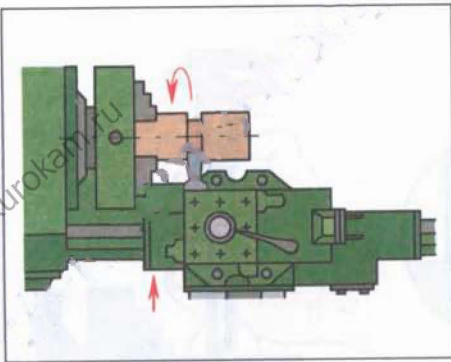


Рис. 62. Режущая кромка резца располагается параллельно оси центров

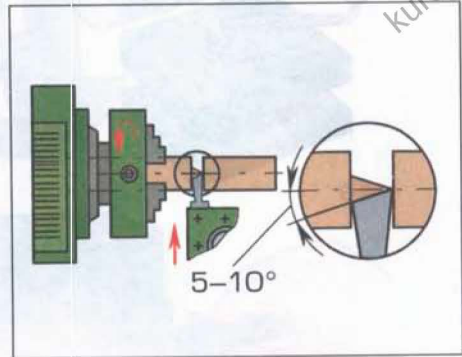


Рис. 63. Режущая кромка резца располагается под углом к оси центров

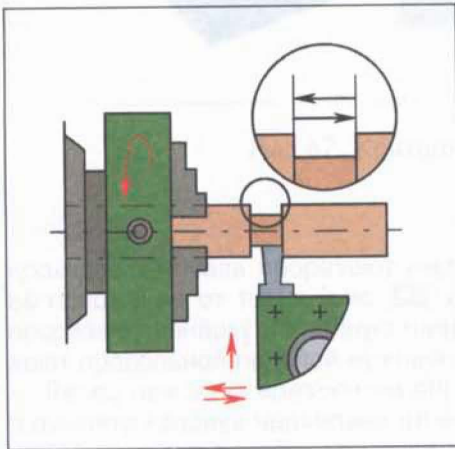


Рис. 64. Отрезание вразгонку

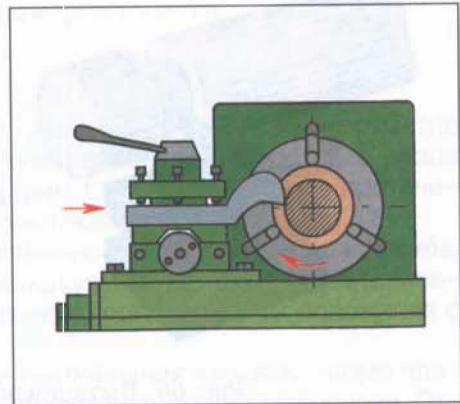
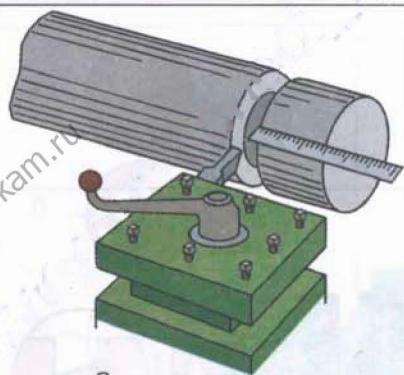
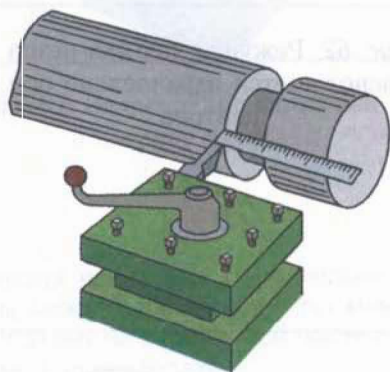


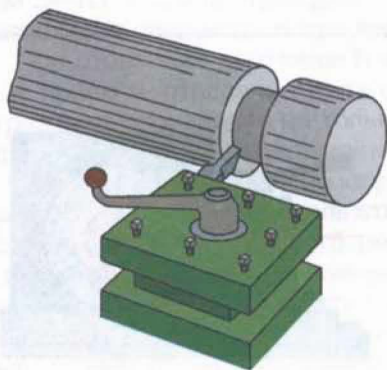
Рис. 65. Отрезание детали изогнутым отрезным резцом



*a*



*б*



*в*

*Рис. 66.* Вытачивание широкой канавки:

*a* – прорезание первой канавки, *б* – прорезание канавки на полную ширину, *в* – протачивание канавки до нужного диаметра

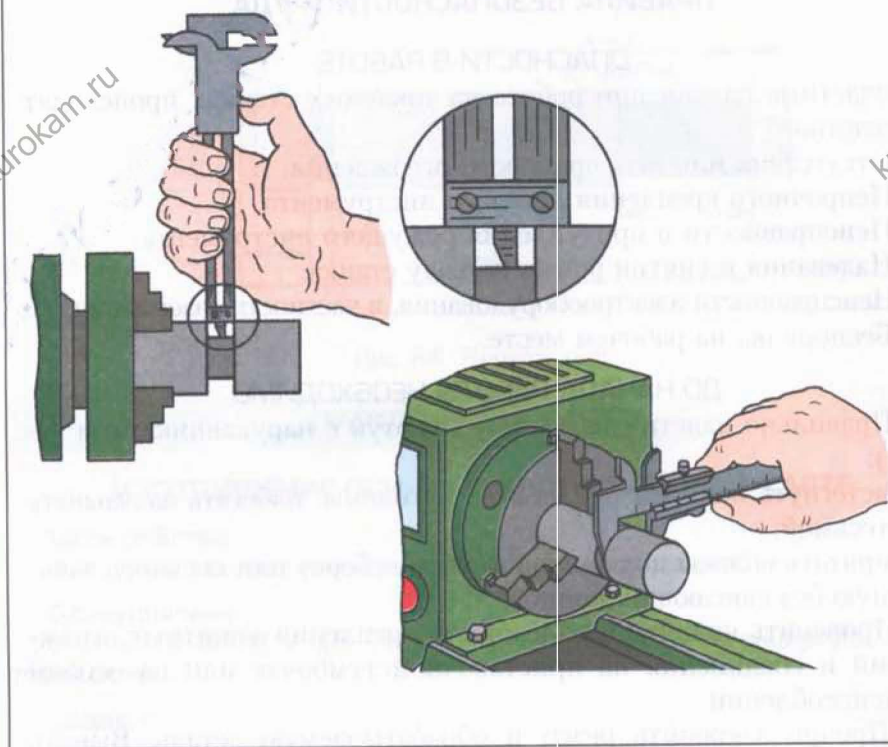


Рис. 67. Контроль размеров канавки

проходов. Сначала прорезают первую канавку, предварительно отметив её положение от торца (рис. 66, а). Затем в несколько проходов резца прорезают канавку на полную ширину (рис. 66, б). После этого протачивают продольной подачей нужный диаметр канавки (рис. 66, в).

Резец при этом врезают на определённую глубину с помощью лимба, а диаметр канавки проверяют штангенциркулем (рис. 67). При вытачивании нескольких канавок на наружной поверхности детали их положение с помощью резца отмечают рисками.

На качество отрезания заготовок и вытачивания канавок, кроме правильности заточки и установки резца, влияет равномерность подачи. Отрезать заготовки и вытачивать канавки следует плавной и равномерной подачей резца вручную. Неравномерность или резкое увеличение подачи могут привести к поломке рабочей части резца.

## ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА

### ОПАСНОСТИ В РАБОТЕ

Несчастные случаи при работе на токарных станках происходят вследствие:

1. Отсутствия или неисправности ограждения.
2. Непрочного крепления детали и инструмента.
3. Неисправности и притупления режущего инструмента.
4. Надевания и снятия ремня на ходу станка.
5. Неисправности электрооборудования, в частности заземления.
6. Беспорядка на рабочем месте.

### ДО НАЧАЛА РАБОТЫ НЕОБХОДИМО

1. Правильно надеть спецодежду (фартук с нарукавниками и халат):
  - застегнуть обшлага рукавов на пуговицы, избегать завязывать их тесьмой;
  - спрятать волосы под головной убор – берет или косынку, завязанную без свисающих концов.
2. Проверить наличие и надёжность крепления защитных ограждений и соединения на приставочной тумбочке или на особом приспособлении.
3. Прочно закрепить резец и обрабатываемую деталь. Вынуть ключ из патрона и положить на установленное место.
4. Проверить работу станка на холостом ходу и исправность пусковой коробки путём включения и выключения кнопок и рычагов управления.

### ВО ВРЕМЯ РАБОТЫ ЗАПРЕЩАЕТСЯ

1. Наклонять голову близко к патрону или режущему инструменту.
2. Останавливать станок путём торможения рукой.
3. Отходить от станка, предварительно не выключив его.
4. Допускать выход из-под резца длинной стружки.

### ПОСЛЕ ОКОНЧАНИЯ РАБОТЫ СЛЕДУЕТ

1. Отвести резец от детали и выключить станок.
2. Удалить стружку со станка щёткой.

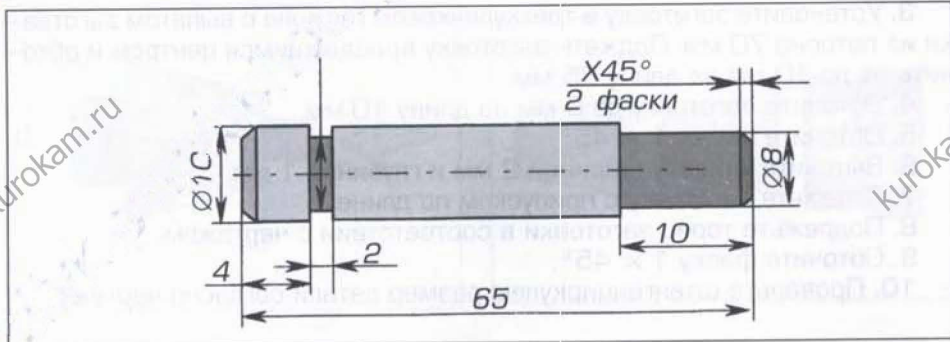


Рис. 68. Чертёж оси

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

### ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОСИ ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЕ

#### Цель работы:

овладение технологией изготовления сложной детали.

#### Оборудование:

станок (ТВ-6, ТВ-7, ТВ-7М), токарные резцы, штангенциркуль, заготовки осей.

#### Задание:

1. Составьте технологическую карту для следующей последовательности работ по изготовлению оси (рис. 68). Карту оформите по следующей схеме.

№ операции	№ перехода	Наименование операции или перехода	Эскиз обработки	Оборудование	Приспособления	Инструменты	
						Режущие	Измерительные

2. Установите заготовку в трёхкулачковом патроне с вылетом заготовки из патрона 3–5 мм. Подрезать торец заготовки начисто.

3. Установите заготовку в трёхкулачковом патроне с вылетом заготовки из патрона 70 мм. Поджать заготовку вращающимся центром и обточить её до 10 мм по длине 65 мм.

4. Обточите заготовку до 8 мм на длину 10 мм.

5. Обточите фаску  $1 \times 45^\circ$ .

6. Выточите канавку шириной 2 мм и глубиной 1 мм.

7. Отрежьте заготовку с припуском по длине.

8. Подожмите торец заготовки в соответствии с чертежом.

9. Обточите фаску  $1 \times 45^\circ$ .

10. Проверьте штангенциркулем размер детали согласно чертежу.

Отрезание, выгачивание.



1. Каким образом проводится отрезание заготовок на токарном станке?

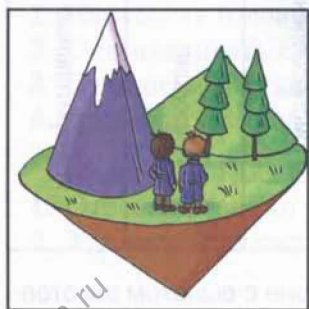
2. Как правильно установить резец для отрезания заготовки?

3. Какую подачу следует применять при отрезании заготовки?

4. Каким резцом лучше всего проводить отрезание заготовки?

\*5. Почему отрезание заготовки нужно заканчивать тогда, когда диаметр оставшейся перемычки равен 2–3 мм?

## § 7. Обработка на станке конических поверхностей



Многие детали, обрабатываемые на токарных станках, имеют наружную или внутреннюю коническую поверхность. Например, конические зубчатые колёса, ролики конических подшипников, втулки, кернеры. Многие инструменты (свёрла, зенкеры, развёртки, фрезеры) имеют конические хвостовики, а шпинели и пиноли задних бабкок токарных станков – конические отверстия под эти хвостовики.

На рабочих чертежах деталей конические поверхности характеризуются различными эле-

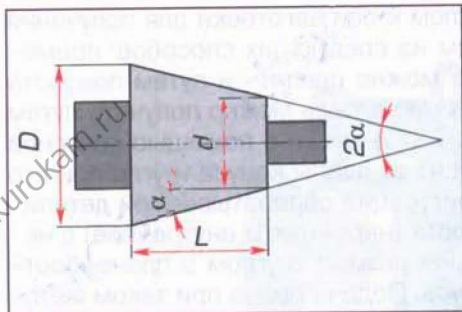


Рис. 69. Чертёж конусной детали

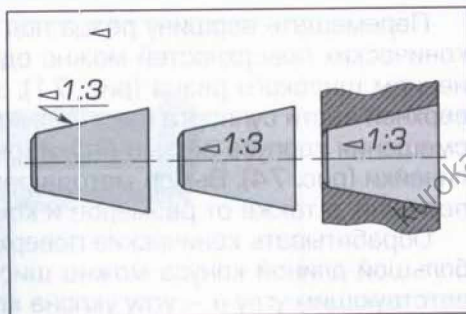


Рис. 70. Условные обозначения конусности в графической документации

ментами: наибольшим и наименьшим диаметром конуса ( $D$ ,  $d$ ), длиной конуса ( $L$ ), углом конуса  $2\alpha$  и углом уклона конуса  $\alpha$  (рис. 69). Условные обозначения конусности в графической документации представлены на рис. 70.

Для получения конической поверхности на токарном станке необходимо, чтобы при вращении заготовки вершина резца перемещалась не параллельно, а под некоторым углом к оси центров. Этот угол должен быть равен углу уклона конуса  $\alpha$ .



Рис. 71. Получение конусной поверхности на детали с помощью широкого резца

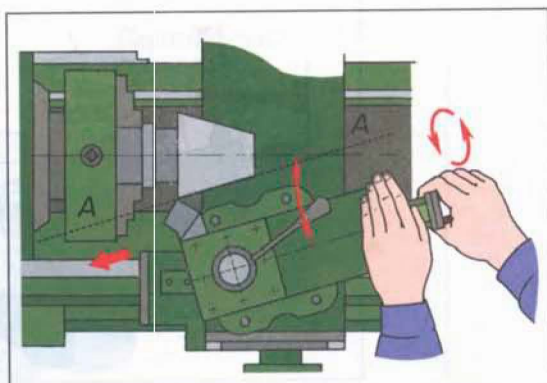


Рис. 72. Получение конусной поверхности на детали путём поворота верхней части суппорта токарного станка



Перемещать вершину реза под углом к оси заготовки для получения конических поверхностей можно одним из следующих способов: применением широкого резца (рис. 71); это можно сделать и путём поворота верхней части суппорта (рис. 72); конусную деталь можно получить путём смещения корпуса задней бабки (рис. 73), а также с помощью конусной линейки (рис. 74). Выбор метода зависит от длины конуса и угла при его вершине, а также от размеров и конфигурации обрабатываемой детали.

Обрабатывать конические поверхности (наружные и внутренние) с небольшой длиной конуса можно широким резцом с углом в плане, соответствующим углу  $\alpha$  – углу уклона конуса. Подача резца при таком методе обработки может быть продольная или поперечная. Однако следует учитывать, что при обработке конуса резцом с режущей кромкой длиной более 20 мм могут возникать вибрации, уровень которых тем выше, чем больше длина обрабатываемой детали, меньше её диаметр, больше вылет резца и меньше прочность его закрепления. В результате вибраций на обрабатываемой поверхности появляются следы и ухудшается её качество.

Универсальный способ получения конических поверхностей – обработка при повернутых верхних салазках суппорта. Применяется при обработке конических поверхностей с любым углом уклона конуса, когда длина обрабатываемой детали меньше величины хода верхних салазок суппорта. Плиту суппорта вместе с верхними салазками поворачивают относительно поперечных салазок, ослабив гайки винтов крепления плиты.

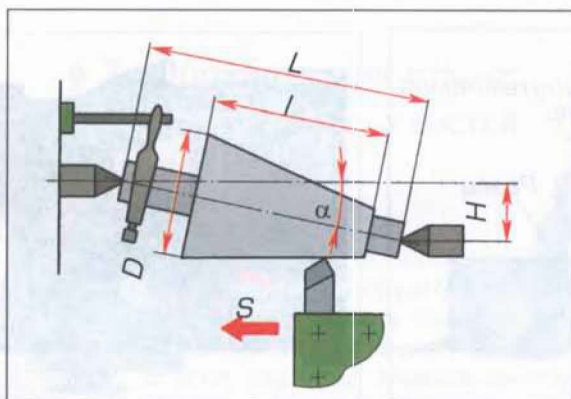


Рис. 73. Получение конусной поверхности на детали путём смещения корпуса задней бабки:  $L$  – длина детали,  $l$  – длина конуса,  $H$  – смещение задней бабки от основной оси,  $D$  – диаметр конуса,  $S$  – направление движения резца,  $\alpha$  – угол уклона конуса

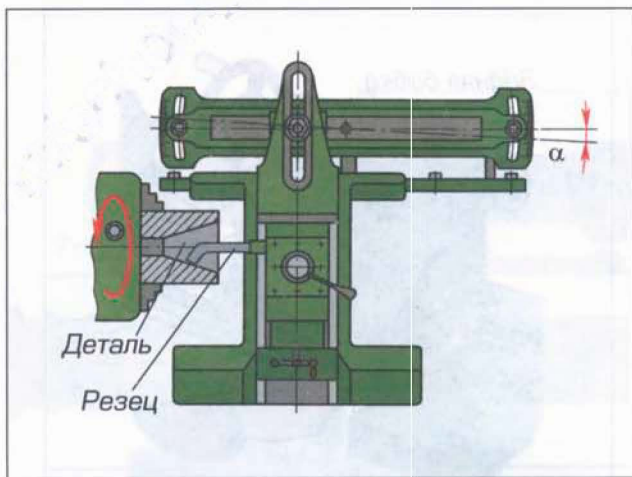


Рис. 74. Получение конической поверхности с помощью конусной линейки

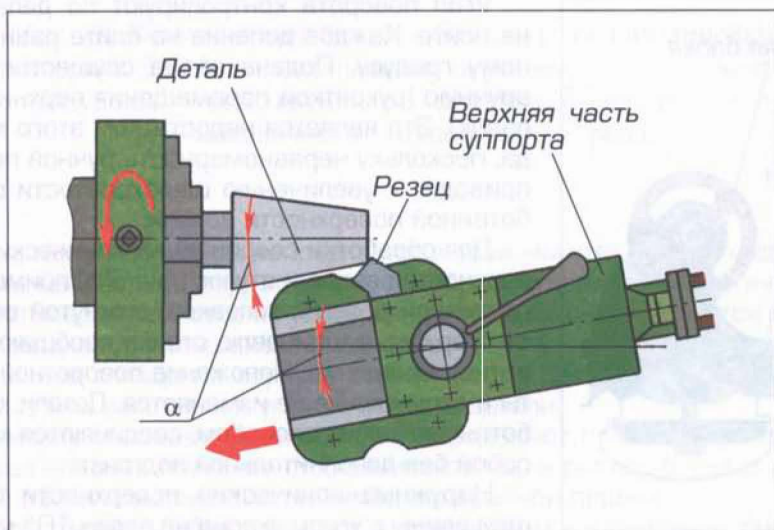


Рис. 75. Обработка конических поверхностей деталей расточным резцом

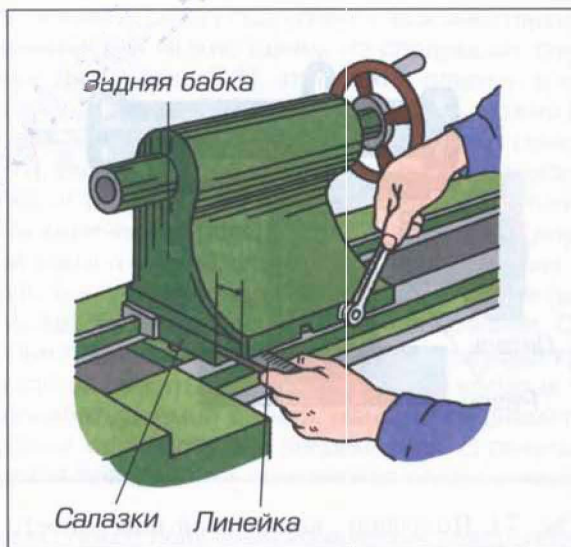


Рис. 76. Смещение задней бабки при точении конуса



Рис. 77. Установка смещения задней бабки

Угол поворота контролируют по делениям на плите. Каждое деление на плите равно одному градусу. Подача резца осуществляется вручную (рукояткой перемещения верхних салазок). Это является недостатком этого метода, поскольку неравномерность ручной подачи приводит к увеличению шероховатости обработанной поверхности детали.

Для обработки соединяемых конических поверхностей валов и втулок (рис. 75) применяют расточной резец с головкой, отогнутой вправо от стержня, а шпинделю станка сообщают обратное вращение. Положение поворотной плиты в этом случае не изменяется. Детали, обработанные таким способом, соединяются между собой без дополнительной подгонки.

Наружные конические поверхности большей длины с углом уклона не более  $10^\circ$  можно обрабатывать при смещении корпуса задней бабки относительно её плиты (рис. 76). Смещение задней бабки может производиться как

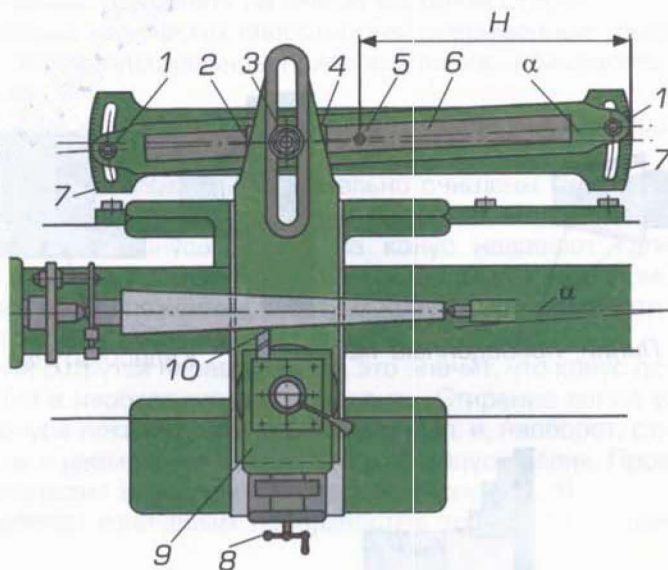


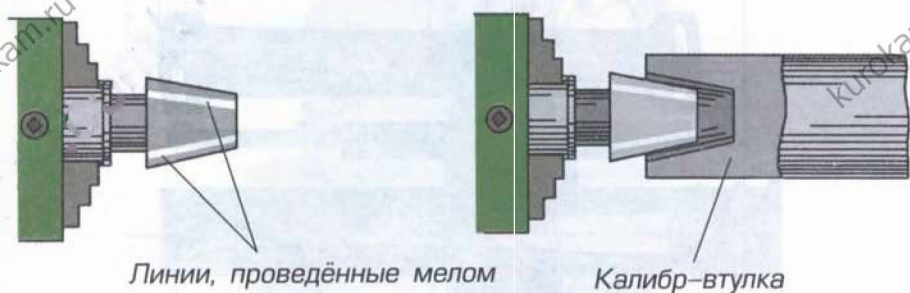
Рис. 78. Конусная линейка: 1 – болты крепления линейки, 2 – основание, 3 – болт соединения поперечных салазок с ползуном, 4 – ползунок, 5 – ось линейки, 6 – линейка, 7 – градусная шкала, 8 – маховичок, 9 – суппорт, 10 – резец

на себя, так и в обратном направлении, в зависимости от того, куда должна быть направлена вершина конуса, образующегося при обтачивании. Обрабатываемая заготовка, установленная в центрах, вращается с помощью поводковой планшайбы и хомутика.

Величина смещения корпуса задней бабки (рис. 77) определяется с учётом длины заготовки и угла конусности детали.

Величину смещения задней бабки определяют по шкале, нанесённой на торце опорной плиты со стороны маховика, и риску на торце корпуса задней бабки или при помощи лимба поперечной подачи.

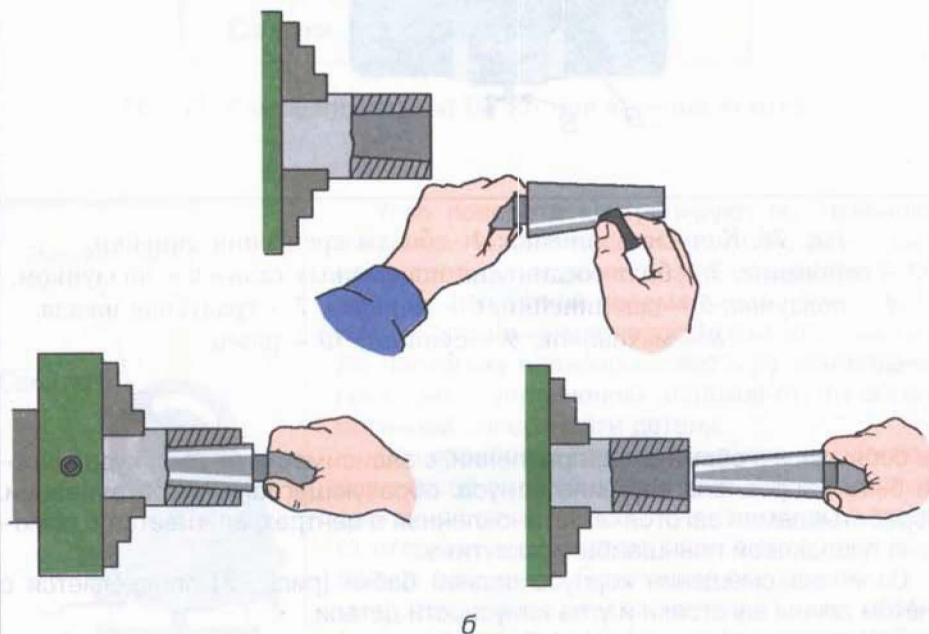
Корпус задней бабки смещают в поперечном направлении так, чтобы ось заготовки располагалась под углом  $\alpha$  к оси центров. При перемещении каретки суппорта резец, перемещаясь параллельно оси шпинделя, будет обтачивать коническую поверхность. Преимущество обработки конической



Линии, проведённые мелом

Калибр-втулка

а



б

Рис. 79. Контроль конической поверхности калибрами:  
 а - наружной поверхности, б - внутренней поверхности

поверхности путём смещения корпуса задней бабки заключается в том, что этот способ можно применять на любом токарном станке.

Для обработки конических поверхностей современные токарные станки обычно имеют специальное приспособление, называемое конусной линейкой (рис. 78).

Конические поверхности контролируют шаблонами, калибрами и угломерами (рис. 79).

Конус и втулка должны быть тщательно очищены от грязи и стружки. На проверяемой поверхности детали проводят мелом две–три линии вдоль образующей конуса. Затем на конус надевают калибр–втулку (рис. 79, а) и слегка поворачивают её с небольшим нажимом, в результате которого на сопряжённых участках конуса эти линии сотрутся. Сняв втулку, смотрят, как стёрлись эти линии.

Если линии сотрутся неравномерно, это значит, что конус детали обработан неточно и необходимо его исправить. Стирание линий у меньшего диаметра конуса покажет, что угол конуса мал, и, наоборот, стирание линии у большего диаметра покажет, что угол конуса велик. Проверяют конические отверстия аналогичным способом (рис. 79, б).

При обработке конических поверхностей возможны следующие виды брака.

Вид брака	Причина
Угол конуса не соответствует указанному на чертеже	а) отклонение угла поворота плиты верхних салазков суппорта от заданного; б) отклонение смещения корпуса задней бабки от расчётного значения; в) неточность установки широкого резца
Угол конуса правильный, но размеры большого и малого диаметра неточны	Неточность установки резца по лимбу поперечной подачи
Непрямолинейность образующей конуса	Установка резца выше или ниже оси центров

## ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА

### ДО НАЧАЛА РАБОТЫ НЕОБХОДИМО

1. Правильно надеть спецодежду (фартук с нарукавниками и халат):
  - застегнуть обшлага рукавов на пуговицы, избегать завязывать их тесьмой;
  - спрятать волосы под головной убор – берет или косынку, завязанную без свисающих концов.
2. Проверить наличие и надёжность крепления защитных ограждений и соединения на приставочной тумбочке или на особом приспособлении.
3. Прочно закрепить резец и обрабатываемую деталь. Вынуть ключ из патрона и положить на установленное место.
4. Проверить работу станка на холостом ходу и исправность пусковой коробки путём включения кнопок и рычагов управления.

### ВО ВРЕМЯ РАБОТЫ НЕОБХОДИМО

1. Плавно подводить резец к обрабатываемой детали, не допускать увеличения сечения стружки.
2. Во избежание травм запрещается:
  - наклонять голову близко к патрону или режущему инструменту;
  - передавать или принимать предметы через вращающиеся части станка;
  - облокачиваться или опираться на станок, класть на него инструменты или заготовки;
  - измерять обрабатываемую деталь, смазывать, чистить и убирать стружку со станка до остановки;
  - охлаждать режущий инструмент или обрабатываемую деталь с помощью тряпки или концов;
  - выход из-под резца длинной стружки;
  - останавливать станок путём торможения рукой патрона;
  - отходить от станка, не выключив его;
  - поддерживать и ловить рукой отрезаемую деталь.
3. Зачистку деталей на станке производить напильником или шкуркой, прикреплёнными к жёсткой оправе. Рукоятка оправы должна быть с предохранительным кольцом. При работе держать её левой рукой.

4. Перед выключением станка необходимо отвести резец от обрабатываемой детали.
5. При работе на центрах проверить, надёжно ли закреплена задняя бабка, и следить, чтобы засверловка была достаточна и угол её соответствовал углу центров.
6. Пользоваться ключами, соответствующими гайкам и головкам болтов.
7. Обрабатываемый пруток не должен выступать за пределы станка.
8. При выключении тока в сети во время работы немедленно выключить пусковую кнопку.

#### ПОСЛЕ ОКОНЧАНИЯ РАБОТЫ НЕОБХОДИМО

1. Отвести суппорт, выключить мотор.
2. Удалить стружку со станка при помощи щётки, а из пазов – крючками. Сдвигать – запрещается.
3. Протереть станок, смазать, привести в порядок инструмент и индивидуальные средства защиты. Сдать станок дежурному или учителю.

### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

#### ИЗГОТОВЛЕНИЕ КЕРНЕРА

##### Цель работы:

освоение приёмов точения конусов.

##### Оборудование:

токарные резцы, штангенциркуль, заготовки для кернеров, токарный станок.

##### Задание

1. Составьте технологическую карту для следующей последовательности операций. Карту оформите по следующей схеме.

№ операции	№ перехода	Наименование операции или перехода	Эскиз обработки	Оборудование	Приспособления	Инструменты	
						Режущие	Измерительные



2. Выберите заготовку (диаметр – 10 мм, длина – 121 мм).
3. Установите заготовку в патроне станка с вылетом заготовки 3–5 мм, подрежьте первый торец заготовки.
4. Установите заготовку в патроне станка с вылетом заготовки 3–5 мм, подрежьте второй торец заготовки.
5. Установите заготовку в патроне станка с вылетом заготовки 90 мм, подточите заготовку вращающимся центром, накатайте поверхность на длину 90 мм.
6. Обточите коническую поверхность на длину 40 мм под углом  $75^\circ$ .
7. Обточите коническую поверхность под углом  $60^\circ$  до получения острия кернера.
8. Обточите коническую поверхность с другой стороны на длину 10 мм под углом  $85^\circ$ .
9. Обточите торец изделия под шаровой сегмент с помощью двух подач или фасонного резца.
10. Проведите контроль изделия штангенциркулем.
11. Закалите изделие.

Конусность, угол уклона конуса, конусная линейка, калибр–втулка, угломер, коническая поверхность, наружный конус, внутренний конус.



1. Приведите примеры деталей с коническими поверхностями.
2. Какие способы применяют для обработки конических поверхностей на токарных станках?
3. Как определяют конусность?
4. В каких случаях рекомендуется делать поворот верхней части суппорта?
5. Как контролируют конические поверхности?
6. Как установить верхнюю часть суппорта под требуемым углом?
- \*7. Как рассчитать смещение корпуса задней бабки для obtачивания наружной конической поверхности?
- \*8. Каковы преимущества и недостатки способа обработки конусов при поворнутом верхнем салазках суппорта при смещении корпуса задней бабки?

## § 8. Обтачивание фасонных поверхностей



В машиностроении часто применяют детали, имеющие формы, отличные от рассмотренных ранее цилиндрических и конических поверхностей, — детали с фасонными поверхностями. Фасонной называется поверхность, полученная вращением криволинейной образующей вокруг своей оси. На деталях машин встречаются радиусные переходы (галтели), радиусные канавки, сочетание выпуклых и вогнутых фасонных поверхностей.

К деталям с фасонными поверхностями относятся рукоятки различной формы, маховики с фасонными ободками, сферические поверхности (например, шаровые опоры) и т.д. Фасонные поверхности на токарном станке обрабатывают несколькими способами. Обтачивание фасонных поверхностей с одновременным использованием продольной и поперечной подачи резца относительно заготовки (рис. 80, 81).

Токарь довольно точно может выточить фасонную рукоятку, шар и другие фасонные детали. Предварительно заготовку обрабатывают резцом, придавая ей форму, близкую к заданной, с обязательной подгонкой профиля обрабатываемой поверхности согласно чертежу, контролируя деталь с помощью шаблона (рис. 82, 83).

Этот способ применяется обычно в единичном производстве, когда изготовление фасонных резцов или копиров нерентабельно. Для повышения производительности обработки фасонных поверхностей и получения более высокой степени точности сложного профиля применяют фасонные резцы. Профиль режущей кромки фасонных резцов полностью совпадает с профилем обрабатываемой поверхности. Фасонный резец устанавливается точно по линии центров станка. Фасонными резцами обрабатывают фасонные поверхности небольшой длины до 60 мм. На рис. 84 показан пример обтачивания фасонной поверхности с помощью таких резцов.

Фасонный резец при точении снимает широкую стружку, а это может вызвать вибрацию обрабатываемой детали. Чтобы избежать вибрации, нужно работать с малыми подачами резца и обильным охлаж-

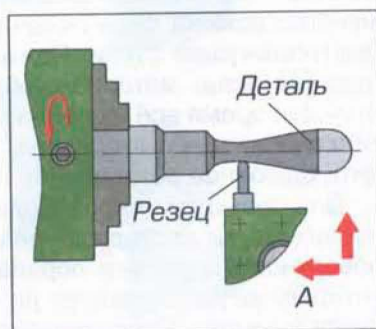


Рис. 80. Схема подач при обтачивании фасонных поверхностей

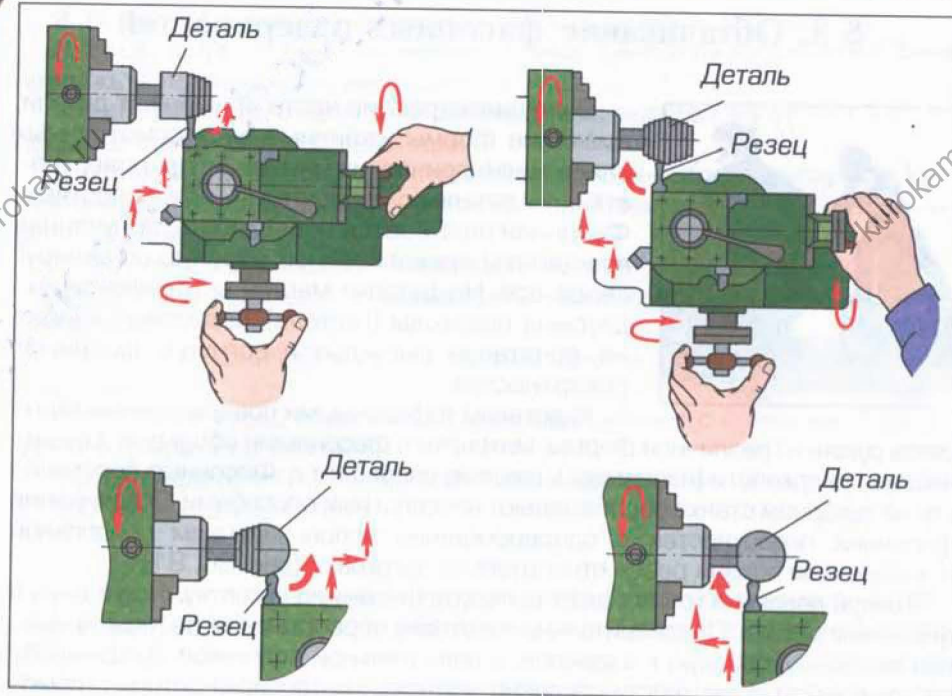


Рис. 81. Обтачивание шара на токарном станке

дением. Чем меньше диаметр детали и чем больше ширина резца, тем меньше должна быть подача. Фасонные резцы обычно изготавливают из быстрорежущей стали. Режимы резания для них назначают, исходя из ширины резца, материала обрабатываемой детали и её жёсткости. В настоящее время всё шире применяют фасонные резцы, оснащённые пластинками из твёрдых сплавов. Твёрдосплавные резцы позволяют производить фасонное обтачивание при больших скоростях резания.

Для повышения производительности и точности обработки фасонных поверхностей проходным резцом применяют копир (рис. 85). Фасонную поверхность рукоятки обрабатывают резцом, поперечное перемещение которого осуществляется по копиру с помощью ролика, который находится в копире. Ролик перемещается в поперечном направлении в соответствии с профилем копира. Вместе с роликом в поперечном направлении перемещается и связанный с ним суппорт с резцедержателем. Копировальные приспособления этого типа позволяют обрабатывать детали с высокой точностью.

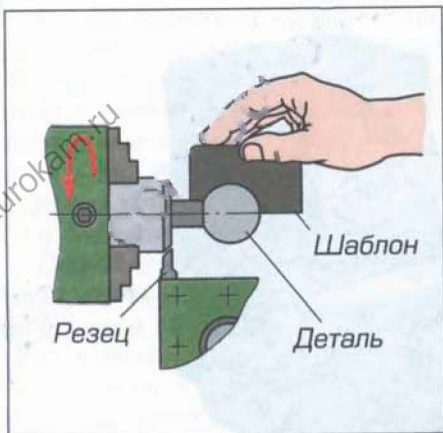


Рис. 82. Подгонка профиля детали с помощью шаблона

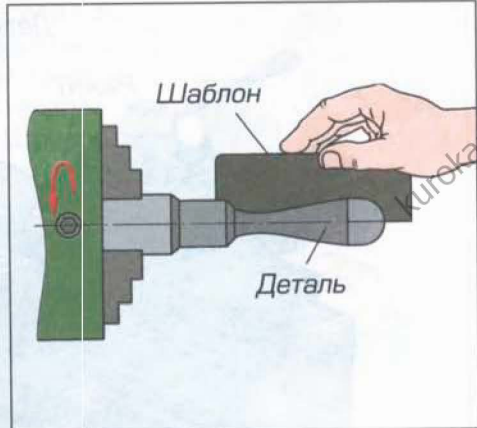


Рис. 83. Контроль фасонной детали с помощью шаблона

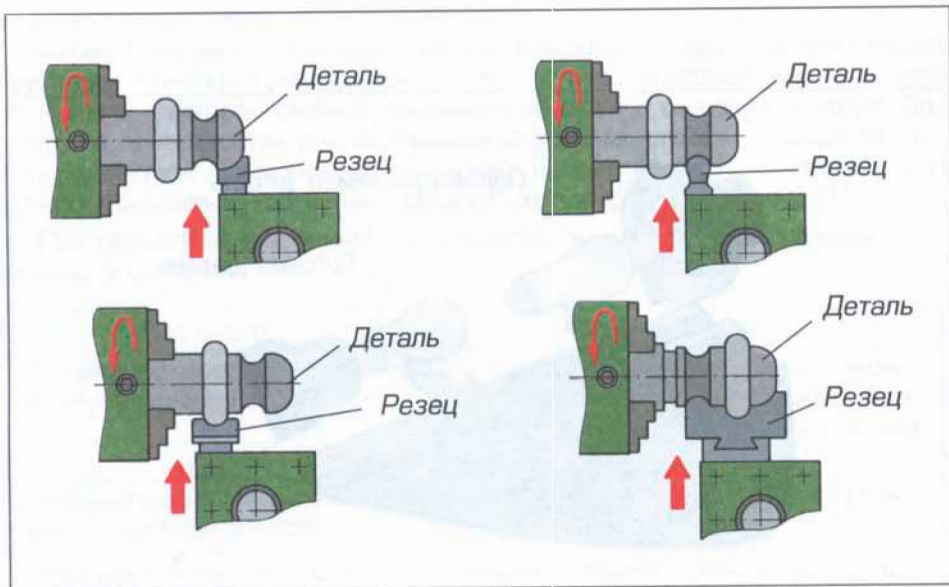


Рис. 84. Получение фасонных поверхностей с помощью фасонных резцов

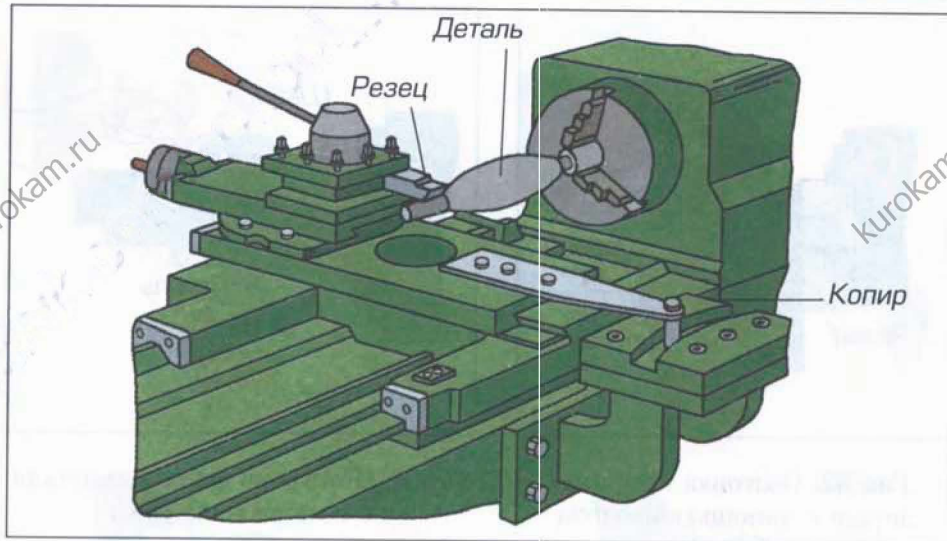


Рис. 85. Получение фасонных поверхностей с помощью копира



Рис. 86. Применение копира в виде готовой детали

В ряде случаев фасонные поверхности обрабатывают с помощью механических копирующих устройств. На рис. 86 показан копир в виде готовой, тонно обработанной детали, закреплённой в пинноли задней бабки. В резцедержателе, в раме резца, устанавливают щуп, вершина которого всё время должна находиться в контакте с деталью-копиром.

Совмещая вручную продольную и поперечную подачи, необходимо всё время поддерживать щуп в соприкосновении с копиром. Благодаря этому резец воспроизводит на детали поверхность, соответствующую профилю копира. Вершины щупа и резца должны лежать точно на высоте линии центров, иначе обработанная поверхность получится с искажением.

В процессе изготовления фасонных деталей на токарном станке контролируются профиль фасонной поверхности и разрезы деталей. Размеры обычно измеряют универсальными измерительными инструментами (микрометрами и штангенциркулями).

Форму поверхности фасонной детали проверяют с помощью профильных шаблонов. Шаблон прикладывают к детали и по величине световой щели между ним и контролируемой поверхностью судят о точности профиля. Для контроля поверхностей распространённой формы служат стандартные наборы шаблонов. Примером могут служить наборы радиусных шаблонов для контроля выпуклых и вогнутых сферических поверхностей (рис. 87).

При обработке фасонных поверхностей встречаются следующие основные виды брака.

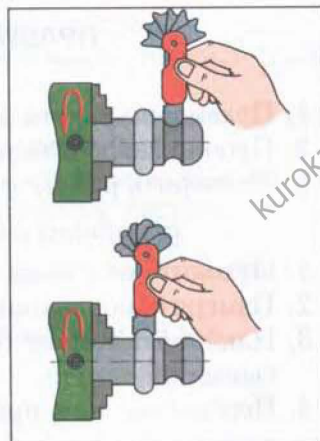


Рис. 87. Контроль профилей фасонных поверхностей с помощью наборов шаблонов

Вид брака	Причина
Искажение профиля обработанной детали	При работе фасонным резцом искажение профиля детали может быть следствием неправильной установки резца
Неправильные размеры фасонной поверхности	Ошибки при установке глубины резания при чистовом проходе
Недостаточная шероховатость обработанной поверхности	Большая подача, малая жёсткость инструмента и обрабатываемой детали, когда возникают вибрации небольшой интенсивности

## ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА

### ДО НАЧАЛА РАБОТЫ

1. Правильно надеть одежду.
2. Прочно закрепить резец и обрабатываемую деталь.
3. Проверить работу станка на холостом ходу.

### ВО ВРЕМЯ РАБОТЫ НА СТАНКЕ ЗАПРЕЩАЕТСЯ

1. Отходить от станка, не выключив его.
2. Измерять обрабатываемую вращающуюся деталь.
3. Наклонять голову близко к вращающемуся патрону и обрабатываемой детали.
4. Передавать или принимать деталь через вращающиеся части станка.

### ПОСЛЕ ОКОНЧАНИЯ РАБОТЫ

1. Отвести резец от детали, выключить станок.
2. Удалить стружку со станка щёткой.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

### ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ С ФАСОННОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

#### Цель работы:

овладение приёмами изготовления фасонных деталей.

#### Оборудование:

токарные резцы, штангенциркуль, заготовки для деталей с фасонной поверхностью, шаблоны.

#### Задание:

1. Составьте технологическую карту для следующей последовательности операций. Карту оформите по следующей схеме.

№ операции	№ перехода	Наименование операции или перехода	Эскиз обработки	Оборудование	Приспособления	Инструменты	
						Режущие	Измерительные

2. Выбрать заготовку (диаметр – 28 мм, длина – 100 мм).
3. Установить заготовку в патроне станка с вылетом заготовки 3–5 мм, подрезать торец заготовки.
4. Установить заготовку в патроне станка с вылетом заготовки 32 мм, обточить заготовку до диаметра 25 мм на длину 30 мм.
5. Установить заготовку в патроне станка с вылетом заготовки 90 мм, подточить заготовку вращающимся центром, накатать поверхность на длину 60 мм.
6. Сточить коническую поверхность сферы диаметром 25 мм при помощи двух подач или фасонным резцом.
7. Просверлить отверстие диаметром 8,5 мм на длину 28 мм.
8. Снять фаски  $1 \times 45^\circ$  с двух сторон.
9. Нарезать резьбу М10.
10. Зачистить деталь на оправке.
11. Провести контроль изделия.

Фасонная поверхность, копир, фасонный резец.



1. Какие поверхности относятся к фасонным?
2. Какими способами можно обработать фасонные поверхности на токарных станках?
3. Как осуществлять контроль фасонной поверхности?
4. В чём заключается способ обтачивания фасонной поверхности по копиру?
5. Назовите инструмент, применяемый при фасонной обработке.
6. Как обрабатывают фасонные поверхности сочетанием двух подач?
7. Перечислите причины возможного брака при обтачивании фасонных поверхностей и меры его предупреждения.
- \*8. Почему фасонными резцами обрабатывают только фасонные поверхности небольшой длины?
- \*9. Какие существуют способы обработки сферических (шаровых) поверхностей?



## ГЛАВА IV

# Технологии фрезерной обработки деталей

## § 1. Общие сведения о фрезеровании



Детали машин часто имеют сложные поверхности, представляющие собой комбинации плоских и фасонных поверхностей.

*Фрезерование* – это процесс обработки резанием материалов, при котором режущий инструмент (фреза) имеет вращательное движение, а обрабатываемая заготовка – поступательное. Фрезерование является производительным и универсальным технологическим способом механической обработки заготовок резанием.

В машиностроении фрезерованием обрабатывают плоскости, уступы канавки прямоугольного и профильного сечения, пазы, фасонные поверхности и т.д.

Основным режущим инструментом для работы на фрезерных станках является *фреза*, её название и легло в основу названия операции по обработке заготовки – фрезерование. Фреза – режущий многолезвийный инструмент, каждый зуб которого представляет простейший резец – клин (рис. 88).

У каждого зуба фрезы различают следующие элементы. Передняя поверхность 1 – поверхность, по которой сходит стружка. Задняя поверхность 2 – поверхность, соприкасающаяся с поверхностью резания. Режущая кромка (лезвие) 3 – кромка, срезающая металл. Ленточка 4 – практическая режущая кромка шириной около 0,1 мм. Впадина 6 – выемка для размещения и выхода стружки. Спинка зуба 5 – поверхность, смежная с передней поверхностью одного зуба и с задней поверхностью другого зуба.

Так как и у резца, у зуба фрезы выделяют углы заточки. Основным из них являются: передний  $\gamma$ , задний  $\alpha$  и угол заострения  $\beta$ .

Передний угол  $\gamma$  – угол между передней поверхностью и осевой плоскостью фрезы.

Задний угол  $\alpha$  – угол между задней поверхностью и перпендикуляром к осевой плоскости фрезы.

Угол заострения  $\beta$  – угол между передней и задней поверхностями зуба фрезы.

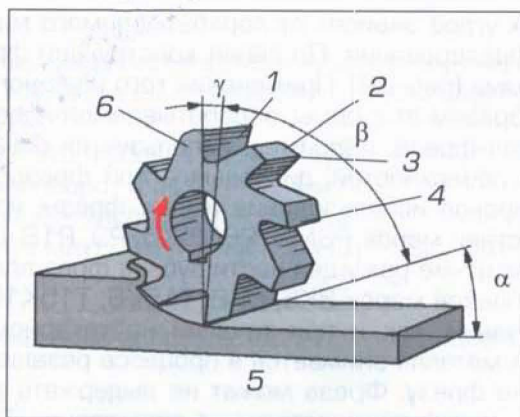


Рис. 88. Элементы фрезы: 1 – передняя поверхность зуба, 2 – задняя поверхность зуба, 3 – режущая кромка, 4 – ленточка, 5 – спинка зуба, 6 – впадина,  $\alpha$  – задний угол,  $\beta$  – угол заострения,  $\gamma$  – передний угол

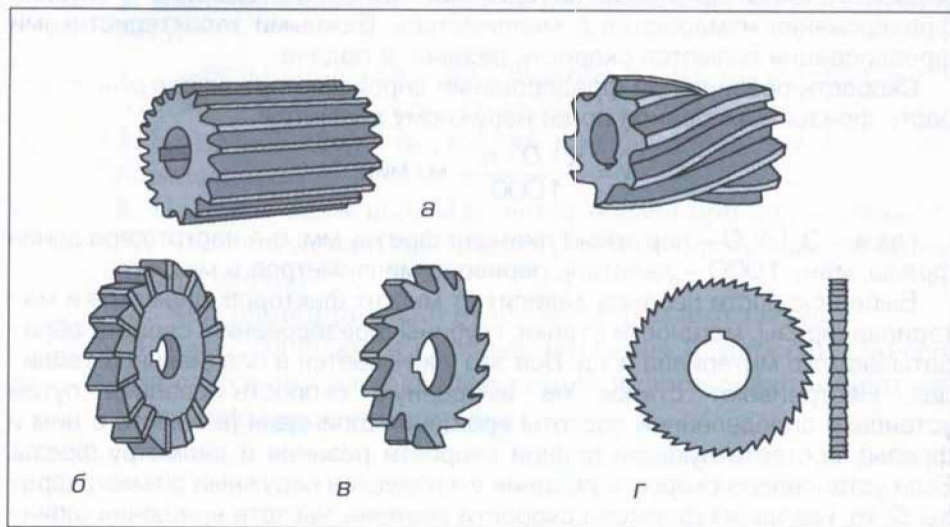


Рис. 89. Виды фрез: а – цилиндрическая, б, в – дисковые, г – отрезная

Величины этих углов зависят от обрабатываемого материала, характера и условий фрезерования. По своей конструкции фрезы могут быть самыми различными (рис. 89). Применение того или иного типа фрез зависит главным образом от формы, обрабатываемой поверхности.

Цилиндрическая фреза, например, используется обычно при фрезеровании плоских поверхностей, дисковые – при фрезеровании канавок и отрезании. Широкое использование имеют фрезы, изготовленные из быстрорежущей стали марок P6M5, P6M5K5, P9, P18. Широко используется также оснащение режущей части зубьев фрез пластинками твёрдых спечённых сплавов марок BK6, BK8, T15K6, T15K10.

При фрезеровании, как и при точении на токарном станке, важно знать, какой слой металла снимается в процессе резания, – от этого зависит нагрузка на фрезу. Фреза может не выдержать давления и сломаться. Эта же нагрузка передаётся и на весь станок. Двигатель станка должен иметь такую мощность, чтобы преодолевать те силы, которые возникают во время резания. Слой металла, который снимается в процессе фрезерования, определяется шириной и глубиной фрезерования.

Ширина фрезерования измеряется шириной обработанной за один проход фрезы поверхности. Если фрезерование выполняется цилиндрической фрезой, то ширина фрезерования будет равна длине этого цилиндра, пальчиковой – диаметру фрезы.

Глубина фрезерования – толщина слоя материала, снимаемого с обрабатываемой заготовки за один проход фрезы. Ширина и глубина фрезерования измеряются в миллиметрах. Важными характеристиками фрезерования являются скорость резания и подача.

Скорость резания при фрезеровании определяется как окружная скорость фрезы, измеренной по её наружному диаметру:

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

где  $\pi = 3,14$ ;  $D$  – наружный диаметр фрезы, мм;  $n$  – частота вращения фрезы, мин.; 1000 – делитель перевода миллиметров в метры.

Выбор скорости резания зависит от многих факторов: диаметра и материала фрезы, мощности станка, глубины фрезерования, свойств обрабатываемого материала и т.д. Всё это учитывается в специальных таблицах. Настраивают станок на выбранную скорость резания путём установки определённой частоты вращения шпинделя (а вместе с ним и фрезы), соответствующей данной скорости резания и диаметру фрезы. Если установлена скорость резания  $v$  и известен наружный диаметр фрезы  $D$ , то, исходя из формулы скорости резания, частота вращения шпинделя будет равна:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} \text{ мин}^{-1} \text{ (об/мин).}$$

Под подачей при фрезеровании понимают перемещение обрабатываемой заготовки относительно вращения фрезы. Она подразделяется на следующие виды.

подача на один зуб фрезы –  $S_z$ , мм/зуб;

подача на один оборот фрезы –  $S_o$ , мм/об,

$S_o = S_z \cdot Z$ , где  $Z$  – число зубьев фрезы;

подача за одну минуту (минутная подача) –  $S_{мин}$ , мм/мин,

$$S_{мин} = S_o \times n = S_z \times Z \times n.$$

Выбор величины подачи осуществляется по специальным таблицам.

Фреза, фрезерование, цилиндрическая фреза, дисковая фреза, глубина фрезерования, скорость резания, ширина фрезерования, подача на зуб, подача на один оборот, минутная подача (подача за одну минуту).



1. Какой инструмент называют фрезой?
2. Какие основные типы фрез применяются для фрезерования?
3. Как подразделяются фрезы по способу их закрепления на станке?
4. Какое влияние оказывает ширина и глубина фрезерования на работу фрезы и всего станка?
5. Что такое скорость резания при фрезеровании и как она определяется?
6. На какие виды подразделяется подача при фрезеровании?
- \*7. Что объединяет токарный резец и фрезу как режущие инструменты?
- \*8. Чем принципиально отличается фреза от сверла?
- \*9. Как различаются главные движения и движения подачи при сверлении на токарном станке и фрезеровании на горизонтально-фрезерном станке?

## § 2. Назначение и устройство горизонтально-фрезерного станка НГФ-110-Ш4



Наибольшее распространение имеют горизонтально-фрезерные станки. Один из основных узлов этих станков – шпиндель – расположен горизонтально, в отличие, например, от вертикально-фрезерных станков, где шпиндель расположен вертикально. Шпиндель фрезерного станка вместе с установленной на нём фрезой получает вращательное (главное) движение. Заготовка крепится на столе станка и получает прямолинейное перемещение – движение подачи.

Школьные учебные мастерские оснащаются горизонтально-фрезерными станками (рис. 90) типа НГФ-110-Ш4. Буквы и цифры в названии станка НГФ-110-Ш4 означают: Н – настольный, Г – горизонтальный, Ф – фрезерный, 110 – наибольший диаметр применяемых на станке фрез (мм), Ш – широкоуниверсальный, 4 – четвёртая модель.

Устроен станок следующим образом. Основание 1 является фундаментом станка и служит опорой для стойки (станины) 2 и консоли (2, 3). На станине монтируются другие части и механизмы станка. Она имеет коробчатую форму и разделена на два отсека. Верхний отсек является коробкой скоростей, а в нижнем отсеке размещён электродвигатель. Передняя часть станины представляет собой вертикальные направляющие, по которым движется консоль, задняя – горизонтальные направляющие, служащие для перемещения хобота.

Коробка скоростей в консоли 2 сообщает главное вращательное движение шпинделю с оправкой 5 и закреплённой на ней фрезе. Она обеспечивает необходимую частоту вращения шпинделя (а вместе с ней и оправки с инструментом). Хобот с серьгой 6 служит для поддержки переднего конца оправки. Хобот может вручную перемещаться по верхним направляющим станины и закрепляться в требуемом положении. Серьга, в свою очередь, может перемещаться по направляющим хобота и также закрепляться в нужном положении, что обеспечивает жёсткость установки оправки с фрезой. Один конец оправки закрепляется в конусном отверстии шпинделя, а другой опирается на подшипник серьги.

Консоль 2 служит опорой для стола 7. На ней смонтированы механизмы перемещения стола в вертикальном, поперечном и продольном направлениях. Стол предназначен для установки и закрепления обрабатываемых заготовок в тисках 8 и без них.

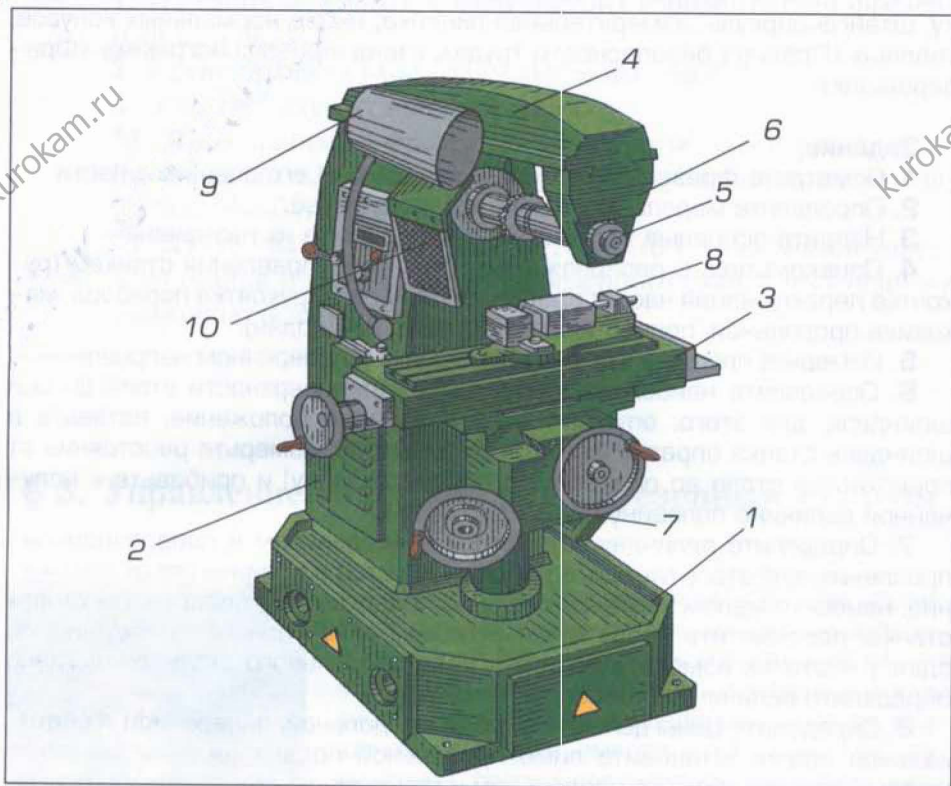


Рис. 90. Настольный горизонтально-фрезерный станок НГФ-110-Ш4:  
 1 – основание, 2 – стойка (станина) с коробкой скоростей,  
 3 – консоль, 4 – хобот, 5 – шпиндель с оправкой, 6 – серьга,  
 7 – стол, 8 – тиски, 9 – светильник местного освещения,  
 10 – защитный экран

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

### НАЗНАЧЕНИЕ И УСТРОЙСТВО ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА

#### Цель работы:

изучить устройство и управление станком.

#### Оборудование:

фрезерный станок, учебные таблицы «Элементы машиноведения» «Горизонтально-фрезерный станок НГФ-110» и принадлежности к стан-

ку, штангенциркуль, измерительная линейка, набор нормальных конусов, таблица «Правила безопасности труда», стенд–профессиограмма «Фрезеровщик».

#### **Задание:**

1. Осмотрите фрезерный станок и определите его основные части.
2. Определите модель станка и расшифруйте её.
3. Найдите основные части станка и объясните их назначение.
4. Ознакомьтесь с расположением рукояток управления станком (рукоятка переключения частот вращения шпинделя, рукоятка перебора, маховика продольной, поперечной и вертикальной подачи).
5. Измерьте площадь стола в продольном и поперечном направлениях.
6. Определите наибольшее расстояние от поверхности стола до оси шпинделя, для этого: опустите стол в крайнее положение, вставьте в шпиндель станка оправку известного диаметра; измерьте расстояние от поверхности стола до оправки (по перпендикуляру) и прибавьте к полученной величине половину диаметра оправки.
7. Определите величину хода стола в продольном и поперечном направлении, для этого отведите продольный стол в крайнее левое положение; нанесите мелом чёрточку сбоку на продольном и поперечном столах станка; переместите продольный стол в крайнее правое положение; по сдвигу чёрточек измерьте величину хода продольного стола; аналогично определите величину хода поперечного стола.
8. Определите цены делений лимбов продольной, поперечной и вертикальной подачи: установите лимб продольной подачи на нуль; нанесите мелом чёрточку сбоку на продольном и поперечном столах станка; поверните маховичок винта с лимбом на один оборот до совпадения нулевого деления лимба с риской; по сдвигу чёрточек измерьте величину перемещения стола, которая должна быть равна шагу винта; разделите полученную величину на число делений лимба; это будет цена деления лимба продольной подачи; аналогично определите цены делений лимбов поперечной и вертикальной подачи.
9. Ознакомьтесь с кнопками включения и выключения станка.
10. Установите минимальную частоту вращения шпинделя, включите и выключите станок.
11. Проверьте работу станка при средних и максимальных частотах вращения шпинделя.
12. Переместите стол по направляющим в продольном направлении.
13. Переместите салазки по направляющим консоли в поперечном направлении.

Консоль, хобот, настольный горизонтально–фрезерный станок.



1. Из каких основных частей состоит горизонтально-фрезерный станок?
2. Какие правила ухода за станком вы знаете?
3. Для чего служит консоль станка?
- \*4. Какие данные о фрезерном станке необходимо знать, чтобы определить, каких габаритных размеров заготовку можно на нём обрабатывать?
- \*5. Дайте сравнительную характеристику токарно-винторезного станка и горизонтально-фрезерного станка по главному движению и движению подачи.

### § 3. Управление горизонтально-фрезерным станком



Горизонтально-фрезерным станком управляют с помощью рукояток, маховиков и переключателей (рис. 91). Пуск и остановка станка осуществляются нажатием соответствующей кнопки. Установка определённой частоты вращения шпинделя вместе с режущим инструментом – фрезой достигается поворотом рукояток переключения частот в соответствии с таблицей, расположенной на корпусе станка.

Для работы фрезерного станка очень важно перемещение стола станка в продольном, поперечном и вертикальном направлениях, что даёт возможность устанавливаемую на столе заготовку в определённое положение по отношению к фрезе. Движение подачи во время фрезерования осуществляют перемещением стола. Для продольного, поперечного и вертикального перемещений стола вручную имеются специальные маховики.

Все перемещения стола основаны на работе винтовых механизмов, как в токарном станке.

Все маховики снабжены лимбами. Лимбы продольного и поперечного перемещений стола имеют цену деления 0,05 мм, вертикального – 0,025 мм. Принципиальное устройство этих лимбов аналогично устройству лимба поперечной подачи суппорта токарно-винторезного станка.



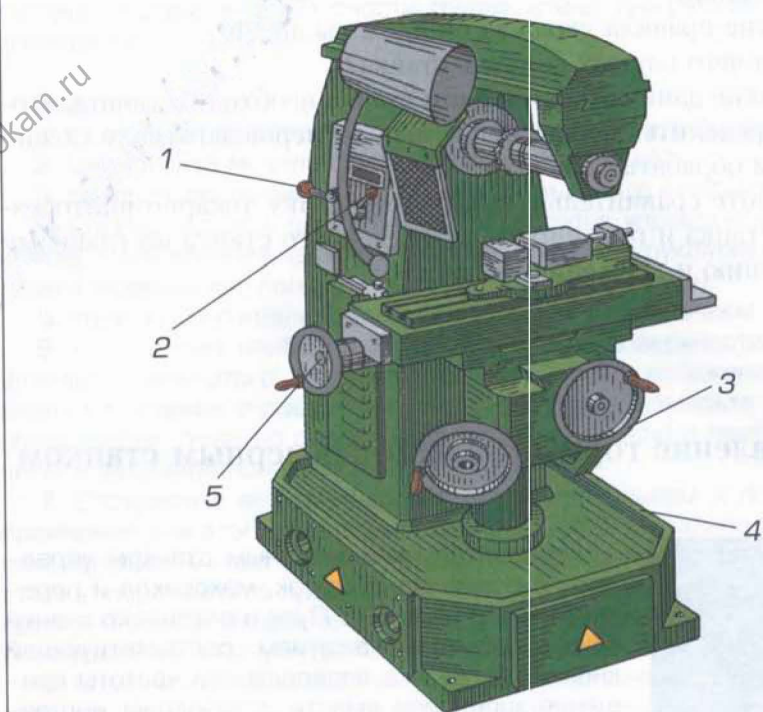


Рис. 91. Органы управления горизонтально-фрезерным станком НГФ-110-Ш4: 1, 2 – рукоятки переключения частоты вращения фрезы, 3 – маховик передней подачи, 4 – маховик вертикальной подачи, 5 – маховик продольной подачи

Для работы на фрезерном станке необходимы знания и умения по установке и закреплению заготовки и режущего инструмента – фрезы. При фрезеровании возникают большие силы, которые действуют и на фрезу, и на заготовку. **Плохое закрепление и той, и другой может привести к аварии и травме.**

Заготовку для фрезерования закрепляют непосредственно на столе станка или в машинных тисках, предварительно установленных и закрепленных на столе станка (рис. 92). На столе станка крепятся заготовки

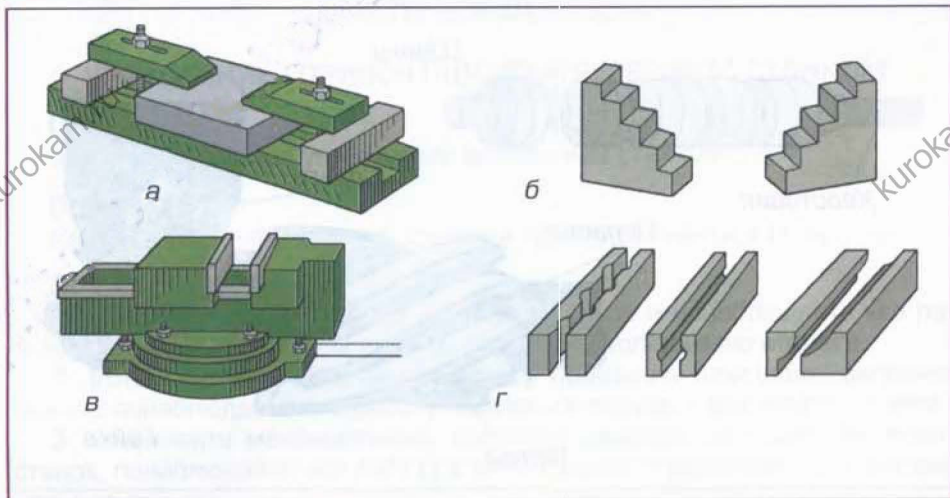


Рис. 92. Механизмы и приспособления для закрепления заготовок на столе фрезерного станка: *а* – механизм крепления прихватами, *б* – ступенчатые подставки, *в* – машинные поворотные тиски, *г* – съёмные губки для тисков

сложной формы и достаточно больших размеров. При этом головки крепёжных болтов вставляются в специальные Т-образные пазы стола. Аналогичным образом крепятся тиски на столе фрезерного станка.

Закрепление в тисках позволяет быстро устанавливать и снимать заготовку, а также поворачивать её в случае необходимости на определённый угол. При закреплении в тисках предварительно обработанных заготовок во избежание их повреждения на губки устанавливают накладки из латуни, меди или алюминия. Если правильной установке или закреплению заготовки мешают заусенцы, образовавшиеся при предыдущей обработке, их снимают напильником.

Особые требования предъявляются к прокладкам, которые используются при закреплении заготовок в тисках или непосредственно на столе. Грани прокладок должны быть ровными, углы между ними – прямыми, а противоположные стороны – параллельными. От этого зависит точность фрезерования. Фреза закрепляется на оправке между насадными кольцами с помощью гайки (рис. 93). Сама оправка имеет конический хвостовик, которым она вставляется в коническое гнездо шпинделя и крепится с другой стороны шпинделя специальной тягой. Другой конец оправки поддерживается серьгой.

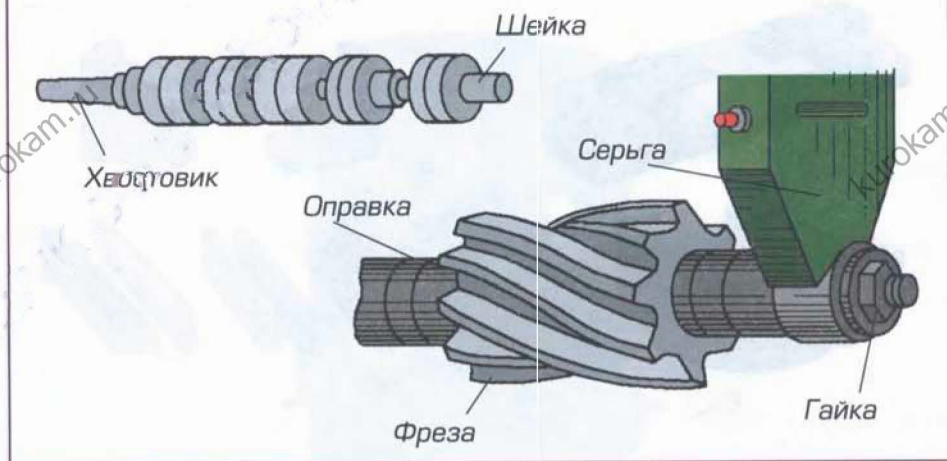


Рис. 93. Закрепление фрезы на оправке

### ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ

1. Ранение рук и пальцев.
2. Перелом локтевой кости.
3. Заматывание волос оправкой фрезы и скальпирование.
4. Поражение глаз отлетающей стружкой при обработке хрупких металлов.

Но, кроме указанных, возможны и другие несчастные случаи, характерные для работы на металлорежущих станках.

#### ДО НАЧАЛА РАБОТЫ

1. Надеть и привести в порядок спецодежду:
  - застегнуть рукава обшлагов на пуговицы;
  - спрятать волосы под берет или косынку, завязанную без свисающих концов;
  - надеть защитные очки.
2. Осмотреть станок и проверить его исправность на холостом ходу; на месте ли все ограждения и исправны ли они.
3. Проверить исправность рабочего и вспомогательного инструмента.
4. Проверить исправность защитного заземления.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

### УПРАВЛЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНО-ФРЕЗЕРНЫМ СТАНКОМ

#### Цель работы:

освоение способов управления фрезерным станком.

#### Оборудование:

горизонтально-фрезерный станок и принадлежности к нему.

#### Задание:

1. Нажатием кнопки «Пуск» включите станок и понаблюдайте его работу в течение нескольких секунд, кнопкой «Стоп» выключите его.
2. Установите минимальную частоту вращения шпинделя, включите станок, понаблюдайте его работу несколько секунд и выключите станок.
3. Установите максимальную частоту вращения шпинделя, включите станок, понаблюдайте его работу в этом режиме несколько секунд и выключите станок.
4. Закрепите на столе станка машинные тиски: протрите опорную плоскость тисков и поверхность стола сухой ветошью, установите тиски на столе, введите в Т-образные пазы стола крепёжные болты и закрепите ими тиски.
5. Установите и закрепите оправку и фрезу на станке. Для этого опустите винт, которым фиксируется положение хобота; передвиньте хобот в крайнее переднее положение; снимите серьгу (подвеску) хобота, ослабив перед этим винт её крепления; протрите сухой ветошью конический хвостовик фрезерной оправки и коническое гнездо шпинделя; вставьте фрезерную оправку хвостовиком в гнездо шпинделя; совместите пазы на фланце оправки с сухарями на конце шпинделя; закрепите оправку тяжёлым винтом с помощью ключа; наденьте на оправку несколько насадных установочных колец (примерно до средней части оправки); установите на оправке фрезу; наденьте остальные кольца до конца оправки и слегка заверните гайку, крепящую кольца и фрезу на оправке; переместите хобот в нужное положение и установите серьгу так, чтобы конец оправки зашёл в отверстие подшипника серьги; окончательно закрепите фрезу на оправке, плотно завернув гайку её крепления; соответствующими винтами закрепите серьгу и хобот.



1. Как должно быть организовано рабочее место для фрезерных работ?
2. Что необходимо сделать до начала работы на станке?
3. Какие требования нужно соблюдать во время работы на станке?

4. Как осуществляются пуск и остановка горизонтально-фрезерного станка?
5. Как устанавливается определённая частота вращения шпинделя?
6. В каких направлениях может перемещаться стол фрезерного станка?
7. Как осуществляются эти перемещения и как определить их величины?
8. Как устанавливается и закрепляется заготовка на фрезерном станке?
9. Как устанавливается и закрепляется фреза на фрезерном станке?

#### § 4. Фрезерование плоских поверхностей



В процессе фрезерования режущий инструмент (фреза) совершает вращательное движение резания – главное движение, а заготовка – поступательное движение, перпендикулярное оси вращения инструмента, – движение подачи. По сравнению с процессом точения на токарном станке фрезерование имеет некоторую специфическую особенность. Форма режущей части зубьев фрезы принципиально сходна с формой рабочей части резцов. Однако процесс резания при фрезеровании носит прерывистый характер. Отдельный зуб фрезы, сняв стружку, выходит из зоны резания и возвращается в неё, когда фреза сделает оборот вокруг своей оси (рис. 94). С одной стороны, это положительно влияет на процесс резания, так как зубья фрезы меньше нагреваются: они успевают несколько остыть, когда выходят из зоны соприкосновения с заготовкой. А с другой – прерывистость контакта зубьев фрезы с заготовкой, резкая смена нагрузок на зубья фрезы создают неблагоприятные условия резания.

На рис. 95 показаны разновидности операций фрезерования заготовок

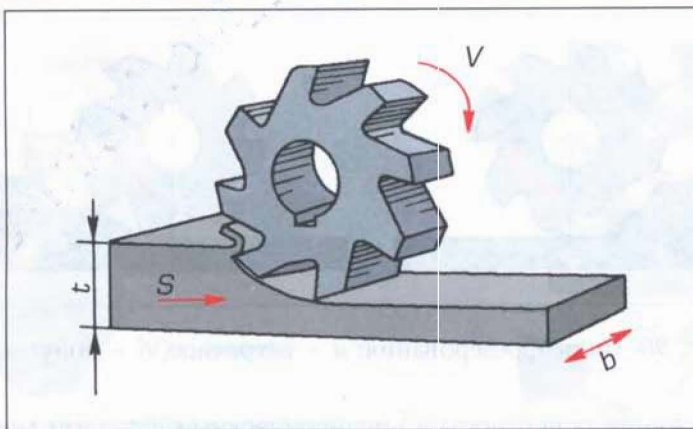


Рис. 94. Схема фрезерования:  $t$  – глубина фрезерования (толщина снимаемого слоя материала),  $b$  – ширина фрезерования,  $V$  – скорость резания,  $S$  – направление подачи заготовки

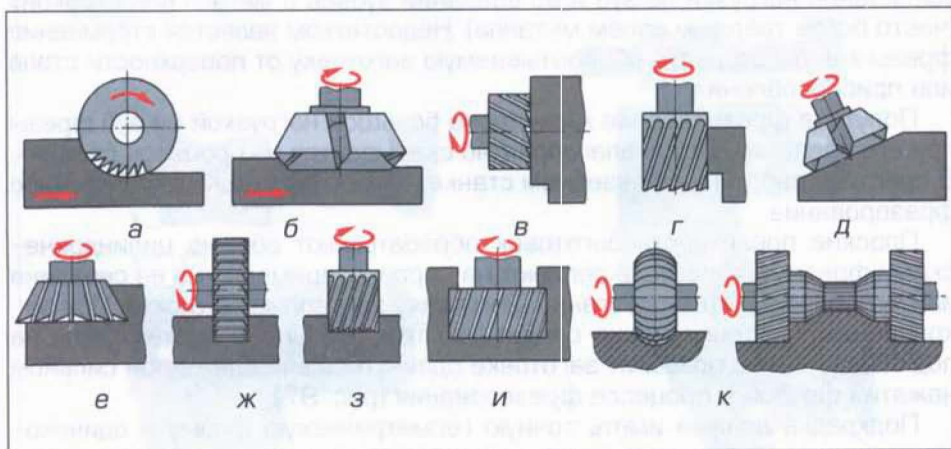


Рис. 95. Разновидности операций фрезерования:  $a$  – цилиндрическими фрезами на оправке,  $б$  – торцевыми фрезами или фрезерными головками,  $в, г$  – торцевыми фрезами на концевой оправке,  $д, е$  – одноугловыми и двухугловыми фрезами,  $ж, з, и$  – дисковыми трёхсторонними и концевыми фрезами,  $к$  – фасонными фрезами и набором фрез

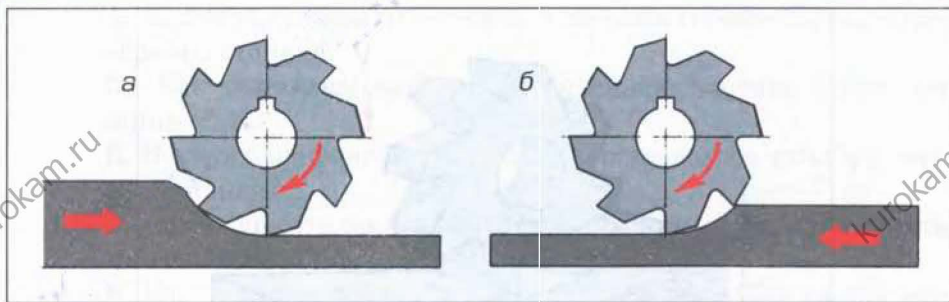


Рис. 96. Виды фрезерования: а – встречное, б – попутное

Фрезерование поверхностей цилиндрическими фрезами может производиться при движении стола станка с закреплённой обрабатываемой заготовкой навстречу направлению вращения фрезы. Оно так и называется – встречное фрезерование (рис. 96).

Если же движение заготовки совпадает с направлением вращения фрезы, то такое фрезерование называют попутным.

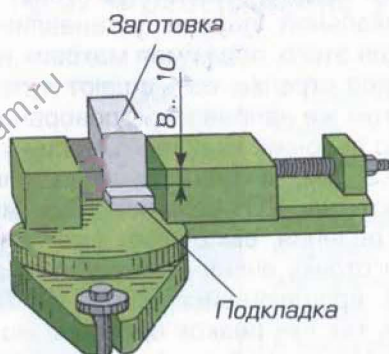
Преимущества встречного фрезерования заключаются в плавном увеличении нагрузки на зуб и во врезании зубьев в металл под «коркой» (часто более твёрдым слоем металла). Недостатком является стремление фрезы как бы оторвать обрабатываемую заготовку от поверхности стола или приспособления.

Попутное фрезерование характерно большой нагрузкой на зуб фрезы при его врезании. Это неблагоприятно сказывается на процессе резания. В практике работы на фрезерном станке больше используется встречное фрезерование.

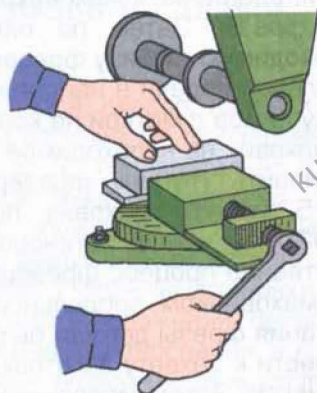
Плоские поверхности заготовок обрабатывают обычно цилиндрическими фрезами. Фрезу закрепляют на оправке, примерно на её середине или чуть ближе к станине станка. Заготовку закрепляют в тисках. При закреплении заготовки нужно следить за тем, чтобы она плотно легла на подкладку, это не позволит заготовке сдвинуться вниз даже при сильном нажатии фрезой в процессе фрезерования (рис. 97).

Подкладка должна иметь точную геометрическую форму и одинаковую толщину. В противном случае фрезеруемая плоскость не будет параллельна противоположной поверхности заготовки. Затем, пользуясь маховиками продольной, поперечной и вертикальной подачи стола, подводят заготовку под фрезу, не доходя до неё примерно на 5–15 мм.

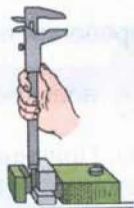
Выполнив указанные подготовительные работы, устанавливают заданную частоту вращения шпинделя, включают станок и маховиком вертикальной подачи очень осторожно поднимают стол до лёгкого касания заготовки вращающейся фрезой. Как только фреза коснётся заготовки,



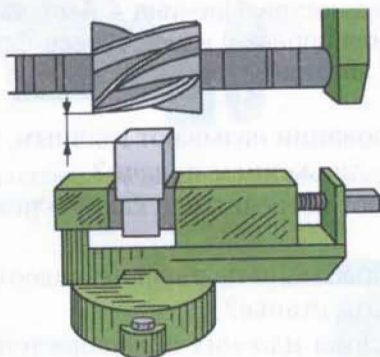
1. Установить заготовку



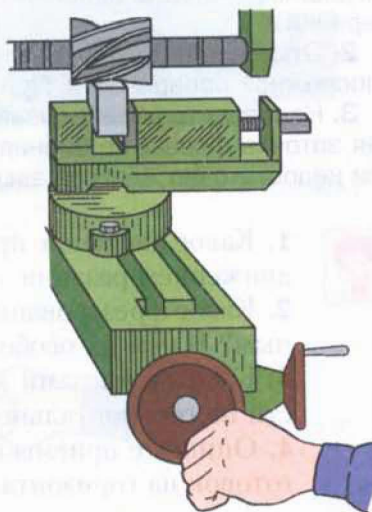
2. Закрепить заготовку



3. Проверить равномерность выхода заготовки по длине губок тисков



4. Проверить положение заготовки по отношению к фрезе перед установкой глубины фрезерования



5. Приступить к фрезерованию плоской поверхности заготовки

Рис. 97. Установка заготовки в тисках перед фрезерованием



товки, вращением махраика продольной подачи выводят заготовку из-под фрезы. Затем по лимбу вертикальной подачи устанавливают необходимую глубину фрезерования. Для этого, поджимая маховик вертикальной подачи в направлении часовой стрелки, совмещают нулевую риску лимба с меткой на корпусе и в этом же направлении поворачивают маховик на необходимое количество делений. Например, если нужно установить глубину фрезерования 0,5 мм, а цена деления лимба 0,025 мм, то маховик поворачивают на 20 делений ( $0,5 \text{ мм} : 0,025 \text{ мм} = 20$ ). Установив глубину резания, выполняют уже непосредственно процесс фрезерования. Заготовку очень осторожно подводят маховичком продольной подачи к вращающейся фрезе. Момент врезания фрезы должен быть плавным, так как резкое врезание может привести к захвату заготовки зубьями фрезы и даже её выдергиванию из тисков. Затем медленным вращением маховика продольной подачи фрезеруют поверхность заготовки.

Контроль за точностью полученных размеров при фрезеровании осуществляют обычно штангенциркулем.

**При фрезеровании плоских поверхностей заготовок возможны следующие виды брака**

1. Несоответствие размеров полученной детали чертежу. Причина – погрешности в установлении глубины фрезерования или неточности измерений.

2. Отклонения от параллельности обрабатываемой плоскости противоположной поверхности. Причина – неточность установки заготовки.

3. Неровность обрабатываемых поверхностей. Причина – неправильная заточка фрезы, её биения или биения оправки, износ зубьев фрезы или недостаточно жёсткое закрепление заготовки.



1. Какое движение при фрезеровании называют главным, или движением резания, а какое – движением подачи?

2. Какое фрезерование называют встречным, а какое – попутным? В чём их особенности?

3. Какими фрезами можно обрабатывать плоские поверхности на горизонтально-фрезерном станке?

4. Опишите приёмы фрезерования плоских поверхностей заготовок на горизонтально-фрезерном станке.

## § 5. Фрезерование уступов, пазов и канавок



Фрезерование уступов, скосов, пазов и канавок имеет общее отличие от фрезерования плоских поверхностей на горизонтально-фрезерном станке. При выполнении всех этих операций заготовка должна быть точно установлена не только в вертикальном, но и в горизонтальном положении. Неточная установка заготовки в вертикальном положении приводит к неодинаковой глубине фрезерования, в горизонтальном – к неодинаковой ширине уступа, к неточности положения паза и т.д. Если заготов-

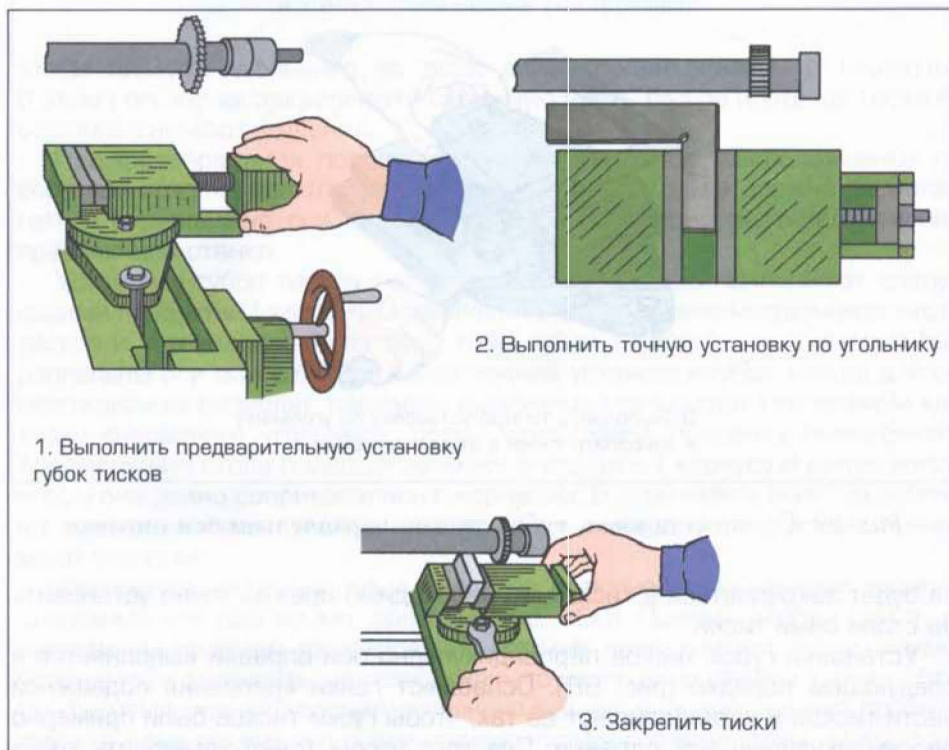
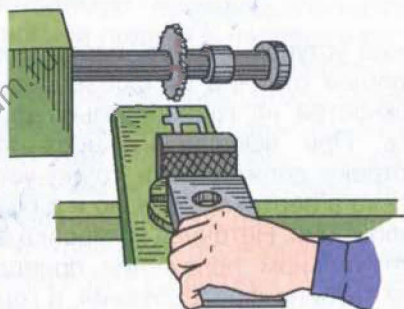
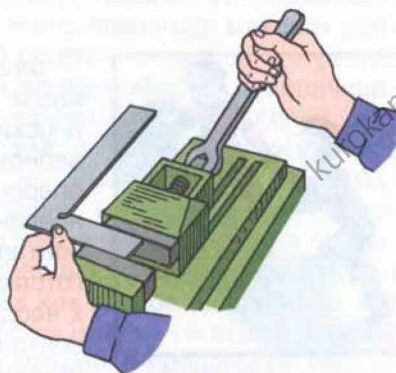


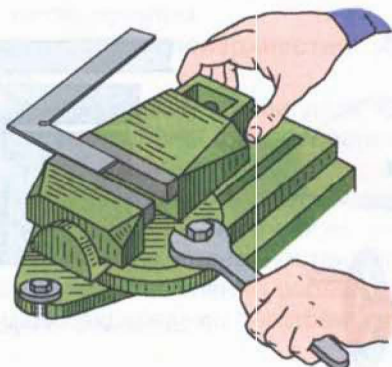
Рис. 98. Схема установки губок тисков перпендикулярно оси оправки



1. Выполнить предварительную установку губок тисков



2. Закрепить установку



3. Выполнить точную установку по угольнику и закрепить тиски в этом положении

Рис. 99. Схема установки губок тисков параллельно оси оправки

ка будет закрепляться в тисках, то необходимо прежде точно установить на столе сами тиски.

Установка губок тисков перпендикулярно оси оправки выполняется в следующем порядке (рис. 98). Ослабляют гайки крепления подвижной части тисков и устанавливают её так, чтобы губки тисков были примерно перпендикулярны оси оправки. Для того чтобы точно установить губки тисков в указанном положении, их разводят, надевают нагубники и зажимают между ними колодку слесарного угольника. Затем вертикальным и продольным перемещением стола станка подводят тиски к оправке так,

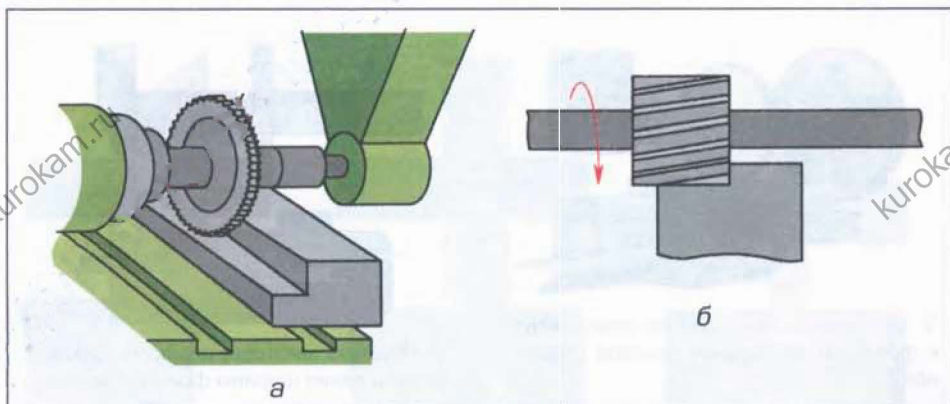


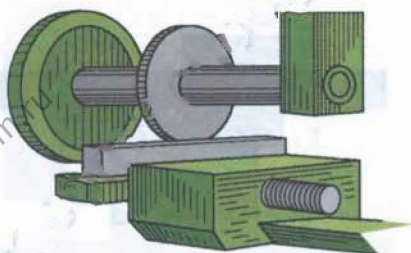
Рис. 100. Фрезерование уступов дисковыми (а) и цилиндрическими (б) фрезами

чтобы линейка угольника по всей длине соприкасалась с оправкой. В этом положении закрепляют подвижную часть тисков и, отведя тиски от оправки, снимают угольник.

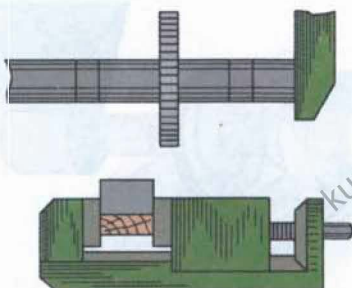
При фрезеровании поперечных уступов и пазов, расположенных на короткой стороне заготовки, неподвижная губка тисков должна располагаться параллельно оси оправки и перпендикулярно вертикальной направляющей станка.

Установку губок тисков параллельно оси оправки выполняют следующими приёмами (рис. 99). Ослабляют гайки крепления подвижной части тисков и устанавливают её так, чтобы губки тисков были примерно параллельны оси оправки. Для более точной установки губок тисков в этом положении их разводят, надевают нагубники и зажимают между ними колодку слесарного угольника. Затем вращением маховика поперечного перемещения стола подводят линейку угольника к корпусу и добиваются, чтобы она ровно соприкасалась с корпусом. В этом положении закрепляют подвижную часть тисков, отводят тиски в исходное положение и снимают угольник.

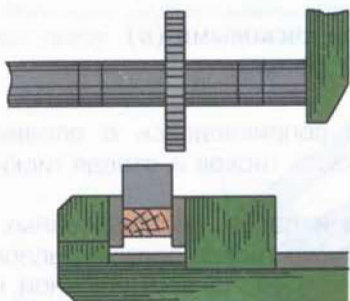
Фрезерование прямоугольных уступов выполняется обычными цилиндрическими или дисковыми фрезами (рис. 100). Приёмы работы при этом аналогичны приёмам фрезерования плоских поверхностей, важно только установить и закрепить заготовку очень точно по отношению к фрезе. Чтобы убедиться, что это условие выполнено, обычно вначале снимают пробную стружку – она должна иметь одинаковую толщину по всей длине уступа, одинаковой должна быть и ширина этого уступа. После чего фрезеруют уступ на полную глубину за один или несколько проходов. Схема последовательности операций фрезерования уступов показана на рис. 101.



1. Установить заготовку по отношению к фрезе до её касания боковой стороной



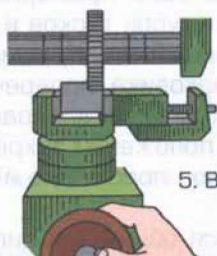
2. Опустить заготовку для последующего установления ширины фрезерования



3. Установить ширину фрезерования поперечной подачей



4. Установить глубину фрезерования вертикальной подачей



5. Выполнить фрезерование



6. Произвести контроль выполнения операции



Рис. 101. Схема последовательности операций фрезерования уступов

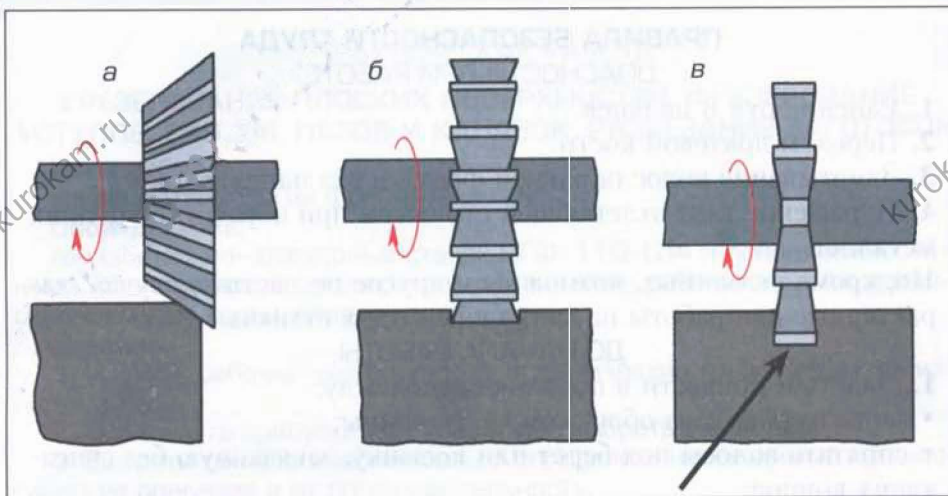


Рис. 102. Фрезерование пазов и разрезание заготовок: а – получение скоса, б – прорезание паза, в – разрезание заготовки

Фрезерование пазов на горизонтально-фрезерном станке обычно выполняют дисковыми фрезами и сразу по всей ширине паза (рис. 102). Кроме тех требований, которые предъявляются к точности установки, при фрезеровании пазов предъявляются строгие требования к ширине зубьев фрезы. С учётом некоторого биения оправки с фрезой ширина зуба дисковой фрезы должна быть несколько меньше ширины паза. Такой подбор фрезы, как правило, ведётся опытным путём.

Поэтому и при фрезеровании пазов снятие пробной стружки обязательно.

На фрезерных станках выполняется также операция разрезания заготовок (см. рис. 102). Для этого используются отрезные фрезы. Приёмы работы при разрезании материала аналогичны приёмам фрезерования пазов.

**При выполнении рассмотренных фрезерных операций возможны различные виды брака**

1. Несоответствие размеров полученной детали чертежу. Причина – погрешности при установке глубины или ширины фрезерования или неточности при измерении.

2. Неровность обрабатываемых поверхностей. Причина – нежёсткое закрепление заготовок или фрезы, биения фрезы и другие нарушения режима резания во время фрезерования.

3. Неточность расположения паза на детали. Причина – неправильная установка заготовки.

## ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ

1. Ранение руки и пальцев.
2. Перелом локтевой кости.
3. Заматывание волос оправкой фрезы и скальпирование.
4. Поражение глаз отлетающей стружкой при обработке хрупких металлов.

Но, кроме указанных, возможны и другие несчастные случаи, характерные для работы на металлорежущих станках.

### ДО НАЧАЛА РАБОТЫ

1. Надеть и привести в порядок спецодежду:
  - застегнуть рукава обшлагов на пуговицы;
  - спрятать волосы под берет или косынку, завязанную без свисающих концов;
  - надеть защитные очки.
2. Осмотреть станок и проверить его исправность на холостом ходу; на месте ли все ограждения и исправны ли они.
3. Проверить исправность рабочего и вспомогательного инструмента.
4. Проверить исправность защитного заземления.

### ВО ВРЕМЯ РАБОТЫ

1. Установить и надёжно укрепить фрезу и обрабатываемую деталь.
2. Не класть ничего на станок, не облакачиваться на него.
3. Не отвлекаться во время работы посторонними делами и разговорами.
4. Пользоваться только исправными инструментами.
5. Не хватать ремень, фрезу, работающие части станка.
6. Не убирать стружку руками, а пользоваться для этого щёткой и др. инвентарём.
7. Не тормозить станок руками нажимом на ремень или шкив.
8. Нельзя работать на станке со снятыми ограждениями.
9. Нельзя отлучаться от станка, не остановив его предварительно.

### ПОСЛЕ ОКОНЧАНИЯ РАБОТЫ

1. Остановить станок.
2. Удалить стружку со станка и вытереть его и инструмент.
3. Привести в порядок рабочее место. Смазать станок.
4. Сдать учителю станок и рабочее место.
5. Привести себя в порядок.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

### ФРЕЗЕРОВАНИЕ ПЛОСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ, ФРЕЗЕРОВАНИЕ УСТУПОВ, СКОСОВ, ПАЗОВ И КАНАВОК. РАЗРЕЗАНИЕ ЗАГОТОВОК

#### Цель работы:

освоение технологии фрезерования.

#### Оборудование:

горизонтально-фрезерный станок НГФ-110-Ш4 и принадлежности к нему: штангенциркуль, измерительная линейка, рабочий чертёж детали, операционные карты, справочник.

#### Задание:

1. Изучить рабочий чертёж детали и технические требования к её изготовлению.
2. Определить припуски на обработку и выбрать заготовку.
3. Выбрать технологические базы и определить необходимые технологические операции и их последовательность.
4. Выбрать оборудование (фрезерный НГФ-110-Ш4 и другие станки) и приспособления для каждой операции.
5. Произвести необходимые расчёты для определения режимов резания на каждой операции фрезерной обработки.
6. Выбрать измерительный инструмент и определить перечень контрольных операций.
7. Выбрать рабочий режущий инструмент с учётом его стойкости для выполнения каждой фрезерной операции.
8. Выбрать смазочно-охлаждающую жидкость.
9. Изучить форму операционной карты, заполнить карту полученными в ходе выполнения работы необходимыми данными.
10. Выполнить фрезерные операции согласно операционной карте.



1. Почему при фрезеровании уступов, скосов и пазов необходимо устанавливать тиски на столе станка так, чтобы их губки были строго перпендикулярны или параллельны оси оправки?
2. Каковы приёмы установки губок тисков перпендикулярно оси оправки?
3. Каковы приёмы установки губок тисков параллельно оси оправки?
4. Какими фрезами обрабатывают уступы, скосы и пазы, а какими выполняют разрезание заготовок?
5. Какой брак возможен при выполнении операций фрезерования уступов, скосов, пазов и разрезания заготовок?
- \*6. С какими видами обработки металлов резанием вы познакомились?



## ГЛАВА V

# Технология отделки изделий из металлов

## § 1. Абразивные материалы



Наряду с твёрдыми сплавами и минералокерамическими материалами в процессе обработки металлов и сплавов нашли широкое применение абразивные материалы.

*Абразивные материалы* – это минералы естественного или искусственного происхождения, зёрна которых обладают высокой твёрдостью, износостойкостью и режущей способностью. Благодаря этому с их помощью можно обрабатывать твёрдые материалы, в том числе закалённые стали и твёрдые сплавы. Зёрна этого инструмента представляют

собой частицы окиси алюминия (корунд), кристаллического кремнезёма (кварц), природных или синтетических алмазов, удерживаемых связками на основе фенолформальдегидных смол.

Абразивные зёрна срезают очень тонкие стружки с большой скоростью, что даёт возможность получить высокую точность и хорошее качество обработки поверхности. Используемые в технике абразивные материалы разделяют на природные и искусственные. Из абразивных материалов изготавливают абразивные (шлифующие) инструменты: круги, ленты, шкурки.

**К природным абразивным материалам относятся:**

– *кварц* – П – используется для шлифовальных шкур на бумажной основе;

– *наждак* – Н – применяется для изготовления наждачных брусков;

– *корунд* – Е – используется в виде порошков и паст для доводочных операций;

– *алмаз* – А – имеет самую высокую твёрдость из естественных абразивных материалов. Из кристаллов и их осколков изготавливают однолезвийные режущие инструменты и алмазно-металлические карандаши для правки шлифовальных кругов.

**К искусственным абразивным материалам относятся:**

– *электрокорунд нормальный* – Э;

– *электрокорунд белый* – Б – имеет большее содержание кремнезёма, поэтому более твёрдый и хрупкий;

– *монокорунд* – М – отличается высокой прочностью, так как в нём меньше примесей;

– *карбид кремния* – химическое соединение кремния с углеродом. Обладает большей твёрдостью и хрупкостью, чем электрокорунд. Используется для заточки твёрдосплавного инструмента. Карбид кремния используется двух марок: карбид кремния чёрный – КЧ и карбид кремния зелёный – КЗ, который имеет меньше примесей;

– *карбид бора* – химическое соединение бора с углеродом. Применяется в виде порошков и паст для доводки твёрдых материалов;

– *кубический нитрид бора* – КНБ – соединение бора, кремния и углерода. По своим физико-механическим свойствам близок к алмазам. Используется для изготовления шлифовальных кругов для доводки деталей и твёрдых и труднообрабатываемых сплавов (быстрорежущих высокованадиевых и кобальтовых сталей);

– *синтетические алмазы* – АС – имеют то же строение и те же физико-механические свойства, что и естественные.

Абразивные инструменты – *шлифовальные круги* – характеризуются зернистостью, твёрдостью, структурой, видом связки и формой.

*Зернистость* указывает на размер абразивного зерна. Абразивный материал от 16 до 200 называют *шлифзерном*, от 3 до 12 – *шлифпорошками*, а М63–М14 – *микropорошками*. Зернистость выбирается в зависимости от обрабатываемого материала, а также требуемой чистоты обработки.

*Твёрдость* характеризует прочность удержания зёрен в инструменте при помощи связки. Обозначается буквами: М – мягкий, СМ – средне-мягкий, С – средний, СТ – среднетвёрдый, Т – твёрдый, ВТ – весьма твёрдый, ЧТ – чрезвычайно твёрдый.

*Структура* определяется соотношением объёмов абразивных зёрен, связки и пор.

*Связка* представляет собой материал, скрепляющий зёрна абразива для получения круга соответствующей формы и размеров. Различают следующие виды связок:

– *керамическая* – К – водостойкая. Огнеупорная, достаточно жёсткая и прочная. Её недостатком является чувствительность к ударам и изгибающим нагрузкам;

– *бакалитовая* – Б – имеет повышенную прочность и упругость;

– *вулканитовая* – В – обладает высокими упругими свойствами и сопротивляемостью разрыву. Помимо жёстких кругов, можно получить гибкие шлифовальные круги, которые во время работы принимают форму обрабатываемой поверхности, поэтому они используются для полирования фасонных поверхностей.

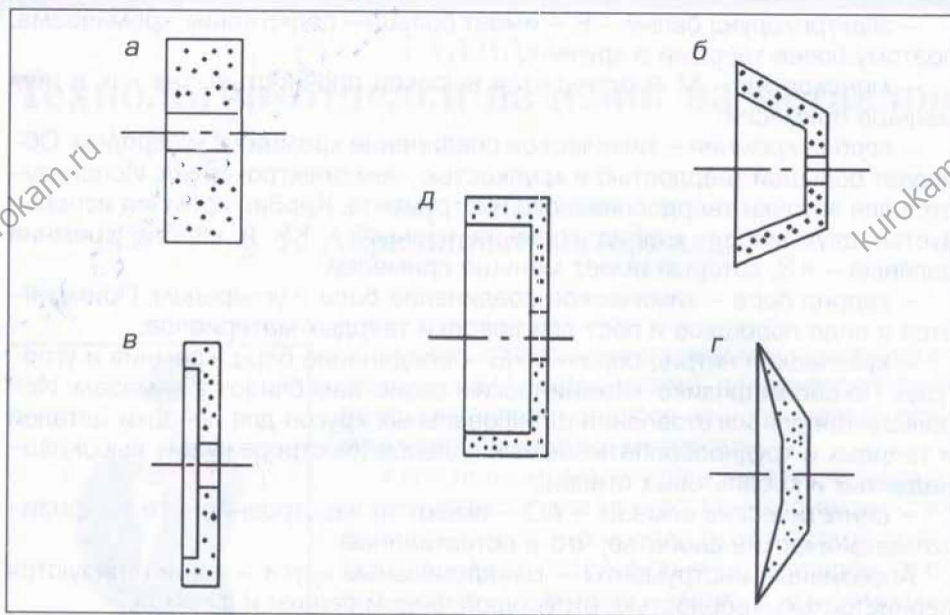


Рис. 103. Виды шлифовальных кругов: а – прямого профиля ПП, б – чашка цилиндр ЧЦ, в – прямые с выточкой ПВ, г – тарельчатые Т, д – чашечные конические ЧК

В зависимости от назначения шлифовальные круги бывают различной формы (рис. 103).

Из абразивных материалов изготавливают также абразивный инструмент на гибкой основе – *шлифовальную шкурку*.

Шлифовальные шкурки предназначены для машинной или ручной обработки. Состоят они из основы (чаще всего ткани или бумаги) и нанесённых при помощи связки шлифующих материалов (порошки алмаза, эльбора и др.). Шкурки на бумажной основе маркируются буквами П, БШ, на влагопрочной бумаге – ОВ, на бумаге с полимерной пропиткой и латексным покрытием – ОВП. Цифры после этих букв в марке шкурки указывают массу 1 м<sup>2</sup> бумаги.

Шкурки на тканевой основе: саржа марок ЛО, ЛОГ, Л1, Л2, Л1Г, Л2Г, С1, С2, С2Г, У, У1Г, У2, У2Г, П, СП, а также капрон, шифон или плащевая ткань, фибра (толщиной 0,7–1 мм).

Тканевые, бумажные, комбинированные шкурки для работы без охлаждения или с использованием СОЖ на основе масла, керосина изготавливают на основе мездрового клея с фенолформальдегидными смолами. В качестве связки для бумажной водостойкой шкурки служит

акридный лак ПФ-587, лак марки ЯК-153 или эпоксидный лак для тканевой водо- и термостойкой шкурки – фенолформальдегидные слои для шкурки на фибровой основе – натриевое стекло, жидкий бакелит или фенолформальдегидные слои.

#### **Шлифовальными материалами для шкурки являются:**

- электрокорунд – Э – для обработки углеродистой и легированной стали, ковкого чугуна, древесины различных пород;
- карбид кремния – КЧ, КЗ – используют для обработки чугуна, бронзы, алюминия, пластмассы, мрамора, гранита, стеклодревесины;
- кремнь – КР – для обработки древесины, фанеры, кожи;
- стекло – С – для обработки древесины, фанеры, войлока.

В зависимости от требований к чистоте обработки может быть рекомендована шлифовальная шкурка зернистости: 80, 50, 40 – для удаления старых слоёв краски, клея, лака, ржавчины, заусенцев и для предварительного шлифования шпаклёвок и обработки деревянных деталей; 25, 16, 12, 10 – для обработки шатунных шеек, коленчатых валов, торцов поршневых пальцев, беговых дорожек внутреннего и наружного колец подшипников, для отделочной обработки различных пород древесины, фанеры, штампов, кожаных и других изделий; 8, 6, 5, 4, М40 – для точных отделочных работ (для полирования нержавеющей стали, пальцев, гильз двигателя и т.д.).

Абразивные материалы, кварц, наждак, корунд, алмаз, электрокорунд, монокорунд, карбид кремния, карбид бора, кубический нитрид бора.



1. Что представляют собой абразивные материалы?
2. Перечислите природные абразивные материалы и их применение.
3. Охарактеризуйте искусственные абразивные материалы.
4. Назовите характеристики абразивного инструмента (шлифовальных кругов).
5. Перечислите и охарактеризуйте абразивные материалы, применяемые для изготовления шлифовальной шкурки.
- \*6. От чего зависит выбор формы шлифовального круга при обработке?
- \*7. Для каких видов обработки материалов применяются абразивы и в каком состоянии?

## § 2. Отделка изделий из материалов и сплавов на станках



В ряде случаев детали, полученные путем слесарной обработки или на металлорежущих станках, подвергают отделке. Отделка поверхности – это чистовая обработка деталей для достижения необходимой высокой точности и чистоты поверхности. Эту операцию применяют при исправлении неточностей предварительной обработки – способом *развёртывания, протягивания, тонкого точения и фрезерования*.

Для развёртывания используют развёртки – многолезвийный режущий инструмент, состоящий из режущей части – 1, калибрующей части – 2, шейки – 3 и хвостовика – 4, конической или цилиндрической формы с квадратным концом – 5 (рис. 104).

Такой инструмент применяют для точной отделки предварительно обработанных поверхностей круглого сечения. Для обработки сквозных отверстий квадратного или иного сечения используют протяжки. В операциях тонкого точения и фрезерования используется инструмент, оснащённый искусственными алмазами.

Металлы и сплавы можно отделять инструментами из абразивных веществ. Это шлифование и полирование. *Шлифование* – это способ обработки материалов резанием с помощью абразивных инструментов. На токарном станке шлифование наружных поверхностей ведут шкуркой, закреплённой между двумя шарнирно связанными колодками, образующими хомут.

Деталь зажимают в патроне токарного станка, наружную поверхность охватывают хомутом и включают станок, плавно перемещают его по поверхности заготовки. При внутреннем шлифовании шкурку вставляют в

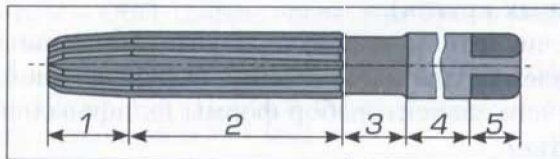


Рис. 104. Развёртка с цилиндрическим хвостовиком: 1 – режущая часть, 2 – калибрующая часть, 3 – шейка инструмента, 4, 5 – хвостовик с квадратным концом

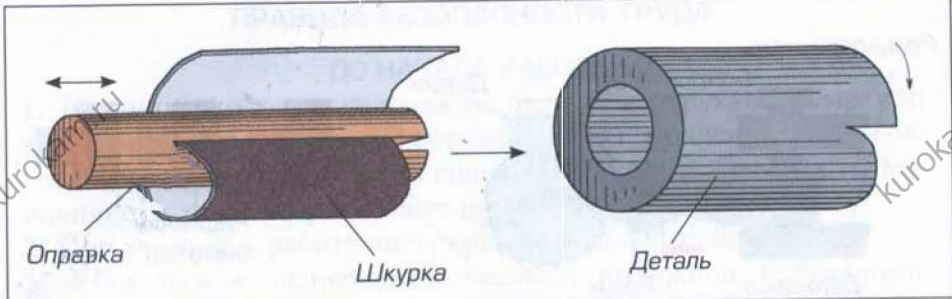


Рис. 105. Шлифование внутренней поверхности детали шкуркой на оправке

прорезь деревянной оправки соответствующего диаметра, углубляют в отверстие детали (рис. 105). Рабочий, выполняющий на производстве операции по отделке металлоизделий на шлифовальных станках с использованием абразивных инструментов, называется шлифовщик.

Иногда технологически выгодно вести отделку (очистку) поверхности деталей, полученных ковкой или литьём, с помощью щёток, устанавливаемых на шлифовальных или сверлильных станках (рис. 106). Для

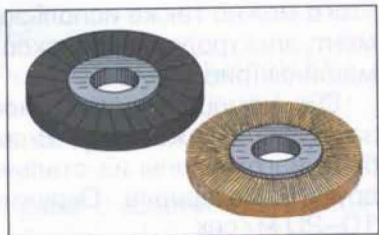


Рис. 106. Шлифовальные щётки



Рис. 107. Ручные машины для шлифования



Рис. 108. Процесс рифления

этого можно также использовать электрифицированный ручной инструмент: электродрели, плоскошлифовальные машины, углошлифовальные машины (рис. 107).

С их помощью с поверхности заготовок можно легко удалять окалину, заусенцы и ржавчину. В зависимости от рода работы щётки могут быть изготовлены из стальной проволоки, искусственного волокна или другого материала. Окружная скорость вращения щёток составляет 10–20 м/сек.

Другой вид отделки изделия – *полирование* – это отделочная операция деталей, которая служит для придания им блеска и высокой чистоты поверхности. Выполняется она на полировальных и сверлильных станках быстровращающимися мягкими полировальными кругами, на поверхности которых нанесена полировальная паста, например ГОИ.

Некоторые металлоизделия для удобства их надёжного удерживания в руках требуют *рифления*. Инструментом для этой операции служит специальная *накатка* (рис. 108). Она имеет державку (тело) и один или два накатных ролика с мелкорифлёной насечкой соответствующей формы.

Как работает накатка, видно из рис. 108. Окружная скорость при накатывании определяется из таблицы.

Материал	Сталь	Бронза	Латунь	Алюминий
Скорость, м/мин	10–20	25–40	40–50	80–100

Операцию накатывания осуществляют за 1–2 прохода для мягких материалов, для твёрдых – за 4–6 проходов.

## ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА

### ДО НАЧАЛА РАБОТЫ

1. Правильно надеть спецодежду: фартук с нарукавниками или хадаг (желательно фартук прорезиненный); головной убор – берет, косынку, завязанную без свисающих концов. Все работы выполняются только в резиновых перчатках.
2. Приготовить к работе инструменты и приспособления.
3. Убедиться в исправности местной вытяжной вентиляции. В случае неисправности немедленно сообщить учителю.
4. Помнить, что электролиты и их пары опасны для здоровья, поэтому не допускать попадания электролитов на кожу и не производить работу при бездействующей вентиляции.

### ВО ВРЕМЯ РАБОТЫ

1. Погружать изделие в ванну осторожно, не допуская разбрызгивания электролита. При выемке изделия подержать его над ванной, дать электролиту стечь, чтобы не замочить руки, одежду и пол.
2. Упавшие в ванну детали извлекать совком с длинной ручкой, специальными клещами, сеткой или спецэлектромагнитом. Запрещается доставать со дна ванны упавшие детали руками.
3. Попавший на открытую кожу электролит немедленно и тщательно смыть проточной водой (холодной) и 1%-ным раствором питьевой соды.
4. При переноске, переливании, а также заливке кислоты в ванну надеть защитные очки, прорезиненный фартук с нагрудником, резиновые перчатки.
5. Не наливать в воду кислоту, а, наоборот, вливать кислоту в воду тонкой струёй, небольшими порциями при непрерывном помешивании.
6. При ожогах кислотой до обращения за медицинской помощью обожжённое место немедленно и тщательно промыть обильным количеством холодной воды, затем 1%-ным водным раствором питьевой соды, снова большим количеством воды, после чего смазать обожжённое место вазелином или глицерином, а при попадании кислоты в глаза немедленно промыть их холодной водой 1%-ным раствором питьевой соды.



7. Чистку контактов, штанг и анодов производить только влажным способом в резиновых перчатках после отключения тока от ванны.

8. При всяком, даже незначительном, заболевании, головной боли, заболевании дыхательных путей, желудка, потливости, признаках «никелевой экземы», раздражении, ранении кожи немедленно обратиться за медицинской помощью, предупредив об этом учителя.

#### ПОСЛЕ ОКОНЧАНИЯ РАБОТЫ

1. Привести в порядок рабочее место. Все приспособления и инструменты промыть водой, вытереть и убрать на отведённые для них места.

2. При работе с кислыми электролитами уносить спецодежду домой категорически запрещается. Одежду необходимо хранить в специальном месте.

3. Привести себя в порядок. Вымыть руки, лицо теплой водой с мылом, прополоскать рот водой.

### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

#### ВЫПОЛНЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

##### Цель работы:

освоение полной технологии производства изделия.

##### Оборудование:

станок токарный, набор инструментов к станку, муфельная печь, сосуд с маслом, шлифовальная шкурка.



Рис. 109. Чертёж установочного винта

### Задание:

1. Под руководством учителя по приведённому чертежу (рис. 109) работайте и оформите в рабочей тетради учебную технологическую карту на изготовление установочного винта для ШЦ-1.

2. Выполните технологический процесс изготовления этой детали (механические операции).

3. Под руководством учителя проведите химико-термическую операцию воронения выполненной детали.

Развёртывание, протягивание, тонкое точение и фрезерование, полирование, рифление (накатывание), шлифование, шлифовщик.



1. Для каких целей используют отделочные операции?
2. Перечислите виды отделочных операций.
3. Почему нельзя удерживать в руках шкурку при выполнении отделочных работ на станке?
4. В чём сущность операции накатывания?
5. Как осуществляется операция накатывания?

## § 3. Окрашивание деталей и изделий из металлов.

### Термическое воронение изделий из сплавов железа



Воронение изделий из железа относится к процессам химического окрашивания металлов. При химическом окрашивании в противоположность окрашиванию механическому в качестве красителей выступают вещества, образуемые в результате химических реакций стали во время и в процессе самого окрашивания.

#### Основные правила воронения

Воронение представляет одну из технологий химического окрашивания металлов. Оно сопряжено с химическими работами.

Поэтому процесс химического окрашивания, значит и воронения, надо проводить в отдельном, хорошо изолированном месте (либо же на открытом воздухе). Можно воспользоваться вытяжным шкафом кабинета химии.

Принимаясь за работы по химическому окрашиванию металлов, надо прежде всего учесть их гигиеническую безопасность и предпринять предохранительные меры.

### **Предварительная и дополнительная обработка деталей и изделий при воронении**

Воронение, как процессу химического окрашивания железа и железных сплавов, должна предшествовать тщательная очистка изделий от загрязнений. Эта очистка должна совершаться непосредственно перед самой операцией воронения, чтобы очищенная поверхность металла не изменилась вновь от прикосновения рук, соприкосновения с воздухом и т.д.

Прежде всего изделия подвергают механической очистке — обдирке, шлифовке и полировке их поверхности.

За механической очисткой должна следовать химическая чистка.

**Все работы с химическими препаратами надо проводить в химическом кабинете, в котором установлен шкаф с вытяжной вентиляцией.**

Обрабатываемые детали должны быть подвергнуты обезжириванию.

Для этого детали или изделия обрабатывают в следующих обезжиривающих растворах.

#### **СТАЛЬ**

Вода — 1 л

Сода кальцинированная — 20 г

Хромпик — 1 г

Температура обработки — 80–90 °С

Время обработки — 10–20 мин.

#### **МЕДЬ и её сплавы**

Вода — 1 л

Едкий натр (едкий калий) — 75 г

Жидкое стекло (силикатный клей) — 20 г

Температура обработки — 80–90 °С

Время обработки — 40–60 мин.

#### **АЛЮМИНИЙ и его сплавы**

Вода — 1 л

Сода кальцинированная — 50–60 г

Тринатрийфосфат — 50–60 г

Жидкое стекло (силикатный клей) — 20 г

Температура обработки — 50–60 °С

Время обработки — 3–5 мин.

Если обезжиривание велось правильно, поверхность изделий должна смачиваться водой равномерно и совершенно. Желательна также дополнительная промывка надлежащим органическим растворителем (нефтяным эфиром, древесным спиртом, ацетоном, бензолом).



За механической чисткой и обезжириванием следует декапирование изделий. *Декапирование* – это удаление с поверхности металла плёнки окислов. Для декапирования используют следующие растворы.

#### **СТАЛЬ**

##### **1. Раствор**

Вода – 1 л

Серная кислота (концентрированная) – 30–50 г

Время обработки – 20–60 сек.

##### **2. Раствор**

Вода – 1 л

Соляная кислота (концентрированная) – 25–45 г

Время обработки – 15–40 сек.

#### **МЕДЬ и её сплавы**

Серная кислота – 5%

Время обработки – 20–60 сек.

#### **АЛЮМИНИЙ и его сплавы**

Азотная кислота – 10–15 %

Время обработки – 5–15 сек.

Для того чтобы очищенная от окислов поверхность вновь долго оставалась такой, металлы подвергают *пассивированию*, т.е. делают их химически инертными. Пассивирование завершает процесс подготовки изделий из металлов к термическому или химическому окрашиванию.

Для пассивирования используют следующие растворы.

#### **СТАЛЬ**

Вода – 1 л

Нитрат натрия – 20–100 г

Температура обработки – 30–40 °С

Время обработки – 15–20 мин.

#### **МЕДЬ и её сплавы**

Вода – 1 л

Хромпик калиевый – 100 г

Серная кислота – 15 г

Температура обработки – 45 °С

Время обработки – 5–10 мин.

#### **АЛЮМИНИЙ и его сплавы**

Вода – 1 л

Хромпик калиевый – 200 г

Температура обработки – 20–30 °С

Время обработки – 5–10 мин.

Для силуминовых сплавов в раствор необходимо добавлять 2 миллилитра плавиковой кислоты.

Нельзя притрагиваться к подготовленным для химического окрашивания изделиям пальцами: на последних всегда имеются выделения, которые пристанут к поверхности металла и испортят окраску.

### **Воронение железа с помощью нагрева. Цвета побежалости**

Железо и железные сплавы при нагревании покрываются тонкой плёнкой окислов самых разнообразных цветных оттенков – это так называемые цвета побежалости.

Явление цветов побежалости основано на том, что на поверхности металла образуется полупрозрачная плёнка окислов, которая по мере последовательного наращивания её толщины отражает разные части спектра белого света.

Обычно определённые цвета побежалости соотносят с температурой нагрева. Зависимость (примерная) цвета от температуры нагрева представлена в таблице 8.

Таблица 7

**ТАБЛИЦА ЦВЕТОВ ПОБЕЖАЛОСТИ**

Цвет	Температура нагрева, °С
Бледно-жёлтый	220
Бледно-соломенно-жёлтый	230
Золотисто-жёлтый	246
Коричнево-жёлтый до буро-красного	356
Пурпурно-красный	265
Пурпурный	275
Лиловый	280
Голубой	290
Васильковый	295
Индиго	300
Тёмно-синий	310
Цвет морской воды	320

Цвета побежалости можно вызывать на изделиях как из закалённой, так и незакалённой стали и на ковком железе и чугуне столь же хорошо, как и на сталях. Нагрев до нужной температуры можно проводить в муфельной печи.

Как только изделие приняло необходимый цветовой оттенок, его вынимают из печи щипцами и опускают в ванночку с маслом, как в старину, используя льняное, конопляное, подсолнечное масло.

## § 4. Химическое окрашивание изделий из различных металлов



Химическое оксидирование и окрашивание поверхности металлических деталей предназначены для создания на поверхности деталей антикоррозионного покрытия и усиления декоративности покрытия.

В глубокой древности люди умели оксидировать (покрывать стойкими окисловыми плёнками) свои поделки, изменяя их цвет (чернение серебра, окраска золота и т.п.). Мастера термически воронили стальные предметы. Они нагревали стальную деталь до 220–325 °С, смазывали её конопляным маслом.

С развитием науки химии учёными и практиками были разработаны специальные составы химических веществ, которые позволили химически окрашивать металлы в самые разные цвета. Ниже приведены рецепты составов растворов для различных металлов при окрашивании их в разные цвета. Перед оксидированием деталь шлифуется или полируется, обезжиривается и декапируется.

Все составы растворов для оксидирования и окрашивания рассчитаны на 1 литр воды. Вес приведённых в рецептах веществ дан в граммах.

### СТАЛЬ

#### ЧЁРНЫЙ ЦВЕТ

1. Едкий натр – 750, азотнокислый натрий – 175.

Температура раствора – 135 °С, время обработки – 90 мин. Плёнка плотная, блестящая.

2. Едкий натр – 500, азотнокислый натрий – 500.

Температура раствора – 140 °С, время обработки – 9 мин. Плёнка интенсивная.

3. Едкий натр – 1500, азотнокислый натрий – 30.

Температура раствора – 150 °С, время обработки – 10 мин. Плёнка матовая.

4. Едкий натр – 750, азотнокислый натрий – 225, азотистокислый натрий – 60.

Температура раствора – 140 °С, время обработки – 90 мин. Плёнка блестящая.

5. Азотнокислый кальций – 30, ортофосфорная кислота – 1, перекись марганца – 1.

Температура раствора – 100° С, время обработки – 45 мин. Плёнка матовая.

6. Тиосульфат натрия – 80, хлористый аммоний – 60, ортофосфорная кислота – 7, азотная кислота – 3.

Температура раствора – 20 °С, время обработки – 60 мин. Плёнка матовая.

После чернения стальных деталей их обрабатывают в течение 15 мин. в растворе калиевого хромпика (на 1 л берётся 120 г этого препарата) при температуре 60 °С. Затем детали промывают, сушат и покрывают любым нейтральным машинным маслом.

### ГОЛУБОЙ ЦВЕТ

1. Соляная кислота – 30, хлорное железо – 30, азотнокислая ртуть – 30, этиловый спирт – 120.  
Температура раствора – 20–25 °С, время обработки – до 12 ч.
2. Гидросернистый натрий – 120, уксуснокислый свинец – 30.  
Температура раствора – 90–100 °С, время обработки – 20–30 мин.

### СИНИЙ ЦВЕТ

Уксуснокислый свинец – 15–20, тиосульфат натрия – 60, уксусная кислота (ледяная) – 15–30.

Температура раствора – 80 °С. Время обработки зависит от интенсивности окраски.

## МЕДЬ

### СИНЕВАТО-ЧЁРНЫЕ ЦВЕТА

1. Едкий натр – 600–650, азотнокислый натрий – 100–200.  
Температура раствора – 140 °С, время обработки – 2 ч.
2. Едкий натр – 550, азотистокислый натрий – 150–200.  
Температура раствора – 135–140 °С, время обработки – 15–40 мин.
3. Едкий натр – 700–800, азотнокислый натрий – 200–250, азотистокислый натрий – 50–70.  
Температура раствора – 140–150 °С, время обработки – 15–60 мин.
4. Едкий натр – 50–60, персульфат калия – 14–16.  
Температура раствора – 60–65 °С, время обработки – 5–8 мин.
5. Сернистый калий – 150.  
Температура раствора – 30 °С, время обработки – 5–7 мин.

Для окрашивания меди в чёрный цвет применяют раствор так называемой серной печени. Её получают, сплавляя в железной банке 1 часть (по массе) серы с 2 частями углекислого калия (поташа), например 10 г серы и 20 г поташа. Углекислый калий можно заменить тем же количеством углекислого натрия или едкого натра. Вещества плавят в течение 10–15 мин., при этом постоянно помешивают.

Стеклообразную массу серной печени выливают на железный лист, остужают и дробят до порошка. Хранят серную печень в герметичной посуде.

Раствор серной печени готовят в эмалированной посуде из расчёта 30–150 граммов на 1 литр воды, температура раствора – 25–100 °С, время обработки определяется визуально.

Раствором серной печени, кроме меди, можно хорошо почернить и сталь, относительно удовлетворительно.

### **ЗЕЛЁНЫЙ ЦВЕТ**

Хлористая медь – 200, аммиак (25%-ный раствор) – 300, хлористый аммоний – 400, уксуснокислый натрий – 400.

Температура раствора – 15–25 °С. Интенсивность окраски определяют визуально.

### **КОРИЧНЕВЫЙ ЦВЕТ**

Хлористый калий – 45, сернокислый никель – 20, сернокислая медь – 100.

Температура раствора – 90–100 °С, интенсивность окраски определяют визуально.

### **БУРОВАТО-ЖЁЛТЫЙ ЦВЕТ**

Едкий натр – 50, персульфит калия – 8.

Температура раствора – 100 °С, время обработки – 5–20 мин.

### **ГОЛУБОЙ ЦВЕТ**

Тиосульфат натрия – 160, уксуснокислый свинец – 40.

Температура раствора – 40–100 °С, время обработки – до 10 мин.

## **ЛАТУНЬ**

### **ЧЁРНЫЙ ЦВЕТ**

1. Углекислая медь – 200, аммиак (25%-ный раствор) – 100.

Температура раствора – 30–40 °С, время обработки – 2–5 мин.

2. Двууглекислая медь – 60, аммиак (25%-ный раствор) – 500, латунь (опилки) – 0,5.

Температура раствора – 60–80 °С, время обработки – до 30 мин.

### **КОРИЧНЕВЫЙ ЦВЕТ**

1. Хлористый калий – 45, сернокислый никель – 20, сернокислая медь.

Температура раствора – 90–100 °С, время обработки – до 10 мин.

2. Сернокислая медь – 50, тиосульфат натрия – 50.

Температура раствора – 60–80 °С, время обработки – до 20 мин.

3. Сернокислый натрий – 100. Температура раствора – 70 °С, время обработки – до 20 мин.



4. Сернистая медь – 50, марганцевокислый калий – 5.  
Температура раствора – 18–25 °С, время обработки – до 60 мин.

#### **ГОЛУБОЙ ЦВЕТ**

- Уксуснокислый свинец – 20, тиосульфат натрия – 60, уксусная кислота (эссенция) – 30.  
Температура раствора – 80 °С, время обработки – 7 мин.

#### **ЗЕЛЁНЫЙ ЦВЕТ**

1. Сернистый никель-аммоний – 60, тиосульфат натрия – 60.  
Температура раствора – 70–75 °С, время обработки – до 20 мин.
2. Азотнокислая медь – 200, аммиак (25%-ный раствор) – 300, хлористый аммоний – 400, уксуснокислый натрий – 400.  
Температура раствора – 20 °С, время обработки – до 60 мин.

### **БРОНЗА**

#### **ЗЕЛЁНЫЙ ЦВЕТ**

1. Хлористый аммоний – 30, 5%-ная уксусная кислота – 15, средне-уксусная соль меди – 5.  
Температура раствора – 25–40 °С, время окраски определяется желаемой интенсивностью окраски бронзы (определяют визуально).
2. Хлористый аммоний – 16, кислый щавелевокислый калий – 4,5%-ная уксусная кислота – 1.  
Температура раствора – 25–60 °С, время окраски определяется желаемой интенсивностью окраски бронзы (определяют визуально).
3. Азотнокислая медь – 10, хлористый аммоний – 10, хлористый цинк – 10.  
Температура раствора – 18–25 °С, время окраски определяется желаемой интенсивностью окраски бронзы (определяют визуально).

#### **ЖЁЛТО-ЗЕЛЁНЫЙ ЦВЕТ**

- Азотнокислая медь – 200, хлористый натрий – 20.  
Температура раствора – 25 °С, время окраски определяется желаемой интенсивностью окраски бронзы (определяют визуально).

#### **ОТ СИНЕГО ДО ЖЁЛТО-ЗЕЛЁНОГО ЦВЕТА**

- В зависимости от времени обработки удаётся получить цвета от синего до жёлто-зелёного в растворе, содержащем углекислый аммоний – 250, хлористый аммоний – 250.  
Температура раствора – 18–25 °С.

#### **ПАТИНИРОВАНИЕ (ПРИДАНИЕ ВИДА СТАРОЙ БРОНЗЫ)**

- Серная печень – 25, аммиак (25%-ный раствор) – 10.  
Температура раствора – 18–25 °С.

## ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА

### ДО НАЧАЛА РАБОТЫ

1. Правильно надеть спецодежду: фартук с нарукавниками или халат (желательно фартук прорезиненный); головной убор – берет, косынку, завязанную без свисающих концов. Все работы выполняются только в резиновых перчатках.
2. Приготовить к работе инструменты и приспособления.
3. Убедиться в исправности местной вытяжной вентиляции. В случае неисправности немедленно сообщить учителю.
4. Помнить, что электролиты и их пары опасны для здоровья, поэтому не допускать попадания электролитов на кожу и не производить работу при бездействующей вентиляции.

### ВО ВРЕМЯ РАБОТЫ

1. Погружать изделие в ванну осторожно, не допуская разбрызгивания электролита. При выемке изделия подержать его над ванной, дать электролиту стечь, чтобы не замочить руки, одежду и пол.
2. Упавшие в ванну детали извлекать совком с длинной ручкой, специальными клещами, сеткой или спецэлектромагнитом. Запрещается доставать со дна ванны упавшие детали руками.
3. Попавший на открытую кожу электролит немедленно и тщательно смыть проточной водой (холодной) и 1%-ным раствором питьевой соды.
4. При переноске, переливании, а также заливке кислоты в ванну надеть защитные очки, прорезиненный фартук с нагрудником, резиновые перчатки.
5. Не наливать воду в кислоту, а наоборот, вливать кислоту в воду тонкой струёй, небольшими порциями при непрерывном помешивании.
6. При ожогах кислотой до обращения за медицинской помощью обожжённое место немедленно и тщательно промыть обильным количеством холодной воды, затем 1%-ным водным раствором питьевой соды, снова большим количеством воды, после чего смазать обожжённое место вазелином или глицерином, а при попадании кислоты в глаза немедленно промыть их холодной водой и 1%-ным раствором питьевой соды.

7. Чистку контактов, штанг и анодов производить только влажным способом в резиновых перчатках после отключения тока от ванны.

8. При всяком, даже незначительном, заболевании (головной боли, заболевании дыхательных путей, желудка, потливости, признаках «никельсвой экземы», раздражении или ранении кожи) немедленно обратиться за медицинской помощью, предупредив об этом учителя.

#### ПОСЛЕ ОКОНЧАНИЯ РАБОТЫ

1. Привести в порядок рабочее место. Все приспособления и инструменты промыть водой, вытереть и убрать на отведённые для них места.

2. При работе с кислыми электролитами уносить спецодежду домой категорически запрещается. Одежду необходимо хранить в специальном месте.

3. Привести себя в порядок. Вымыть руки, лицо тёплой водой с мылом, прополоскать рот водой.

Воронение, цвета побежалости, оксидирование, обезжиривание, декапирование, пассивирование.



1. Какие способы защиты металлов используются в практике?
2. Что такое воронение стали?
3. Что такое оксидирование металла?
4. Для чего проводится обезжиривание поверхности металлических деталей при оксидировании и химическом окрашивании?
5. Какую роль играют процессы декапирования, пассивирования?
- \*6. Как можно покрыть деталь из стали тонким слоем меди?
- \*7. Какие способы защиты деталей и изделий из окисляющихся металлов вы знаете?

## § 5. Художественная обработка металлов.

### Изделия из проволоки



Из металла и проката можно строить не только машины, механизмы или другие полезные вещи. Из проволоки можно изготовить многие красивые предметы, которые украсят дом, приусадебный участок, школьный двор. Например, можно сделать такие красивые подставки для цветов (рис. 110).

Подобные им изделия делают из стальной проволоки диаметром 2,5–3,5 мм, отделявая более тонкой проволокой. Отдельные части скрепляют пайкой (лучше твёрдыми припоями). Можно использовать для скрепления узлов мелкие заклёпки.

Изготовление изделий из проволоки проводится в следующей последовательности технологических операций.

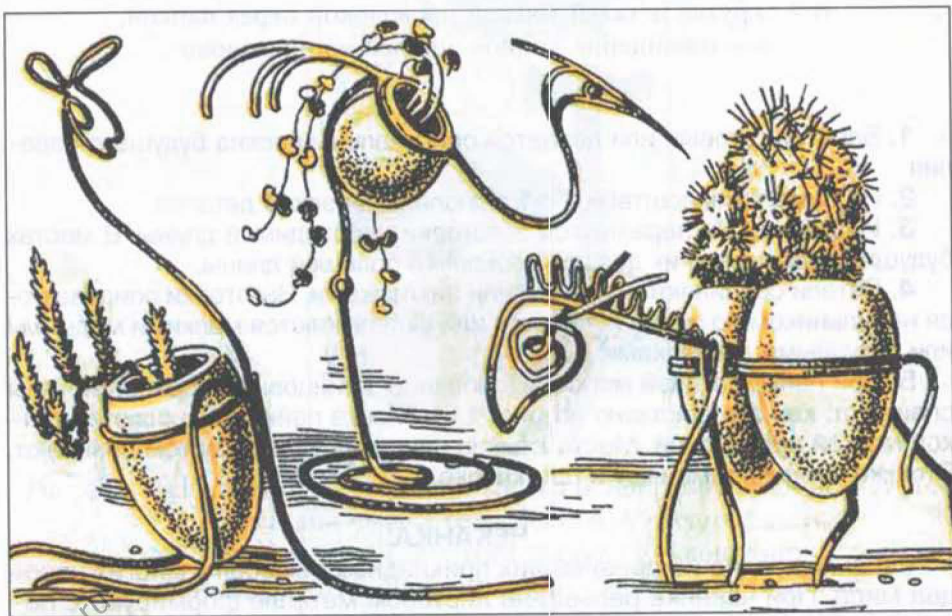


Рис. 110. Подставки для цветов художника В. Цигаля

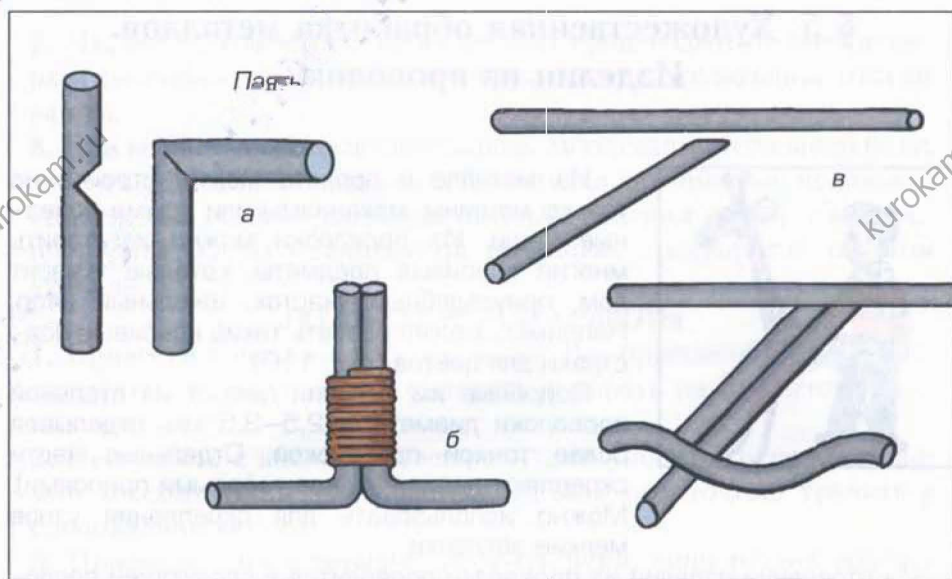


Рис. 111. Стыковка деталей из проволоки: а – сгибание под углом, б – скрутка деталей мягкой проволокой перед пайкой, в – соединение концов деталей из проволоки

1. Берётся готовый или делается оригинальный эскиз будущего изделия.
2. На бумаге в масштабе 1 : 1 выполняется эскиз деталей.
3. Из проволоки нарезаются заготовки необходимой длины. В местах будущих соединений их делают несколько большей длины.
4. Детали соединяются пайкой или заклёпками. Заготовки опиливаются напильником по месту и паяются или склёпываются мелкими медными или латунными заклёпками.
5. При пайке деталей мягкими (оловянно-свинцовыми) припоями узлы спаивают, как это показано на рис. 111. Места пайки соединяются тонкой мягкой проволокой. Места стыков спиливают на ус, потом спаивают. Этот же приём применяют и при клёпке.

### ЧЕКАНКА

Чеканки – одно из древнейших прикладных ремёсел у многих народов мира. При чеканке рельеф на листовом металле формируют с помощью специальных инструментов – чеканов и выколоточных молотков.

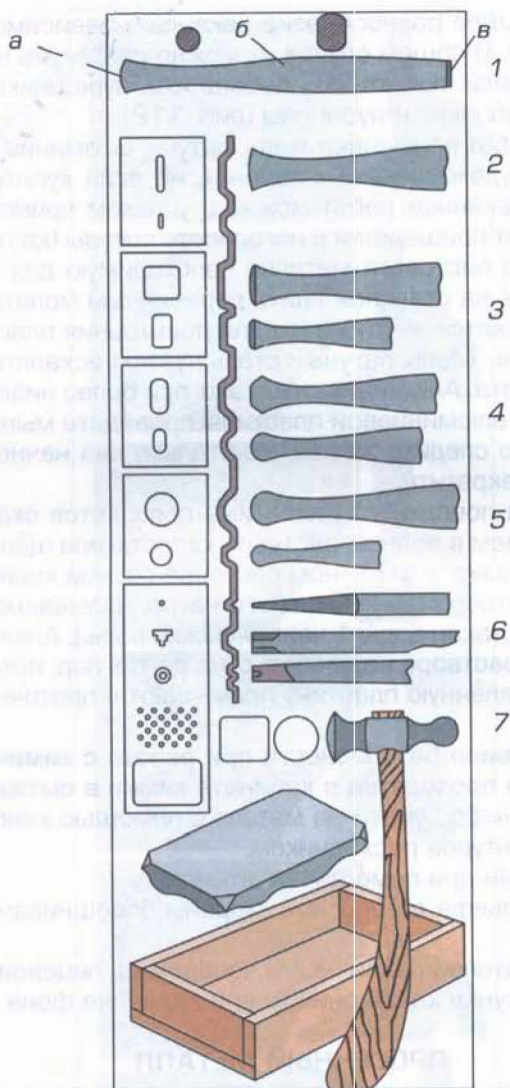


Рис. 112. Разновидности чеканов и следы, оставляемые ими на металле:

- 1 – общий вид чекана (*а* – боёк, *б* – средняя часть, *в* – ударная часть), 2 – расходники, 3 – лощатники, 4 – бобошники, 5 – пурошники, 6 – канфарник, пуансон и «трубочка», 7 – выколочный молоток, металлическая пластинка-заготовка и ящик со смолой или нетвёрдым асфальтом

Существует большое разнообразие чеканов в зависимости от формы бойка и назначения. В общем случае их можно разделить на семь основных видов: расходники, лощатники, бобошники, пурошники, канфарники, зернильники — «трубочки» и пуансоны (рис. 112).

Для чеканных работ применяют медь, латунь, алюминий. Листовой металл продаётся в художественных салонах, но если купить его нет возможности, то для чеканных работ можно с успехом применять кровельную жёсткий металл от пришедшей в негодность посуды (кастрюль, бидонов и т.п.). Вырежьте из листового металла необходимую для изделия пластину, выровняйте её на стальной плите деревянным молотком.

Если металл окажется жёстким, то для повышения пластичности пластину следует отжечь. Медь, латунь и сталь нужно раскалить до появления тёмно-красного цвета. Алюминий отжигают при более низкой температуре. На поверхности алюминиевой пластины проведите мылом черту и при отжиге внимательно следите за ней. Как только она начнёт чернеть, отжиг необходимо прекратить.

После отжига на поверхности пластины появляется окалина, которую удаляют отбеливанием в водном растворе кислоты или щёлочи. Медь, латунь и сталь отбеливают в 10%-ном растворе серной кислоты, а алюминий — в водном растворе двууглекислого натра, называемого в быту питьевой содой (на 1 стакан воды 1 чайная ложка соды). Алюминиевый лист кипятят в содовом растворе на слабом огне до тех пор, пока он не станет матово-белым. Отбелённую пластину промывают в проточной воде и высушивают.

**Соблюдайте правила безопасности при работе с химическими реактивами. Все работы проводятся в кабинете химии в вытяжном шкафу.**

1. Перевод рисунка с бумаги на металл с помощью канфарника.
2. Углубление контуров расходником.
3. Опускание фона при помощи лощатника.
4. Выколотка рельефа с обратной стороны бобошниками и пурошниками;
5. Проработка деталей различными чеканками с лицевой стороны.
6. Обработка рисунка канфарником или зернение фона.

### ПРОСЕЧНЫЙ МЕТАЛЛ

Изделия из просечного листового металла можно с успехом применить при оформлении беседок, навесов, загородных домов, ограждений балконов в городе (рис. 114). Просечным железом можно украсить интерьер детского домика, уголок сказок, прихожую в современной квартире.

Просечные украшения архитектурного декора выполняются из тонкой листовой стали, кровельного железа. Обычно кровельная сталь имеет толщину 0,35–0,8 мм, ширину 510–1250 мм и длину 710–2500 мм. Поскольку в ней содержится очень мало углерода, она обладает достаточно

kurokam.ru

kurokam.ru

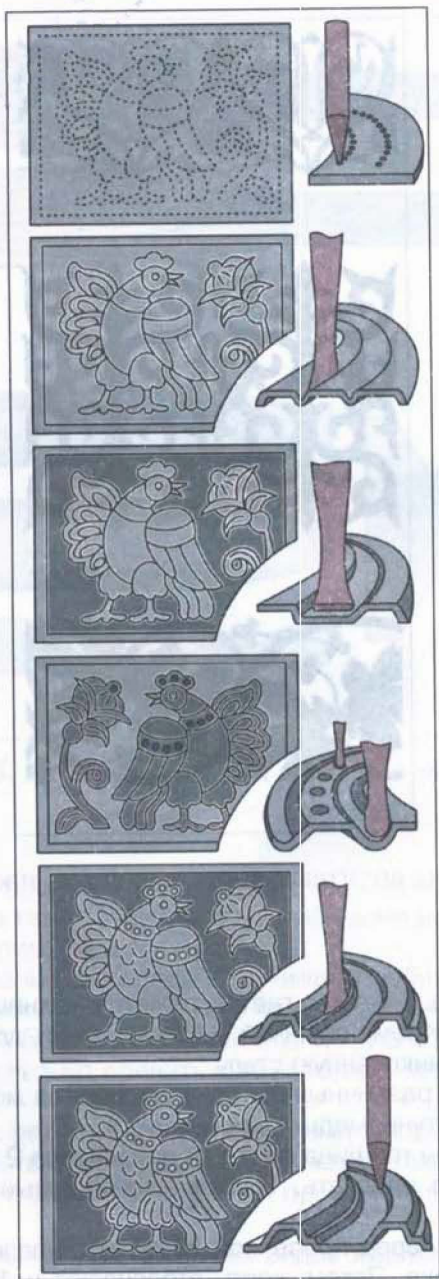


Рис. 113. Последовательность выполнения чеканки

kurokam.ru

kurokam.ru





Рис. 114. Элементы архитектурного декора из просечного железа

высокой пластичностью – легко гнётся, режется ножницами и просекается стальными сечками. Кроме обычной «чёрной» стали, для просечных работ можно применять оцинкованную сталь.

Для изготовления различных бытовых предметов можно использовать и другие металлы: латунь, медь и алюминий.

Желательно, чтобы толщина листа не превышала 2 мм, с толстым металлом очень трудно работать. Только алюминиевый лист может быть толще (около 3 мм).

Листовой металл перед просечкой обжигают, удаляют окалину и остатки сгоревшего лака. Затем жёсть отбеливают в 10%-ном растворе соляной кислоты.

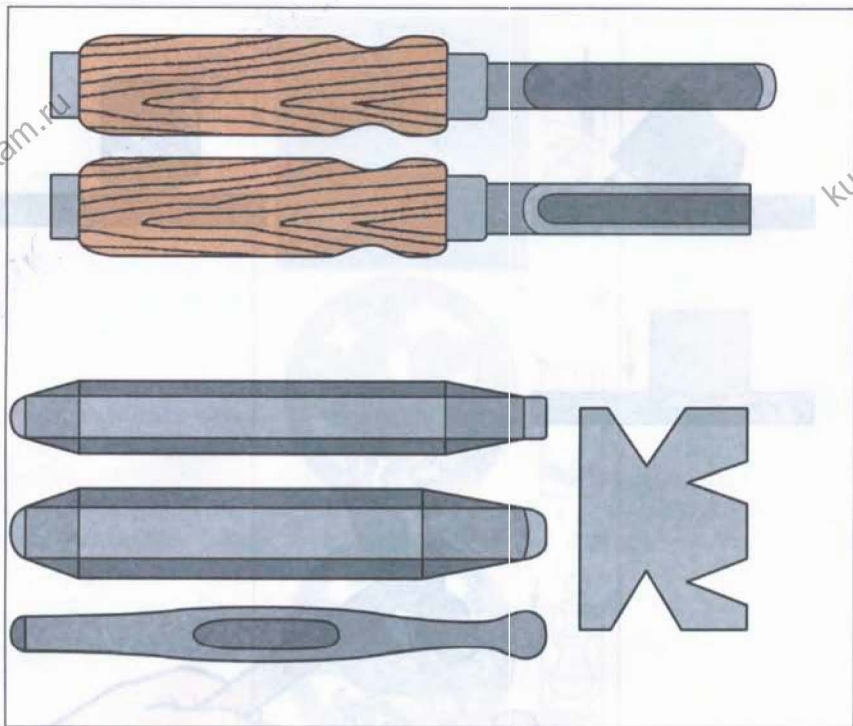


Рис. 115. Инструменты для просечки металла

Для выполнения просечки используют специальные сечки (полукруглые и желобковые), а также зубила с закруглёнными и прямыми лезвиями (рис. 115). Можно применять также чеканы.

Для просечки разных металлов затачивают зубила с разным углом заострения: для алюминия –  $35^\circ$ , для меди и латуни –  $40^\circ$ , для стали средней твёрдости –  $60^\circ$ , для твёрдой стали –  $70^\circ$ . Для контроля углов заточки зубил желательно сделать специальный металлический шаблон (рис. 115).

Приёмы работы с режущими инструментами показаны на рис. 116.

Последовательность операций по выполнению технологического процесса изготовления изделия технологией просечки металла показана на рис. 117.

Кроме приведённых в учебнике трёх видов художественной обработки металлов, существуют и другие технологии декоративного оформления изделий из металла.

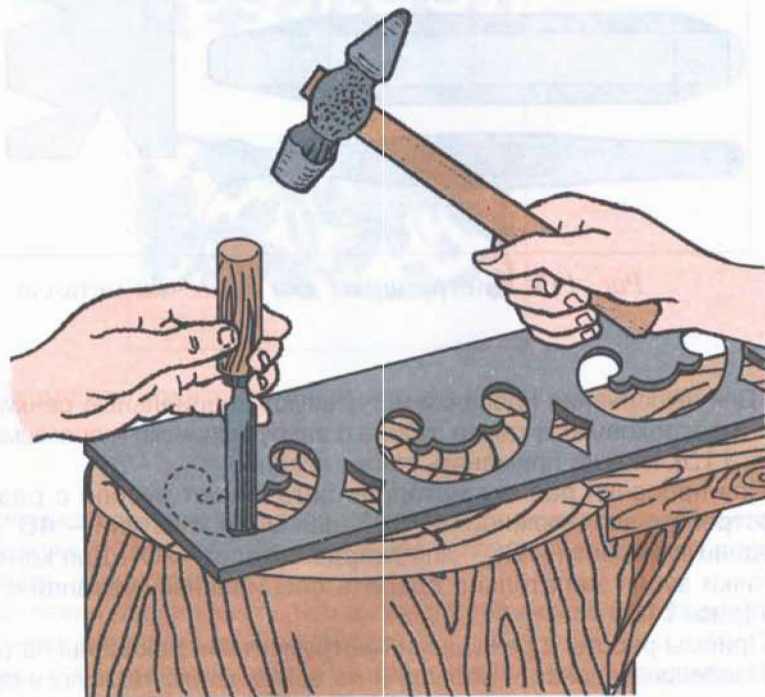
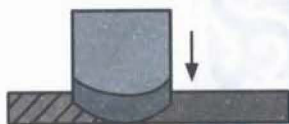
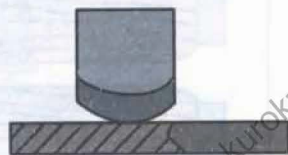
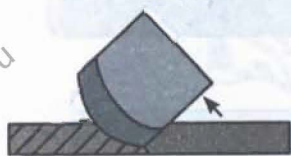


Рис. 116. Техника просечки

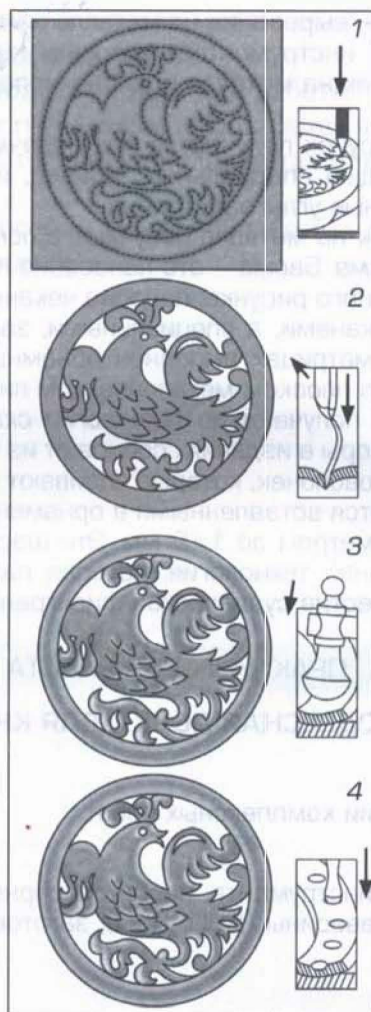


Рис. 117. Последовательность операций выполнения просечного декора: 1 — перевод рисунка на заготовку канфарником или кернером, 2 — просекание металла по размеченным контурам, 3 — обработка просечного ажюра выколочным молотком на свинцовой плите, 4 — нанесение полусферическим чеканом углублений

Это *гравирование* – вырезание на металле неглубокого рисунка с помощью специальных инструментов, которые называются штихелями. Штихели режут рисунок на металле подробно маленькой стамеске, режущей дерево.

Более глубокий рисунок получается *при насечке по металлу*. Насечка выполняется с помощью специальных зубилец, имеющих разные виды режущей насти и разные углы заострения.

Рельефный рисунок на металле получают с помощью технологии, которая называется *басма*. Басма – это нанесение на тонкий листовой металл объёмного печатного рисунка, подобно чеканке. Но при басме рисунок выполняют не чеканками, а специальными, заранее изготовленными матрицами. На этих матрицах выполнен объёмный рисунок, который и выштамповывается на плоском металлическом листе.

Красивые изделия получают по технологии *скани*. Скать – это ювелирная технология. Узоры в изделиях собирают из тонких витых или гладких металлических проволочек, которые спаивают между собой. Узоры из проволочки дополняются вставленными в орнамент мелкими металлическими шариками диаметром до 1/2 мм. Эти шарики называют *зернью*. Получается комплексная технология, которая называется *филигранью*. В России широко известна суздалская филигрань.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

### ПОДВЕСНАЯ ПОЛКА ДЛЯ КНИГ

#### Цель работы:

освоение технологии комплексных работ.

#### Оборудование:

набор столярного инструмента, набор слесарного инструмента, заготовка для полки и древесины (ДВП, ДСП), заготовки из проволоки, чертёжный инструмент.

#### Задание:

1. Выполните эскиз полки для книг с боковыми стенками из проволоки диаметром 3–4 мм и деревянной доской–основанием.
2. Разработайте технологическую карту.
3. Изготовьте полку по технологической карте.

Чеканка, просечной металл, гравирование, насечка по металлу, басма, скать, филигрань.



1. Какой сортовой прокат можно использовать для художественно-прикладных работ?
2. Как подготовить металл для работы?
3. Какими инструментами выполняется чеканка и просечка?
4. Как наносится рисунок на металлическую заготовку для чеканки?
5. Каким способом можно обработать изделие после чеканки или просечки?



## ГЛАВА VI

# Технологии изготовления изделий из пластмасс

### § 1. Классификация пластмасс



Пластмассы – это искусственные, т.е. созданные человеком, материалы на основе высокомолекулярных веществ – полимеров синтетического или природного происхождения. Эти вещества смешиваются с наполнителями, и получается композитный (соединённый, сбалансированный) материал. Виды этих материалов даны на схеме.

Полимеры, являясь связующим компонентом, дали начало производству различных искусственных материалов.

#### Виды искусственных материалов

*Пластмассы* – материалы, способные приобретать заданную форму при нагревании под давлением и устойчиво сохранять её после охлаждения.

*Эластомеры* обладают в широком интервале температур высокоэластичными свойствами.

Химические волокна применяются для изготовления пряжи и текстильных изделий, синтетической бумаги. К ним относятся капрон, лавсан (полиэтилентерефталат), вискозные волокна (на основе целлюлозы) и другие.

*Лакокраски* – плёнкообразующий материал, применяют для получения защитных, декоративных, электроизоляционных покрытий на различных изделиях. К ним относятся алкидные лаки – ПФ, эпоксидные – ЭП, нитроцеллюлозные – АЦ и другие.

Полимеросодержащие искусственные конструкционные материалы – строительные, декоративные – композиционные материалы. К ним относятся пластбетон (полимербетон) – применяется для покрытия дорог, мостов, полов в производственных цехах; полимерцемент применяют для заделки стыков между бетонными конструкциями, наружной и внутренней отделки зданий; искусственные пиломатериалы – ДСП, ДВП, бакелизованная фанера – пищевые упаковочные материалы и др.

**Герметики** – полимерные композиции (пасты, замазки, растворы), обеспечивающие непроницаемость болтовых, заклёпочных соединений, конструкционных швов между деталями, различных дефектов.

**Компаунды** – полимерные композиции, предназначенные для заливки или пропитки токопроводящих схем и деталей в электротехнической, радиотехнической электронной аппаратуре.

**Иониты** – синтетические ионообменные смолы – практически нерастворимые синтетические вещества, способные к ионному обмену при контакте с растворами электролитов. Применяют для очистки сточных вод, лекарственных средств, сахара, при водоподготовке.

**Пластмасса** – это полимерный композиционный материал на полимерной основе искусственного или синтетического происхождения, способный приобретать заданную форму при нагреве под давлением и устойчиво сохранять её после охлаждения.

Пластические материалы классифицируются по нескольким признакам: по происхождению и по составу.

**Искусственные пластмассы** – в основе лежат полимеры природного происхождения (целлюлоза, натуральный каучук и др.). Из искусственных





пластмасс широкое распространение имеют этролы – пластмассы на основе эфиров целлюлозы.

*Синтетические пластмассы* – в основе лежат полимеры синтетического происхождения (эпоксидные смолы, фенолоформальдегидные смолы, полифлефины, полиуретаны и др.).

К ним относятся: полиэтилен, оргстекло, текстолит, пенопласт и другие. В современной промышленности искусственные пластмассы успешно заменяются синтетическими.

В зависимости от вида связей между молекулами полимеров и их поведения при повышенных температурах пластмассы разделяют на термопластичные (термопласты) и реактопластичные (реактопласты).

*Термопласты* получают на основе полимеров, молекулы которых связаны слабыми межмолекулярными силами. Наличие таких межмолекулярных связей позволяет полимеру много раз размягчаться при нагревании и твердеть при их охлаждении, не теряя свои первоначальные свойства. К ним относятся: полиэтилен, оргстекло, капрон и другие.

*Реактопласты* получают на основе полимеров, молекулы которых наряду с межмолекулярными силами могут связываться химически под действием тепла, ультрафиолетового и других излучений или при введении отвердителей. В результате такого воздействия образуется неплавкий и нерастворимый материал. Реактопласты обычно содержат большое количество наполнителя. К ним относятся: текстолит, гетинакс, резит, пластмассы на основе эпоксидной смолы и др.

В зависимости от способности сопротивляться деформированию растяжения пластмассы разделяют на пластики и эластики.

*Пластики* – это жёсткие пластмассы, которые имеют незначительное относительное удлинение при нагрузках. Большинство производимых марок пластмасс жёсткие.

*Эластики* – это мягкие пластмассы. Они имеют при нагрузках большое относительное удлинение и малую жёсткость.

К ним относятся:

1. *Уретановые эластомеры*: поролон, лайкра и др. Превосходят все известные эластомеры по износостойкости.

2. *Термоэластопласты* при обычных температурах обладают свойствами резин, а при повышенных температурах – текучестью термопластов. Таковыми являются наполненные синтетические каучуки, некоторые уретановые эластомеры.

По составу пластмассы разделяют на ненаполненные и наполненные.

*Ненаполненные* пластмассы – это полимеры в чистом виде с небольшим вводом добавок: пластификаторов, красителей, стабилизаторов, придающих дополнительные свойства – окрас, пластичность, замедление старения. К ним относятся: полиэтилен, полипропилен, оргстекло, капрон, резит, эпоксидная смола и др.

**Наполненные пластмассы** – это сложные композиции, содержащие, кроме полимера, добавки – наполнители (50–70% массы). Наполнители вводят в пластмассы в виде порошка, волокон или листов с целью придания необходимых эксплуатационных свойств (например, прочности), облегчения обработки, увеличения объёма пластмасс. В зависимости от наполнителя можно выделить следующие виды пластмасс.

### **Классификация пластмасс по наполнителям**

**Минералосодержащие пластмассы** – наполнителем могут быть тальк, меп, слюда, кварц, каолин.

**Органопластики** – наполнителем могут быть хлопчатобумажная ткань, растительные и химические волокна, бумага.

**Древесно–пластические массы (древесные пластики)** – наполнитель: древесная мука, опилки, стружка, древесные волокна, обрезки шпона.

**Асбобластики** – термостойкие пластмассы на основе асбестового наполнителя и терморезистивного связующего.

**Стеклопластики** – наполнитель: стекловолоконистые материалы в виде тканей (стеклотекстолит), рубленых волокон (стекловолокнит), нитей, жгутов.

**Графитопласты** – пластмассы, в которых наполнителем являются графит или угольные продукты (кокс, термоантрациты и др.), а связующим – синтетические смолы.

**Боропластики** содержат в качестве наполнителя борные волокна, связующими служат главным образом терморезистивные полимеры.

**Углепластики** – пластмассы, содержащие в качестве упрочняющего наполнителя углеродные волокна (в виде жгутов, лент, рубленых волокон).

**Металлополимеры (металлонаполненные пластики)** – пластмассы, содержащие металлический наполнитель в виде порошков или волокон.

**Газонаполненные пластмассы (пенопласты)** – вспененные пластмассы, наполнитель – газ (преимущественно воздух).



1. Назовите материалы, в состав которых вводят полимеры.

2. Вставьте пропущенные слова.

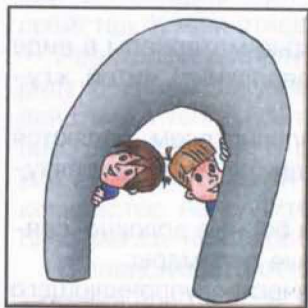
Пластмасса – это \_\_\_\_\_ материал на полимерной основе искусственного или \_\_\_\_\_ происхождения, способный приобретать заданную \_\_\_\_\_ при нагреве под давлением и устойчиво сохранять её после охлаждения.

3. Как делятся все искусственные материалы?

4. В чём отличие термопластов от реактопластов?

- \*5. Чем вызвана, по вашему мнению, способность эластиков к обратимым деформациям растяжения?
6. В чём особенность ненаполненных пластмасс?
7. Какую роль играют наполнители в наполненных пластмассах?
8. Назовите виды пластмасс в зависимости от наполнителя.

## § 2. Техничко-технологические сведения о пластмассах



Напомним, пластмасса – это полимерный композиционный материал искусственного или синтетического происхождения, получаемый химической промышленностью, способный приобретать заданную форму при нагреве под давлением и устойчиво сохранять её после охлаждения.

Для пластмасс характерны малая плотность, высокая устойчивость против коррозии, высокие электроизоляционные, теплоизоляционные, шумо- и вибропоглощающие свойства. По своим антифрикционным свойствам (сопротивление износу деталей, которые работают в условиях трения, например подшипники) большинство пластмасс значительно превосходит лучшие антифрикционные сплавы металлов.

Многие типы пластмасс при использовании их для подшипников не требуют смазки, другие же могут «смазываться» просто водой. Обычно пластмассы имеют блестящую поверхность, не нуждающуюся в полировке, лакировке или поверхностной окраске. Внешний вид их не изменяется от обычных атмосферных воздействий.

Пластмассы могут окрашиваться в любой цвет или оставаться прозрачными, что придаёт материалу высокие декоративные качества. По методам переработки пластмассы имеют значительные преимущества перед многими другими материалами (отсутствие отходов производства – стружки, широкая возможность автоматизации производства, меньшая трудоёмкость изготовления изделий).

Следует отметить и некоторые недостатки материала, которые современная химическая наука пытается небезуспешно устранить.

К ним относятся: *низкая теплостойкость*; *хрупкость при низких температурах* (удовлетворительный рабочий интервал температур большинства пластмасс от  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ); *ползучесть* (медленная непрерывная пластическая деформация под воздействием механического напряжения или постоянной нагрузки) выше, чем у металлов; *старение пластиков* (снижение первоначальных прочностных свойств под воздействием времени, температуры, различных сред) протекает интенсивнее, чем у металлов; *низкая теплопроводность материала* ограничивает его использование в деталях машин, в которых необходим быстрый отвод больших количеств теплоты (ниже теплопроводности металлов в 500–600 раз); *твёрдость пластмасс невысокая*.

Основу пластмасс составляют полимеры, от типа и количества которых зависят физические, механические и технологические свойства материала. *Полимеры* – высокомолекулярные соединения, имеющие линейную, разветвлённую и пространственную сетчатую структуру (рис. 118).

Линейные и разветвлённые полимеры служат основой термопластичных пластмасс.

Полимеры, способные образовывать пространственные структуры, служат основой термореактивных пластмасс. При производстве пластмассового изделия полимер термо- и реактопластов находится в вязко-

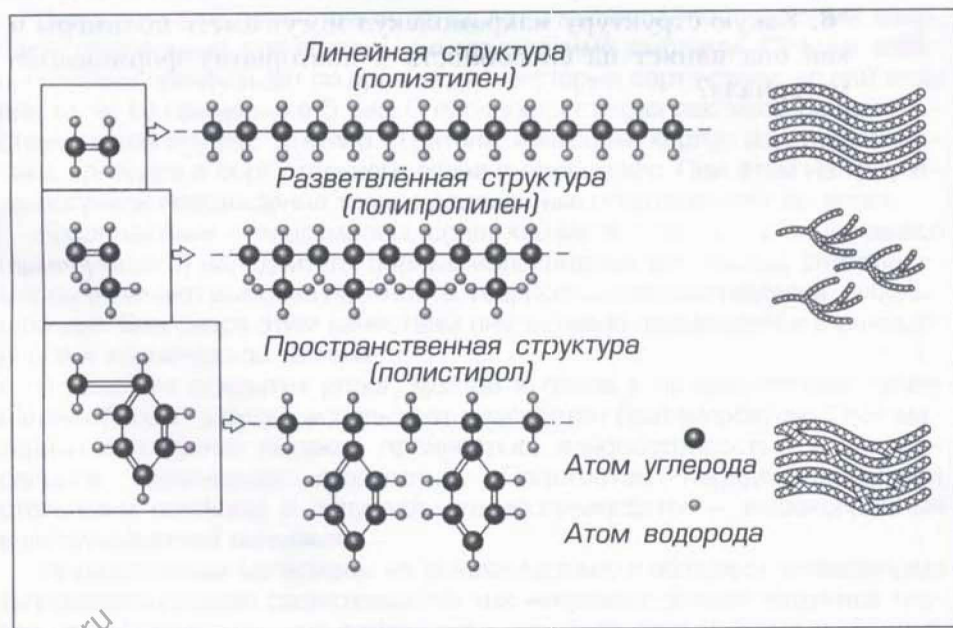


Рис. 118. Молекулярная структура полимеров

текущем состоянии (аморфном), а при его эксплуатации – в стеклообразном (кристаллическом).

Термопласты благодаря структуре полимера способны формоваться в изделия многократно.

Реактопласты формируются один раз – при их изготовлении.

Плывучесть пластмасс, старение пластмасс, линейные полимеры, пространственные (сетчатые) полимеры.



1. Какой материал называют пластмассой?
2. Какие свойства характерны для большинства видов пластмасс?
3. Какие преимущества имеет пластмасса перед другими материалами?
4. Какие основные недостатки в настоящее время имеют пластические материалы?
5. Как называют материал, составляющий основу всех пластиков?
- \*6. Какую структуру макромолекул могут иметь полимеры и как она влияет на способность к повторному формованию материала?

### § 3. Технологические свойства и применение пластмасс



Мы продолжаем знакомство с современными пластическими материалами, находящими широкое применение в различных отраслях промышленности и быта. В таблице приведены свойства и область применения искусственных материалов.

#### ЭТО ИНТЕРЕСНО

В 1940 г. в Германии был получен *металлопласт* — конструкционный материал, представляющий собой металлический лист с полимерным покрытием. Металлопласты нашли широкое применение в производстве кузовов автомобилей, корпусов бытовой техники, кровельных материалов (металлочерепица).

Очень ценными свойствами обладают *стеклопластики*, которые получают, пропитывая стеклоткань синтетическими смолами. Лучшие стеклопластики превосходят по прочности некоторые сорта стали, но при этом они легче её примерно в 5 раз. О прочности стеклопластиков свидетельствует такой случай. Траулер «Тритон», имеющий корпус из стеклопластика, врезался в борт стального судна и пробил его. При этом на траулере получили повреждения только деревянные и металлические части.

*Боропластики* — пластмассы, содержащие в качестве упрочняющего (армирующего) наполнителя борные волокнистые материалы. Эти пластмассы отличаются высокой прочностью, твёрдостью, износостойкостью, небольшим весом. Благодаря этим качествам они активно применяются в авиационной и космической технике.

В качестве покрытия дорог, мостов и полов в промышленных помещениях (цехах) широко используют *пластбетон (полимербетон)*. Этот материал отличается высокой прочностью, износостойкостью и универсальной химической стойкостью. Пластбетон нередко армируют стальными прутьями и получают *сталеполимербетон* — высокопрочный конструкционный материал.

*Искусственные материалы на основе керамики* обладают уникальными теплоизолирующими свойствами. Из них, например, делают наружное теплоизоляционное покрытие космических кораблей типа «Шаттл» и «Буран».

ИЗУЧЕНИЕ ВИДОВ ПЛАСТМАСС

**Цель работы:**

научиться подбирать пластмассы для изделия.

**Задание:**

1. Изучите образец пластмассы.
2. Определите свойства пластмассы.
3. Заполните таблицу в тетради по образцу.



Название пластмассы	Полиэтилен
Вид пластмассы по отношению к повторному формованию	Термопласт
Вид пластмассы по составу	Ненаполненный
Физико-химические свойства пластмассы	Диэлектрик, высокая химическая стойкость
Механические свойства	Прочный, низкая твёрдость
Применение	Плётки, трубы, тара, медицинские, электротехнические, машиностроительные

## СВОЙСТВА И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ПЧАСТМАСС

Физические	Химические	Механические	Применение
Полистирол (ПС) (термопласт)			
Модификации: 1. Ударопрочный полистирол. 2. АБС – пластик			
$\gamma$ = плотность в системе СИ $\gamma = 1050-1080$ кг/м <sup>3</sup>	Химически стоек: не растворяется в воде, спиртах, слабых растворах кислот, щелочей	Высокая жёсткость, хрупкий, склонен к растрескиванию. Более высокая ударная вязкость. Более высокая механическая прочность и эластичность	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Конструкционный материал (корпуса радио- и телеаппаратуры), детали автомобилей.</li> <li>2. Электроизоляционный материал (в виде плёнок, нитей и др.).</li> <li>3. Декоративно-отделочный материал.</li> <li>4. Изготовление предметов широкого потребления (игрушки, посуда разового пользования, осветительная аппаратура)</li> </ol>
Полиамиды (термопласты). Торговые марки: 1. Капрон (Россия), нейлон (США)			
$\gamma = 1,04-1,15$ г/см <sup>3</sup> в системе СИ $\gamma = 1040-1150$ кг/м <sup>3</sup> Диэлектрик, повышенная электризуемость	Химически устойчивы. Растворяются в концентрированной серной кислоте. Большое влагопоглощение	Более высокие механические свойства, чем у других термопластов	1. Детали машин (подшипники скольжения, зубчатые колёса)



Физические	Химические	Механические	Применение
<p><math>\gamma = 1,4-1,5 \text{ г/см}^3</math> в системе СИ  <math>1400-1500 \text{ кг/м}^3</math></p> <p>Высокая прочность и эластичность фенолона</p>	<p>У фенола влагопоглощение меньше, чем у капрона</p>	<p>Высокая прочность, износостойкость</p>	<p>2. Электрдиэляционные детали, низкого напряжения.</p> <p>3. Рыболовные снасти.</p> <p>4. Синтетическое окно для текстильной промышленности</p>
Фторопласты (термопласт). Торговая марка: торлон-4 (Россия), тефлон (США)			
<p><math>\gamma = 2,15-2,24 \text{ г/см}^3</math> в системе СИ  <math>\gamma = 2150-2240 \text{ кг/м}^3</math></p> <p>Температура эксплуатации: от <math>-269 \text{ }^\circ\text{C}</math> до <math>+260 \text{ }^\circ\text{C}</math>, отличный диэлектрик</p>	<p>Не растворяется в органических растворителях, атмосферно- и химически стойки</p>	<p>Эластичен и хладотекуч, износостойкий</p>	<p>1. В производстве изделий электротехники, радиотехники, химической промышленности (тонкостенные трубы, оболочка кабелей, электроизоляционные плёнки).</p> <p>2. Детали машин (подшипники, уплотнители, поршневые кольца).</p> <p>3. Протезы органов человека</p>

Физические	Химические	Механические	Применение
Древесно-слоистые пластики (ДСП-А, ДСП-Б, ДСП-Г), реактопласт на основе шпона и бакелита (полуфабрикат, выпускаемый в виде плит и листов)			
$\gamma = 1,3 \text{ г/см}^3$ в системе СИ $\gamma = 1300 \text{ кг/м}^3$ Диэлектрик нагревоморозостойкий. Температура эксплуатации до $+180 \text{ }^\circ\text{C}$	Стойки в трансформаторном масле, моторном и др. средах; нестойки в окислителях, сильных кислотах и щелочах	Высокие прочностные свойства и износостойкость, хорошо перерабатываются в изделия на станочном оборудовании	Конструкционный и антифрикционный материал в машиностроении и судостроении. Электроизоляционный и конструкционный материал для деталей аппаратуры высокого напряжения

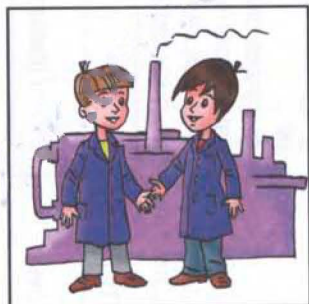
$\gamma$  – плотность материала,  $\text{г/см}^3$ . В системе СИ –  $\text{кг/м}^3$ .

$T_{\text{разм}}$  – температура размягчения пластика.

$t_M$  – предельная температура морозостойкости.

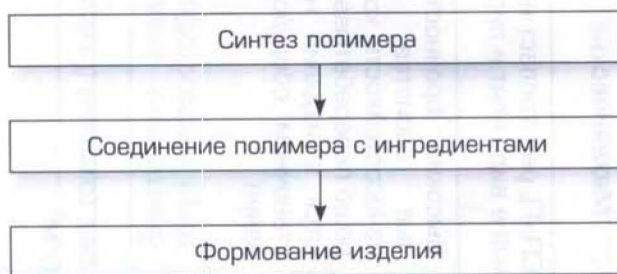


## § 4. Промышленные технологии изготовления изделий из пластмасс



Изготовление пластмассовых изделий ведётся на химических предприятиях, получаемая при этом продукция не нуждается в дальнейшей переработке и может сразу поступать потребителю.

При производстве пластмасс условно выделяется три основных этапа.



### Этап I. Синтез полимера

Промышленное производство пластмасс начинается с получения полимера – основного компонента материала. Газы (например, этилен, пропилен) или жидкие продукты (например, стирол, формальдегид) поступают на химическое предприятие по трубам или в железнодорожных цистернах с нефтеперерабатывающего предприятия. Из данного сырья синтезируют («синтез» от греч. *synthesis* – соединение, составление) полимер в специальных аппаратах – реакторах полимеризации. В них происходит химическая цепная реакция – получение из небольших молекул *макромолекул*.

В зависимости от структуры синтезированного полимера (линейной, разветвлённой или сетчатой) будет получен либо термопластичный материал, либо реактопластичный материал. Синтезированный полимер выходит из реактора в виде:

- **порошка** (кристаллическое состояние);
- **расплава полимера** (вязкотекучее состояние) – по мере застывания расплава полимер нарезают **гранулами** (3–5 мм);
- **смолы** (не застывающее вязкотекучее состояние);
- **латекса** (водной дисперсии полимера; слово «дисперсия» происходит от лат. «рассылаю, рассеиваю»).

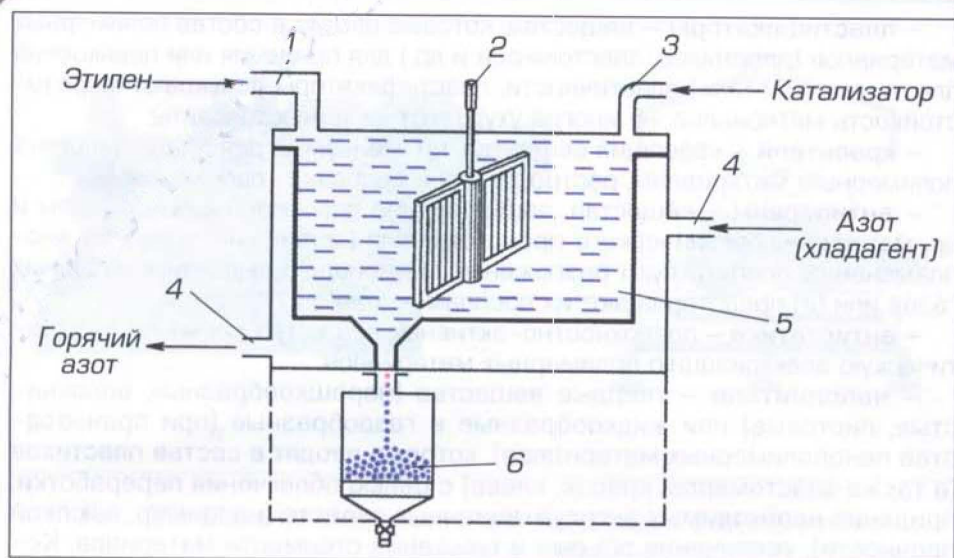


Рис. 119. Процесс синтеза полиэтилена: 1 – ввод газа этилена, 2 – устройство для перемешивания компонентов, 3 – ввод катализатора, 4 – линии входа и выхода азота – инертного газа – для поддержания рабочей температуры +50 °С, 5 – ёмкость с катализатором, 6 – бункер для полученного порошкообразного полиэтилена

Например, для получения твёрдого полиэтилена берут газообразный этилен, подают его под давлением в реактор, там с помощью *инициатора* (вещества, возбуждающего химическую реакцию) и *катализатора* (вещества, ускоряющего химическую реакцию) получают полиэтилен в виде порошка (рис. 119).

## Этап II. Соединение полимера с ингредиентами (добавками)

### Виды ингредиентов, входящих в состав пластмассы

Полимер является основным компонентом пластических материалов, но не единственным. Для улучшения характеристик материала – механической прочности, эластичности, долговечности и других, а также придания материалу особых свойств (например, электропроводности) – полимер соединяют с дополнительными ингредиентами. Основными ингредиентами являются:

– **стабилизаторы** – специальные вещества, тормозящие старение полимера;

– **пластификаторы** — вещества, которые вводят в состав полимерных материалов (пластмасс, эластомеров и др.) для придания или повышения пластичности и (или) эластичности; пластификаторы повышают морозостойкость материалов, но иногда ухудшают их теплостойкость;

– **красители** — красящие вещества, применяемые для придания цвета полимерным материалам; растворяются в расплавах полимеров;

– **антипирены** — вещества, защищающие пластмассы, эластомеры и др. материалы органического происхождения (древесина, ткани) от воспламенения; препятствуют разложению материала с выделением горячих газов или (и) предотвращают их воспламенение;

– **антистатики** — поверхностно-активные вещества, понижающие статическую электризацию полимерных материалов;

– **наполнители** — твёрдые вещества (порошкообразные, волокнистые, листовые) или жидкообразные и газообразные (при производстве пенополимерных материалов), которые вводят в состав пластиков (а также эластомеров, красок, клеев) с целью облегчения переработки, придания необходимых эксплуатационных свойств (например, высокой прочности), увеличения объёма и снижения стоимости материала. Количество наполнителя составляет обычно 50–70% массы пластика, но может изменяться и в широких пределах (объём газовой фазы у некоторых пенополиуретанов достигает 97%). Наиболее распространённые наполнители — высокодисперсные (порошковые) твёрдые продукты (сажа, графит, мел, тальк, слюда,  $\text{SiO}_2$ , каолин). Используются также органические, углеродные, борные, стеклянные, асбестовые, химические волокна, волокна некоторых металлов (усы), листовые материалы (ткани, бумага, шпон, металл). Основной наполнитель пенопластов — газ (воздух, азот).

Вводят ингредиенты в зависимости от специфики технологического процесса как после синтеза полимера, так и во время синтеза, например при производстве пенопластов.

Пластмассы, которые включают в себя **ингредиент-наполнитель**, называют **наполненные (гетерогенные) пластики**.

Пластмассы, которые не имеют наполнителя, называют **ненаполненные (гомогенные) пластики**.

В композиционном составе пластмасс первые пять ингредиентов являются добавками, которые вводят по мере необходимости как в наполненные, так и в ненаполненные пластики. Вводимые добавки составляют не более 5% от всей массы материала.

### **Методы соединения ингредиентов с полимером**

**1. Смешение** полимера с ингредиентами в специальных **смесителях**, или **экструдерах** (рис. 120, а).

**2. Вальцевание** полимера с ингредиентами на вальцах — машинах, рабочим органом которых являются полые цилиндры — вальцы, распо-

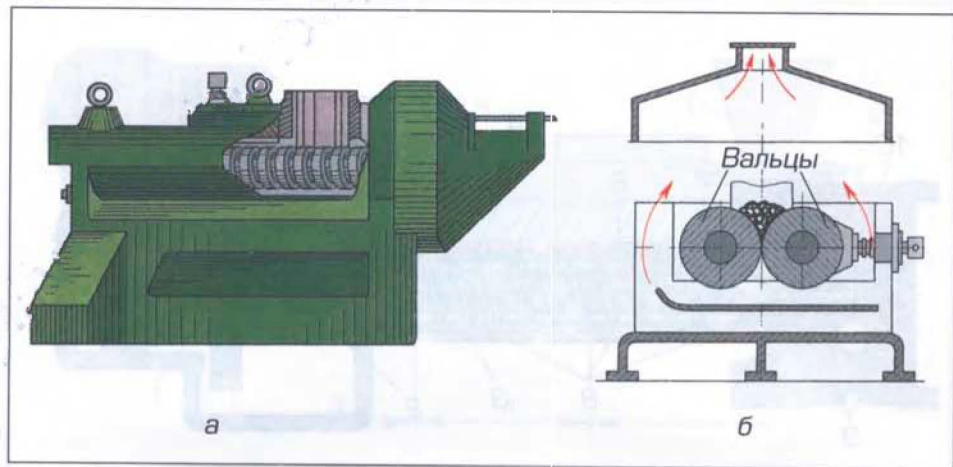


Рис. 120. Машины для соединения полимера с ингредиентами:  
*а* – экструдер, *б* – вальцы

женные горизонтально и вращающиеся навстречу друг другу с различной окружной скоростью (рис. 120, б). Соединяемые материалы после многократного пропуска через зазор между вальцами **деформируются, разогреваются и интенсивно перемешиваются.**

**3. Растворение** ингредиента в расплавах термопластичных полимеров или смолах при помощи якорных или лопастных смесителей.

#### Методы соединения наполнителя с полимером

**1. Механическое смешение** наполнителя с полимерами в смесителях или на вальцах (так соединяют высокодисперсные порошковые наполнители).

**2. Обработка наполнителя жидким полимером (пропитка или напыление):**

- листовые наполнители пропитывают жидким полимером (смолой, расплавом или раствором полимера), собирают в пакет, прессуют и отверждают в пресс-камерах или термошкафах (*способ: послойная выкладка*);

- волокнистые наполнители (нити, жгуты, ленты и др.) пропитывают жидким полимером с последующим протягиванием через формирующую фильеру (*способ: протяжка*) или наматывают на вращающуюся оправку под разными углами к её оси (*способ: намотка*). Отверждение проводят в термокамерах.

**3. Непосредственное образование полимерных цепей на поверхности наполнителя (прививка), формирование пластмассовых изделий.** Процесс производства пластмассы носит непрерывный характер – от синтеза полимера до готового изделия.

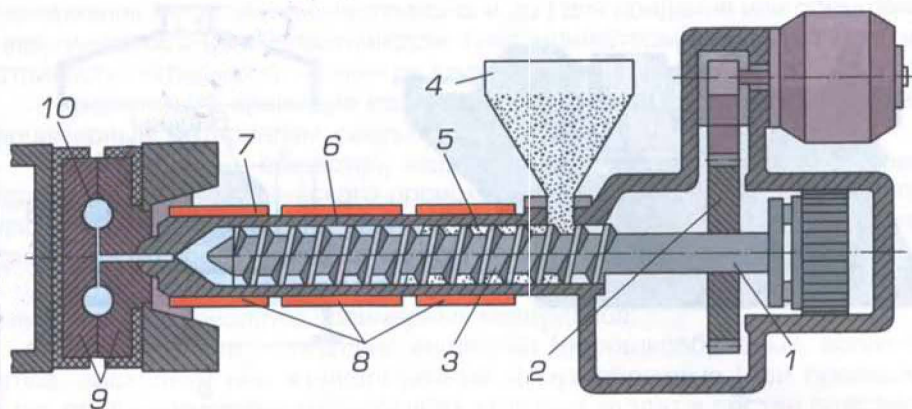


Рис. 121. Машина для литья изделий из полимерных материалов:  
 1, 2 – механизм привода вращения подающего червяка,  
 3 – червяк подачи полимера в литьевую форму, 4 – бункер с порошком полимера, 5 – порошкообразный нагреваемый полимер, 6 – расплавленный полимер, 7 – подающий цилиндр, 8 – нагреватели, 9 – форма для литья, 10 – отливаемое изделие из полимера

### Этап III. Формование пластмассовых изделий

Подготовленный на этапе II материал в виде **гранул** (мелких зёрен), **пресс-порошка** либо **жидкого полимера** с введёнными ингредиентами перерабатывается в изделие – **формируется**.

В современной технологии производства пластмасс выделяются следующие основные методы формования материала в изделия:

1. Литьё под давлением.
2. Экструзия.
3. Прессование.
4. Штампование.
5. Каландрирование.
6. Спекание.

**Литьё под давлением** производится при помощи **литьевой машины** – в обогреваемом цилиндре машины (рис. 121) гранулированный или порошкообразный материал размягчается (плавится) и перемешивается. **Расплав впрыскивается в замкнутую литьевую форму** по её литнико-

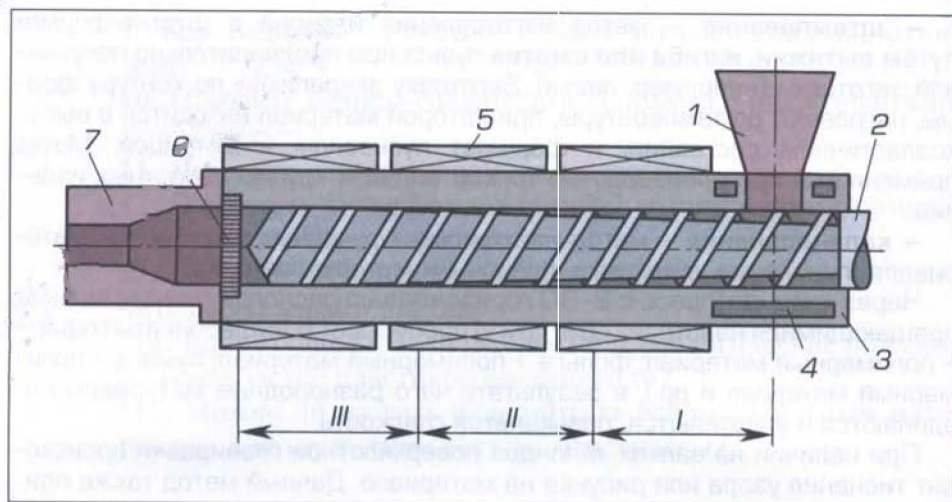


Рис. 122. Экструдер: I, II, III – технологические зоны, 1 – бункер с порошком полимера, 2 – подающий полимер шнек, 3 – подающий цилиндр, 4 – полость для циркулирующей воды, 5 – нагреватели, 6 – решётка с сетками для равномерного распределения полимера по сечению, 7 – головка, формирующая плёнку, лист, трубу, шланг и др.

вым каналам под давлением (40–160 МПа). Конфигурация изделия фиксируется в форме в результате **охлаждения** (термопласты), **отверждения** (реактопласты) или **вулканизации** (резиновые смеси).

**Экструзия** – метод изготовления изделий или полуфабрикатов, заключающийся в выдавливании пластичного материала через канал профилирующего инструмента (экструзионной головки) специальной *машины-экструдера* (рис. 122).

Метод применяется в производстве плёнок, листов, труб, шлангов, погонажных изделий сложного профиля, полых штучных изделий; при наложении полимерной изоляции на провода и кабели и др. К данному методу относятся также:

– **прессование** – метод изготовления изделий в пресс-формах, установленных на прессе, обычно гидравлическом. Помещённый в пресс-форму материал нагревается, заполняет её полость и одновременно уплотняется. Конфигурация изделия фиксируется в форме. Наиболее широко прессование применяют для переработки терморезактивных пластиков;



– **штампование** – метод изготовления изделий в штамп-формах путём вытяжки, изгиба или сжатия пуансоном предварительно полученной заготовки (например, листа). Заготовку закрепляют по контуру формы, нагревают до температуры, при которой материал находится в высокоэластичном состоянии, и формируют пуансоном и матрицей. Метод применяется при производстве тонкостенных и крупногабаритных изделий;

– **каландрование** – метод изготовления рулонных полимерных материалов (линолеума, линкруста, плёночных материалов и др.);

Через каландр (пресс с 2–30 горизонтально расположенными валами, вращающимися навстречу друг другу) пропускают полуфабрикаты (ткань + полимерный материал; фольга + полимерный материал; бумага + полимерный материал и др.), в результате чего разнородные материалы соединяются и уплотняются, повышается гладкость.

При наличии на валках каландра поверхностной гравировки происходит тиснение узора или рисунка на материале. Данный метод также применяют для получения тонких листов или плёнок, сдвигания предварительно сформованных листов, уплотнения хлопчатобумажных тканей, глянцеваания бумаги;

– **спекание** – метод изготовления изделий из порошкообразных термопластов (полиэтилена, полипропилена, этролов и др.) в формах, нагретых до +200, +450 °С. Изделие оформляется в результате оплавления слоя материала, соприкасающегося со стенкой формы, и последующего охлаждения спекшейся заготовки. Метод применяется при производстве контейнеров, баков, ванн, лодок, игрушек.

Стабилизатор, пластификатор, краситель, антипирен, антистатик; механическое смешение, послойная выкладка, протяжка, намотка, прививка; литьё под давлением, экструзия, прессование, штампование, каландрование, спекание.



1. Назовите стадии производства пластмасс.
2. В чём заключается суть синтеза полимеров?
3. Виды синтезированного полимера, в чём их различие?
4. Назовите роль инициатора и катализатора в синтезе.
5. С какой целью вводят ингредиенты в полимер?
6. Назовите основные ингредиенты, вводимые в полимер.
7. С какой целью вводят в полимер наполнители?
8. Назовите известные вам наполнители, вводимые в пластики.

9. Как называют пластики с наполнителем? без наполнителя?
10. Назовите методы соединения полимера с ингредиентами. В чём их суть?
11. Назовите способы формовки пластмасс.
12. В чём суть литья под давлением? ротационного формования? центробежного формования?
13. Назовите методы формования пластмасс и дайте их сравнительную характеристику.
- \*14. Какие общие и отличительные технологические подходы в производстве пластиков вы заметили?
- \*15. Можно ли назвать наполнитель вспомогательным материалом в композитном составе пластмассы?

## § 5. Технология ручной обработки пластмасс



Обработка пластмасс во многом аналогична обработке древесины и металлов. В этих технологиях применяются сходное оборудование и инструменты. Однако есть и свои особенности в технологии обработки, вызванные свойствами пластмасс. Это их низкая теплопроводность, низкая температура размягчения, эластичность искусственного материала, наличие слоистой структуры композитных пластмасс (текстолит, гетинакс, древесно-слоистые пластики и др.).

Ниже даны рекомендации выполнения основных видов работ с пластическими массами при их ручной обработке.

### Разметка материала

Для разметки применяют обычно слесарный разметочный инструмент. Металлической чертилкой наносят только те линии, которые не остаются на изделии после обработки. В остальных случаях пользуются остро заточенным карандашом, т.к. чертилка оставляет царапины и разрушает поверхностный слой материала.

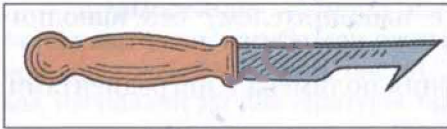


Рис. 123. Нож-резаk для резания листовoй пластмассы толщиной до 3 мм

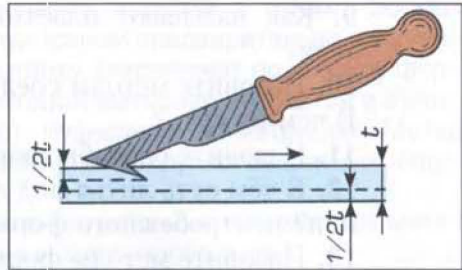


Рис. 124. Резание листовoй пластмассы ножом-резаком

При изготовлении электротехнических деталей графитные линии обязательно по окончании работы удаляют ветошью (неудалённые линии являются проводниками электрического тока).

Разметку по рулонному полимерному материалу (линолеум, полиэтиленовая плёнка и др.) выполняйте авторучкой (она оставляет тонкий след, и его гораздо лучше видно, чем карандашный).

При разметке пластмасс значительной толщины (от 3 мм и выше) делайте запас на обработку (ширина распила у пластмасс больше, чем у металлов).

Если необходимо изготовить точные детали из водопоглощающих пластмасс (гетинакса, текстолита), материал перед разметкой сушат, чтобы размеры не изменились вследствие усыхания.

### Резание пластмасс

Резание пластмасс осуществляется остро заточенным инструментом, затупление инструмента резко снижает качество обработки поверхности.

Листовые материалы толщиной до 1,5–3 мм режут специально заточенным резаком (рис. 123). Для этого резаком процарапывают канавку (лучше с обеих сторон материала) на глубину  $1/3$  толщины листа и переламывают лист вдоль этой канавки (рис. 124). Материал толщиной до 3 мм режут рычажными ножницами.

Листовой материал толще 3 мм режут ножовкой по металлу. Мягкие пластмассы можно резать ножовкой по дереву с мелким зубом. Криволинейные контуры выпиливают лобзиком. В силу низкой теплопроводности пластмасс резку слесарной ножовкой и лобзиком ведут в медленном темпе.

Рулонный полимерный материал (линолеум, полиэтиленовая плёнка) режут ножницами или специальным ножом-косяком по линейке, подкладывая под него фанеру (рис. 125).

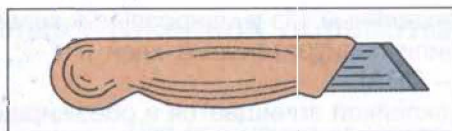


Рис. 125. Нож-косяк для резания рулонного материала

### Опиливание и строгание пластмасс

Опиливание заготовок из пластмасс осуществляется напильниками. Напильники при опиловке могут быстро забиваться опилками, поэтому требуют периодической чистки стальной щёткой. (Если напильник сильно забит, его предварительно опускают на 15–20 мин. в тёплую воду, а затем чистят.)

Если требуется снять слой значительной толщины (выше 5 мм) или сделать скос, то перед опиловкой производится строгание материала рубанком.

При обработке слоистых пластиков (текстолит, гетинакс, древесно-слоистые пластики и др.) для предупреждения выкрашивания и расщепления материала направления движения рубанка и напильника должны совпадать с направлением слоёв (или быть близкими к нему).

Крупные детали при опиловке зажимают в тисках с предохранительными накладками (алюминиевыми, фанерными).

### Гибка пластмассы

Гибку можно использовать при обработке термопластичных пластмасс (полиэтилен, полипропилен, полиэтилен-терефталат (ПЭТ), полистирол, капрон, оргстекло и др.).

Чтобы согнуть термопласт, его необходимо нагреть в потоке тёплого воздуха специальным феном, после чего согнуть до заданной формы, используя гибочные приспособления или выполняя изгибание в руках.

Охлаждают разогретый деформируемый материал погружением в воду. Помните: материал, однажды деформированный, второй раз деформируется хуже.

### Соединение пластмасс

Пластмассы очень хорошо клеиваются полимерными клеями. **Помните: вдыхание паров многих клеев на основе полимеров вредно для здоровья.** Склеивание в обязательном порядке проводят в хорошо проветриваемом помещении или в вытяжном шкафу.

При выборе клея ориентируйтесь на свойства полимера или пластмассы. Соответствующий им клей всегда даст более надёжное со-

единение, чем универсальный. Из универсальных клеев наибольшее распространение получили полиуретановые клеи (ПУ-2, ПУ-2м и поливинилацетатные клеи – ПВА).

Материал перед склейкой зачищается и обезжиривается.

При склеивании пластмассы с металлом материал лучше склеивается при повышенных температурах (+60... +80 °С), конечно, если температурный режим склеивания не превышает температуры размягчения пластмассы.

При оклеивании пластмасс друг с другом, с древесиной желательна температура склеивания +20 °С.

Для соединения пластмасс можно применять крепёжные детали (шурупы, болты, шпильки, заклёпки). При креплении материала в торец пластмассовой детали при помощи шурупов необходимо учитывать толщину материала.

Плёночный материал можно сшивать нитками, сваривать на специальном термопрессе.

### Отделка пластмасс

Как правило, поверхность пластмассовых материалов обладает декоративным слоем, который может не подвергаться отделке.

Поверхности, образованные после резки материала, шлифуют наждачной бумагой и полируют. При необходимости детали пропитывают лаком или смолой.

Если необходимо пластмассу окрасить, используют распылители красок. Поролон хорошо окрашивается при помощи красителей для ткани. Пенопласт окрашивают вододисперсионной краской с добавлением в неё необходимого водорастворимого красителя.

Для отделки поцарапанных поверхностей пластмасс можно применять оклейку бумагой, тканью или полимерной плёнкой.



1. В чём особенности разметки пластмасс?
2. В чём особенности резки пластмасс?
3. Какие пластмассы можно подвергать гибке?
4. В чём особенности опиливания пластмасс?
5. Назовите способы соединения пластмассовых деталей.
6. В каких случаях прибегают к отделке пластмасс?
7. Назовите отличительные свойства пластмасс, которые необходимо учитывать при обработке материала.
- \*8. В чём вы видите различие в гибке пластмасс и металла?

## § 6. Технология токарной обработки пластмасс



Для получения качественных точёных деталей из пластического материала необходимо знать и выполнять следующие рекомендации.

Для точения большинства пластмасс применяют резцы из быстрорежущей стали (кроме пластмасс, действующих абразивно, – стеклопластиков, асбопластиков и т.п.).

Для работы применяют остро заточенные резцы с большими задними углами. Тупой инструмент ведёт к резкому повышению температуры в зоне резания.

Для отрезания заготовок применяют следующую форму отрезного резца (рис. 126).

Для получения гладких поверхностей точение ведут на высоких скоростях при относительно малых подачах.

Для предупреждения допустимого перегрева материала в зоне резания применяют охлаждающие жидкости.

Для обеспечения жёсткости крепления заготовок и во избежание повреждения поверхности материала кулачками патрона его закрепляют при помощи размерных втулок различных диаметров (рис. 127).

Размеры после обработки контролируют после охлаждения деталей до комнатной температуры.

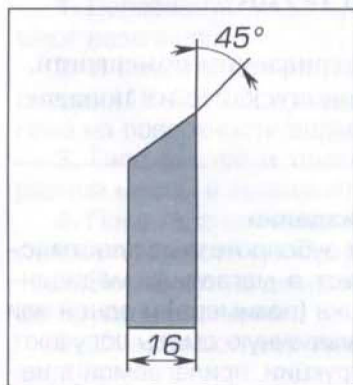


Рис. 126. Форма отрезного резца для пластмасс

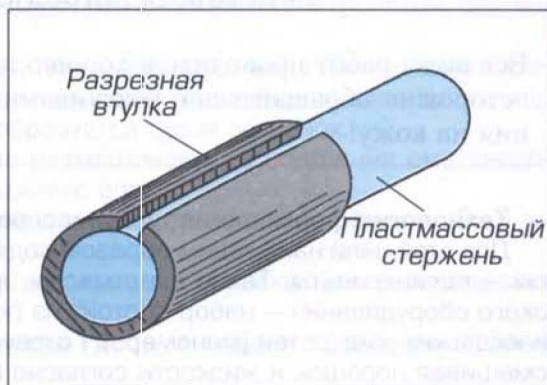


Рис. 127. Разрезная втулка для крепления пластмассовой заготовки в патроне станка



1. Назовите особенности токарной обработки пластмасс.
- \*2. В чём вы видите сходство и различие в токарной обработке между металлом, древесиной и пластмассой?

## § 7. Технология изготовления пластмассовых изделий в домашних условиях



Изготовление пластмассовых изделий в домашних условиях широко используется в моделировании, когда перед моделистом стоит задача изготовить лёгкие и прочные детали конструкции – фюзеляж авиамоделей, корпус судомоделей, кузовов автомоделей, колёса, винты, объёмные декоративные украшения модели и другие детали. Работая над объектом труда творческого проекта, вы можете применить технологии получения пластмассовых деталей для своей конструкции. Рассмотрим некоторые из них.

### ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА

Все виды работ проводите в хорошо проветриваемом помещении, осторожно обращайтесь с реактивами. Не допускайте их попадания на кожу!

#### Технология формования пластмассовых изделий

Для этой цели наилучшим образом подходят зубопротезные пластмассы – полиакрилаты. Такие пластмассы продают в магазинах медицинского оборудования – набор состоит из порошка (полимера) и одной или нескольких жидкостей (мономера). Готовую заливочную смесь получают, смешивая порошок и жидкости согласно инструкции, прилагаемой к набору.

Различают два вида зубопротезных пластмасс: горячего и холодного отверждения. Пластмассы горячего отверждения после смешивания компонентов требуют нагревания до 100 °С в течение 1 часа, после такой

термообработки пластмасса превращается в твёрдое тело. Марки пластмасс горячего отверждения: АКР-7, «Акрел», АКР-15 («Этакрил»).

Пластмассы жёсткого отверждения после смешения компонентов не требуют терминвечкой обработки. В их состав входят добавки – инициаторы и отвердители (специальные химические вещества), которые отверждают пластмассу при комнатной температуре. Марки пластмасс холодного отверждения: «Протокрил», «Карбопласт», «Стадонт», «Редонт», АКР-ГО-ст, АСТ-1, а также марки АСТ-Т, «Стирокрил» (стиропласт), которые можно купить в магазинах автомобильного оборудования.

Процесс формования пластмассовых деталей включает четыре этапа:

1. Изготовление формы.
2. Приготовление литейной массы.
3. Формование и полимеризация изделия.
4. Окончательная обработка готового изделия.

**Техника безопасности:** формование проводится при наличии вытяжки или в хорошо проветриваемом помещении.

#### **I этап. Изготовление формы**

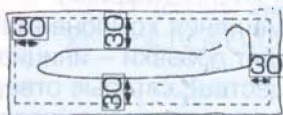
Наиболее доступным является формование в гипсе.

**Оборудование:** модель изделия (обычно деревянная), опока верхняя и нижняя (формовочный ящик по размерам должен быть больше модели с припуском на сторону по 30 мм, для мелких деталей бывает достаточно спичечного коробка); гипс, ёмкость для разведения гипса водой; вазелин (для смазки модели, чтобы предупредить прилипание модели к гипсу).

Технологический процесс показан на рис. 128.

1. Деревянную модель, предварительно покрытую нитролаком, смазывают вазелином.
2. В ёмкость для разведения гипса наливают воду комнатной температуры (18–22 °С) и понемногу засыпают медицинский гипс до тех пор, пока на поверхности воды не образуется сухой островок.
3. Гипс быстро и тщательно размешивают до состояния сметанообразной массы и выливают в нижнюю опоку.
4. Пока гипс не начал твердеть, в него вдавливают модель на 2–3 мм глубже плоскости симметрии.
5. После затвердения гипса его излишки срезают ножом и вырезают центрующие впадины.
6. Смазывают все поверхности гипса и модели вазелином (тонкий слой).
7. Накрыв второй опоккой, заливают вторично гипсом. Чтобы предотвратить образование пустот, по опокам слегка постукивают молотком.
8. После затвердевания гипса опоки разнимают и осторожно вынимают модель.



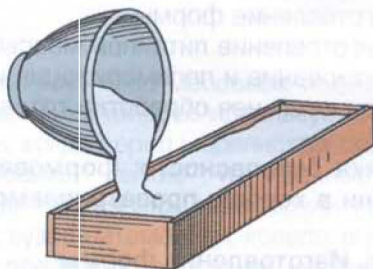


Модель и размеры опоки

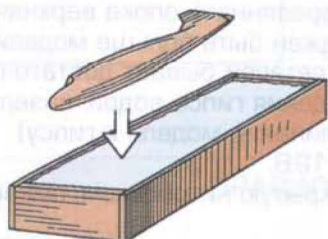
1. Подготовить материалы



2. Развести гипс



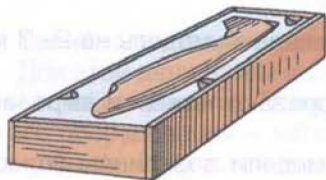
3. Залить гипс в нижнюю опоку



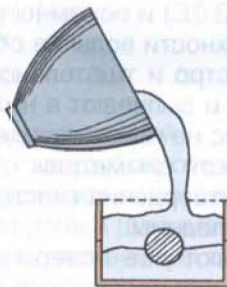
4. Модель смазать вазелином или маслом и вдавить до половины в жидкий гипс



5. Смазать все поверхности вазелином



6. Вырезать центрующие впадины



7. Поставить верхнюю опоку и залить гипс

Рис. 128. Изготовление формы для формования из гипса

9. После просушки формы делают канавки для выхода излишней массы при прессовании и каждую из половинок очищают мягкой кистью.

## **II этап. Приготовление литейной массы**

**Литейную массу** приготавливают по инструкции, приложенной к набору. В зависимости от состава набора будет получена либо густая масса, либо жидкая текучая масса.

Необходимо очистить мономер от воды и других примесей: для этого приготавливают раствор щёлочи (8 г едкого натрия или калия на 100 г воды) и вливают его в мономер из расчёта 2 объёмные части мономера и 1 часть раствора щёлочи, после взбалтывания раствор расслаивается (вверху очищенный). Чистый мономер сливают в отдельную посуду.

### **Рекомендации:**

1. Порошок тщательно перемешать с мономером в цилиндрическом сосуде (например, в стакане).
2. Растирание в ступке не допускается.
3. В мономере хорошо растворяются многие анилиновые красители (для покраски тканей); добавляя их, можно получить пластмассу различных цветов.

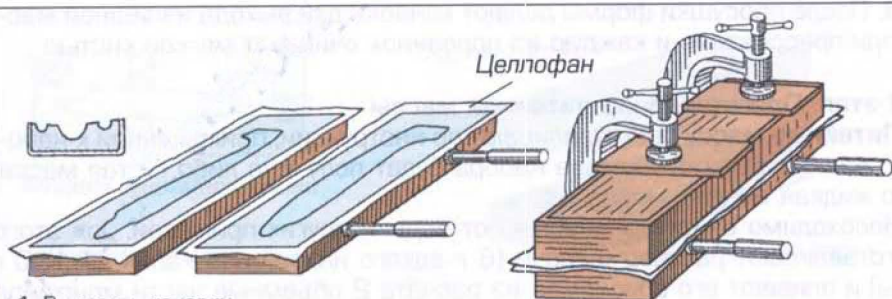
## **III этап. Формование и полимеризация изделия (рис. 129)**

Формование изделия из густых масс ведут методом прессования, жидкие текучие массы формуются в изделие методом заливки в форму по литниковому каналу.

### **Прессование изделия:**

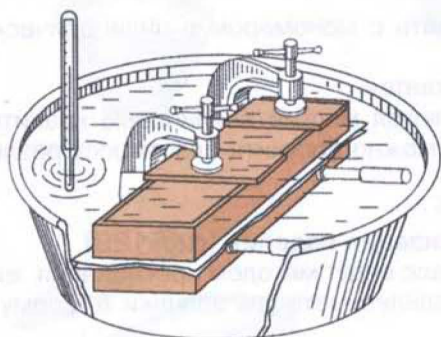
1. Каждую часть формы смазывают раствором парафина или машинным маслом, иногда покрывают увлажнённой целлофановой плёнкой.
2. Приготовленную массу вынимают лопаткой отдельными порциями и кладут в подготовленную форму.
3. Совмещают обе опоки и постепенно сжимают их в слесарных тисках или под прессом до полного прилегания стыка.
4. Подвергают термообработке: подъём температуры от комнатной до кипения ведут в течение 50–60 мин., а кипячение ведут в течение 30 мин., затем приступают к охлаждению формы. Чтобы избежать деформации и усадки материала при резком снижении температуры, охлаждение ведут медленно. Массы холодного отверждения выдерживают в форме до полного отверждения.
5. Остудив форму, опоки аккуратно разъединяют и вынимают деталь.

**Литьё изделия:** для получения деталей литьём форма должна иметь литниковый канал (отверстие конической формы) в верхней полуформе, а также воздушные каналы – выпоры, по которым будут удаляться излишки воздуха из формы. Получить выпоры достаточно просто, для этого необходимо при застывании гипсовой формы установить тонкие проволочки

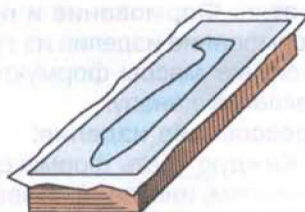
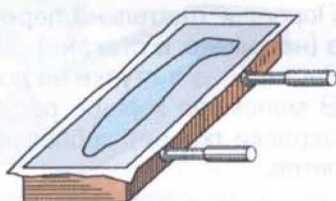


1. Вырезать канавки
2. Форму смазать маслом или положить целлофан и заполнить литевой массой

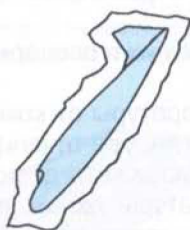
3. Сжать опоки



4. Погрузить в воду и подогреть до кипения



5. Варить 30–40 минут. Разнять опоки



6. Вынуть отливку и снять облой



7. Готовая отливка

Рис. 129. Формование с прессованием и полимеризация полимера в изделие

( $\varnothing$  0,3–0,5 мм) в тех местах, где предположительно будет накапливаться воздух (обычно в верхней части). Раствор медленно заливают через литниковый канал таким образом, чтобы вытеснить весь воздух из формы, иначе возникнут воздушные пузыри в отливке и изделие будет некачественным.

#### **IV этап 'Окончательная обработка готового изделия**

На данном этапе с полученной детали снимают облой (заплывы, образовавшиеся при литье) и подвергают необходимой механической обработке и полировке. Облой снимают острым ножом, мелкие неровности шлифуются мелкой шкуркой. Полирование детали производят при помощи полированных паст, нанесённых на фланель или какую-либо другую мягкую ткань.

#### **Технология изготовления пустотелых пластмассовых деталей**

В моделировании часто приходится изготавливать детали «скорлупного» типа – *монококи* (корпуса судомоделей, кузова автомоделей, фюзеляжи авиамоделей).

Для получения таких деталей применяют *метод послойной выкладки* наполнителя и полимерного связующего *посредством контактного формирования* с формой–оправкой.

В качестве связующего применяют эпоксидный клей, поливинилацетатный клей (ПВА) или столярный клей. Наполнителем может быть стеклоткань, текстильная ткань, бумага, шпон (стружка) и др. наполнители.

Процесс изготовления пустотелых деталей (рис. 130) состоит из следующих последовательных шагов:

1. Изготовление деревянной оправки нужной формы и покрытие её лаком.
2. Покрытие оправки разделительным слоем–мастикой или сплошным слоем влажной бумаги.
3. Наполнитель (бумага, ткань, стеклоткань, шпон) нарезают узкой полосой.
4. Нарезанные полосы, смазав клеем, винтообразно обёртывают вокруг оправки. Последующие витки полос наматывают вплотную к предыдущим, так чтобы просветы между ними были минимальны.
5. Последний виток прирезается к месту индивидуально.
6. После наклейки первого слоя сразу же приступают к наклейке второго. Задержка в наклеивании приводит к короблению и растрескиванию первого слоя. Наклейку ведут под углом  $45^\circ$  к первому в обратном направлении. Полоску промазывают клеем и плотно прижимают (прикапывают валиком) к поверхности первого слоя.
7. После нанесения второго слоя скорлупу сушат с последующей зачисткой крупнозернистой шкуркой (№ 80–100).

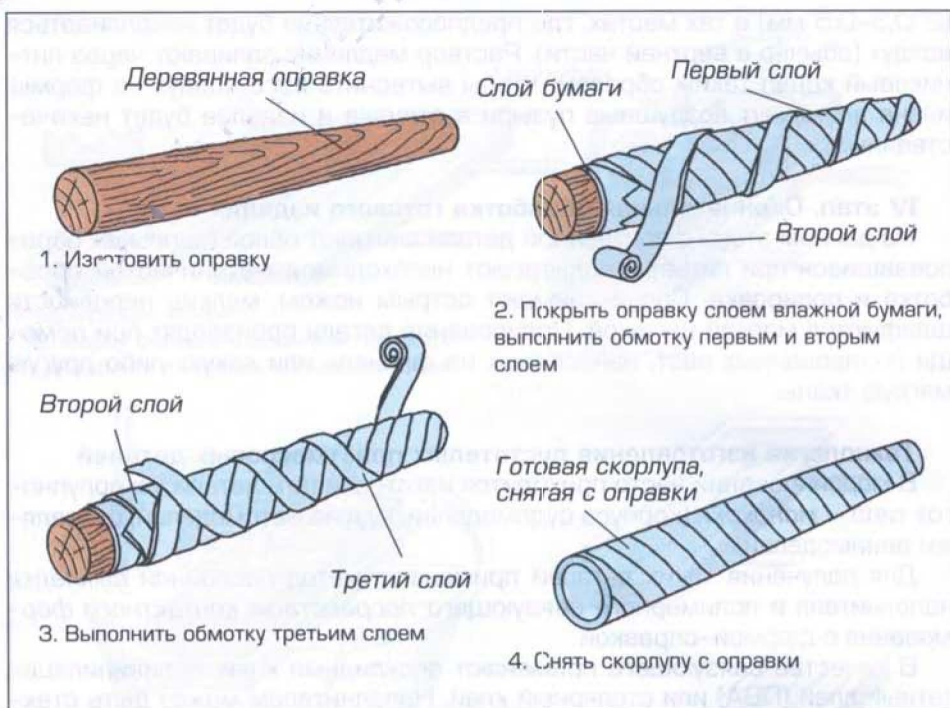


Рис. 130. Технология изготовления пустотелых деталей

8. Далее ведут наклеивание последующих слоёв с обязательной просушкой каждого слоя до необходимой толщины стенки (скорлупы) (направление волокон чередуют, следя за тем, чтобы стенки располагались в шахматном порядке; просушка слоёв необходима для предупреждения коробления после снятия с оправки).

9. Перед снятием с оправки скорлупу грунтуют и окрашивают.

10. Если форма не позволяет снять скорлупу без разреза, то её разрезают, после чего склеивают тонкой лентой изнутри и снаружи.

Изготовленные таким образом корпуса моделей обладают лёгкостью, высокой прочностью, хорошо лакируются и полируются.

#### Технология изготовления объёмных деталей из листовых термопластов

Листовые термопласты (например, полистирол, оргстекло и др.) легко принимают необходимую форму под воздействием гибки и вытяжки.

Применение данных методов возможно благодаря высокой пластичности материала в разогретом состоянии. Лучше всего гнутся и вытягиваются листовые материалы толщиной 1–1,5 мм.

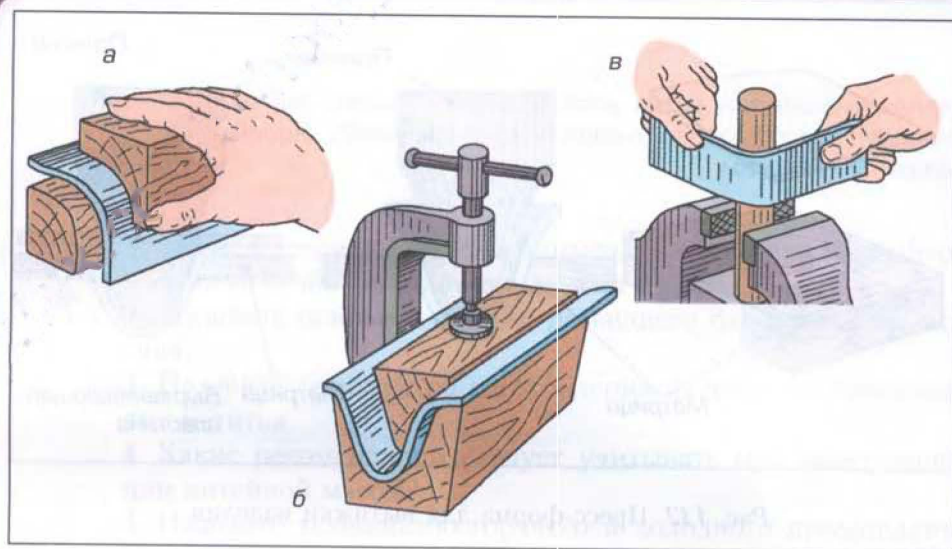


Рис. 131. Технология гибки: а – оправкой на деревянном шаблоне, б – в деревянной пресс-форме, в – на нагретом металлическом стержне

### Технология гибки (рис. 131)

1. Полосу термопласта нагревают в кипятке до полного размягчения и сгибают на деревянном шаблоне-форме, прижимая оправкой. Материал удерживают плоскогубцами.

2. Из древесины изготавливают пресс-форму (пуансон и матрицу). Материал закладывают между пуансоном и матрицей и слегка прижимают струбциной, после чего погружают сжатую струбциной пресс-форму на 2–3 мин. в кипящую воду. В завершение процесса производят полное сжатие пресс-формы с последующим охлаждением в холодной воде.

3. Нагреву подвергается металлическая оправка ( $\approx 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), вокруг которой будут гнуть материал. Пластик прижимают к стержню в нужном месте и по мере размягчения термопласта загибают на необходимый угол.

### Технология горячей вытяжки

Горячую вытяжку (прессование) пластмасс применяют для получения объёмных пустотелых деталей – открытых или замкнутых (например, кабина модели, шасси для авиамодели).

Технологический процесс состоит из трёх основных этапов (рис. 132).

1. **Изготовление пресс-формы** (пуансона и матрицы). Пуансон изготавливают из древесины твёрдых мелкослойных пород (бук). Размер пуансона должен быть на 3–5 мм длиннее задуманной детали. После чего

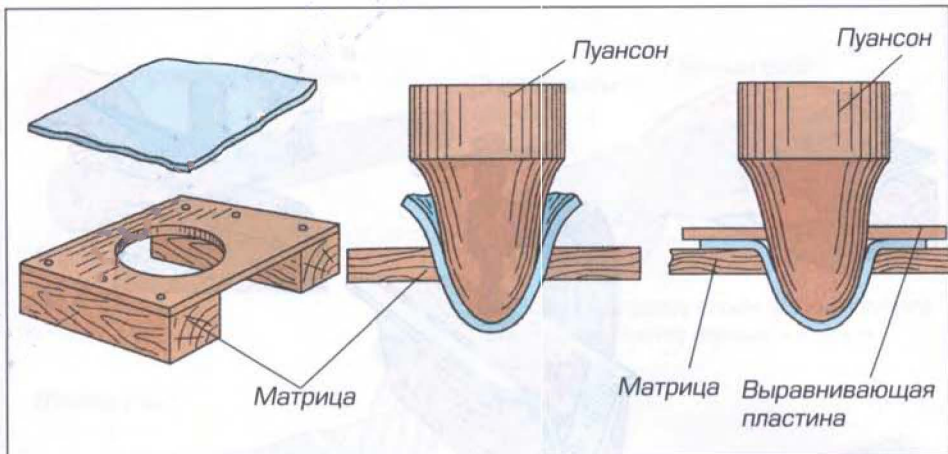


Рис. 132. Пресс-форма для вытяжки изделия

пуансон покрывают казеиновым клеем, просушивают и зачищают мелкой шлифовальной шкуркой (поверхность пуансона должна быть ровной и блестящей).

Матрицу изготавливают из фанеры 4–5 мм так, чтобы пуансон проходил через матрицу с зазором на сторону 1,2–1,5 толщины термопласта. Края матрицы скругляют и тщательно шлифуют, чтобы предупредить разрыв материала в месте выхода заготовки из матрицы.

**2. Вытяжка термопласта.** Ширина заготовки листа должна превышать диаметр пуансона в три раза. Подобранный термопласт разогревают в термоскафу или на электроплите. Пресс-форму тоже разогревают до +60 °С. Вытяжку производят при помощи ручного пресса (винтового, рычажного) или оказывая давление рукой на пуансон, снабжённый рукояткой. Чтобы размягчённый материал не давал складок, его лучше струбцинами с помощью выравнивающей пластины к матричной раме. По окончании формования деталь охлаждают, не уменьшая давления пресса.

**3. Обработка детали после прессования.** На краю матрицы при вытяжке, как правило, образуются складки и вмятины, нарушающие прочность детали. Чтобы эти места можно было удалить, пуансон и делают длиннее необходимого размера. Деталь обрезают точно по размеру лобзиком или слесарной ножовкой, кромки обрабатываются напильником. Внешняя поверхность сформованной детали тщательно шлифуется.

Замкнутополые объёмные изделия склеивают из двух объёмных заготовок. Применяют клей, предназначенный для данного термопласта или универсальный типа «Момент». Склеивают по инструкции, прилагаемой к клею.

Формопание, опока, литейная масса, литьё, литниковый канал, выпоры, облой, монокок, огравка, пресс-форма, пуансон, матрица, вытяжка.



1. Какие материалы можно применять для домашнего формования? В чём их различие друг от друга?
2. Назовите основные стадии домашнего формования пластика.
3. Назовите технологию изготовления формы для прессования и литья.
4. Какие рекомендации следует учитывать при приготовлении литейной массы?
5. Назовите технологию горячего и холодного прессования, литья.
6. Назовите инструменты, применяемые для обработки сформованной детали.
7. Какие необходимые материалы и инструменты понадобятся при изготовлении деталей типа монокок?
8. Назовите технологию изготовления монокока.
9. Назовите способы гибки термопластов.
10. Назовите технологию горячей вытяжки.
- \*11. Почему вытяжкой можно получить детали округлой формы и нельзя получить детали с кромками?
- \*12. В технологии обработки какого материала вы могли столкнуться с аналогичным процессом?
- \*13. Благодаря какому свойству термопласты можно гнуть и вытягивать? Почему нельзя обрабатывать данным методом реактопласты?



## § 8. Области применения пластмасс



Пластические материалы стали одним из важнейших материалов современности. Возможности дешёвой сырьевой базы для производства полимеров неограниченны. Области применения пластмасс из года в год расширяются. Главными потребителями являются автомобильная, авиационная, электро- и радиотехническая, строительная, судостроительная промышленность, железнодорожный транспорт, машиностроение, лёгкая и пищевая промышленность, медицина, сельское хозяйство. В применении пластмасс можно выделить изготовление:

1. Изделий, «готовых к употреблению», это детали машин, корпуса приборов, монтажные панели, игрушки и многое др.
2. Полуфабрикатов, которые условно можно разделить на 3 группы: плоские, профильные, полые.



Широко применяются пластмассы и как *компонент слоистых композитных конструкционных материалов*, среди которых можно выделить:

- а) пищевые, упаковочные материалы;
- б) строительные, декоративно-отделочные материалы;
- в) электрические и радиомонтажные провода;
- г) металлопластиковые конструкции (металлопласт – металлический лист (сталь, титан, алюминий) толщиной  $S \approx 0,3-1,2$  мм, покрытый с двух или одной стороны полимером (плёнкой, расплавом полимера –  $+0,05-1$  мм).

Применяется при производстве корпусов автомобилей, холодильников, стиральных машин, санитарно-технического оборудования;

д) магнитные пленки (информационные носители аудио- и видеоаппаратуры, фотоизобважений).

При выпоьнении дома ремонтно-отделочных работ нередко приходится обращаться к строительным, декоративно-отделочным материалам на полимеонной основе. Рассмотрим их подробнее. Среди строительных, декоративно-отделочных материалов можно выделить такие давно применяемые, как:

1. Линкруст – рулонный полимерный материал с плотной бумажной основой. Применяется для отделки стен подсобных помещений.

2. Бумажно-слоистый пластик – листовой облицовочный материал ( $S = 3$  мм), получаемый горячим прессованием бумаг, пропитанных терморективной смолой. Применяется в мебельном производстве и в строительстве для облицовки стен.

3. Моющиеся обои – рулонный бумажный материал с полимерным покрытием (плёнкой). Применяется для оклейки стен помещения.

4. Декоративно-слоистый пластик – листовой наполненный пластик (текстолит, гетинакс и др.), покрытый декоративным слоем из бумаги или х/б ткани, пропитанных смолой. Применяется для отделки мебели, помещений, облицовки салонов транспортных средств, корпуса бытовых технических устройств (холодильников и др.).

5. Линолеум – рулонный полимерный материал для покрытия полов. Основа линолеума – ткани (джутовая, льняная и др.) или нетканые материалы, покрыта пластическим материалом (алкидной смолой, поливинилхлоридом, резиной). Выпускают также безосновные линолеумы одно- или двухслойные: а) поливинилхлоридный; б) релин (резиновый линолеум). Выпускают линолеум толщиной от 0,05 до 3 мм.

6. Фольгоизол – рулонный материал, представляющий собой рифлёную алюминиевую фольгу (толщиной 0,1–0,2 мм) с резинобитумным или полимербитумным покрытием с одной стороны. Применяется как кровельный, гидроизоляционный или упаковочный материал.

Строительные, декоративно-отделочные полимерные материалы очень быстро развиваются и выпускаются новые, среди них можно выделить:

1. Пеноизол – полимерный утеплитель стен.

2. Полиуретановый лак – полимерный защитно-отделочный материал.

3. Теплолит – полимербетонный материал.

4. Виниловый сайдинг – декоративно-защитные панели для наружной отделки стен домов.

5. Техноэласт – рулонный материал для кровли.

6. Полимерный клей «Жидкие гвозди».

7. Полимерный герметик для заделки пустот и трещин.



1. Почему пластмассы находят столь широкое применение в промышленности?
2. Можно ли XX век назвать пластмассовым веком (аналогично бронзовому, железному, каменному)?
3. Назовите известные вам композиционные материалы с содержанием полимеров.
4. Дайте классификацию пластполуфабрикатов.
5. Назовите известные вам строительные композиционные материалы. Где они применяются?

## § 9. Технологии современного производства



В настоящее время основными направлениями развития промышленного производства являются:

- применение систем автоматизированного проектирования, технологической подготовки производства и интегральных систем управления производством;
- создание быстропереналаживаемых комплексов различного технологического назначения с высокой степенью автоматизации и программного обеспечения на базе компьютеров;
- разработка технологий и оборудования с использованием высоких давлений и вакуума для формирования и калибровки изделий сложной формы, синтеза инструмента;
- применение композиционных материалов и пластмасс, способных заменить чёрные и цветные металлы и сплавы с улучшением физико-механических и технологических свойств;
- применение принципиально новых видов материалов, обладающих физико-механическими свойствами, устойчивостью к износу и изменению геометрической формы;
- создание новых прогрессивных средств технологического оснащения (оборудования, оснастки, инструмента).

*Размерная обработка* является определяющей в цепочке технологических переделов, так как она в основном обеспечивает окончательное формообразование материала в готовое изделие.

*Процесс резания материалов* – один из наиболее старых способов обработки материалов. Несмотря на большое разнообразие вариантов, этот процесс основан на использовании одного и того же принципа, когда лезвие инструмента, выполненное в виде неподвижного клина, скользит по обрабатываемой поверхности, снимая с неё стружку. Например, при рассмотрении процесса резания на деревообрабатывающем станке работу совершает лишь небольшой участок лезвия, которое, находясь в постоянном контакте с обрабатываемым материалом, непрерывно греется, изнашивается и сравнительно быстро выходит из строя. Положение можно существенно изменить, заменив привычный для данного вида обработки режущий инструмент на принципиально новый, коим является (диаметр порядка 100–200 мкм) сверхпрочное волокно (борное), которое по своим физико-механическим свойствам превосходит свойства основных инструментальных сталей. Здесь сверхпрочное волокно имитирует режущую кромку резца, исключая из процесса резания его «тело».

Основные направления развития обработки резанием связаны с её интенсификацией за счёт синтеза новейших методов обработки. Основной тенденцией при этом является достижение более высокой степени точности и качества в результате изменения соотношения отдельных видов обработки. Уменьшается объём токарной обработки за счёт введения силового шлифования, увеличивается доля прецизионного шлифования, и, напротив, лезвийная обработка сверхтвёрдыми материалами в ряде случаев вытесняет абразивную обработку.

Одним из передовых способов обработки материалов является процесс *плазменно-механической обработки*. Её сущность заключается в комплексном воздействии на обрабатываемый материал, осуществляется высокой температурой и давлением струи плазмы, вылетающей из сопла с большой скоростью. Опыт эксплуатации оборудования для плазменно-механической обработки в промышленности показал реальное повышение производительности труда при обработке заготовок из труднообрабатываемых материалов в 1–15 раз.

Кроме того, при производстве сложнопрофильных деталей всё шире применяются высокоэнергетические методы штамповки, наиболее перспективным из которых является метод *ударной импульсной штамповки*. Отличительной особенностью метода является осуществление деформирования материала импульсом высокого давления. Для этого применяют взрывчатые вещества.

Применение данного метода позволяет сократить сроки технологической подготовки производства за счёт простоты и дешевизны штампованной оснастки в 2–3 раза, уменьшить стоимость и количество необходимых штампов в 3–5 раз, снизить их металлоёмкость на 50–80%.

В настоящее время уровень технологий в процессе металлургического передела, который включает восстановление металлов из руд, разливку металла, производство проката, литых, кованных, штампованных заготовок, окончательную механическую обработку, с точки зрения экологичности и экономичности достаточно низок. Поэтому в качестве альтернативы предлагается процесс литья с программным положением давления на кристаллизующийся металл, обеспечивающий соответствие свойств отливок свойствам деформированного металла с минимальными припусками на механическую обработку.

Длительность производственного цикла, его трудо- и энергоёмкость сокращаются в несколько раз, но главное преимущество состоит в том, что, изменяя закон положения давления, требуемую структуру и свойства металла можно изменять в широких пределах независимо от того, в каком состоянии находится металл до расплавления. Кроме того, можно в достаточно массивных сечениях сформировать однородную плотную структуру без характерных литейных дефектов.

Использование разработанного процесса для целей регенерации свойств металла создаёт принципиально новые возможности для производства массовой металлопродукции. В частности, отработавшие ресурс колёса возвращаются не на металлургические заводы, а в агрегаты расплавления, заливки и кристаллизации под давлением.

Реализация вышеизложенных направлений позволит радикально повысить технический и технологический уровень производства. Существенно повышается надёжность и долговечность деталей машин и оборудования, снижается металлоёмкость и трудоёмкость изготовления технологической оснастки, обеспечивается экономия конструкционных, быстрорежущих и инструментальных сталей. Использование новых видов обработки позволяет на пороге нового столетия за счёт многократного использования металла в значительной степени отказаться от интенсивного истребления природных ресурсов, существенно продвинуться в обеспечении экологической безопасности.

Плазменно-механическая обработка, ударно-импульсная штамповка, литьё с программным положением давления.



1. Каковы основные направления промышленного производства?
2. Охарактеризуйте направления развития процесса резания.
3. Опишите сущность процесса плазменно-механической обработки.

4. Обоснуйте преимущество ударной импульсной штамповки.  
5. Дайте характеристику процесса литья с программным наложением давления.

\*6. Назовите и опишите другие перспективные способы обработки материалов, известные вам.

\*7. Какими знаниями, умениями и навыками должен обладать рабочий современного производства?

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение . . . . .	4
--------------------	---

## **ЧАСТЬ 1. ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

### **ГЛАВА I. ИСКУССТВЕННЫЕ ДРЕВЕСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

§ 1. Виды искусственных древесных материалов . . . . .	5
§ 2. Гидвижные и неподвижные соединения в изделиях из древесных материалов . . . . .	8
§ 3. Ящичные угловые соединения и их изготовление . . . . .	18
§ 4. Изготовление малогабаритной мебели . . . . .	21
§ 5. Точение внутренних поверхностей . . . . .	25

### **ГЛАВА II. ОТДЕЛКА ДЕТАЛЕЙ ИЗ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ДРЕВЕСИНЫ**

§ 1. Способы отделки искусственных древесных материалов. Художественная отделка мебели . . . . .	31
§ 2. Облицовывание поверхностей древесины и древесных материалов шпоном . . . . .	34
§ 3. Декоративно-прикладная обработка древесины. Выполнение прорезной резьбы . . . . .	39

## **ЧАСТЬ 2. ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ**

### **ГЛАВА I. ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ**

§ 1. Быстрорежущие стали, твёрдые сплавы, минералокерамические материалы и их применение . . . . .	45
§ 2. Термическая обработка металлов и сплавов . . . . .	49

### **ГЛАВА II. ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ**

§ 1. Отклонения, допуски и посадки на размеры соединяемых деталей . . . . .	56
§ 2. Шероховатость обрабатываемых поверхностей . . . . .	59
§ 3. Понятие о режиме резания . . . . .	60

### **ГЛАВА III. ВИДЫ ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ НА ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНОМ СТАНКЕ**

§ 1. Нарезание плашкой на токарно-винторезном станке наружной резьбы . . . . .	63
§ 2. Нарезание метчиком на токарно-винторезном станке внутренней резьбы . . . . .	65

§ 3. Технология выполнения отверстий на токарно-винторезном станке . . . . .	70
§ 4. Технология зенкования и развёртывания отверстий на токарно-винторезном станке . . . . .	75
§ 5. Точность измерений при изготовлении деталей. Микрометр . . . . .	80
§ 6. Отрезание заготовок и вытачивание канавок на токарно-винторезном станке . . . . .	86
§ 7. Обработка на станке конических поверхностей . . . . .	94
§ 8. Обтачивание фасонных поверхностей . . . . .	105

#### **ГЛАВА IV. ТЕХНОЛОГИИ ФРЕЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ**

§ 1. Общие сведения о фрезеровании . . . . .	112
§ 2. Назначение и устройство горизонтально-фрезерного станка НГФ-110-Ш4 . . . . .	116
§ 3. Управление горизонтально-фрезерным станком . . . . .	119
§ 4. Фрезерование плоских поверхностей . . . . .	124
§ 5. Фрезерование уступов, пазов и канавок . . . . .	129

#### **ГЛАВА V. ТЕХНОЛОГИИ ОТДЕЛКИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ МЕТАЛЛОВ**

§ 1. Абразивные материалы . . . . .	136
§ 2. Отделка изделий из материалов и сплавов на станках . . . . .	140
§ 3. Окрашивание деталей и изделий из металлов. Термическое воронение изделий из сплавов железа . . . . .	145
§ 4. Химическое окрашивание изделий из различных металлов . . . . .	149
§ 5. Художественная обработка металлов. Изделия из проволоки . . . . .	155

#### **ГЛАВА VI. ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЛАСТМАСС**

§ 1. Классификация пластмасс . . . . .	166
§ 2. Технично-технологические сведения о пластмассах . . . . .	170
§ 3. Технологические свойства и применение пластмасс . . . . .	173
§ 4. Промышленные технологии изготовления изделий из пластмасс . . . . .	178
§ 5. Технология ручной обработки пластмасс . . . . .	185
§ 6. Технология токарной обработки пластмасс . . . . .	189
§ 7. Технология изготовления пластмассовых изделий в домашних условиях . . . . .	190
§ 8. Области применения пластмасс . . . . .	200
§ 9. Технологии современного производства . . . . .	202



**Казакевич Владимир Михайлович**  
**Молева Галина Аркадьевна**

**Технология**  
**Технический труд**

**Учебник для 8–9-го классов**  
**Книга 1**

Подписано в печать 30.04.12. Формат 70х90/16. Печать офсетная.

Гарнитура Журнальная. Бумага офсетная. Объем 13 п. л. Тираж 3000 экз. Заказ № 31761 (Sm-Sm).

Общероссийский классификатор продукции ОК-005-93, том 2;

953005 – литература учебная

Издательство «Баласс». 109147 Москва, ул. Марксистская, д. 5, стр. 1

Почтовый адрес: 111123 Москва, а/я 2, «Баласс»

Телефоны для справок: (495) 672-23-34, 672-23-12, 368-70-54

<http://www.school2100.ru>

E-mail: [balass.izd@mtu-net.ru](mailto:balass.izd@mtu-net.ru)

Отпечатано в ОАО «Смоленский полиграфический комбинат»

214020 Смоленск, ул. Смольянинова, д. 1



УМК

Образовательной системы  
«Школа 2100»

обеспечивает образовательный результат  
в соответствии с ФГОС через методический  
аппарат и систему заданий по формированию  
универсальных учебных действий

Это позволит каждому научиться

Решать разные возникающие в жизни задачи.

**Главное не знания, а умение ими пользоваться!**

Самостоятельно открывать новое.

**Не надо зубрить и всегда искать готовые ответы!**

Выбирать главное и интересное.

**Не всё, что есть в учебнике, надо запомнить или выполнить!**

**НЕПРЕРЫВНЫЕ КУРСЫ**

**«ТЕХНОЛОГИЯ», «МУЗЫКА» И «ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОЕ ИСКУССТВО»**

Рекомендовано Министерством образования и науки РФ

**Технология**

(авт.: О.А. Куревина, Е.А. Лутцева,  
Е.Д. Ковалевская)



Учебники, 1–4 кл.  
и рабочие тетради, 1–2 кл.

**Музыка**

(авт.: В.О. Усачёва, Л.В. Школяр)



Учебники  
и нотные хрестоматии, 1–4 кл.

Учебники,  
5–7 кл.

**Изобразительное искусство**

(авт.: О.А. Куревина, Е.Д. Ковалевская)

(авт.: И.Э. Кашекова, А.Л. Кашеков)



Учебники и рабочие тетради, 1–4 кл.



Учебники, 5–6 кл.

К учебникам выпущены методические рекомендации для педагогов

**Заявки принимаются по адресу:** 111123 Москва, а/я 2, «Баласс»

**Телефоны для справок:** (495) 672-23-12, 672-23-34, 368-70-54; [www.school2100.ru](http://www.school2100.ru)

**Заявки на отправку по почте:** (495) 735-53-98, [bal.post@mtu-net.ru](mailto:bal.post@mtu-net.ru)

Запись на курсы повышения квалификации по телефону: (495) 778-16-74; [www.school2100.ru](http://www.school2100.ru)

Ежемесячный журнал «Начальная школа плюс До и После»

В журнале – материалы о работе по учебникам «Школы 2100»

Тел.: (495) 778-16-97. Почтовый индекс для подписчиков РФ – 48990

Угол режуш