

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

Ю. А. ОРЛОВ, М. П. РОМОДАНОВСКАЯ, Д. Ю. ОРЛОВ

# ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ И УСЛУГ

Учебное пособие



Владимир 2014

УДК 65:658  
ББК 65.05  
Т38

Рецензенты:

Кандидат технических наук, профессор  
зав. кафедрой тепловых двигателей и энергетических установок  
Владимирского государственного университета  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых  
*В. Ф. Гуськов*

Кандидат технических наук, доцент  
директор ООО «Ростех»  
*Р. С. Вишняков*

Печатается по решению редакционно-издательского совета ВлГУ

**Орлов, Ю. А.** Технология и организация производства  
Т38 продукции и услуг : учеб. пособие / Ю. А. Орлов, М. П. Ромо-  
дановская, Д. Ю. Орлов ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столе-  
товых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2014. – 52 с.  
ISBN 978-5-9984-0505-1

Даны базовые представления по технологии и организации производства продукции в машиностроении для проведения практических занятий и выполнения курсовой работы по дисциплине «Технология и организация производства продукции и услуг».

Предназначено для студентов очной и заочной форм обучения по направлениям подготовки 221700 – Стандартизация и метрология, 221400 – Управление качеством и специальности 200501 – Метрология и метрологическое обеспечение, может быть использовано при написании и защите выпускной квалификационной работы.

Рекомендовано для формирования профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС 3-го поколения.

Ил. 45. Библиогр.: 9 назв.

УДК 65:658  
ББК 65.05

ISBN 978-5-9984-0505-1

© ВлГУ, 2014

## **ВВЕДЕНИЕ**

Учебное пособие посвящено вопросам, регламентируемым вузовским стандартом по курсу «Технология и организация производства продукции и услуг».

Главная цель изучения дисциплины «Технология и организация производства продукции и услуг» – установление условий и закономерностей материального производства, при которых обеспечивается успешное функционирование всех подразделений предприятия с высокой производительностью труда и эффективностью по всем показателям качества.

Предметом курса «Технология и организация производства продукции и услуг» является изучение технологии и организации производства, а также последовательности постановки современной продукции на производство.

Учебное пособие дает базовые представления по технологии и организации производства продукции в машиностроении, предназначено для проведения практических занятий по дисциплине «Технология и организация производства продукции и услуг» и служит руководством для выполнения курсовой работы и защиты выпускной квалификационной работы.

# МОДУЛЬ 1. ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ

## Тема 1

### Выбор заготовок, технологических баз и оборудования для изготовления валов

Валы служат для монтажа на них элементов передачи движения в механизмах машин. Их изготавливают из сталей 35, 40, 45. Для ответственных валов используют конструкционные легированные стали (18 ХГТ и 40 Х), для специальных (валки прокатные, шпиндели крупных металлорежущих станков) – перлитные ковкие и модифицированные чугуны. Эти чугуны износостойки и гасят колебания.

**Заготовками валов** в зависимости от типа производства, конструкции и размеров валов могут служить прокат сплошного сечения, поковки, штамповки, отливки или специальные трубы.

Заготовки ступенчатых валов в массовом и крупносерийном производстве штампуют на молотах и прессах, выполняют на ротационно-ковочных машинах и поперечно-винтовой прокаткой, а заготовки с односторонним утолщением – на горизонтально-ковочных машинах (ГКМ) методом высадки.

В качестве заготовок валов в единичном и мелкосерийном производствах часто применяют горячекатаные прутки. Их используют и в массовом производстве при изготовлении валов с небольшой разницей диаметров ступеней.

В единичном и мелкосерийном производствах заготовки получают также ковкой.

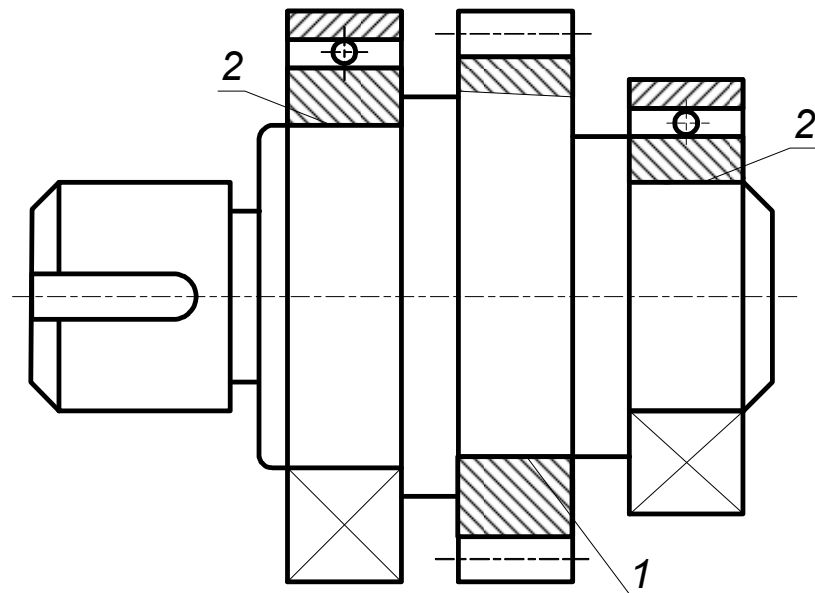
Заготовки гладких валов получают резкой холоднотянутого проката.

Метод получения заготовки выбирают, сравнивая суммарные себестоимости производства заготовок и черновой механической обработки по сопоставляемым вариантам.

**Технологическими базами** валов могут являться поверхности опорных шеек (рис. 1.1).

Использовать в качестве технологических баз опорные шейки подшипников, как правило, затруднительно, особенно при условии сохранения принципа единства трех баз. Поэтому для большинства

операций за технологические базы принимают поверхности центральных отверстий с обоих торцов заготовки, что позволяет обрабатывать почти все наружные поверхности вала на единых базах с установкой его в центрах.

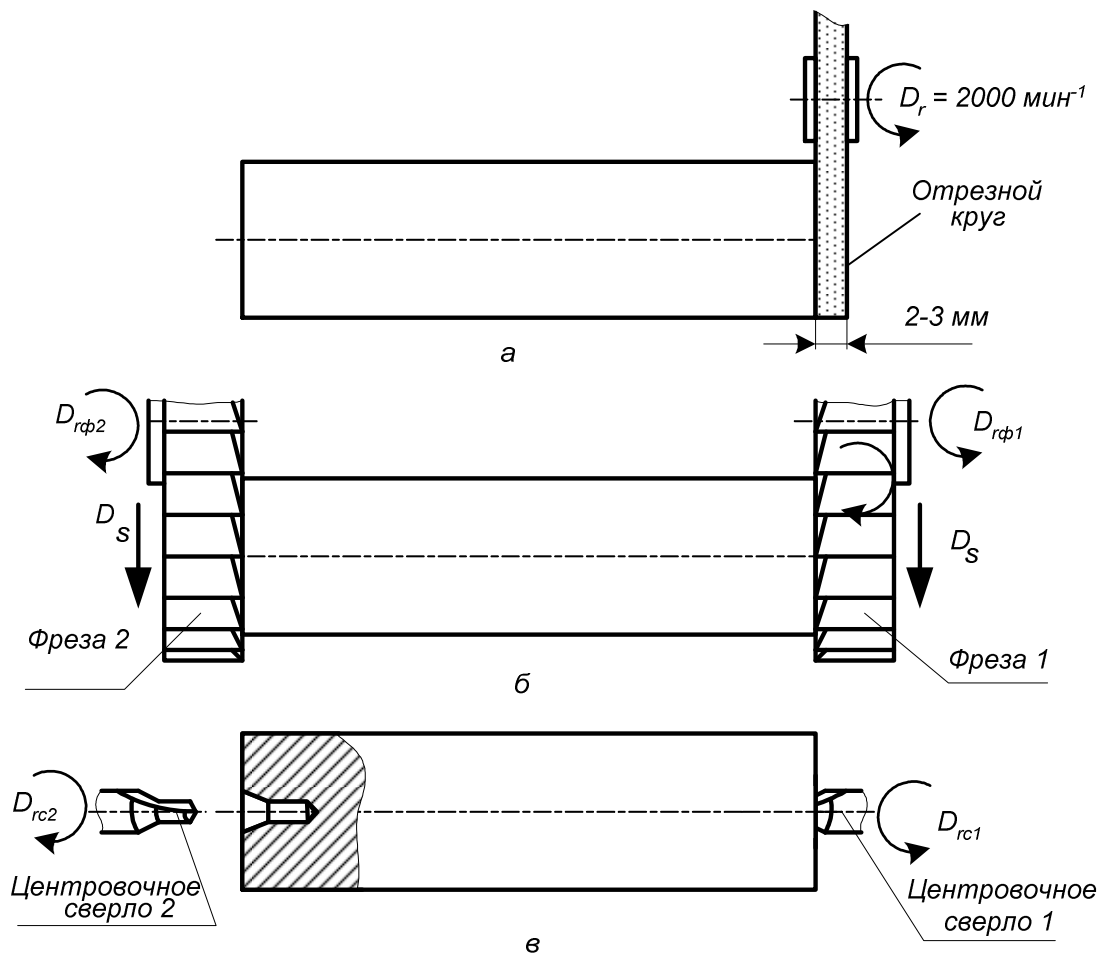


**Рис. 1.1. Схема технологических баз валов:**  
**1 – поверхности опорных шеек вала под зубчатое колесо;**  
**2 – поверхности опорных шеек вала под подшипники**

Механическую обработку валов начинают с операции отрезки заготовки, подрезки торцов и их зацентровки (рис.1.2). На рис. 1.2, *а* вращательное движение отрезного круга обозначено символом  $D_r$ . Вращательное движение фрез 1 и 2 (рис. 1.2, *б*) обозначено символами  $D_{рф1}$  и  $D_{рф2}$ , а движение линейного перемещения фрез обозначено  $D_{сф1}$  и  $D_{сф2}$  соответственно. На рис. 1.2, *в* символами  $D_{рс1}$  и  $D_{рс2}$  обозначено вращательное движение сверл 1 и 2 при зацентровке вала.

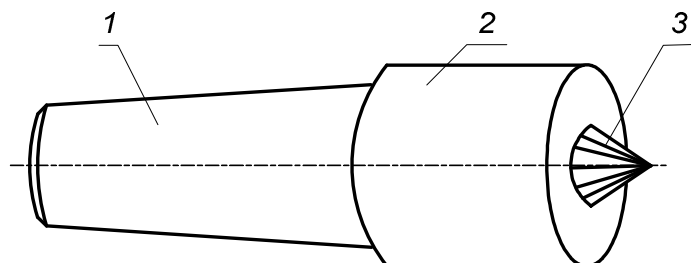
В условиях крупносерийного производства на автоматических линиях для фрезерования торцов могут быть использованы станки А981, а для центрования – станок типа А982.

В зависимости от типа производства наружные поверхности ступенчатых валов обрабатывают на универсально-токарных, токарно-копировальных, горизонтально-многорезцовых и многошпиндельных автоматах.



**Рис. 1.2.** Процесс механической обработки вала: а – отрезка заготовки; б – подрезка обоих торцов фрезами; в – зацентровка обоих торцов сверлами

Для вращения деталей типа валов широко используются торцевые поводковые центры (рис. 1.3).



**Рис. 1.3.** Схема поводкового центра  
1 – конус Морзе; 2 – корпус; 3 – центр

## Тема 2

### Выбор маршрута обработки вала

Типовой маршрут изготовления вала включает следующие операции:

- обработку базовых поверхностей: двух торцов и центровых отверстий в торцах вала;
- черновую и чистовую токарную обработку вала с одной, а затем и с другой стороны;
- черновое шлифование шеек вала, служащих базами для следующих операций;
- черновую и чистовую обработку точных «фасонных» поверхностей (шлицев, зубьев, точных отверстий и др.);
- выполнение второстепенных операций (сверление и нарезание резьбы в мелких отверстиях, фрезерование шпоночных пазов, лысок и т.п.);
- термообработку;
- исправление центровых отверстий;
- шлифование внутренних и наружных поверхностей;
- шлифование шлицев, зубьев;
- балансировку;
- доводку основных отверстий.

При проектировании маршрута обработки вала для каждой операции выбирают оборудование, приспособления, режущий и измерительный инструмент, тип которых зависит от типа производства. В единичном и мелкосерийном производствах используют оборудование универсальное и с программным управлением, в крупносерийном и массовом – специализированное и специальное, которое можно встраивать в автоматические линии.

Каждая операция проектируется по принципу наименьшей трудоемкости.

При определении нормы времени стремятся к её снижению за счёт основного и вспомогательного времени.

Наиболее точными поверхностями у валов являются посадочные шейки. По техническим условиям на изготовление валов диаметрально-

ные размеры посадочных шеек выполняют по 7 – 8-му, реже по 6-му квалитетам точности. Шероховатость поверхности посадочных шеек  $R_a$  1,0 ... 0,125 мкм, а торцов и уступов –  $R_a$  3,2 ... 10 мкм.

**Для обработки посадочных шеек вала** используют точение, шлифование, суперфиниширование, обкатывание шариками или роликами, алмазное выглаживание. Экспериментальные данные о достигаемой точности шеек при использовании этих способов обработки приведены в таблицах точности. Из нескольких возможных вариантов маршрута обработки поверхности выбирают наиболее рентабельный путём их технико-экономического сравнения.

**Технический контроль валов** предусматривает проверку диаметральных размеров и длин ступеней, размеров шлицев, шпоночных пазов и резьбы. Проверку осуществляют предельными калибрами (скобами), шаблонами, шлицевыми кольцами и резьбовыми калибрами. Для выявления биения шеек вала его укладывают на призмы базовыми шейками, а щуп индикатора устанавливают на проверяемую шейку: разность наибольшего и наименьшего показаний индикатора определяет биение шейки. Применяют также многомерные и световые контрольные приспособления для проверки диаметральных размеров и биения шеек валов относительно базовых шеек. Параллельность шлицев оси вала определяют индикатором в двух крайних положениях при установке вала на призмах или в центрах; эту же установку можно использовать для проверки биения шлицев, отмечая показания индикатора по диаметрально противоположным впадинам.

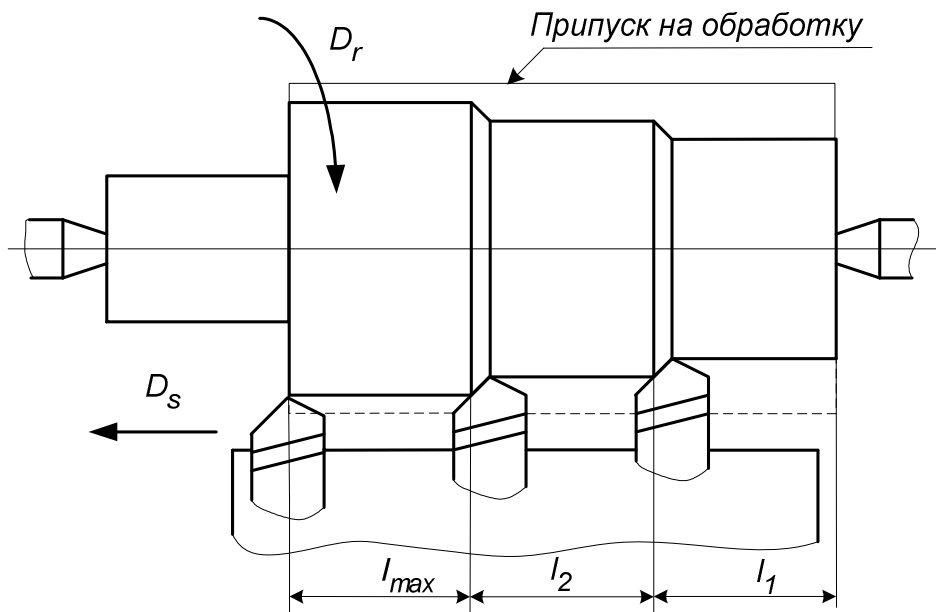
### Тема 3

#### Токарная многорезцовая обработка валов

Токарные многорезцовые станки широко используются в серийном и массовом производстве. Применение многорезцовых станков и многорезцовых комбинированных инструментов повышает производительность труда за счет уменьшения основного времени обработки.

На рисунке представлена схема деления длины вала при многорезцовой обработке. На схеме стрелкой с символом  $D_r$  обозначено вращательное движение обрабатываемой детали, а стрелкой с символом  $D_s$  – прямолинейное движение подачи инструмента.





**Схема деления длины вала при токарной многолезцовой обработке**

$$l_{px} = l_{max},$$

где  $l_{px}$  – длина рабочего хода;

$l_{max}$  – наибольшая длина обрабатываемой ступени вала.

$$t_o = \frac{l_{max}}{n \cdot S},$$

где  $t_o$  – основное время обработки, мин.

$l_{max}$  – максимальная длина обработки, м;

$n$  – частота вращения обрабатываемой детали,  $\text{мин}^{-1}$ ;

$S$  – скорость осевой подачи инструмента, м/мин.

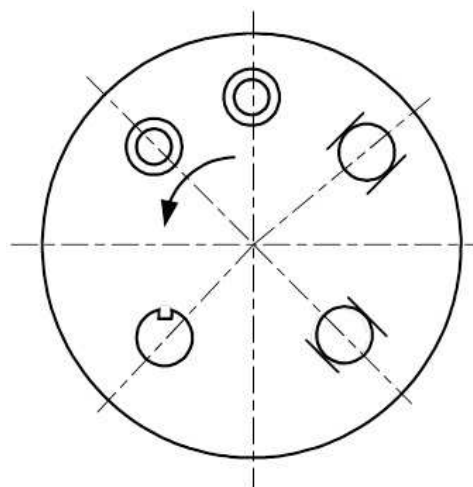
Многолезцовые станки могут быть использованы для черновой и чистовой обработки в основном 11-го и 12-го квалитетов, очень редко 9-го квалитета. Окончательную чистовую обработку после многолезцовых станков производят на шлифовальных станках.

#### **Тема 4**

### **Обработка деталей тел вращения на многошпиндельных автоматах и полуавтоматах**

При обработке на многошпиндельных автоматах стремятся к максимальному совмещению переходов и к применению одинаковой длительности обработки на всех позициях.

Это достигается расчленением наиболее длительных переходов на ряд позиций (см. рисунок) с выбором соответствующей величины подачи и применением многоинструментальных наладок и комбинированных инструментов.



*Схема позиций вала при обработке на многошпиндельном автомате*

Наряду с обычными режущими инструментами (резцы, зенкеры, сверла и т.д.) для работ на многошпиндельных автоматах и полуавтоматах применяют тангенциальные, проходные и фасонные резцы.

Обычно для обработки поверхностей деталей малых диаметров применяют инструменты из быстрорежущих сталей (P9, P18, P6M5).

Для обработки поверхностей деталей больших диаметров или деталей, изготовленных из твердых сплавов, используют твердосплавные резцы (ВК-16, ВК-32).

## Тема 5

### Обработка тяжелых валов

**Тяжелыми валами** условно принято считать валы, диаметры которых более 200 мм и масса более тонны.

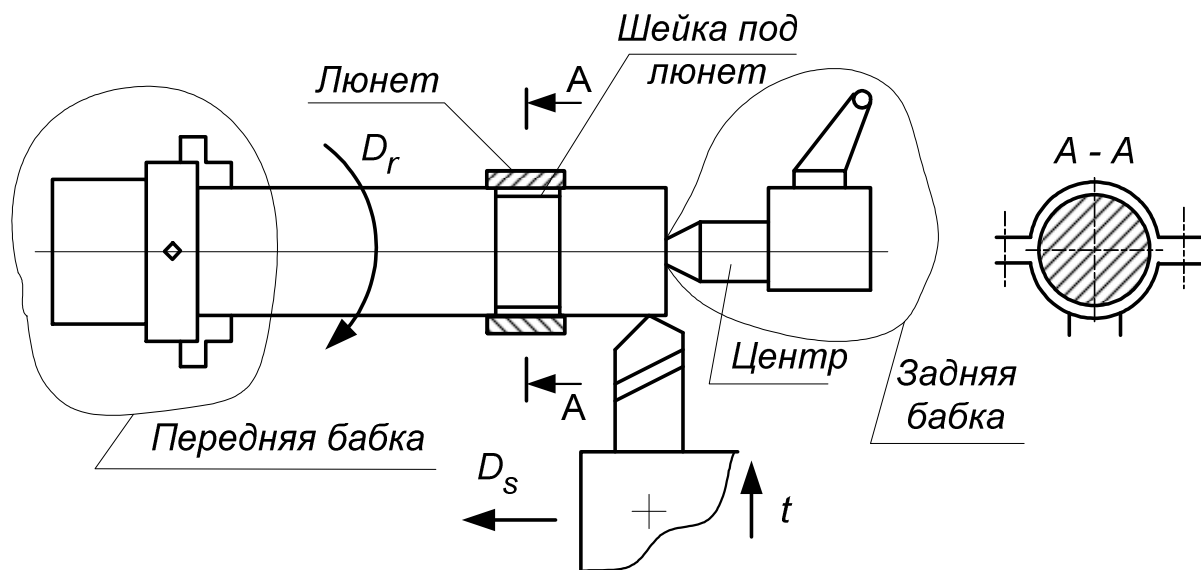
Заготовки для таких валов обычно получают методом свободнойковки слитков на прессах и молотах большой мощности.

Послековки заготовку подвергают отжигу для снятия внутренних напряжений.

Токарная обработка выполняется в следующем порядке:

- обтачивание шеек под люнеты осуществляется после закрепления одного конца вала в патроне или планшайбе передней бабки, а другого конца, имеющего центровое отверстие, – в центре задней бабки;
- наружные поверхности обтачиваются после закрепления вала в патроне или планшайбе с установкой в люнет с подготовленной заранее шейкой.

На рисунке представлена схема токарной обработки тяжелых валов. Задняя бабка выполняет функцию дополнительной опоры.



**Схема токарной обработки тяжелых валов**

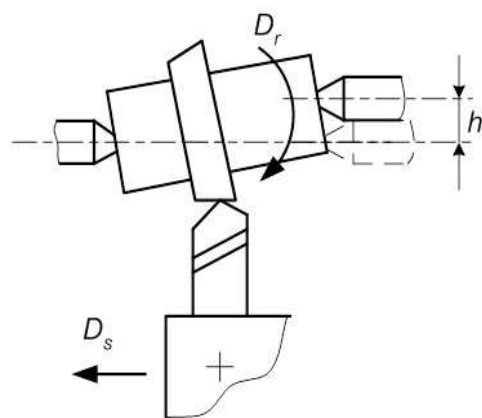
Передняя бабка обрабатывающего станка представляет собой комплекс, состоящий из коробки скоростей; патрона и кулачкового механизма, служащих для закрепления обрабатываемой детали; шпинделя – вала, передающего вращательное движение обрабатываемой детали.

### Тема 6 Получение конических и фасонных поверхностей на токарных станках

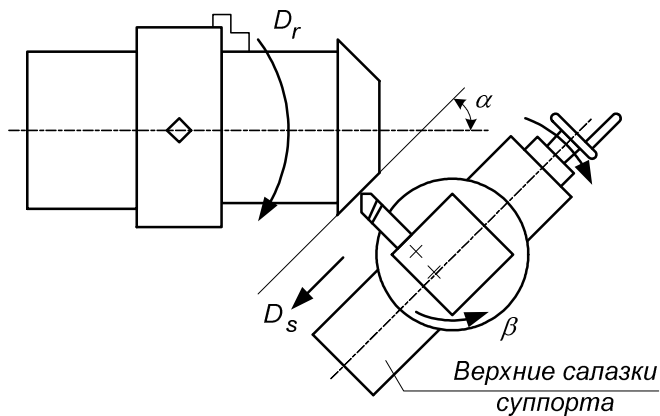
Для обработки конических поверхностей деталей невысокой точности с углом конуса при вершине меньше  $30^\circ$  можно использовать **метод точения с поперечным смещением центра задней бабки** (рис. 6.1).

Недостатком данного метода можно назвать сравнительно быстрый износ центровых отверстий из-за неблагоприятного нагружения центров станка.

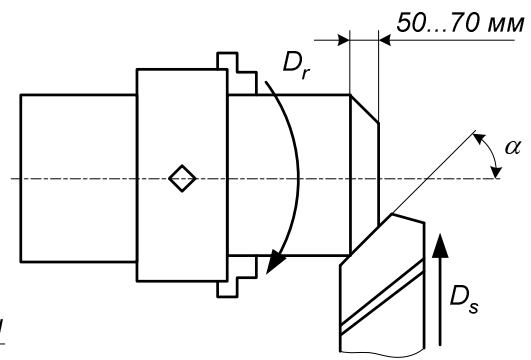
Для получения точных наружных и внутренних конусов относительно небольших диаметров с любым углом при вершине можно использовать **метод поворота верхних салазок суппорта** на требуемый угол (рис. 6.2).



**Рис. 6.1. Схема метода точения с поперечным смещением центра задней бабки**



**Рис. 6.2.** Схема поворота верхних салазок суппорта на требуемый угол

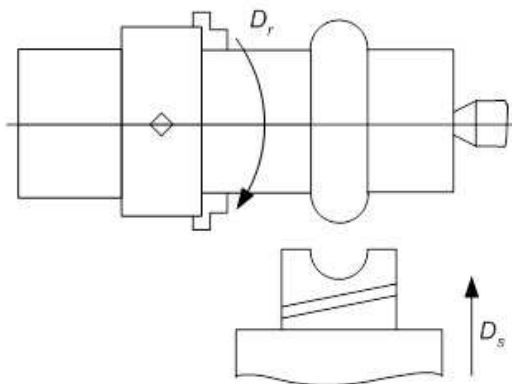


**Рис. 6.3.** Схема получения образующей конуса широким резцом

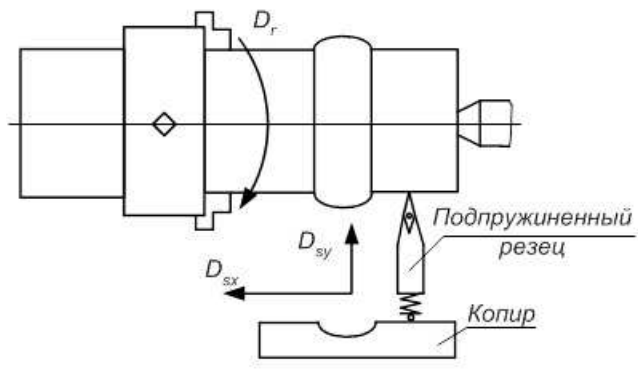
Если образующая конуса детали составляет не более  $50 \div 70$  мм, то ее можно получить точением специальным **широким резцом** (рис. 6.3).

**Фасонные поверхности** деталей тел вращения могут обрабатываться двумя методами:

- обтачиванием фасонными резцами (рис. 6.4);
- обтачиванием резцами, направленными по копиру (рис. 6.5).



**Рис. 6.4.** Схема обтачивания фасонными резцами



**Рис. 6.5.** Схема обтачивания резцами, направленными по копиру

При обработке шарообразных поверхностей копирное устройство можно заменить простейшим приспособлением рычажного типа.

### Вопросы и задания для самоконтроля

1. Какие поверхности валов можно использовать в качестве конструкторской, технологической и измерительной базы?

2. Какое оборудование может быть использовано для обработки валов?
3. В чем заключается главное достоинство использования поводкового центра в условиях единичного производства?
4. По чертежу заданного вала и типовому технологическому процессу раздаточного материала составить примерный технологический процесс изготовления детали.
5. В чем преимущество обработки деталей на многорезцовых станках?
6. Как рассчитать основное время на обработку при использовании многорезцовых комбинированных инструментов?
7. Какой квалитет по точности обработки обеспечивают многорезцовые станки?
8. Какие марки сталей используют для производства инструментов при обработке деталей на многошпиндельных полуавтоматических и автоматических станках?
9. Какие валы относятся к категории тяжелых?
10. Какими методами получают заготовки тяжелых валов?
11. Какова функция люнета?
12. Перечислите методы и покажите эскизы получения конических поверхностей.
13. Каким образом получают фасонные поверхности в условиях мелкосерийного производства?

## **МОДУЛЬ 2. ЧИСТОВАЯ ОТДЕЛОЧНАЯ ОБРАБОТКА НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ**

### **Тема 7**

#### **Виды чистовой отделочной обработки наружных цилиндрических поверхностей. Тонкое алмазное точение. Шлифование**

Наибольшее распространение получили следующие **виды чистовой отделочной обработки:**

- тонкое алмазное точение;
- шлифование наружных цилиндрических поверхностей в центрах;
- бесцентровое шлифование;
- притирка;

- хонингование абразивными брусками;
- механическая доводка абразивными колеблющимися брусками - суперфиниш;
- полирование;
- электрополирование и виброполирование;
- жидкостно-абразивная и дробеструйная обработка;
- отделочная обработка давлением (обкатка).

**Тонкое алмазное точение** чаще всего используется при обработке деталей из цветных сплавов (бронзы, латуни, алюминиевых и магниевых сплавов), а также чугуна и некоторых марок специальных сталей.

Необходимость этого метода обработки вызвана невозможностью эффективного шлифования из-за быстрого засаливания шлифовального круга.

Скорость вращения шпинделя  $n_{ш} = 2000 \div 8000$  об/мин ( $\text{мин}^{-1}$ ).

В качестве инструмента используются алмазные резцы или резцы с пластинками из твердого сплава. При точении бронзы скорость резания составляет  $V_{б} = 200 \div 300$  м/мин. Для алюминия  $V_{а} = 1000$  м/мин.

Скорость резания можно определить по формуле, м/с,

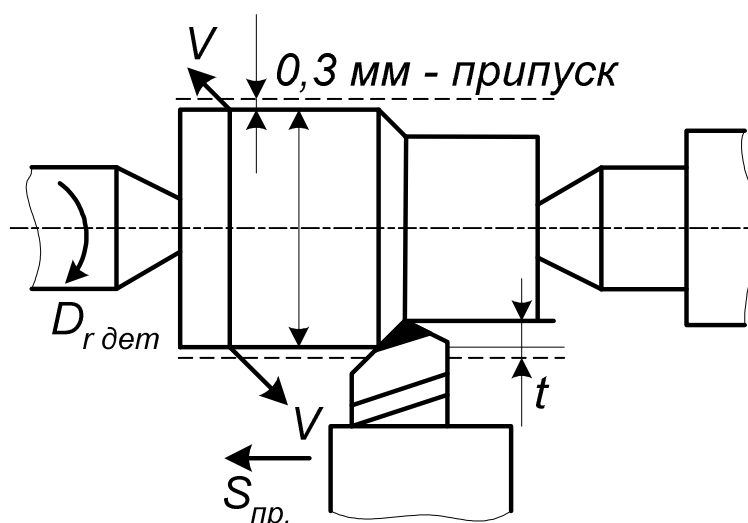
$$V = \pi \cdot d \cdot n,$$

где  $d$  – диаметр резания, м;

$n$  – частота вращения обрабатываемой детали, об/с.

Подача инструмента составляет  $S = 0,03 \div 0,1$  мм/об при глубине резания  $t = 0,05 \div 0,15$  мм.

На рис. 7.1 показана схема алмазного точения вала.



**Рис. 7.1.** Схема алмазного точения вала

Качество алмазного точения при оптимальных режимах соответствует 6-му качеству при параметре шероховатости  $R_a = 0,32 \div 0,16$  мкм.

**Шлифование** – основной метод чистовой отделки наружных поверхностей тел вращения. Величина припуска под шлифовку обычно не превышает 0,3 мм.

**Виды шлифования:**

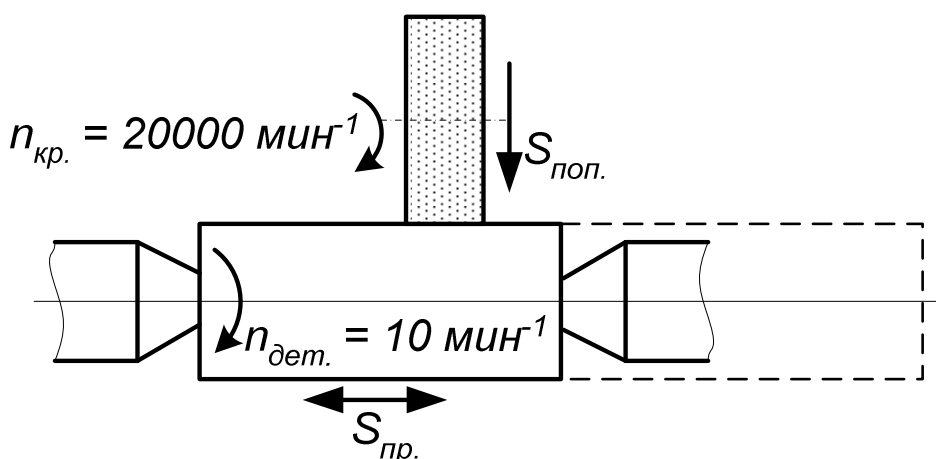
- предварительное (обдирочное);
- точное.

При точном шлифовании обеспечивается 6-й класс точности и  $R_a = 0,32 \div 1,25$  мкм. Точное тонкое шлифование обеспечивает 5-й класс точности и  $R_a = 0,08 \div 0,16$  мкм.

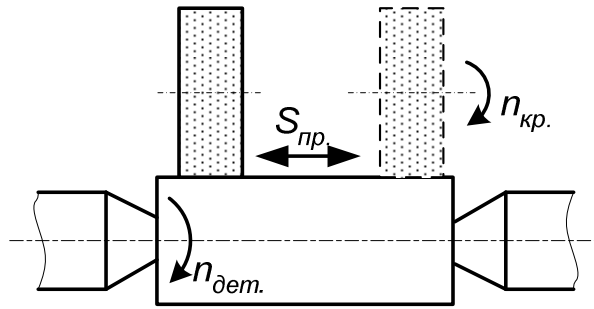
Для тонкого шлифования необходим мягкий мелкозернистый круг, большая скорость резания (40 м/с), малая частота вращения детали (до 10 об/мин), малая глубина резания ( $t = 0,005$  мм). Необходимо также усиленное охлаждение обрабатываемой детали, например сульфореолом. Иногда применяют дополнительные проходы без поперечной подачи (выхаживание) до прекращения появления искр.

Возможны два вида шлифования с продольной подачей:

- с перемещением заготовки (рис.7.2);
- с перемещением инструмента (рис. 7.3).



*Рис. 7.2. Шлифование с перемещением заготовки*

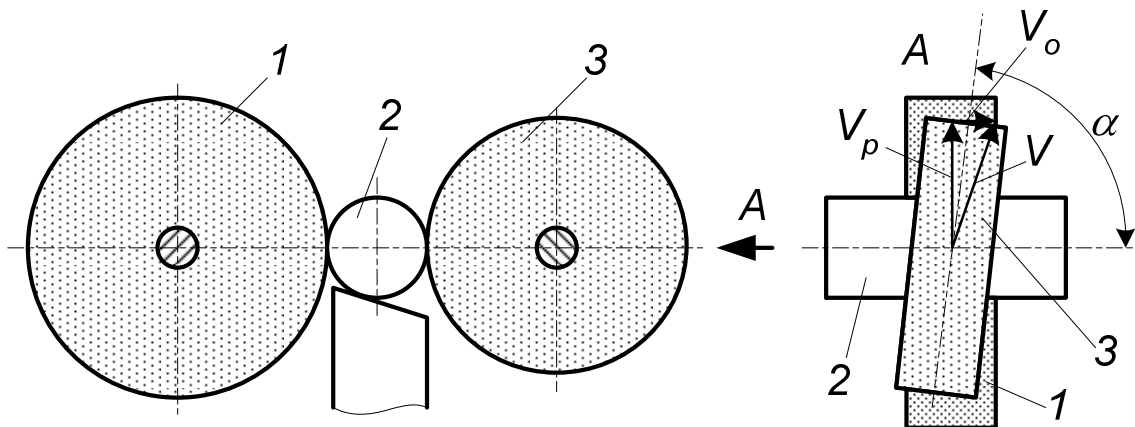


*Рис. 7.3. Шлифование с перемещением инструмента*

### **Бесцентровое шлифование**

При **бесцентровом шлифовании** (рис. 7.4) деталь не закрепляется в центрах, как на круглошлифовальных станках, а перемещается без всякого крепления между двумя шлифовальными кругами.

Режимы резания при данном методе отличаются сравнительно большими глубинами резания (до 0,4 мм и выше в зависимости от диаметра детали) при малом количестве проходов.



*Рис. 7.4. Применение метода бесцентрового шлифования: 1 – шлифующий рабочий круг; 2 – обрабатываемая деталь; 3 – ведущий (подающий) круг вращает деталь и сообщает ей продольное перемещение*

Ширина рабочего круга может достигать 800 мм (путем набора из отдельных кругов). Шлифование таким кругом за один проход обеспечивает 7 ÷ 8-й квалитет точности при  $R_a = 0,16 \div 0,32$  мкм.

## **Тема 8**

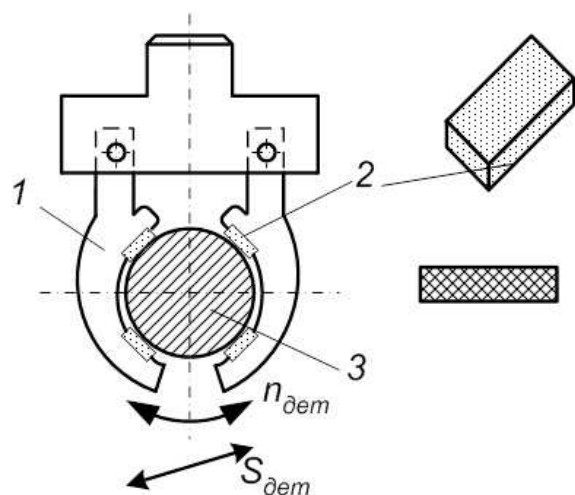
### **Хонингование, или механическая доводка абразивными брусками**

Высокая точность и удовлетворительная шероховатость наружных поверхностей детали достигается шлифованием.



Для повышения качества по шероховатости обрабатываемых поверхностей и для придания специальной формы микронеровностям предусматривают операцию **хонингования** (см. рисунок). Например, хонингованию подвергаются гильзы цилиндров ДВС и валы, совершающие возвратно-поступательные движения.

Обрабатываемая деталь охватывается двумя полуподшипниками при помощи шарнирных рычагов и после этого ей сообщается одновременно вращательное и прямолинейное возвратно-поступательное движение.



*Схема операции хонингования:  
1 – шарнирные рычаги; 2 – абразивные инструменты (хоны); 3 – обрабатываемая деталь*

Процесс хонингования длится 2 – 3 мин. После этого станок автоматически отключается и деталь освобождается. Доводка осуществляется с подачей на место обработки керосина. В процессе производства происходит нагрев детали до  $t = 50 \div 150 \text{ }^\circ\text{C}$ .

В результате хонингования поверхность получается сетчатой. Причина – наличие в технологическом процессе только двух движений.

## Тема 9

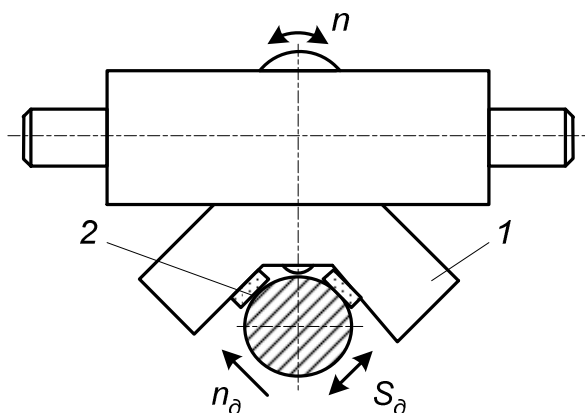
### Получение деталей высокого качества по микронеровностям поверхности

#### *Суперфиниширование*

Внешне процесс суперфиниширования, или механической доводки абразивными колеблющимися брусками похож на хонингование, так как в качестве обрабатывающего инструмента используются абразивные бруски.

В отличие от хонингования процесс суперфиниширования складывается из трех и более движений. Наряду с вращательным и продольным имеет место колебательное движение, являющееся главным рабочим движением (см. рисунок).

Поверхность после такой обработки получается чистой до блеска ( $R_z = 0,05$  мкм). Суперфинишированию обычно предшествует операция тонкого точения или шлифования с  $R_a < 0,32$  мкм.



**Схема применения метода суперфиниширования:**

**1 - пружина; 2 - абразивные бруски (хоны);**

**3 – обрабатываемая деталь**

### **Притирка (доводка)**

В машиностроении притирка применяется при изготовлении деталей газо- и гидрораспределительных устройств. Точность обработки достигает 5-го качества, а шероховатость поверхности  $R_z = 0,05 \div 0,63$  мкм.

Данный вид обработки осуществляется инструментом, который называется **притиром**.

Притир изготавливается обычно из чугуна или бронзы, и на его поверхность наносится суспензия из абразивного микропорошка с величиной зерна от 3 до 22 мкм, смешанного с машинным маслом.

Обрабатываемая деталь практически не нагревается, поэтому структура поверхностного слоя получается высококачественной.

Для предварительной притирки притиры подбирают из мягких материалов (красная медь, свинец), хорошо удерживающих крупные абразивные зерна от 80 до 120 мкм. Окончательную притирку осуществляют из перлитного чугуна.

Твердосплавные детали обрабатывают с помощью пылевидного карбида бора ( $BC_3$ ).

Алмазная пыль – самый хороший материал для притирки как по точности, так и по режущим свойствам, однако стоимость ее достаточно высокая.

Чтобы абразивный порошок прилипал к притиру, для улучшения процесса притирки используют различные смазывающие материалы. Для обработки стали и чугуна в качестве смазочного материала используют смесь машинного масла с керосином.

Для обработки легких сплавов употребляют деревянное масло (оливковое).

В настоящее время для доводочных работ используют пасты ГОИ (государственный оптический институт). В состав этих паст входят окись хрома, жиры, олеиновая или стеариновая кислоты.

Пасты ГОИ могут быть:

- грубые – 40 мкм;
- средние – 16 мкм;
- тонкие – 7 мкм.

Параметр шероховатости обрабатываемой поверхности после притирки составляет  $R_z = 0,05 \div 0,32$  мкм, а точность достигает 5-го качества. Припуск на притирку составляет от 0,005 до 0,015 мм.

## Тема 10

### Полирование деталей

**Полирование** применяется как отделочная операция для уменьшения шероховатости поверхности.

Хорошо отполированная поверхность более устойчива к коррозии. Поэтому полирование осуществляется для деталей, подвергающихся воздействию атмосферы, например велосипедов, бытовых и промышленных приборов.

Полирование производят с помощью кругов, изготовленных из войлока, фетра, парусины, кожи. На круги наносится слой абразивного порошка или пасты.

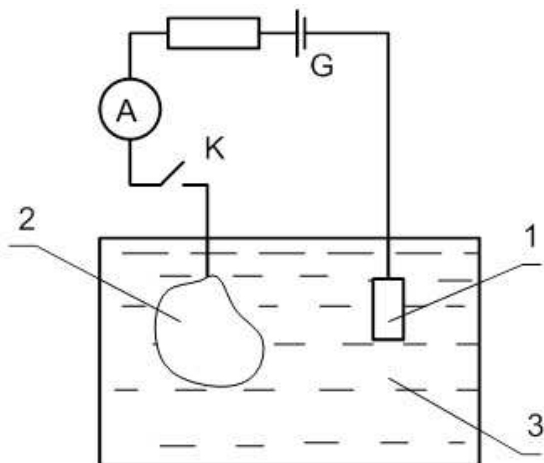
В последнее время получили распространение полировальные круги с карандашным графитом в виде наполнителя.

### *Электрополирование*

Для декоративной отделки поверхностей сложных по конфигурации деталей машин применяется электрополирование (рис. 10.1).

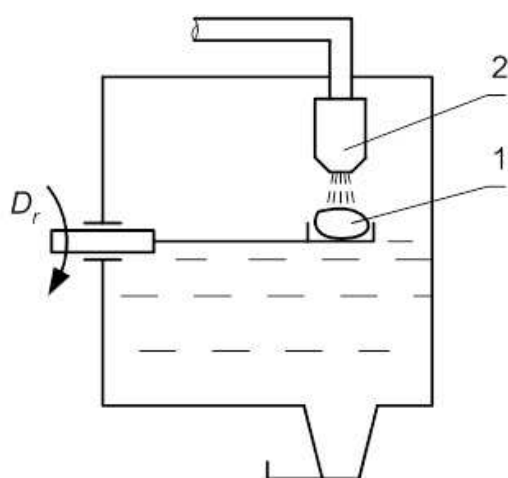
Время полирования составляет от 15 до 46 с; параметр шероховатости  $R_a = 0,04 \div 0,16$  мкм; припуск на электрополирование дается  $\delta = 3 \div 5$  мкм.

После окончания технологического процесса обязательно проводится тщательная мойка детали.



**Рис. 10.1. Схема электрополирования: 1 – катод; 2 – обрабатываемая деталь сложной формы; 3 – электролит (ортофосфорная или серная кислота)**

шением шероховатости  $R_a$  происходит упрочнение поверхности. В качестве абразива применяют зерна корунда, электрокорунда и кварцевого песка.



**Рис. 10.2. Схема жидкостно-абразивной и дробеструйной обработки деталей: 1 – обрабатываемая деталь; 2 – сопло с истекающей жидкостью, содержащей абразив**

### **Жидкостно-абразивная и дробеструйная обработка**

Эти виды обработки применяются для очистки поковок и литья от окалины и ржавчины, а также для подготовки сложных поверхностей под гальваническое покрытие.

Для очистки деталь помещают в специальную камеру, и на нее направляется струя жидкости, содержащая во взвешенном состоянии зерна абразива. Удар абразива об обрабатываемую поверхность приводит к ее сглаживанию. Одновременно с уменьшением шероховатости  $R_a$  происходит упрочнение поверхности.

На рис. 10.2 показан принцип жидкостно-абразивной и дробеструйной обработки деталей.

Дробеструйная обработка аналогична жидкостно-абразивной. Отличие состоит в том, что в качестве рабочего тела используется струя из стальной дроби диаметром до 1 мм.

В результате дробеструйной обработки не только очищают наружную поверхность детали, но и значительно повышают поверхностную прочность слоя материала, что особенно важно для деталей, выполненных из мягких сталей, не подвергающихся термообработке.

### **Вопросы и задания для самоконтроля**

1. Перечислить наиболее распространенные виды чистовой отделочной обработки деталей.

2. Для обработки каких материалов применяют тонкое алмазное точение?
3. Рассчитайте скорость резания детали диаметром 100 мм при частоте вращения шпинделя  $4000 \text{ мин}^{-1}$ .
4. Выполнить эскиз, показывающий сущность наружного шлифования цилиндрических деталей с перемещением инструмента.
5. Показать схему бесцентрового шлифования.
6. Какие детали подвергаются хонингованию?
7. Назовите основное достоинство суперфиниширования деталей.
8. Какие детали подвергаются притирке?
9. Какие материалы и инструменты используют для притирки деталей?
10. Какое достоинство имеет электрополирование?
11. Приведите схему жидкостно-абразивной обработки деталей.

### **МОДУЛЬ 3. ОБРАБОТКА ВНУТРЕННИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ (ОТВЕРСТИЙ)**

Основные способы обработки отверстий:

- сверление;
- зенкерование;
- развертывание;
- растачивание;
- протягивание;
- прошивание;
- шлифование;
- доводка.

Необходимая точность при получении точных отверстий достигается труднее, чем для наружных поверхностей тел вращения из-за меньшей жесткости инструмента для обработки отверстий. Высокая точность обработки отверстий достигается увеличенным числом проходов, при этом характерны большие затраты станочного времени и средств на инструмент.

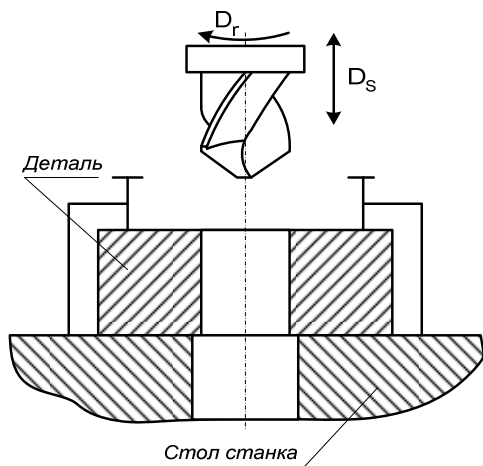
#### **Тема 11**

#### **Сверление и зенкерование отверстий**

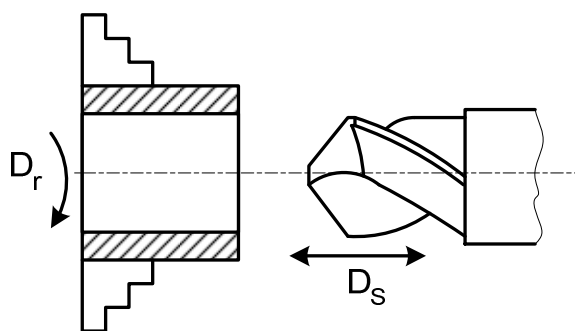
**Сверление** отверстий может осуществляться по трем схемам:

- сверло имеет вращательные движения и подачу вдоль оси. Обрабатываемую деталь неподвижно устанавливают на столе станка (рис. 11.1);

- обрабатываемую деталь устанавливают в патроне или цанге станка (рис. 11.2);
- обрабатываемая деталь вращается в противоположном направлении относительно вращения сверла (рис. 11.3).

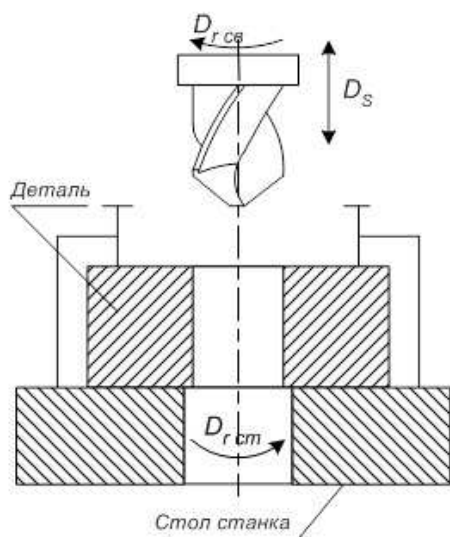


*Рис. 11.1. Первая схема операции сверления*



*Рис. 11.2. Вторая схема операции сверления*

Третья схема обеспечивает наивысшую точность сверления и способствует меньшему уводу сверла относительно геометрической оси.



*Рис. 11.3. Третья схема операции сверления*

Сверление обеспечивает точность 11 ÷ 12-го качества; параметр шероховатости  $R_z = 40 \div 80$  мкм, диаметр сверл  $d_{св} = 0,25 \div 80$  мм.

В сплошном материале применяют сверла диаметром не более 30 ÷ 35 мм.

Операция **зенкерования** аналогична рассверливанию и обычно используется для увеличения диаметра ранее рассверленного отверстия.

Зенкерование обеспечивает более чистую поверхность и является наиболее производительной операцией по сравнению с растачиванием. Режущим инструментом служат зенкеры с двумя, тремя и большим количеством режущих кромок.

Схема зенкерования отверстия изображена на рис. 11.4.

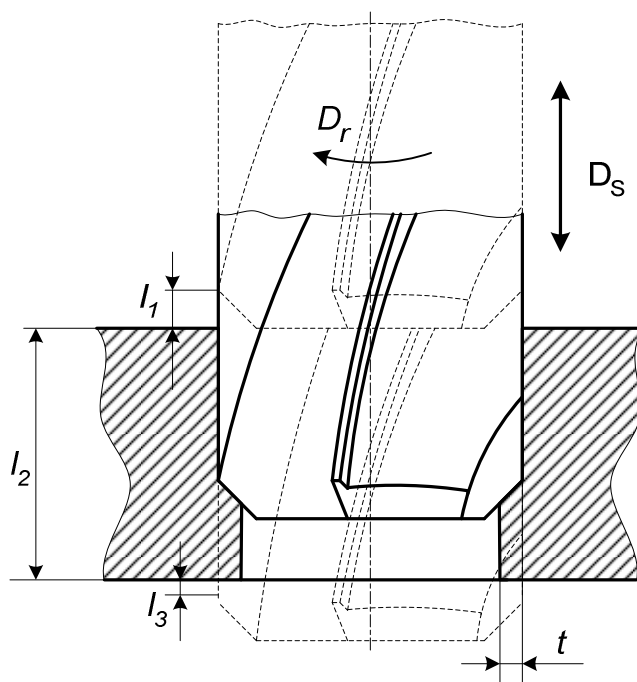


Рис. 11.4. Схема зенкерования отверстия

Основное время при зенкеровании и развертывании определяется по формуле

$$t_{\text{осн}} = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{n_{\text{зенк}} \cdot S_{\text{ос}}},$$

где  $t_{\text{осн}}$  – основное время, мин;  $l_1$  – путь врезания, мин;  $l_2$  – путь резания;  $l_3$  – перебега инструмента (обычно  $l_3 = 1 \div 3$  мм);  $n_{\text{зенк}}$  – скорость вращения зенкера (об/мин);  $S_{\text{ос}}$  – скорость осевой подачи зенкера, мм/об.

Штучное время (время обработки одной детали) находится по уравнению

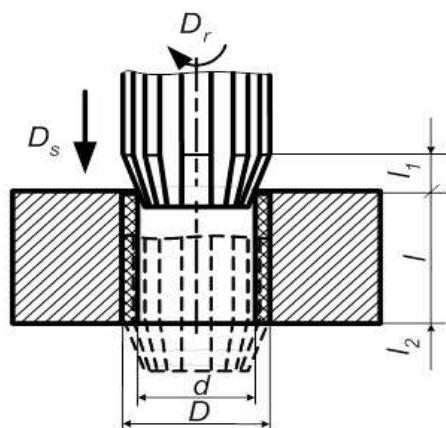
$$t_{\text{шт}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{всп}},$$

где  $t_{\text{шт}}$  – штучное время;  $t_{\text{осн}}$  – основное время;  $t_{\text{всп}}$  – вспомогательное время.

## Тема 12

### Растачивание, развертывание, протягивание и прошивание отверстий

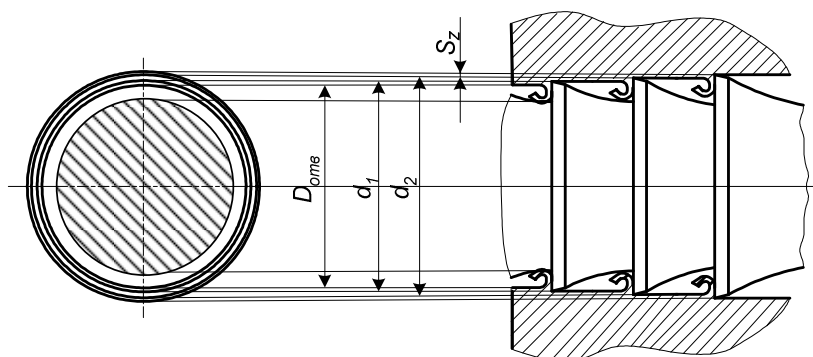
**Растачивание** применяется в качестве черновой или окончательной обработки отверстий  $d_{\text{отв}} \geq 35$  мм. Осуществляют растачивание на горизонтально-расточных, вертикально-расточных, координатно-расточных станках. Параметр шероховатости обработки  $R_a = 1,25 \div 2,5$  мкм.



*Рис. 12.1. Схема операции развертывания отверстия*

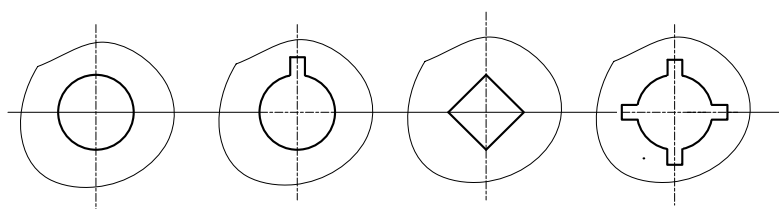
**Развертывание** как окончательная операция механической обработки отверстий дает 6 ÷ 7-й квалитет точности и осуществляется инструментом – разверткой (рис. 12.1).

**Протягивание** осуществляют на протяжном станке при помощи протаскивания через отверстие режущего инструмента – протяжки (рис. 12.2). Формы отверстий при протягивании показаны на рис. 12.3.



$$D_{\text{отв}} = d_1 < d_2 < \dots < d_i$$

*Рис. 12.2. Схема операции протягивания отверстия*



*Рис. 12.3. Формы отверстий при протягивании*

При **прошивании** используется та же схема резания, что и при протягивании. Изменяется только место приложения силы к инструменту. Протяжка работает на растяжение, а прошивка – на сжатие.

### Тема 13

#### Шлифование отверстий

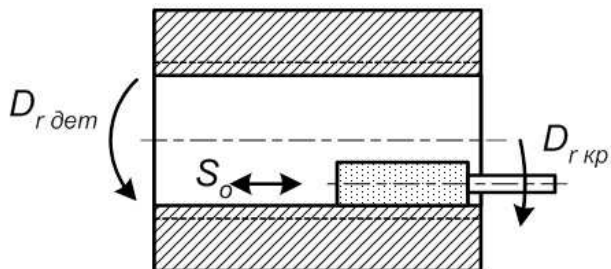
**Шлифование** проводится на универсальных круглошлифовальных станках. Обработку отверстий осуществляют по 5 ÷ 6-му квали-



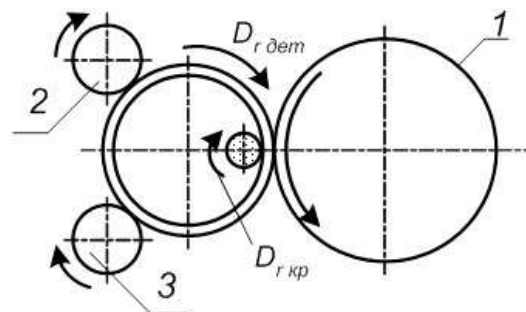
тету точности. Операция относится к числу дорогостоящих. Диаметр шлифовального круга назначается в пределах  $D_{кр} = (0,7 \div 0,9) \cdot D_{отв}$ .

Применяется шлифование с вращением детали, планетарное и бесцентровое.

На рис. 13.1 изображена схема **внутреннего шлифования**.



*Рис. 13.1. Схема внутреннего шлифования*



*Рис. 13.2. Схема бесцентрового внутреннего шлифования*

При бесцентровом шлифовании точность обработки до 8 мкм. Отклонение формы меньше, чем при внутреннем шлифовании. Область применения – крупносерийное производство.

Схема **бесцентрового внутреннего шлифования** представлена на рис. 13.2.

### Вопросы и задания для самоконтроля

1. Какие инструменты используют для получения отверстий?
2. По какой формуле рассчитывают штучное время при зенкеро-вании?
3. Какие отверстия подвергают растачиванию?
4. Какой квалитет обеспечивает такая операция механической обработки, как развертывание?
5. Какие поверхности можно получить путем протягивания?
6. Какие инструменты применяют при внутреннем шлифовании?

## МОДУЛЬ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕЗЬБОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

В машиностроении в основном используют **цилиндрические** и **конические** резьбы. Наибольшее распространение получила цилиндрическая резьба с треугольным профилем и углом  $60^\circ$  – **метрическая резьба**.

Различают **наружные** и **внутренние** резьбовые поверхности.

## Тема 14 Технология изготовления резьб

В единичном производстве резьбовые поверхности формируют на токарных станках. Режущим инструментом является резец, заточенный под соответствующим углом профиля резьбы.

Схема нарезания резьбы на токарных станках показана на рис. 14.1.

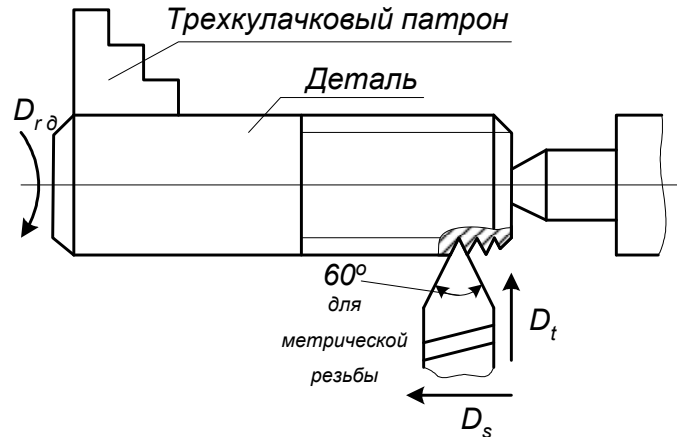


Рис. 14.1. Схема нарезания резьбы на токарных станках

Настройку станка осуществляют таким образом, чтобы за один оборот детали резец переместился на один шаг.

Для данного вида обработки необходима высокая квалификация рабочего и большое штучное время.

Более высокопроизводительным является **метод нарезания резьбы с помощью плашек** (рис. 14.2).

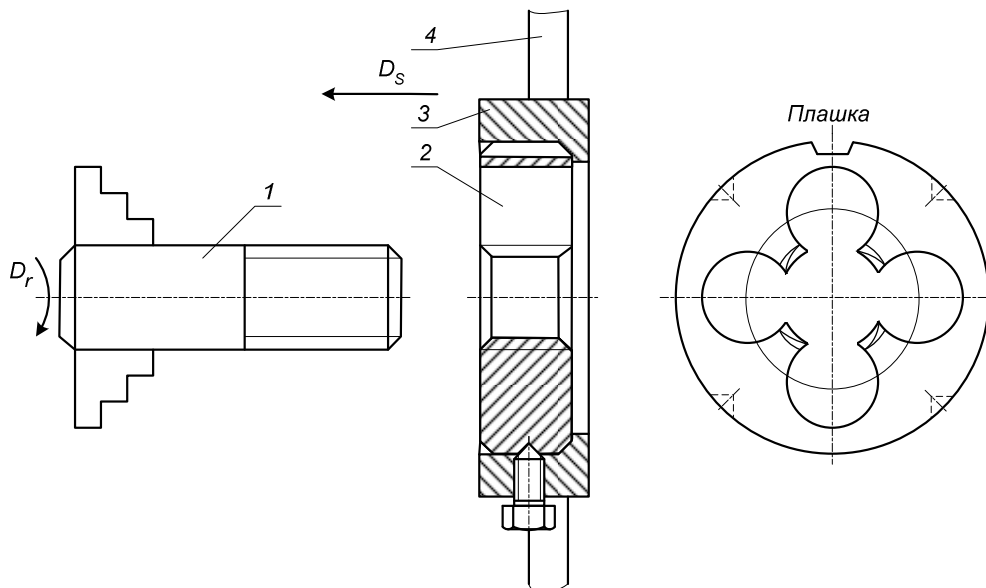
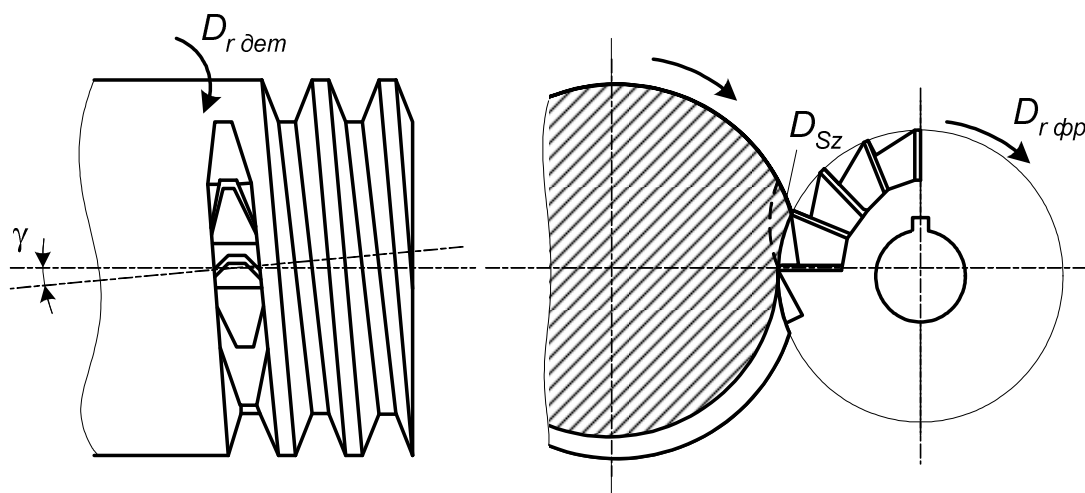


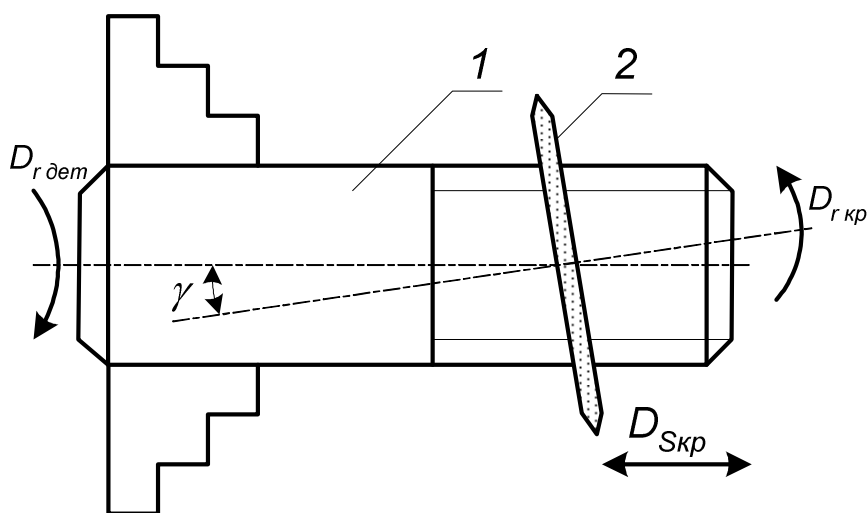
Рис. 14.2. Схема нарезания резьбы с помощью плашек:  
1 – деталь; 2 – плашка; 3 – плашкодержатель; 4 – рычаг плашкодержателя

Наиболее точным методом получения резьбы в крупносерийном и массовом производстве считается **резьбофрезерование** (рис. 14.3). В качестве режущего инструмента в этом случае применяют резьбовую фрезу и фрезерные головки.



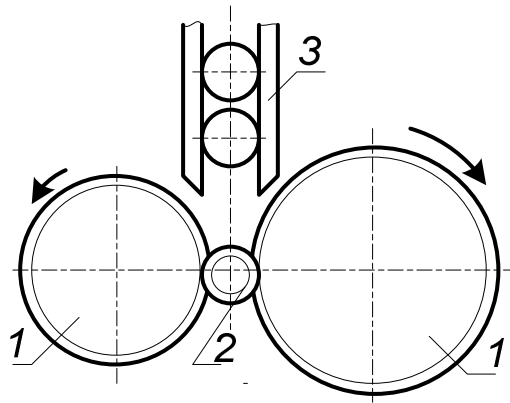
*Рис. 14.3. Схема резьбофрезерования:  $\gamma$  – угол подъема винтовой линии*

Для получения особо точных резьб используют метод резьбошлифования (рис. 14.4).



*Рис. 14.4. Схема резьбошлифования*

В массовом производстве резьбы изготавливают с помощью накатывания (рис. 14.5).



*Рис. 14.5. Схема изготовления резьбы методом накатывания: 1 – накатные ролики; 2 – заготовка; 3 – питатель*

Материалом заготовок являются сталь, цветные сплавы. Диаметры нарезаемых резьб – от 3 до 85 мм.

### **Вопросы и задания для самоконтроля**

1. Назовите основные параметры метрической резьбы.
2. Какими инструментами нарезают наружную и внутреннюю резьбы?
3. Назовите наиболее производительные методы изготовления резьб.
4. Перечислите наиболее точные методы изготовления резьб.
5. Приведите примеры резьбовых соединений.

## **МОДУЛЬ 5. ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ЗУБЬЕВ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС**

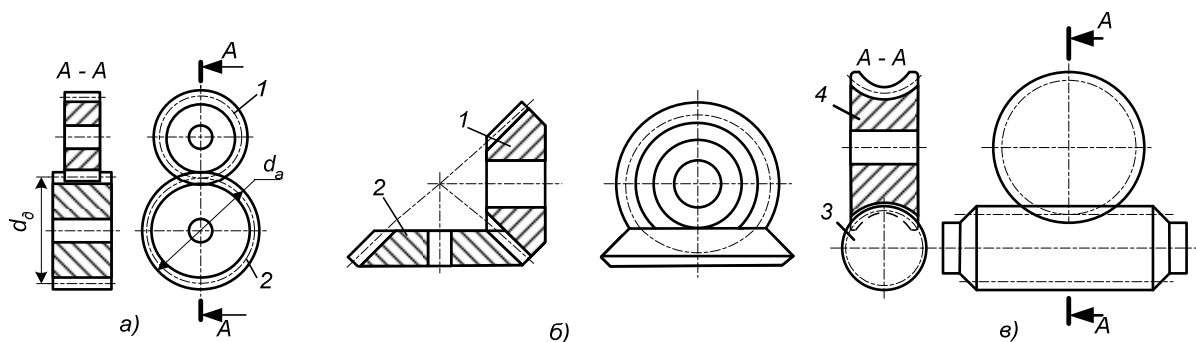
### **Тема 15**

#### **Назначение и классификация зубчатых передач**

В современных машинах широко применяют зубчатые передачи. Различают силовые зубчатые передачи, предназначенные для передачи крутящего момента с изменением частоты вращения валов, и кинематические передачи, служащие для передачи вращательного движения между валами при относительно небольших крутящих моментах.

Зубчатые передачи, используемые в различных механизмах и машинах, делят на цилиндрические, конические, червячные, смешанные и гиперболоидные (винтовые и гипоидные).

Наибольшее распространение получили цилиндрические, конические и червячные передачи (рис. 15.1).



**Рис. 15.1. Виды зубчатых передач: а – цилиндрическая; б – коническая; в – червячная; 1 – шестерня; 2 – зубчатое колесо; 3 – червяк; 4 – червячное колесо**

Цилиндрические зубчатые колеса изготавливают с прямыми и косыми зубьями, реже – с шевронными. Стандарт устанавливает 12 степеней точности (квалитетов) цилиндрических зубчатых колес (в порядке убывания точности): 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12. Для 1-й, 2-й степеней допуски стандартом не предусматриваются. Для каждой степени точности предусматривают следующие нормы:

- кинематической точности колеса, определяющие полную погрешность угла поворота зубчатых колес за один оборот;
- плавности работы колес, определяющие составляющую полной погрешности угла поворота зубчатого колеса, многократно повторяющейся за оборот колеса;
- контакта зубьев, определяющие отклонение относительных размеров пятна контакта сопряженных зубьев в передаче.

Независимо от степени точности колес установлены нормы бокового зазора (виды сопряжений зубчатых колес). Существуют шесть видов сопряжений зубчатых колес в передаче, которые в порядке убывания гарантированного бокового зазора обозначаются буквами *A, B, C, D, E, H*, и восемь видов допуска ( $T_{jn}$ ) на боковой зазор: *x, y, z, a, b, c, d, h*.

В соответствии со стандартом точность зубчатых колес может быть определена как комплексными, так и дифференцированными показателями.

По технологическому признаку зубчатые колеса делятся:

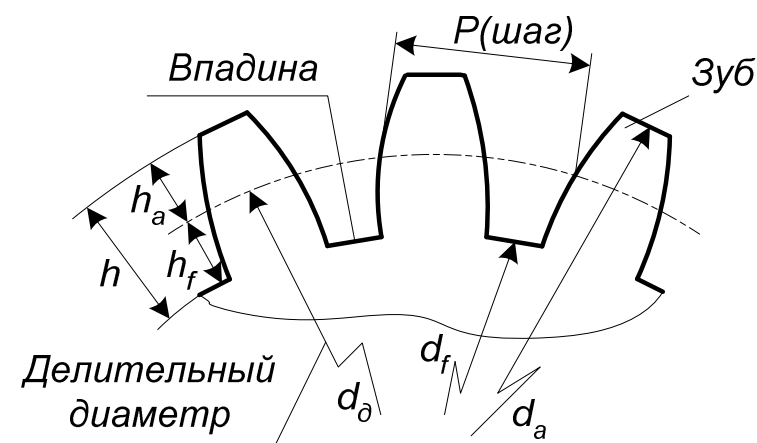
- на цилиндрические и конические без ступицы и со ступицей, с гладким или шлицевым отверстием;
- многовенцовые блочные с гладким или шлицевым отверстием;

- цилиндрические, конические и червячные типа фланца;
- цилиндрические и конические с хвостовиком;
- валы-шестерни.

У цилиндрических колес зубья выполняют прямыми, спиральными или шевронными.

Основные характеристики цилиндрического зубчатого колеса (рис.15.2):  $m$  – модуль;  $P$  – шаг между зубьями;  $z$  – число зубьев;  $h_a$  – высота головки зуба;  $h_f$  – высота ножки зуба;  $h$  – общая высота зуба;  $d_a$  – наружный диаметр зубьев;  $d_f$  – диаметр окружности впадин;  $d_d$  – делительный диаметр.

Значение модуля  $m$  (мм) может быть найдено как  $m = P/\pi$  или  $m = d_a/(z+2) = d_d/z$ . Высота головки  $h_a$  и ножки зуба  $h_f$  определяются как  $h_a = h_f = 1,25 \cdot m$ .



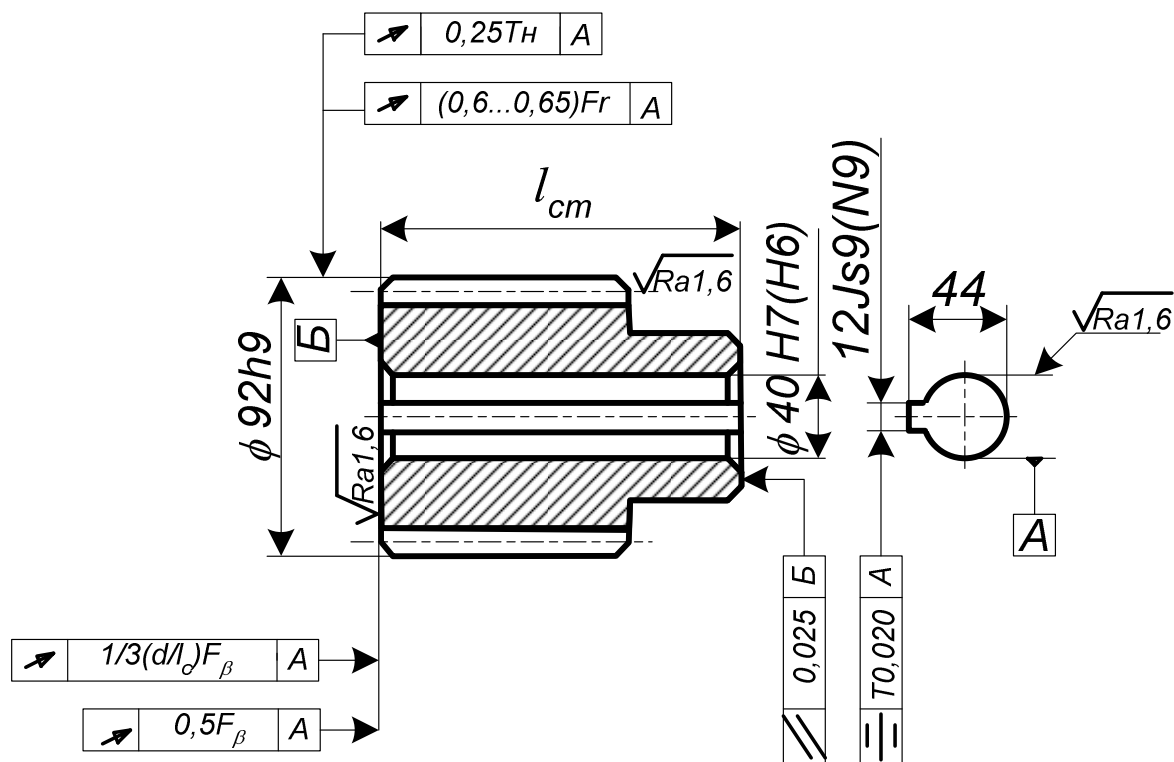
**Рис. 15.2. Основные характеристики зубчатого колеса**

Обработка зубчатых колес разделяется на два этапа:

- обработка до нарезания зубьев;
- обработка зубчатого венца.

Задачи первого этапа соответствуют в основном аналогичным задачам, решаемым при обработке деталей классов диски (зубчатое колесо плоское без ступицы), втулки (со ступицей) или валов (вал-шестерня). Операции второго этапа обычно сочетают с отделочными операциями обработки корпуса колеса. На построение технологического процесса обработки зубчатых колес влияют следующие факторы: форма зубчатого колеса; форма и расположение зубчатого венца и количество венцов; степень точности колеса; методы контроля зубчатых колес; материал колеса; наличие и вид термообработки; габаритные размеры; объем выпуска.

На рис. 15.3 показаны типовые требования к точности заготовки для нарезания зубьев в зависимости от вышеперечисленных факторов.



**Рис. 15.3. Зубчатое колесо с типовыми требованиями к точности его изготовления**

Требования к точности изготовления зубчатого колеса:

- точность размера окружности выступа ( $d_a$ ) зависит от метода контроля толщины зуба: когда  $d_a$  является измерительной базой, то  $\Delta d_a = 0,5 T_n$ ; когда  $d_a$  не является измерительной базой, диаметр  $d_a$  может изготавливаться по  $IT12$ , где  $T_n$  – допуск на смещение исходного контура;
- радиальное биение поверхности вершин зубьев относительно оси отверстия (измерительной базы) не более  $0,25 T_n$ , когда  $d_a$  используется для контроля толщины зуба, например, при контроле смещения исходного контура;
- радиальное биение поверхности вершин зубьев относительно оси отверстия не должно превышать  $(0,6...0,65)/F_r$ , когда используется

для выверки, т. е. в качестве технологической базы, где  $F_r$  – допуск радиального биения зубчатого венца;

- торцовое биение поверхности  $B$  относительно оси отверстия не должно превышать  $0,5F_\beta$  при сопряжении зубчатого колеса с валом по посадкам  $H7/g6$ ;  $H7/f6$  и  $H7/p6$ ;  $H7/r6$ ;  $H7/s$  и при  $l_c/D \geq 0,8$ , где  $F_\beta$  – допуск направления зуба;

- торцовое биение поверхности  $B$  относительно оси отверстия не должно превышать  $1/3(d_d/l_c)F_\beta$  при сопряжении зубчатого колеса с валом по посадкам  $H7/k6$ ;  $H7/n6$ ;  $H7/m6$ ;  $H7/js6$  и  $H7/p6$ ;  $H7/r6$ ;  $H7/s6$  при  $l_c/D \leq 0,8$ ;

- отверстие изготавливается по  $H6$  для зубчатых колес 5-й степени точности и по  $H7$  для зубчатых колес 6, 7, 8-й степеней точности.

Наибольшее влияние на протяженность технологического маршрута оказывает степень точности колеса. При изготовлении высокоточных колес (6, 5 и выше степеней точности) механическая обработка должна чередоваться с операциями термической обработки для снятия внутренних напряжений, а количество отделочных операций технологических баз и зубчатого венца значительно возрастает.

## Тема 16

### Технологические задачи изготовления зубчатых колес

**Точность размеров.** Самым точным элементом зубчатого колеса является отверстие, которое выполняется обычно по 7-му качеству, если нет особых требований.

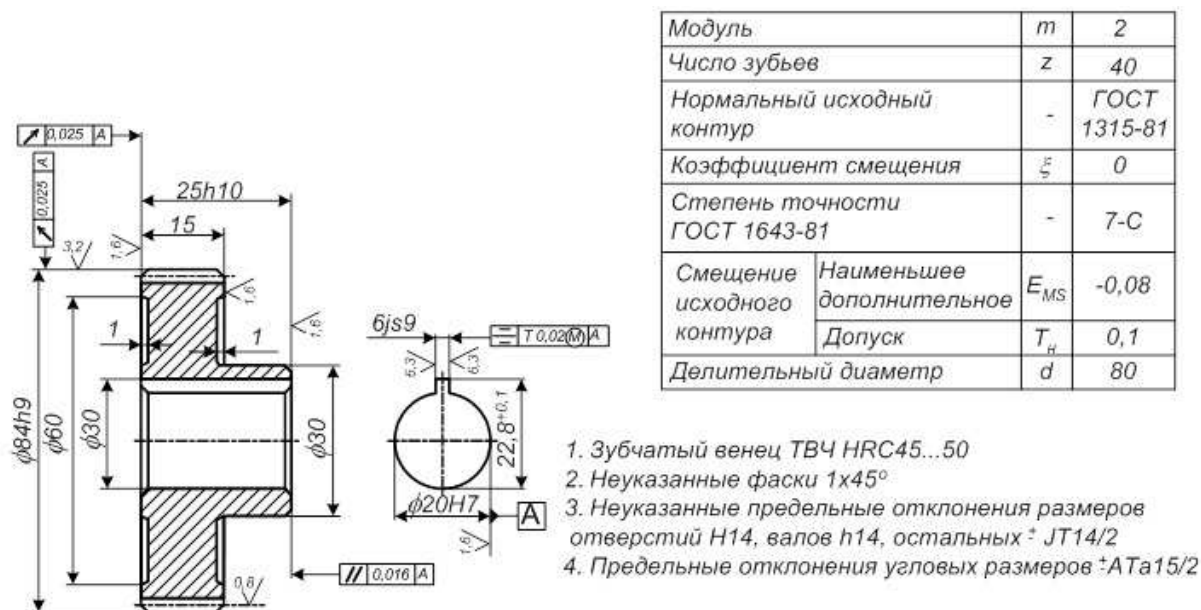
**Точность формы.** В большинстве случаев особых требований к точности формы поверхностей не предъявляется.

**Точность взаимного расположения.** Требования к точности взаимного расположения представлены на рисунке.

**Твердость рабочих поверхностей.** В результате термической обработки поверхностная твердость зубьев цементируемых зубчатых колес должна быть в пределах  $HRC$ ,  $45 \div 60$  при глубине слоя цементации  $1 \div 2$  мм. При цианировании твердость  $HRC$ ,  $42 \div 53$ , глубина слоя должна быть в пределах  $0,5 \div 0,8$  мм.

Твердость незакаливаемых поверхностей обычно находится в пределах  $HB$   $180 \div 270$ .





### Цилиндрическое зубчатое колесо с односторонней ступицей

Для рассматриваемого зубчатого колеса (см. рисунок):

- посадочное отверстие выполняется по 7-му качеству;
- точность формы не задается;
- точность взаимного расположения ограничена величинами торцового и радиального биений относительно оси отверстия не более 0,016 и 0,025 мм, а также отклонением от симметричности шпоночного паза относительно оси отверстия не более 0,02 мм;
- шероховатость поверхности зубчатого венца  $Ra = 0,8$  мкм, отверстия и торцов 1,6 мкм. Зубчатый венец закаливается ТВЧ до HRC, 45 ÷ 50 на глубину 1 ÷ 2 мм.

## Тема 17

### Основные методы формообразования зубьев цилиндрических зубчатых колес

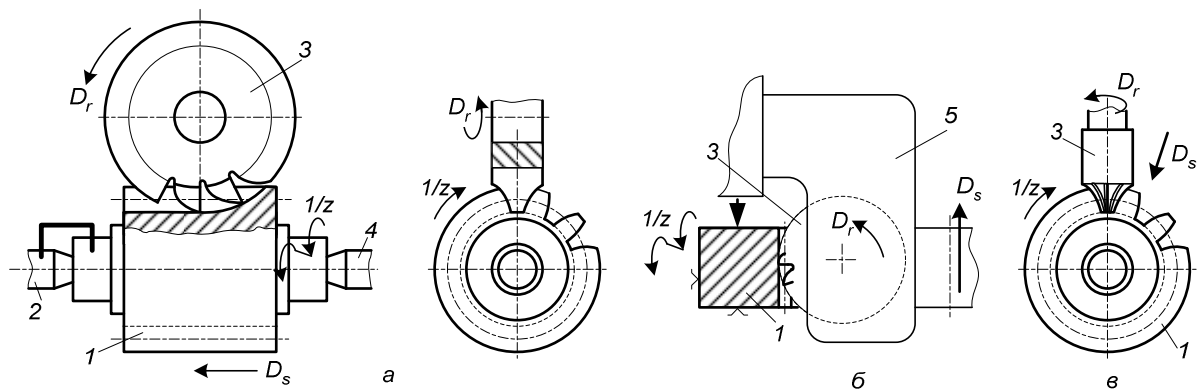
По своей кинематике нарезание зубчатого венца считается наиболее сложной операцией, т.к. в процессе резания необходимо удалить большой объем металла из впадины между зубьями. Зубчатый венец имеет сложную геометрию и высокие сложные нормы точности (нормы кинематической точности, плавности работы, бокового зазора, контакта зубьев – всего 24 показателя). По ГОСТ 1643-81 установлено 12 степеней точности для зубчатых венцов модулем 56 мм.

Эталонные колеса имеют 2-ю, 3-ю степени точности, колеса точных кинематических передач – 4-ю, 5-ю степени. В автомобилях применяются зубчатые колеса 5-й, 6-й степеней точности для легковых и 6-й, 8-й степеней – для грузовых.

Различают два метода формирования эвольвентного профиля зубьев: копированием и обкаткой. При обработке копированием профиль зуба инструмента должен соответствовать профилю впадины между зубьями нарезаемого венца. Венцы нарезают модульными дисковыми или пальцевыми фрезами, круговыми протяжками. При обработке обкаткой имитируют зацепление зубчатой пары, причем одним из элементов пары является режущий инструмент, другим – обрабатываемое зубчатое колесо; поэтому профиль зуба инструмента должен соответствовать профилю зуба пары имитируемого зацепления. Для имитации зацепления зубчатой пары режущему инструменту и (или) заготовке помимо основных движений резания и подачи необходимо придавать дополнительные (обкатные) движения. Метод обката обеспечивает непрерывное формообразование зубчатого венца и имеет высокую производительность обработки. Применение жестких точных станков обеспечивает высокую точность зубонарезания. По методу обката зубчатые колеса нарезают червячными фрезами, долбьяками, резцовыми головками, шевингованием.

**Обработка зубчатых колес модульными фрезами.** Метод основан на профилировании зубьев фасонным инструментом – модульной дисковой или пальцевой фрезой (рис. 17.1).

В процессе фрезерования впадины между зубьями колеса фрезе сообщают вращательное движение резания  $D_r$ , заготовке – движение продольной подачи  $D_s$ . После прорезания одной впадины заготовка поворачивается на угол, равный шагу между зубьями,  $1/z$  – делительный поворот. Нарезание колес внешнего зацепления пальцевой фрезой производится на вертикально-фрезерных станках, колес внутреннего зацепления – на горизонтальных или универсально-фрезерных станках, но фреза устанавливается на шпинделе специальной накладной головки 5. Так как для колеса одного модуля с разным числом зубьев имеют различный профиль впадины, то для каждого модуля и числа зубьев требуется отдельная модульная фреза. На практике ограничиваются комплектом модульных фрез, каждая из которых может быть использована для нарезания колес данного модуля в определенном интервале зубьев. В комплект входят 8, 15 или 26 фрез.

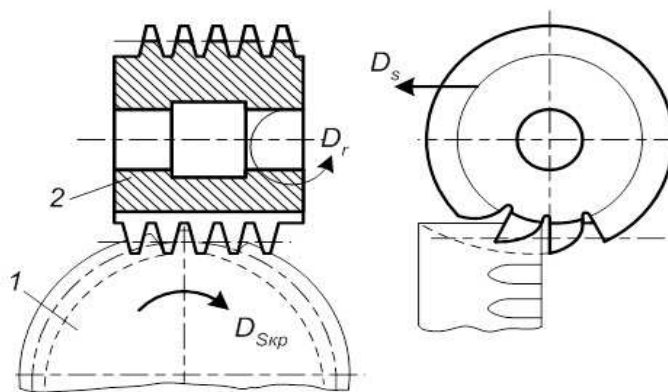


**Рис.17.1. Зубофрезерование методом копирования:** а – наружного венца дисковой модульной фрезой; б – внутреннего венца дисковой модульной фрезой; в – наружного венца пальцевой модульной фрезой; 1 – заготовка; 2, 4 – центра; 3 – фреза; 5 – накладная головка;  $D_r$  – главное движение;  $D_s$  – движение подачи;  $1/z$  – делительный поворот

Профиль зуба нарезаемого венца зависит от модуля, числа зубьев модульных фрез и коэффициентов коррекции. Применение усредненного (по числу зубьев) профиля фрезы приводит к большой погрешности нарезаемого профиля.

Метод малопроизводителен, точность зубонарезания 9-й, 10-й степеней, поэтому используется при нарезании зубчатых венцов в ремонтных мастерских, в единичном производстве или при нарезании крупномодульных колес.

**Обработка зубчатых колес червячными фрезами.** Метод основан на имитации зацепления «рейка – колесо» (рис. 17.2). Червячная фреза 2 представляет собой винт с прорезанными перпендикулярно виткам канавками. В результате образуются режущие зубья, расположенные по винтовой линии. Профиль режущей части фрезы в осевом ее сечении близок к профилю рейки. Для кинематического обеспечения имитации реечного зацепления заготовке 1 придается об-

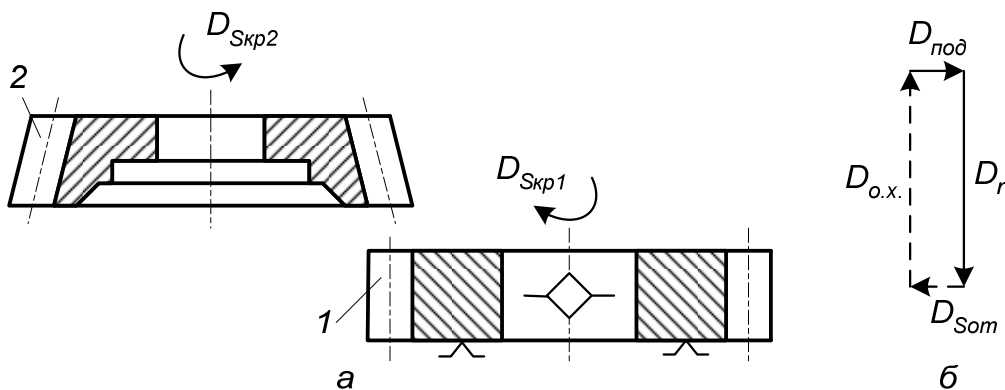


**Рис. 17.2. Зубофрезерование червячной фрезой:** 1 – заготовка; 2 – фреза;  $D_r$  – главное движение;  $D_s$  – движение подачи;  $D_{Скр}$  – круговое движение

катное движение  $D_{Skp}$ , а имитация осевого перемещения рейки обеспечивается за счет вращения фрезы и расположения режущих зубьев по винтовой линии.

Червячные фрезы изготавливают однозаходными и многозаходными. Чем больше число заходов фрезы, тем выше производительность, но ниже точность обработки. Современные зубофрезерные станки позволяют вести обработку по схемам попутного и встречного фрезерования. При встречном фрезеровании подачу фрезы осуществляют сверху вниз. Фреза вначале срезает тонкую стружку с увеличением ее толщины к выходу зуба фрезы из заготовки. Применяется для чернового фрезерования. Попутное фрезерование ведется при обратном ходе фрезы снизу вверх. При этом можно увеличить на  $20 \div 30 \%$  скорость резания, шероховатость обработанной поверхности снижается на  $10 \div 20 \%$ , равномерно нагружаются все зубья фрезы – чистовое фрезерование. Нарезание зубчатых венцов червячными фрезами позволяет получить колеса 8-й, 9-й степеней точности. Применение прецизионных фрез и жесткого высокоточного оборудования позволяет достигать 6-й степени точности.

**Обработка зубчатых колес долблением.** Метод основан на имитации зацепления «шестерня – колесо» (рис. 17.3).



**Рис. 17.3. Зубодолбление:** а – схема обработки: 1 – заготовка; 2 – долбяк; б – цикл вертикальных перемещений долбяка;  $D_r$  – главное движение;  $D_{Skp1}$ ,  $D_{Skp2}$  – обкатные движения;  $D_{от}$  – отвод;  $D_{о.х.}$  – обратный ход;  $D_{под}$  – подвод

Долбяк 2 представляет собой зубчатое колесо, зубья которого имеют эвольвентный профиль. Для кинематического обеспечения имитации реечного зацепления заготовке 1 придается обкатное движение  $D_{Skp1}$ , долбяку – обкатное движение  $D_{Skp2}$ . Для того чтобы ис-

ключить трение задних поверхностей зуба долбяка об обработанную поверхность, при обратном ходе долбяк отводят от заготовки на  $0,1 \div 0,2$  мм (отскок)  $D_{\text{от}}$ .

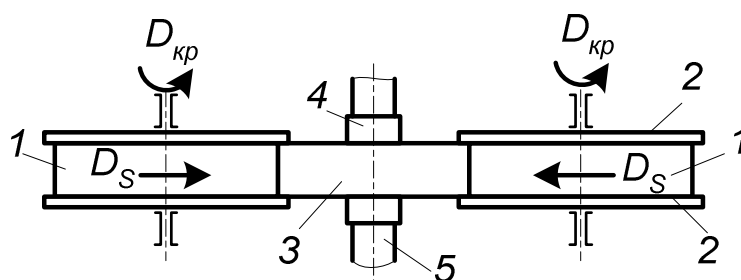
Зубодолбление – наиболее универсальный метод нарезания цилиндрических колес. Он позволяет нарезать прямо- и косозубые колеса, колеса внешнего и внутреннего зацепления, колеса с буртиками, многовенцовые и шевронные колеса. Точность обработки 7-й, 9-й степеней. Однако по производительности зубодолбление уступает зубофрезерованию червячными фрезами.

**Накатывание зубчатых поверхностей** имеет большие преимущества перед способами обработки резанием: повышается производительность в  $5 \div 30$  раз; увеличивается износостойкость и прочность зубьев; значительно уменьшаются отходы металла и др. Различают горячее и холодное накатывание. Горячее накатывание применяют для профилей с модулем больше 2 мм; холодное накатывание рекомендуется для мелкозубных колес с модулем до  $1,5 \div 2$  мм.

Может применяться и комбинированное накатывание для средних и крупных модулей (основная пластическая деформация проводится в горячем состоянии, а окончательное профилирование – в холодном).

Горячее накатывание производится как с радиальной, так и с продольной подачей. Схема накатки с продольной подачей аналогична холодному накатыванию.

Схема накатывания с радиальным движением подачи показана на рис. 17.4.



**Рис. 17.4. Схема горячего накатывания зубьев колес:**

**1 – накатники; 2 – реборды; 3 – заготовка;  
4 – переходная втулка; 5 – оправка**

Перед накатыванием заготовку нагревают до  $1000 \div 1200$  °С за  $20 \div 30$  с до накатывания, затем устанавливают на оправку специального станка и производят накатывание вращающимися накатниками. Штучное время  $t_{\text{шт}}$  накатывания зубьев на заготовках зубчатых колес

составляет  $30 \text{ с} \div 2 \text{ мин}$  в зависимости от модуля (соответственно  $2 \div 5 \text{ мм}$ ). Для сравнения, при фрезеровании червячными фрезами  $t_{\text{шт}} = 30 \text{ мин}$ , а по методу копирования  $t_{\text{шт}}$  достигает несколько часов.

Метод накатывания является высокопроизводительным, обеспечивающим 8-ю, 9-ю степени точности и применяется в массовом производстве.

Трудоемкость операции определяется штучным временем. Штучное время ( $t_{\text{шт}}$ , мин) – время, затрачиваемое на выполнение технологической операции

$$t_{\text{шт}} = t_0 + t_{\text{в}} + t_{\text{об}} + t_{\text{отд}},$$

где  $t_0$  – основное технологическое время, мин;

$t_{\text{в}}$  – вспомогательное время (установка и закрепление заготовки, пуск станка), мин;

$t_{\text{об}}$  – время обслуживания рабочего места, мин;

$t_{\text{отд}}$  – время перерыва на отдых и естественные надобности, мин.

## Тема 18

### Методы отделочной обработки зубьев зубчатых колес

**Обработка зубчатых колес шевингованием.** Метод основан на имитации зацепления «шестерня – колесо» на скрещивающихся осях. **Шевер** представляет собой зубчатое колесо (рис.18.1, а) с углом наклона зубьев  $\beta = 5^\circ$  или  $15^\circ$ , изготовленное из быстрорежущей стали с канавками вдоль профиля зубьев (рис. 18.1, б). Главная 1 и вспомогательная 2 режущие кромки образуют угол резания  $90^\circ$ , поэтому зуб шевера скоблит металл заготовки (бреющее резание, или шевингование), снимая тонкие (игольчатые) стружки.

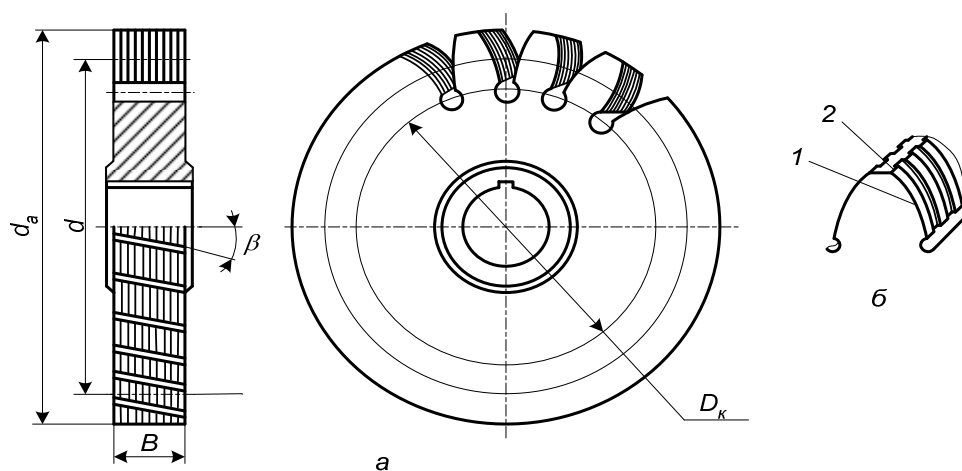


Рис. 18.1. Дисковый шевер: а – общий вид шевера; б – форма канавок на зубе шевера

Двустороннее шевингование производят при плотном зацеплении шевера с заготовкой. Один из элементов этой пары – ведущий, он получает вращение от вала электродвигателя и передает его ведомому элементу. Оси шевера и заготовки скрещиваются под углом  $5 \div 20^\circ$ . При этом происходит боковое скольжение зуба шевера по зубу заготовки (движение резания)

$$v = n \cdot d \cdot n_m \cdot \sin\varphi / 1000,$$

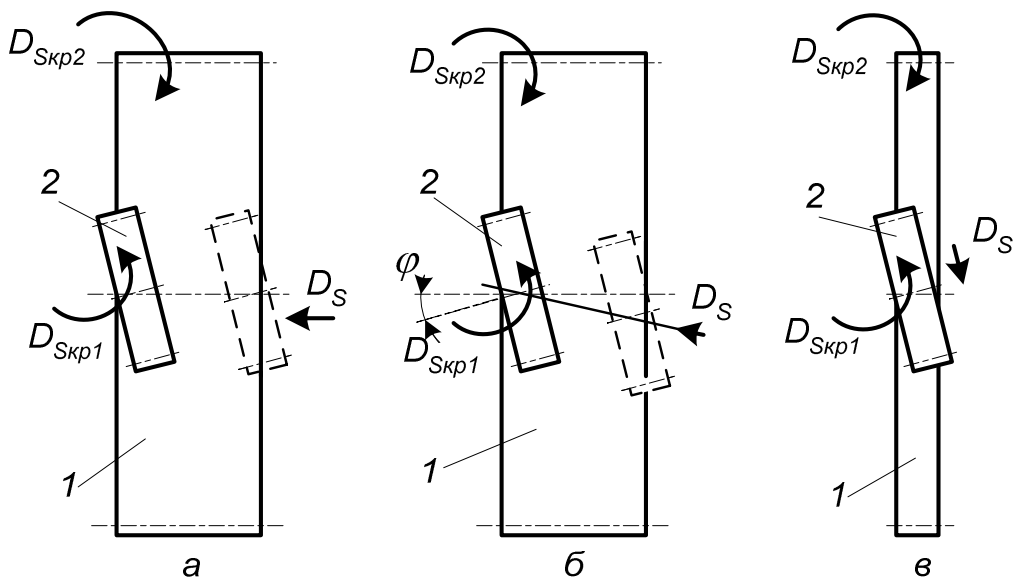
где  $v$  – скорость шевингования, мм/об;  $d$  – делительный диаметр шевера, мм;  $n_m$  – частота вращения шевера, мин<sup>-1</sup>;  $\varphi$  – угол скрещивания осей.

Назначение шевингования – повышение точности колеса, снижение шума в передаче и шероховатости поверхности зубьев. При шевинговании уменьшаются погрешности профиля, шага зацепления, циклическая погрешность (волнистость), колебание межцентрового расстояния на оборот колеса, улучшается пятно контакта по высоте зуба (по этим показателям обеспечиваются 5-я, 6-я степени точности). Данный вид обработки проводят для незакаленных цилиндрических зубчатых колес с твердостью менее *HRC* 40.

Шевингование зубчатых колес заключается в срезании весьма тонких волосовидных стружек толщиной  $0,05 \div 0,01$  мм острыми кромками канавок шевера во время движения обкатки обрабатываемого колеса и инструмента и возникающего при этом относительного скольжения профилей зацепляющихся зубчатых колес.

Обычно в процессе шевингования точность зубчатых колес повышается на одну степень, реже – на две.

Применяются четыре основные схемы шевингования. При шевинговании с продольной подачей (рис. 18.2, а) движение подачи  $D_s$  придается шеву 2 вдоль оси заготовки 1 (наименее производительная схема обработки). При шевинговании с диагональной подачей (рис. 18.2, б)  $D_s$  придается шеву под углом к оси заготовки. При шевинговании с тангенциальной (поперечной) подачей (рис. 18.2, в) движение подачи придается шеву по касательной к делительной окружности заготовки. При шевинговании с тангенциальной подачей методом коротких ходов колеса внутреннего зацепления обрабатывают с помощью специальных головок. При этом число зубьев шевера должно быть меньше числа зубьев заготовки (не менее чем на 12 зубьев).

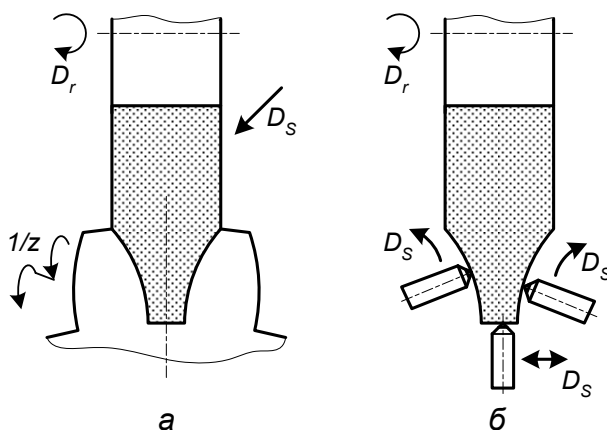


**Рис. 18.2. Зубошевингование:** а – шевингование с продольной подачей; 1 – заготовка; 2 – шевер; б – шевингование с диагональной подачей; в – шевингование с поперечной подачей;  $D_S$  – движение подачи;  $D_{Skp1}$ ,  $D_{Skp2}$  – обкаточные движения;  $\varphi$  – угол скрещивания осей

Более высокую степень точности (5 или 6) можно получить для закаленных зубчатых колес с помощью шлифования на специальных зубошлифовальных станках. Режущим инструментом является шлифовальный круг.

Процесс проводят методами копирования и обкатки. При методе копирования зубчатые колеса шлифуют профилированными шлифовальными кругами (рис. 18.3).

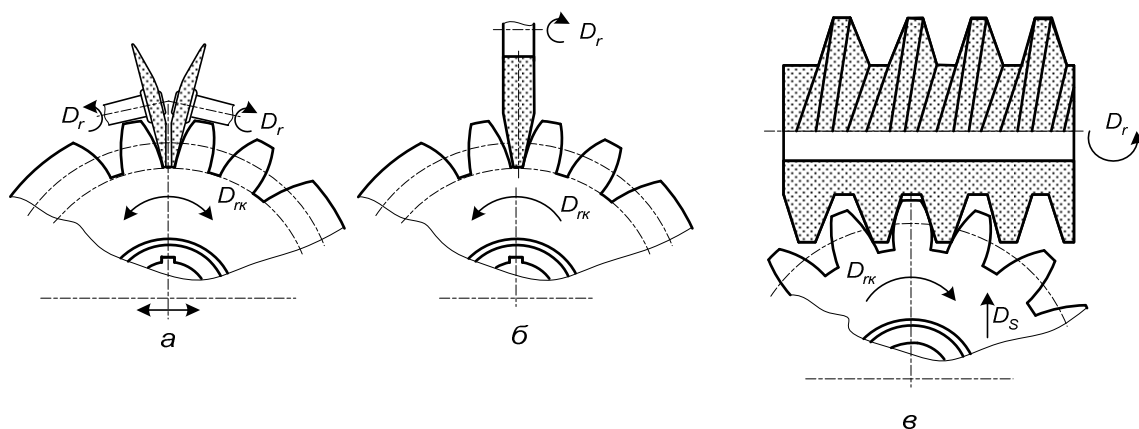
Ось заготовки располагается горизонтально. Таким образом шлифуют в основном прямозубые колеса.



**Рис. 18.3. Схема профильного шлифования зубьев:** а – профилирование зубьев; б – правка шлифовального круга



Метод обкатки (рис. 18.4) осуществляется на станках, которые точны и универсальны в наладке, но их производительность невелика и зависит от принципа работы и типа шлифовальных кругов.



**Рис. 18.4. Шлифование боковых поверхностей зубьев по методу обкатки:**  
*а – двумя тарельчатыми кругами; б – одним конусным кругом;*  
*в – абразивным червяком*

На рис. 18.4 приведены схемы шлифования зубьев колес по методу обкатки рабочей поверхностью двух тарельчатых кругов (рис. 18.4, а), одного круга с конической поверхностью (рис. 18.4, б) и круга в виде абразивного червяка (рис. 18.4, в). Профиль этих кругов представляет производящий исходный контур рейки, а механизм обкатки станка имитирует его взаимодействие с боковыми поверхностями шлифуемых зубьев при работе зубчато-реечного механизма.

При шлифовании двумя тарельчатыми кругами шлифовальные круги получают вращательное движение, движение обкатки, а заготовка выполняет возвратно-поступательные движения.

Наиболее производительны методы шлифования двумя тарельчатыми кругами и особенно червячным кругом, который обеспечивает точность до 5-го квалитета.

**Хонингование** применяют для чистовой отделки зубьев, как правило, закаленных цилиндрических колес внешнего и внутреннего зацепления. Процесс осуществляется на зубохонинговальных станках с помощью зубчатого абразивного инструмента – хона. **Хон** – это зубчатое колесо со стальной ступицей и абразивным венцом того же модуля, что и обрабатываемое колесо. Время хонингования колеса – 30 – 60 мин.

Хонингование уменьшает параметр шероховатости и повышает долговечность зубчатой передачи.

К отделочным методам относятся обкатка зубьев и прикатка (зацепление с эталонным колесом); притирка (искусственное изнаши-

вание рабочей поверхности зубьев притирками с применением абразивной пасты); приработка (притирание пары колес без притира).

**Примерный технологический процесс изготовления цилиндрических зубчатых колес** состоит из последовательности следующих операций:

- получение заготовки путем штамповки, для крупных колес с помощью литья, в единичном производстве – из круглого проката;
- предварительная токарная обработка с целью получения технологических баз;
- термическая операция (нормализация и отпуск);
- шлифование боковых сторон с переворачиванием заготовки;
- чистовое растачивание отверстия с формованием посадки в сопряжении с валом;
- протягивание шпоночной канавки;
- нарезание зубьев и т.д.

В целом технологический процесс состоит из 21 операции с базированием, эскизами обработки и выбором оборудования и заканчивается моечной и контрольной операциями.

Типовые технологические процессы изготовления различных типов зубчатых колес представлены в раздаточном материале.

При составлении маршрута обработки детали всю механическую обработку распределяют по операциям. На первых операциях обрабатывают поверхности, принятые за основные (чистые) базы. Поверхности детали обрабатывают в последовательности, обратной степени их точности. Заканчивается обработка наиболее точной поверхностью, имеющей наибольшее значение для детали. В конец маршрута выносят обработку легкоповреждаемых поверхностей (наружные резьбы и т.п.). Операции технического контроля намечают после тех этапов обработки, где вероятно повышенное количество брака, перед сложными и дорогостоящими операциями, а также в конце обработки. При проектировании маршрута для каждой операции выбирают оборудование, приспособления, режущий и измерительный инструмент.

**Заготовки зубчатых колес (ЗК)** диаметром до 50 мм простой конфигурации в условиях единичного и мелкосерийного производства получают резкой проката, а заготовки более крупных ЗК – свободной ковкой или ковкой в подкладных штампах. В серийном и массовом производстве заготовки зубчатых колес выполняют на молотах в закрытых штампах с последующим отжигом. Заготовки валов-шестерён выгодно штамповать на горизонтально-ковочных машинах

(ГКМ). Кованые и штампованные заготовки целесообразно получать с прошитыми отверстиями, если их диаметр более 30 мм и длина не превышает двух диаметров.

Заготовки из чугуна получают литьём, иногда с зубьями 10 – 12-й степеней точности; зубья неответственных ЗК (например для сельхозмашин) не обрабатывают. Обычно отливки зубчатых колес из чугуна подвергают улучшению, что повышает их твёрдость. Заготовки зубчатых колес из пластмасс получают прессованием.

При изготовлении прецизионных ЗК (5 – 6-й степеней точности) необходимо стабилизировать материал и предусмотреть в технологическом процессе после черновой токарной обработки нормализацию и стабилизирующий отпуск, после термической обработки – второй стабилизирующий отпуск, а в ряде случаев даже третий – перед отделочными операциями шлифования. Маршрут обработки цилиндрических зубьев таких колёс включает в себя зубофрезерование (зубодолбление, когда нет свободного выхода для фрезы) и два шлифования (предварительное и чистовое) после термической обработки.

При изготовлении ЗК 7 ÷ 8-й степеней точности нормализацию и отпуск проводят в большинстве случаев сразу после штамповки заготовки и второй отпуск – после термической обработки. Маршрут обработки зубьев колёс 7-й степени точности включает в себя черновое и чистовое нарезание зубьев, шевингование их до термической обработки и после неё однократное шлифование либо при малом короблении зубьев – хонингование зубьев. При изготовлении ЗК 8-й степени точности, которые не требуется подвергать термической обработке, шевингование зубьев не обязательно, так как необходимая точность обеспечивается чистовой обработкой зубьев червячными фрезами со шлифованными зубьями. Если колесо надо подвергать закалке, то при термической обработке произойдут деформирование зуба и потеря одной степени точности. В этом случае необходимо ввести операцию шевингования и обработать зубья до 7-й степени точности перед термической обработкой, чтобы после неё гарантировать получение 8-й степени точности.

Маршрут обработки прямых зубьев конических зубчатых колес 5 ÷ 6-й степеней точности предусматривает черновое фрезерование зубьев для снятия основного металла, предварительное и чистовое зубострогание до 6-й степени точности до термической обработки и двукратное шлифование после термической обработки при более тщательной обработке базовых поверхностей детали: на этапе чистовой обработки вводят калибровку отверстия, а после термической об-

работки добавляют тонкое шлифование базовых поверхностей. При обработке конических колёс 8-й степени точности после черного фрезерования зубьев для снятия основного металла выполняют чистовое нарезание зубьев на зубострогальном или зубофрезерном станке двумя фрезами большого диаметра методом обката. Отделку конических колёс выполняют по следующей технологической схеме. После зубонарезания производят обкатку колёс под нагрузкой на обкатном станке, после термической обработки – подбор пар зубчатых колёс по суммарному пятну контакта и шуму, а затем притирку колёс на притирочных станках.

Червячные колёса нарезают на зубофрезерных станках методом обката с радиальной (достигается большая точность, применяется при чистовом нарезании) или комбинированной подачей. В условиях мелко-серийного производства и для колёс крупного модуля зубья нарезают с помощью «летучих» резцов по методу обката с тангенциальной подачей.

### **Вопросы и задания для самоконтроля**

1. Приведите эскизный пример конструктивной схемы цилиндрической зубчатой передачи.
2. Определите модуль зацепления цилиндрического зубчатого колеса, если диаметр вершин зубьев  $d_a = 0,2$  м, а число зубьев  $z = 100$ .
3. Выберите технологическую схему нарезания зубьев для организации крупносерийного производства.
4. Приведите технологическую схему нарезания зубьев с помощью концевой фрезы.
5. Приведите эскизный пример конструктивной схемы конической зубчатой передачи.
6. Какой инструмент предусматривается в технологии производства зубчатых колес внутреннего зацепления?
7. Выберите технологическую схему нарезания зубьев для организации массового производства.
8. Из каких элементов складывается штучное время на выполнение технологических операций?
9. Каким инструментом получают 6-ю и 7-ю степени точности незакаленных зубчатых колес?
10. По чертежу заданной детали определить конструкторскую, технологическую и измерительные базы.
11. Составить примерный технологический процесс изготовления зубчатого колеса по чертежу заданной детали.

## **ДИДАКТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КУРСА**

### **Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Технология и оборудование производства продукции и услуг»**

Рекомендуемая тема курсовой работы: «Разработка бизнес-плана и основных документов для организации малого предприятия».

Задание к выполнению курсовой работы:

Разработать:

- основные документы для организации малого предприятия (устав, договор об учреждении и протокол № 1);
- конструкторскую документацию;
- примерную технологию производства;
- список оборудования и материалов;
- бизнес-план малого предприятия.

Рекомендуемые направления разработки:

- протяжка линий электропередач;
- производство молочной продукции;
- изготовление сельхозинвентаря (плуг, лебедка и т.д.);
- ремонт подъездов домов;
- шиномонтажный участок;
- проводка домофонов;
- парикмахерская;
- консультативная фирма;
- бурение скважин;
- изготовление металлических дверей;
- адвокатские услуги;
- ремонт автомобилей;
- регулировка развала – схождения колес;
- торгово-закупочная деятельность;
- видеотека;

- изготовление изделий бытового назначения (лестницы из металла, шашлычницы, печи);
- рекламная деятельность;
- репетиторские услуги;
- ремонт компьютеров;
- грузовые перевозки;
- производство роликвинтовых передач;
- производство зубчатых колёс, запчастей для автомобилей;
- производство соков;
- ремонт телевизоров;
- ремонт холодильников;
- охранная деятельность;
- мойка автомобилей;
- аудиторская деятельность (энергоаудит);
- специальная оценка условий труда;
- выполнение научно-исследовательских работ;
- производство столярных изделий;
- минитипография;
- кафе;
- минипекарня;
- таксопарк;
- изготовление электрокабеля;
- производство сыра;
- производство пиломатериалов;
- швейное производство;
- поставки и реализация импортной продукции.

Пример оформления титульного листа и бланк задания на курсовую работу приведены в прил. 1 и 2.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учебное пособие «Технология и организация производства продукции и услуг» предназначено для проведения практических занятий и самостоятельного изучения студентами данной дисциплины.

Пособие содержит введение, пять основных образовательных модулей, заключение, библиографический список из 9 наименований, методическое обеспечение и приложения.

Первый образовательный модуль, посвященный технологии обработки деталей тел вращения, содержит шесть тем. Второй модуль состоит из четырех тем и рассматривает вопрос чистовой отделочной обработки наружных цилиндрических поверхностей. Третий модуль посвящен обработке внутренних цилиндрических поверхностей и содержит три темы. Четвертый модуль освещает вопросы технологии изготовления резьбовых поверхностей. Пятый модуль включает четыре темы и рассматривает технологию обработки зубьев зубчатых колес. Каждый модуль сопровождается вопросами и заданиями для самоконтроля.

Дидактическое обеспечение курса включает рекомендации по выбору темы и написанию курсовой работы по дисциплине «Технология и организация производства продукции и услуг».

В приложениях даны примеры оформления титульного листа и задания на курсовую работу.

**ПРИЛОЖЕНИЯ**

**Приложение 1**

**Бланк титульного листа курсовой работы**

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

Автотранспортный факультет  
Кафедра УКТР

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

**Дисциплина: «Технология и организация производства  
продукции и услуг»**

**Тема: «Разработка бизнес-плана и основных документов  
для создания малого предприятия»**

Выполнил: студент гр.  
Иванов И.И.

Проверил:  
доц. Ромодановская М.П.

Владимир 2014 г.



**Бланк задания на выполнение курсовой работы**

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

**УТВЕРЖДАЮ**

Зав. кафедрой УКТР

\_\_\_\_\_ Орлов Ю.А.

**ЗАДАНИЕ  
НА КУРСОВУЮ РАБОТУ**

Студенту \_\_\_\_\_

**1. Тема работы** «Разработка бизнес-плана и основных документов для создания малого предприятия»

**2. Срок сдачи студентом законченной работы** 28.12.14 г.

**3. Исходные данные к работе**

**4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)**

1. Устав предприятия, договор об учреждении, протокол №1 собрания учредителей

2. Конструкторская документация

3. Ориентировочная технология производства

4. Список оборудования и материалов

5. Бизнес-план предприятия

**5. Перечень графического материала (с указанием обязательных чертежей)**

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

**Дата выдачи задания** \_\_\_\_\_

**Принял к исполнению**

**Руководитель**

\_\_\_\_\_  
(ФИО)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(ФИО)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кожевников, Д. В.* Резание материалов : учеб. для студентов высш. учеб. заведений / Д. В. Кожевников, С. В. Кирсанов ; под ред. С. В. Кирсанова. – М. : Машиностроение, 2007. – 304 с. – ISBN 5-217-0335-6.

2. *Орлов, Ю. А.* Технология и организация производства продукции и услуг : курс лекций / Ю. А. Орлов, М. П. Ромодановская, Д. Ю. Орлов. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2013. – 144 с. – ISBN 978-5-9984-0328-6.

3. *Рыжкин, А. А.* Обработка материалов резанием : учеб. пособие / А. А. Рыжкин, К. Г. Шучев, М. М. Климов. – Ростов н/Д : Феникс, 2008. – 411 с. (Серия «Высшее образование»). – ISBN 978-5-222-14019-2.

4. *Он же.* Режущий инструмент : учеб. пособие / А. А. Рыжкин [и др.]. – Ростов н/Д. : Феникс, 2009. – 405 с. (Серия «Высшее образование»). – ISBN 978-5-222-15232-4.

5. *Солоненко, В. Г.* Резание металлов и режущие инструменты : учеб. пособие для вузов / В. Г. Солоненко, А. А. Рыжкин. – М. : Высш. шк., 2007. – 414 с. – ISBN 978-5-06-005349-4.

6. Справочник конструктора-инструментальщика / под общ. ред. В. А. Гречишникова и С. В. Кирсанова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 2006. – 542 с. (Серия «Библиотека конструктора»). – ISBN 5-217-03353-3.

7. Технология машиностроения. В 2 кн. Кн. 1. Основы технологии машиностроения : учеб. пособие для вузов / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина. – 2-е изд., доп. – М. : Высш. шк., 2005. – 278 с. – ISBN 5-06-004367-3.

8. Технология машиностроения. В 2 кн. Кн. 2. Производство деталей машин : учеб. пособие для вузов / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина. – 2-е изд., доп. – М. : Высш. шк., 2005. – 295 с. – ISBN 5-06-004368-1.

9. *Черепашин, А. А.* Технология обработки материалов : учебник / А. А. Черепашин. – 4-е изд., стер. – М. : Академия, 2009. – 272 с. – ISBN 978-5-7695-6367-6.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
<b>МОДУЛЬ 1. ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ .....</b>	<b>4</b>
Тема 1. Выбор заготовок, технологических баз и оборудования для изготовления валов .....	4
Тема 2. Выбор маршрута обработки вала .....	7
Тема 3. Токарная многорезцовая обработка валов .....	8
Тема 4. Обработка деталей тел вращения на многошпиндельных автоматах и полуавтоматах .....	9
Тема 5. Обработка тяжелых валов .....	10
Тема 6. Получение конических и фасонных поверхностей на токарных станках .....	11
Вопросы и задания для самоконтроля .....	12
<b>МОДУЛЬ 2. ЧИСТОВАЯ ОТДЕЛОЧНАЯ ОБРАБОТКА НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ .....</b>	<b>13</b>
Тема 7. Виды чистовой отделочной обработки наружных цилиндрических поверхностей. Тонкое алмазное точение. Шлифование .....	13
Тема 8. Хонингование, или механическая доводка абразивными брусками .....	16
Тема 9. Получение деталей высокого качества по микронеровностям поверхности .....	17
Тема 10. Полирование деталей .....	19
Вопросы и задания для самоконтроля .....	20
<b>МОДУЛЬ 3. ОБРАБОТКА ВНУТРЕННИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ (ОТВЕРСТИЙ) .....</b>	<b>21</b>
Тема 11. Сверление и зенкерование отверстий .....	21
Тема 12. Растачивание, развертывание, протягивание и прошивание отверстий .....	23
Тема 13. Шлифование отверстий .....	24
Вопросы и задания для самоконтроля .....	25

МОДУЛЬ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕЗЬБОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ .....	25
Тема 14. Технология изготовления резьб .....	26
Вопросы и задания для самоконтроля .....	28
МОДУЛЬ 5. ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ЗУБЬЕВ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС .....	28
Тема 15. Назначение и классификация зубчатых передач .....	28
Тема 16. Технологические задачи изготовления зубчатых колес .....	32
Тема 17. Основные методы формообразования зубьев цилиндрических зубчатых колес .....	33
Тема 18. Методы отделочной обработки зубьев зубчатых колес .....	38
Вопросы и задания для самоконтроля .....	44
ДИДАКТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КУРСА .....	45
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	47
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	48
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	50

*Учебное издание*

ОРЛОВ Юрий Анатольевич  
РОМОДАНОВСКАЯ Мария Павловна  
ОРЛОВ Дмитрий Юрьевич

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ  
ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ И УСЛУГ

Учебное пособие

Подписано в печать 03.07.14.  
Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 3,02. Тираж 50 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.  
600000, Владимир, ул. Горького, 87.