

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

В. П. Табаков, Д. И. Сагитов

**МЕТОДЫ МЕХАНИЧЕСКОЙ  
И ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКОЙ  
ОБРАБОТКИ**

Программа, вопросы для самопроверки и задания  
для выполнения контрольных работ

Ульяновск  
УлГТУ  
2015

УДК 621.9.025 (076)

ББК 34.663 Я7

Т 12

Рецензент – Евстигнеев А. Д. кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология машиностроения»

*Рекомендовано научно-методической комиссией машиностроительного факультета в качестве методических указаний*

**Табаков, В. П.**

Т 12 Методы механической и физико-технической обработки: программа, вопросы для самоконтроля и задания для выполнения контрольных работ / В. П. Табаков, Д. И. Сагитов. – Ульяновск : УлГТУ, 2015. – 28 с.

Методические указания предназначены для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 15.03.05 (151900.62) «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» в соответствии с государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования (регистрационный № 827, утвержден 24.12.2009 г.) при изучении дисциплины «Методы механической и физико-технической обработки» и выполнении контрольных работ.

Работа подготовлена на кафедре «Металлорежущие станки и инструменты».

**УДК 621.9.025 (076)**

**ББК 34.663 я7**

© Табаков В. П., Сагитов Д. И., 2015

© Оформление. УлГТУ, 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
2. СВЯЗЬ С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ .....	4
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ СТУДЕНТАМ .....	5
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	6
4.1. Методы механической обработки .....	6
4.2. Пути интенсификации процессов механической обработки.....	8
4.3. Современные тенденции в развитии процессов резания .....	9
4.4. Физико-химические методы обработки.....	9
5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ .....	10
ПРИЛОЖЕНИЕ .....	26
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	28

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания дисциплины «Методы механической и физико-технической обработки» является формирование у студентов профессиональных компетенций, связанных с использованием теоретических знаний о процессах формообразования, кинематике резания, геометрии режущих инструментов, инструментальных материалах, особенностях процесса резания при различных видах обработки, позволяющих творчески применять свои умения для решения следующих практических задач: выбор кинематической схемы формообразующей обработки, назначение и выбор геометрических параметров режущей части инструмента, группы и марки инструментального материала применительно к разным условиям резания, назначение и расчет режима резания при различных видах механической обработки.

## 2. СВЯЗЬ С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ

Для успешного изучения данного курса необходимы глубокие знания по дисциплинам:

Таблица 1

Связь с предшествующими дисциплинами

Наименование дисциплины	Содержание разделов, которые обеспечивают успешное изучение данной дисциплины
Технология конструкционных материалов	Технология обработки конструкционных металлов резанием
Материаловедение	Инструментальные стали, сплавы и порошковые материалы. Теория и технология термообработки сплавов системы «железо – углерод»
Начертательная геометрия. Инженерная графика	Основы изображения деталей на чертеже. Эскизирование деталей. Чтение и детализация чертежей общего вида. Разработка сборочного чертежа к спецификации.
Высшая математика	Основы аналитической геометрии: уравнения плоскости, проходящей через заданную точку, и другие. Основы векторной алгебры.
Метрология, стандартизация и сертификация	Номинальные и действительные размеры, отклонения, допуски и посадки. Параметры шероховатости. Нормирование шероховатости. Условное обозначение шероховатости на чертежах. Резьбовые соединения, используемые в машиностроении. Система нормирования точности зубчатых колес. Нанесение размеров, допусков и посадок на чертежах.

Процессы и операции формообразования	Инструментальные материалы и области их применения. Кинематика резания. Геометрия режущей части инструмента. Режимы резания. Деформация и напряжения при резании. Сопротивление, сила, работа и мощность резания. Контактные процессы. Тепловые процессы при резании. Температура резания и методы ее определения. Напряжение в инструменте. Виды разрушения инструмента: хрупкое, пластическая деформация, изнашивание.
--------------------------------------	--

Знания, полученные при изучении данного курса, необходимы для успешного изучения дисциплин: «Режущий инструмент», «Металлорежущие станки», «Основы технологии машиностроения», «Технология машиностроения», «САПР технологических процессов», «Проектирование и технология производства режущего инструмента».

### 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ СТУДЕНТАМ

Полное освоение программного материала по дисциплине требует обязательного посещения студентами всех видов аудиторных занятий (лекций, лабораторных работ) и безусловного выполнения самостоятельной работы в режиме как аудиторных, так и внеаудиторных занятий.

Внеаудиторная самостоятельная работа предусматривает углубленное изучение лекций и дополнительного теоретического материала, выносимого на самостоятельную проработку, обязательную подготовку к выполнению лабораторных работ, написание отчетов по лабораторным работам и их своевременную сдачу, выполнение контрольной работы. При самостоятельном изучении материала по дисциплине студенту необходимо обратить особое внимание на геометрию режущего инструмента и методы интенсификации механической обработки. Внеаудиторная самостоятельная работа студентов планируется кафедрой, осуществляется при консультационной помощи преподавателя.

Выбор вариантов контрольных работ производится студентом по двум последним цифрам номера зачетной книжки. Варианты контрольных работ представлены в настоящих методических указаниях.

Выполненная контрольная работа студентами заочной формы обучения представляется в университет (деканат заочного-вечернего факультета) на рецензию. Студенты очной и очно-заочной форм обучения выполненную работу представляют непосредственно преподавателю.

К экзамену допускаются студенты, изучившие дисциплину по программе, имеющие зачет по лабораторным работам, выполнившие контрольную работу и сдавшие по ней зачет.

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Методы механической обработки

*Строгание.* Назначение и особенности процесса. Геометрия режущего инструмента. Элементы режима резания и геометрия срезаемого слоя, мощность, допускаемая скорость резания.

*Сверление.* Назначение и особенности процесса. Геометрия спирального сверла. Элементы режима резания и геометрия срезаемого слоя. Осевая сила, крутящий момент и мощность. Влияние различных факторов на осевую силу и крутящий момент. Влияние различных факторов на допускаемую скорость резания.

*Зенкерование и развертывание.* Назначение и особенности процесса. Геометрия режущего инструмента. Элементы режима резания и геометрия срезаемого слоя. Осевая сила, крутящий момент, мощность.

*Цилиндрическое фрезерование.* Назначение и особенности процесса. Геометрия цилиндрической фрезы. Элементы режима резания. Геометрия срезаемого слоя прямозубой цилиндрической фрезы. Геометрия срезаемого слоя косозубой цилиндрической фрезы. Равномерное фрезерование. Встречное и попутное фрезерование. Силы, действующие на зуб цилиндрической фрезы, и мощность резания. Влияние различных факторов на силу резания. Влияние различных факторов на допускаемую скорость резания.

*Торцовое фрезерование.* Геометрия торцовой фрезы. Элементы режима резания и геометрия срезаемого слоя, силы, мощность, допускаемая скорость резания.

*Протягивание.* Назначение и особенности процесса. Схемы резания при протягивании. Конструкция и геометрия круглой протяжки. Элементы режима резания и геометрия срезаемого слоя для круглой протяжки. Силы резания при протягивании.

*Резьбонарезание.* Назначение и особенности процесса. Методы получения резьбы. Элементы режима резания и геометрия срезаемого слоя при нарезании резьбы резцами, метчиками и плашками.

*Зубонарезание.* Назначение процесса. Методы нарезания зубчатых колес. Геометрия режущего инструмента. Элементы режима резания при нарезании зубчатых колес дисковыми модульными фрезами, червячными фрезами и долбяками.

*Абразивная обработка.* Виды шлифования. Наружное круглое шлифование в центрах, бесцентровое шлифование, внутреннее шлифование, плоское шлифование периферией круга (назначение процесса, элементы режима резания). Ленточное шлифование. Отделочные методы абразивной обработки. Алмазные и эльборовые шлифовальные круги.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Изобразите на эскизе схему резания при сверлении, рассверливании, зенкеровании и развертывании, укажите глубину резания, подачу, ширину и толщину срезаемого слоя.
2. Каковы основные особенности процесса резания при сверлении?
3. Какое влияние оказывает на осевую силу и крутящий момент угол наклона винтовой канавки и угол при вершине сверла?
4. Каковы способы подточки режущих кромок сверл и влияние их на осевую силу, крутящий момент и стойкость сверла?
5. Напишите формулы для подсчета осевой силы, крутящего момента, мощности и скорости резания в зависимости от подачи, диаметра сверла и глубины резания при сверлении и рассверливании.
6. Какова последовательность расчета режима резания при сверлении?
7. Изобразите на эскизе торцовую фрезу. Приведите определения геометрических параметров режущей части фрезы. Нарисуйте зуб фрезы и обозначьте его углы.
8. Изобразите на эскизе схемы резания основными типами фрез, укажите глубину резания, подачу, толщину и ширину срезаемого слоя.
9. В чем особенности процесса фрезерования по подаче, против подачи?
10. Приведите схему сил, действующих на зуб фрезы при цилиндрическом и торцовом фрезеровании.
11. Проанализируйте влияние различных факторов, входящих в формулы для определения главной составляющей, силы резания при цилиндрическом и торцовом фрезеровании.
12. Какова степень влияния различных факторов на допустимую скорость резания при фрезеровании?
13. По каким формулам определяется мощность при фрезеровании?
14. Напишите формулу для определения основного технологического времени при фрезеровании.
15. Какова последовательность назначения режимов резания при фрезеровании?
16. Каковы особенности обработки заготовок протягиванием?

17. Изобразите эскиз режущей части круглой протяжки, укажите элементы зуба и обозначьте углы.

18. Нарисуйте схему резания круглой протяжки и укажите толщину и ширину среза. Что понимают под подачей при протягивании?

19. Напишите формулу для определения основного технологического времени при протягивании.

20. Изобразите на эскизе резьбовой резец, обозначьте плоскости и углы режущей части.

21. Приведите эскиз режущей части машинного метчика и укажите геометрические параметры его режущей части.

22. Нарисуйте схему резания заборной части метчика, укажите элементы срезаемого слоя.

23. Изобразите схему работы различных инструментов при нарезании зубчатых колес (долбяком, дисковой и червячной модульной фрезами).

24. Приведите и проанализируйте формулы для подсчета основного технологического времени при зубодолблении и зубофрезеровании.

25. Приведите схему действия сил при наружном круглом шлифовании.

26. Как определяется подача при шлифовании?

27. В чем сущность износа шлифовального круга? Что понимается под стойкостью шлифовального круга?

28. Какие факторы влияют на шероховатость обработанной поверхности при шлифовании?

29. По каким формулам подсчитывается сила резания и мощность при шлифовании?

30. Какие правила существуют для выбора твердости шлифовального круга?

31. По каким формулам подсчитывается основное технологическое время при наружном круглом и плоском шлифовании?

32. Каков порядок выбора режима резания при шлифовании?

#### **4.2. Пути интенсификации процессов механической обработки материалов**

Ротационное резание. Резание с опережающим пластическим деформированием. Обработка резанием с вибрациями. Ультразвуковое резание. Абразивная обработка с вибрациями. Методы нанесения покрытий. Действие СОЖ при резании.



## **Вопросы для самоконтроля**

1. Назовите области применения ротационного резания и резания с опережающими пластическими деформациями.
2. Назовите основные особенности процесса резания с вибрациями.
3. В каких случаях применяется резание с подогревом обрабатываемого материала?
4. Перечислите методы нанесения износостойких покрытий.
5. Сформулируйте главную задачу нанесения покрытий.
6. Назовите области применения методов химического и физическоего нанесения покрытий.
7. Объясните механизмы действия СОЖ при резании.

## **4.3. Современные тенденции в развитии процессов резания**

Сверхскоростное резание. Резание всухую.

## **Вопросы для самоконтроля**

1. Сформулируйте идею сверхскоростного резания.
2. Охарактеризуйте особенности резания на высоких скоростях.
3. За счет чего можно снизить отрицательное воздействие температуры при сухом резании?

## **4.4. Физико-химические методы обработки**

Электроэрозионная обработка. Электрохимическая обработка. Ультразвуковая обработка. Электронно-лучевая и лазерная обработка.

## **Вопросы для самоконтроля**

1. Перечислите области применения электроэрозионной и электрохимической обработки.
2. Объясните механизм разрушения материала при электроэрозионной и электрохимической обработке.
3. Назовите области применения энергии ультразвуковых колебаний при механической обработке.
5. Объясните механизм лазерной обработки материалов.

## **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

В контрольной работе предлагается выполнить две задачи. Задача №1 требует аналитического расчета наивыгоднейшего режима резания при точении в заданных условиях, обеспечивающих наибольшую производительность процесса при максимальном использовании режущих способностей инструмента и мощности станка. При решении задачи №2 требуется разобраться в особенностях процесса резания при заданных видах обработки, схемах резания и, пользуясь справочниками по режимам резания, выбрать наивыгоднейший режим резания для заданных условий. Аналитический расчет режима резания в задаче №1 производится с использованием справочников [5, 8] и методических указаний [7]; выбор режимов резания в задаче 2 – с использованием [6, 9]. Контрольная работа составлена в 100 вариантах.

### *Указания к задаче № 1*

При выборе материала режущей части инструмента нужно исходить из условия обеспечения наибольшей производительности на заданной операции и станке с тем, чтобы при черновом проходе режущие свойства инструмента возможно полнее использовались при максимальной нагрузке станка, допускаемой прочности станка, инструмента и детали. При чистовом проходе необходимо обеспечить заданную степень шероховатости поверхности и точность при наиболее полном использовании возможностей станка и инструмента. Выбор конструкции резцов необходимо производить, исходя из возможности их установки на станке и в зависимости от вида обработки, используя справочники [5, 8]. Геометрические параметры резцов определяются по соответствующим стандартам или по данным таблиц справочников [5, 8]. Аналитический расчет наивыгоднейших режимов резания нужно вести, исходя из учета всех лимитирующих факторов, при максимальном использовании мощности станка, режущих свойств инструмента и при условии обеспечения заданных технологических требований (точности размеров и чистоты поверхности).

Следует начать с определения глубины резания; затем, согласно условиям обработки, выбрать необходимую подачу. Выбранную подачу необходимо проверить при обдирочных проходах по следующим ограничивающим факторам: прочности на изгиб державки резца, жесткости державки резца, прочности пластинки твердого сплава, жесткости детали с учетом способа крепления ее на станке, прочности

механизма подачи станка. При чистовом точении фактором, ограничивающим подачу, является шероховатость обработанной поверхности.

Получив значение подачи (скорректировав его по паспортным данным станка), следует определить скорость резания, допускаемую режущими свойствами инструмента, затем подсчитать частоту вращения шпинделя, соответствующую найденной скорости резания, скорректировать ее по паспорту станка и определить действительную скорость резания.

Далее необходимо определить мощность, затрачиваемую на резание, и сравнить ее с мощностью на шпинделе станка. В случае недостаточности мощности на шпинделе станка необходимо либо уменьшить скорость резания, либо взять для выполнения данной обработки более мощный станок; и в том, и в другом случае необходим пересчет скорости и мощности, затрачиваемой на резание.

При этом следует иметь в виду, что твердосплавный инструмент не может нормально работать при скорости резания меньше 60-70 м/мин.

**Задача 1.** Обточить цилиндрический валик при заданных условиях (табл. 2), из которых известны размеры детали, припуск на обработку, обрабатываемый материал и его прочность  $\sigma_B$  или твердость НВ, шероховатость обработанной поверхности. При этом необходимо:

а) выбрать модель станка и из паспорта определить все необходимые параметры расчета (см. приложение);

б) выбрать материал режущей части резца, обеспечивающий наибольшую производительность. Определить основные размеры резца и пластинки, форму передней грани, геометрические параметры режущей части, дать эскизы режущей части инструментов со всеми размерами геометрических параметров; выбрать критерий затупления (износа) и период стойкости, оптимальные для заданных условий. Следует применять смазывающе-охлаждающую жидкость, если это целесообразно для заданных условий, соответственно выбрав ее марку;

в) произвести аналитический расчет наивыгоднейшего режима резания и потребной мощности при точении в заданных условиях с учетом наибольшего использования возможности станка и режущих способностей резца при обеспечении заданной шероховатости обработанной поверхности;

г) произвести анализ полученного режима путем определения коэффициента использования станка по мощности:

$$K_N = \frac{N_{\text{расч.станка}}}{N_{\text{факт.станка}}} \cdot 100\%,$$

и инструмента по скорости резания:

$$K_V = \frac{V_{\text{факт}}}{V_{\text{расч}}} \cdot 100\%.$$

д) определить основное технологическое время, необходимое для заданной операции.

### ***Указания к задаче № 2***

Цель данной задачи – закрепить знания студентов о различных видах обработки металлов резанием, научить студентов свободно разбираться в справочной литературе по режимам резания для выбора оптимальных условий обработки в конкретных условиях и критически сопоставлять эффективность применения видов обработки (рассверливание и зенкерование, строгание и фрезерование).

Назначение режимов резания заданных процессов обработки может проводиться по справочникам [6, 9], а также нормальям машиностроительных заводов с обязательным указанием использованных источников. Выбранный режим резания должен соответствовать наиболее полному использованию станков по мощности и режущих инструментов по скорости резания. При выборе режимов резания следует иметь в виду, что:

- 1) точность обработки выбирается по справочным данным;
- 2) паспортные данные станков – по приложению;
- 3) при назначении режимов резания там, где это необходимо, следует применять смазывающе-охлаждающие жидкости.

Сопоставление эффективности применения указанных процессов обработки следует проводить как по основному технологическому времени, так и по качеству обработки. Сопоставление процессов обработки возможно только для марок инструментальных материалов, относящихся к одной группе.

**Задача 2.** Данные к задаче №2 выбираются студентом по табл. 3. При решении задачи следует проанализировать предложенные для заданных условий методы обработки и сопоставить эффективность их применения. Для этого необходимо:

1) выбрать материал режущей части, обеспечивающей наибольшую производительность, геометрические параметры режущей части, критерий износа, оптимальный период стойкости для заданных условий; дать эскизы режущей части инструментов со всеми размерами геометрических параметров;

2) показать схемы резания предложенных методов обработки с обозначением элементов срезаемого слоя;

3) назначить режим резания с помощью нормативных таблиц;

4) определить основное технологическое время;

5) сопоставить эффективность применения указанных процессов.

Таблица 2

Данные к задаче 1 (работы производятся на токарных станках)

Последние цифры учебного шифра	Диаметр заготовки, мм	Диаметр после обработки, мм	Длина обработки, мм	Шероховатость обработанной поверхности, мкм	Материал валика	Марка	б., МПа	НВ	Способ крепления на станке
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
01	60	55	780	Rz 20	Сталь	45	600	–	Пагрон и центр
02	75	70	300	Ra 32	Сталь	2Х13	600	–	В центрах
03	65	62	270	Ra 2,5	Сталь	СХ15	700	–	В центрах
04	100	96	500	Rz 25	Чугун	СЧ15	–	197	Пагрон и центр
05	85	80,5	400	Ra 2,5	Чугун	КЧ-37-12	–	163	В центрах
06	70	62	450	Ra 1,6	Сталь	40Х	700	–	В центрах
07	40	34	600	Ra 3,2	Сталь	65Г	700	–	В центрах
08	120	114	600	Rz 25	Чугун	СЧ25	–	207	Пагрон и центр
09	115	110	650	Rz 32	Чугун	КЧ33-3	–	163	Пагрон и центр
10	80	70	200	Ra 1,6	Сталь	20Х	550	–	Пагрон
11	170	155	500	Ra 2,5	Сталь	18ХГТ	700	–	Пагрон

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12	80	74	400	Ra 3,2	Сталь	40XH	700	-	В центрах
13	70	62	950	Ra 3,2	Сталь	65Г	700	-	Пагрон и центр
14	120	110	900	Rz 32	Чугун	СЧ15	-	187	В центрах
15	150	138	525	Rz 32	Чугун	КЧ-35-10	-	163	Пагрон и центр
16	90	81,5	425	Ra 3,2	Сталь	1X13	500	-	Пагрон
17	50	42	375	Ra 2,5	Сталь	1X13H9T	550	-	В центрах
18	100	88	585	Rz 20	Чугун	СЧ25	-	207	Пагрон и центр
19	40	38	600	Rz 25	Чугун	СЧ15	-	163	Пагрон и центр
20	85	78	450	Ra 1,6	Сталь	40X	700	-	В центрах
21	100	94	300	Ra 1,6	Сталь	20X	550	-	В центрах
22	100	92	250	Ra 3,2	Сталь	40XH	700	-	Пагрон
23	90	80	400	Ra 1,6	Сталь	30	550	-	Пагрон
24	120	110	250	Ra 2,5	Сталь	X18H12M2T	550	-	Пагрон
25	64	60	850	Ra 1,6	Сталь	45	600	-	Пагрон и центр

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
26	120	100	560	Ra 2,0	Чугун	СЧ10	-	170	Пагрон и центр
27	73	68	980	Rz 25	Чугун	СЧ18	-	207	Пагрон и центр
28	116	98	780	Rz 30	Чугун	КЧ30-6	-	163	Пагрон и центр
29	115	95	800	Ra 2,5	Чугун	СЧ25	-	207	Пагрон и центр
30	150	128	450	Ra 3,2	Чугун	СЧ25	-	229	В центрах
31	50	45	700	Ra 2,0	Сталь	35ХГСА	800	-	В центрах
32	60	52	400	Ra 1,6	Сталь	18ХГТ	700	-	Пагрон и центр
33	70	68	350	Ra 1,25	Сталь	45	600	-	В центрах
34	90	81	300	Ra 2,0	Сталь	4Х14Н14В2М	700	-	Пагрон и центр
35	120	112	400	Ra 3,2	Чугун	СЧ15	-	163	Пагрон и центр
36	110	104	500	Rz 32	Чугун	СЧ18	-	187	Пагрон
37	68	62	900	Rz 20	Чугун	КЧ-37-12	-	163	Пагрон и центр
38	98	90	400	Ra 2,5	Сталь	60	700	-	Пагрон и центр
39	90	82	360	Ra 2,5	Сталь	18ХГТ	700	-	Пагрон



Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
40	70	62	280	Ra 1,6	Сталь	4X14H14B2M	700	–	Пагрон
41	65	61	450	Ra 2,0	Сталь	20XHP	700	–	Пагрон и центр
42	45	42	560	Ra 3,2	Сталь	50Г	700	–	Пагрон и центр
43	70	65	920	Rz 20	Сталь	XI8H12M2T	550	–	Пагрон и центр
44	75	69	700	Ra 2,0	Сталь	30XMA	650	–	В центрах
45	90	84	680	Ra 1,25	Сталь	20XHP	700	–	Пагрон и центр
46	85	78	540	Rz 25	Сталь	40XH	700	–	Пагрон и центр
47	95	92	610	Ra 2,0	Сталь	50Г	700	–	Пагрон и центр
48	100	96	480	Ra 1,25	Сталь	18XГТ	700	–	Пагрон и центр
49	72	68	940	Rz 32	Сталь	40XHMA	800	–	Пагрон и центр
50	130	121	260	Ra 3,2	Чугун	СЧ20	–	207	Пагрон
51	150	142	340	Ra 1.5	Чугун	СЧ25	–	207	Пагрон и центр
52	145	138	360	Rz 32	Чугун	СЧ18	–	197	Пагрон и центр
53	140	132	410	Ra 3,2	Сталь	20X	550	–	В центрах

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
54	135	127	530	Ra 2,0	Сталь	35	500	-	В центрах
55	73	68	980	Rz 20	Сталь	3X13	700	-	Пагрон и центр
56	70	68	920	Ra 3,2	Сталь	35XM	600	-	Пагрон и центр
57	65	62	810	Ra 1,6	Сталь	45	600	-	Пагрон и центр
58	100	92	905	Rz 20	Чугун	СЧ20	-	197	В центрах
59	95	89	725	Ra 2,5	Сталь	35XГСА	700	-	В центрах
60	110	102	615	Ra 4,0	Чугун	КЧ-30-8	-	163	В центрах
61	80	70	200	Rz 25	Сталь	12XН3А	950	-	Пагрон
62	40	35	650	Ra 5	Чугун	СЧ20	-	187	Пагрон
63	120	115	300	Ra 1,6	Чугун	КЧ-45-6	-	241	Пагрон
64	130	125	650	Rz 32	Сталь	38XMЮА	1000	-	В центрах
65	140	130	400	Ra 3,2	Сталь	1X14Н14В2М	650	-	В центрах
66	160	140	450	Ra 1.6	Сталь	45	600	-	Пагрон
67	70	62	500	Rz 20	Сталь	40X	700	-	Пагрон

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
68	50	48	700	Ra 3,2	Сталь	38ХС	800	–	Пагрон
69	120	113	200	Ra 1,6	Сталь	40ХН	700	–	В центрах
70	140	131	210	Rz 20	Сталь	1Х18Н9Т	550	–	Пагрон и центр
71	130	124	250	Ra 3,2	Сталь	1Х13	500	–	Пагрон и центр
72	100	93	350	Ra 1,6	Сталь	35ХГСА	800	–	Пагрон
73	100	94	400	Rz 25	Сталь	65Г	700	–	В центрах
74	55	49	750	Ra 2,5	Сталь	40ХНМА	800	–	Пагрон и центр
75	150	142	200	Ra 1,25	Сталь	18ХГТ	700	–	Пагрон и центр
76	90	82	300	Rz 20	Сталь	38ХС	700	–	В центрах
77	110	108	250	Ra 3,2	Чугун	СЧ15	–	163	Пагрон и центр
78	50	45	150	Ra 2,5	Чугун	СЧ25	–	207	Пагрон и центр
79	60	54	120	Rz 25	Чугун	КЧ-33-8	–	163	Пагрон
80	70	67	940	Ra 3,2	Чугун	СЧ20	–	187	Пагрон и центр
81	30	28	450	Ra 1,6	Сталь	2Х13	600	–	Пагрон и центр

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
82	110	104	250	Rz 30	Чугун	КЧ-37-12	-	163	В центрах
83	100	96	300	Ra 4	Чугун	СЧ18	-	207	Пагрон и центр
84	95	90	350	Ra 1,6	Сталь	45X	700	-	Пагрон и центр
85	105	100	400	Rz 25	Сталь	38XC	800	-	В центрах
86	98	92	380	Ra 3,2	Сталь	20X	600	-	В центрах
87	36	32	510	Ra1,6	Сталь	35XГСА	850	-	В центрах
88	102	95	195	Rz20	Чугун	КЧ-37-12	-	163	Пагрон
89	104	98	125	Ra2,5	Чугун	СЧ20	-	241	Пагрон
90	108	100	125	Ra2,0	Чугун	СЧ15	-	167	Пагрон
91	80	72	200	Ra4	Сталь	40XH	700	-	Пагрон и центр
92	95	90	250	Ra5	Сталь	30XHBA	1000	-	Пагрон и центр
93	20	18	400	Ra1,6	Сталь	35XГСА	850	-	Пагрон и центр
94	120	112	380	Rz20	Чугун	СЧ20	-	207	Пагрон и центр
95	125	118	285	Ra3,2	Сталь	20X	600	-	Пагрон

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
96	130	124	405	Ra1,6	Сталь	30ХМА	600	–	Патрон и центр
97	145	138	400	Rz20	Сталь	50Г	650	–	Патрон
98	140	132	385	Ra3,2	Сталь	3Х13	700	–	Патрон
99	36	32	500	Ra2,0	Сталь	40Х	700	–	Патрон и центр
100	102	95	480	Rz20	Сталь	20Х	550	–	В центрах

- Примечания:**
1. Обработку производить за один подход, если позволяют заданные условия. При обработке за два прохода (черновой и получистовой) режим резания должен быть рассчитан для обоих проходов, и должно быть подсчитано общее основное технологическое время.
  2. Допуски на заготовку выбрать в соответствии с стандартом на ассортимент заданного материала. Состояние поставки выбрать самостоятельно, допуски на готовый валик – по 11 квалификации.

Таблица 3

**Варианты 1-30.**

Обработать отверстие диаметром  $d_1$ , полученным после штамповки, до диаметра  $d_2$  на длину  $l$ .  
Сопоставить эффективность обработки при различных процессах резаний: рассверливание; зенкерование.

Номер варианта	$d_1$ отверстия до обработки, мм	$d_2$ отверстия после обработки, мм	Длина отверстия, мм	Шероховатость обработанной поверхности, мкм	Материал	Марка	$\sigma_b$ , МПа	НВ
1, 11, 21	26	27,5	30	Rz 20	Сталь	20	400	121
2, 12, 22	18	18,8	20	Rz 25	Сталь	20X	550	179
3, 13, 23	12	13,5	35	Rz 20	Сталь	30	500	131
4, 14, 24	20	20,9	40	Rz 32	Сталь	40XH	700	207
5, 15, 25	22	23	70	Rz 20	Сталь	65Г	700	229
6, 16, 26	14	15	40	Rz 25	Сталь	40X	700	217
7, 17, 27	12	13	35	Rz 32	Сталь	30XM	600	217
8, 18, 28	24	25,3	50	Rz 20	Сталь	25	460	128
9, 19, 29	14	14,8	30	Rz 32	Сталь	35	500	140
10, 20, 30	9	10,5	40	Rz 25	Сталь	45	600	197

**Варианты 31-40 и 41-50.**

Обработать отверстие с диаметром  $d_1$  до диаметра  $d_2$  на длину  $l$ .

Сопоставить эффективность обработки при различных процессах резания: зенкерование и расточка резцом – варианты 31-40; зенкерование и протягивание – варианты 41-50.

Модель станка: при расточке – 16К62; при протягивании горизонтально-протяжной модели – 7Б520; при зенкеровании вертикально-сверлильной модели – 2Н135

Номер варианта	$d_1$ отверстия до обработки, мм	$d_2$ отверстия после обработки, мм	Длина отверстия $l$ , мм	Шероховатость обработанной поверхности, мкм	Материал	Марка	$\sigma_b$ , МПа	НВ
31 41	24	25,3	50	Ra 2,5 Ra 1,6	Чугун	СЧ18	-	229
32 42	10	10,5	40	Ra 2,5 Ra 1,25	Сталь	12ХН3А	750	-
33 43	12	13	25	Ra 2,0 Ra 1,6	Сталь	50	650	-
34 44	20	20,9	25	Ra 3,2 Ra 1,6	Сталь	50Г	750	-
35 45	12	13,5	30	Ra 3,2 Ra 1,6	Чугун	СЧ18	-	207
36 46	18	18,8	25	Ra 2,5 Ra 1,6	Сталь	40ХН	700	-
37 47	15	16	35	Ra 3,2 Ra 1,6	Сталь	20	400	-
38 48	14	14,8	30	Ra 2,5 Ra 1,25	Сталь	55	650	-
39 49	22	23	70	Ra 3,2 Ra 1,6	Чугун	СЧ25	-	229
40 50	16	17	40	Ra 3,2 Ra 1,25	Чугун	СЧ15	-	187

### Варианты 51-65 и 66-80.

Обработать плоскость  $A \times B$  заготовки толщиной  $C$ . Припуск на обработку  $h$ . Сопоставить эффективность обработки при различных процессах резания: строгание и фрезерование цилиндрической фрезой (варианты 51-65); строгание (твердосплавным резцом при обработке чугуна) и фрезерование торцовой фрезой (варианты 66-80).  
 Модель станка: при строгании – поперечно-строгальный модели 7М36; при фрезеровании цилиндрической фрезой – горизонтально-фрезерный модели 6Р82Г, при фрезеровании торцовой фрезой – вертикально-фрезерный модели 6Р12Б

Номер варианта	Размеры заготовки			Припуск $h$ , мм	Шероховатость обработанной поверхности, мкм	Материал	Марка	$\sigma_B$ , МПа	HB
	A, мм	B, мм	C, мм						
51, 61, 71	510	200	70	3,5	Ra 2,5	Чугун	СЧ15	-	197
52, 62, 72	580	100	80	2,5	Rz 20	Сталь	40ХН	700	-
53, 63, 73	345	125	100	1,5	Ra 1,6	Сталь	50Г	750	-
54, 64, 74	560	150	110	2,0	Rz 20	Чугун	СЧ18	-	207
55, 65, 75	650	150	60	3,0	Ra 1,6	Сталь	50	650	-
56, 66, 76	350	145	80	2,8	Ra 1,6	Сталь	60	650	-
57, 67, 77	400	165	90	3,0	Ra 2,5	Чугун	С418	-	170
58, 68, 78	375	140	80	2,0	Rz 20	Чугун	СЧ18	-	229
59, 69, 79	600	80	60	2,5	Ra 3,2	Сталь	12ХН3А	750	-
60, 70, 80	480	115	100	1,5	Ra 2,5	Сталь	20	400	-



### Варианты 81-100.

Обработать плоскость  $A \times B$  заготовки толщиной  $S$ . Припуск на обработку  $h$ . Сопоставить эффективность обработки при различных процессах резания: чистовое строгание (резцом с пластинкой твердого сплава при обработке чугуна); протягивание. Модель станка: при протягивании – вертикально-протяжной модели 776; при строгании – поперечно-строгальный модели 7М36

Номер варианта	Размеры заготовки			Припуск $h$ , мм	Шероховатость обработанной поверхности, мкм	Материал	Марка	$\sigma_b$ , МПа	HB
	A, мм	B, мм	C, мм						
81, 91	55	95	24	$2^{+0,25}$	Ra 1,6	Чугун	СЧ18	-	207
82, 92	92	65	30	$1,2^{+0,2}$	Ra 1,6	Сталь	40ХН	700	-
83, 93	75	60	40	$4^{+0,3}$	Ra 1,25	Чугун	СЧ15	-	197
84, 34	75	125	22	$1,0^{+0,15}$	Ra 1,25	Сталь	35	500	-
85, 95	65	60	35	$1,2^{+0,2}$	Ra 1,6	Сталь	20X	550	-
86, 96	43	82	50	$2,5^{+0,3}$	Ra 1,6	Чугун	СЧ25	-	229
87, 97	68	92	20	$2^{+0,25}$	Ra 2,0	Сталь	30	600	-
88, 98	70	100	44	$3^{+0,3}$	Ra 1,6	Чугун	СЧ15	-	197
89, 99	100	85	38	$1,5^{+0,2}$	Ra 1,25	Сталь	20ХН	650	-
90, 100	105	75	25	$1,0^{+0,15}$	Ra 2,0	Сталь	45	650	-

## **ПРИЛОЖЕНИЕ**

### **Паспортные данные металлорежущих станков**

#### **Токарно-винторезный станок модели 16К20**

Высота центров – 215 мм.

Расстояние между центрами – 710; 100; 1400; 2000 мм.

Мощность двигателя  $N = 10$  кВт; 13,4 кВт; КПД станка  $\eta = 0,8$ .

Число оборотов шпинделя в минуту: 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1250; 1600.

Продольные подачи (мм/об): 0,05; 0,06; 0,075; 0,09; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2,0; 2,4; 2,8.

Поперечные подачи (мм/об): 0,025 – 1,4.

Максимальная осевая сила резания, допускаемая механизмом подачи –  $P_x = 600$  кг = 6000 Н

#### **Токарно-винторезный станок модели 1К62**

Высота центров – 200 мм.

Расстояние – между центрами – до 1400 мм.

Мощность двигателя  $N = 10$  кВт; КПД станка  $\eta = 0,75$ .

Число оборотов шпинделя в минуту 12,5; 16; 20; 25; 32,5; 40; 50; 63; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 2000.

Продольные подачи (мм/об): 0,070; 0,074; 0,084; 0,097; 0,11; 0,12; 0,13; 0,14; 0,15; 0,17; 0,195; 0,21; 0,23; 0,26; 0,28; 0,30; 0,34; 0,39; 0,43; 0,47; 0,52; 0,57; 0,61; 0,70; 0,78; 0,95; 1,04; 1,14; 1,21; 1,4; 1,56; 1,74; 1,9; 2,08; 2,28; 2,42; 2,8; 3,12; 3,8; 4,16.

Поперечные подачи (мм/об): 0,035 – 2,08.

Максимальная осевая сила резания, допускаемая механизмом подачи, –  $P_x = 360$  кг = 3600 Н

#### **Поперечно-строгальный гидрофицированный станок модели 7М36**

Мощность двигателя  $N = 7,5$  кВт; КПД  $\eta = 0,75$ .

Наибольшая длина хода ползуна – 700 мм.

Скорость ползуна под нагрузкой (м/мин): 3; 5; 16; 24; 48.

Подача стола в мм на двойной ход ползуна: 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 1,25; 1,5; 1,75; 2,0; 2,25; 2,5; 2,75; 3,0; 3,25; 3,5; 3,75; 4,0; 4,25; 4,5; 4,75; 5,0.

#### **Горизонтально-фрезерный станок модели 6Р32Г**

Рабочая поверхность стола – 320×1250 мм.

Мощность двигателя  $N = 7,5$  кВт; КПД  $\eta = 0,75$ .

Число оборотов шпинделя в минуту: 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1250; 1600.

Подачи стола (мм/мин): 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315;

400; 500; 630; 800; 1250.

Максимальная сила резания, допускаемая механизмом подачи стола, –  $P_x = 1500 \text{ кг} = 15000 \text{ Н}$ .

### **Вертикально-фрезерный станок модели 6P12Б**

Мощность, числа оборотов, подачи и допустимая сила резания совпадают с соответствующими данными станка 6P82Б.

### **Вертикально-сверлильный станок модели 2Н135А**

Наибольший диаметр сверления – 35 мм.

Мощность двигателя  $N = 4,5 \text{ кВт}$ , КПД  $\eta = 0,8$ .

Число оборотов шпинделя в минуту (об/мин): 112; 141; 176; 222; 280; 353; 445; 560; 760; 690; 1120; 1410.

Подачи (мм/об): 0,1; 0,13; 0,17; 0,22; 0,28; 0,36; 0,48; 0,62; 0,81

Максимальная осевая сила резания, допускаемая механизмом подачи станка –  $P = 900 \text{ кг} = 9000 \text{ Н}$ .

### **Горизонтально-протяжной станок модели 7Б520**

Номинальная тяговая сила – 20 т.

Длина рабочего хода ползуна – 1600 мм.

Мощность двигателя – 22 кВт.

Скорость рабочего хода – (м/мин): наибольшая – 11; наименьшая – 1,5.

Скорость обратного хода (м/мин) – 25.

### **Вертикально-протяжной станок модели 776**

Номинальная тяговая сила – 20 т.

Длина рабочего хода ползуна – 1250 мм.

Скорость рабочего хода (м/мин): наибольшая – 7,2; наименьшая – 1,5.

Скорость обратного хода (м/мин) – 22.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Верещака, А. С. Резание материалов : учебник для вузов / А. С. Верещака. – М. : Высшая школа, 2009. – 535 с.
2. Ящерицын, П. И. Теория резания : учебник для вузов / П. И. Ящерицын. – Минск : Новое знание, 2005. – 512 с.
3. Резание материалов : учебник для вузов / Е. Н. Трембач [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : ТНТ, 2009. – 511 с.
4. Рыжкин, А. А. Обработка материалов резанием : учеб. пособие для вузов / А. А. Рыжкин. – Ростов н/Д : Феникс, 2008. – 411 с.
5. Справочник технолога-машиностроителя : В 2 т. / под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1985. – Т. 2. – 495 с.
6. Общемашиностроительные нормативы режимов резания : справочник. – М. : Машиностроение, 1991. – Т. 1. – 640 с.
7. Карев, Е. А. Автоматизация расчета режимов резания при механической обработке заготовок : учебное пособие / Е. А. Карев, В. П. Табаков, Н. В. Еремин. – Ульяновск : УлГТУ, 2003. – 103 с.
8. Справочник технолога-машиностроителя : В 2 т. / под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. А. Н. Малова. – 3-е изд., перераб. – М. : Машиностроение, 1972. – Т. 2. – 568 с.
9. Режимы резания металлов : справочник / Науч.-исслед. ин-т технологии автомоб. пром-ти ; под ред. Ю. В. Барановского. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1972. – 407 с.

Учебное издание

ТАБАКОВ Владимир Петрович  
САГИТОВ Дамир Ильдарович

### **МЕТОДЫ МЕХАНИЧЕСКОЙ И ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ**

Программа, вопросы для самопроверки и задания  
для выполнения контрольных работ

Редактор М.В. Теленкова

Подписано в печать 06.07.2015. Формат 60×84/16.  
Усл. печ. л. 1,62. Тираж 75 экз. Заказ 615.

Ульяновский государственный технический университет  
432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, д. 32.

ИПК «Венец» УлГТУ, 432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, д. 32.