

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

**М.Б. Лещинский**

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ  
МАТЕРИАЛОВ**

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов,  
обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки  
26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов  
морской инфраструктуры

Калининград  
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»  
2023

УДК 621: 669.017

Рецензент

кандидат технических наук, доцент кафедры инжиниринга технологического оборудования ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» И. А. Соколова

Лещинский, М. Б.

Материаловедение и технология конструкционных материалов: учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов, обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки 26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры / М. Б. Лещинский. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 80 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» представлены учебно-методические материалы по освоению тем лекционного курса, отражены рекомендации для выполнения контрольной работы для направления подготовки 26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры, форма обучения заочная.

Табл. 10, рис. 5, список лит. – 14 наименований

Учебно-методическое пособие рассмотрено и одобрено кафедры инжиниринга технологического оборудования ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 18 января 2023 г., протокол № 4

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала для использования в учебном процессе методической комиссией института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 30 января 2023 г., протокол № 1

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала для использования в учебном процессе методической комиссией института морских технологий, энергетики и строительства 22 февраля 2023 г., протокол № 6

УДК 621: 669.017

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет», 2023 г.  
© Лещинский М. Б., 2023 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>4</b>
<b>1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>8</b>
1.1. Методические рекомендации по лекционным занятиям.....	10
<b>2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ.....</b>	<b>32</b>
<b>3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ.....</b>	<b>58</b>
<b>4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....</b>	<b>58</b>
<b>5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....</b>	<b>69</b>
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>73</b>
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....</b>	<b>74</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ.....</b>	<b>76</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А</b> Вопросы для промежуточной аттестации (зачет).....	76
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б</b> Вопросы для промежуточной аттестации (экзамен)...	77
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ В</b> Пример оформления титульного листа курсовой работы (контрольной работы).....	79

## ВВЕДЕНИЕ

Металловедение – это наука о взаимосвязи электронного строения, структуры металлов и сплавов с их составом, физическими, химическими, технологическими и другими свойствами.

Основными направлениями в развитии теоретического металловедения является разработка способов производства чистых и сверхчистых металлов, свойства которых сильно отличаются от свойств металлов технической чистоты. Важнейшей задачей металловедения является создание сплавов с заранее рассчитанными свойствами применительно к заданным параметрам и условиям работы на основе данных квантовой физики, физики твердого тела, физикохимии металлов и накопленных экспериментальных закономерностей. Большое внимание уделяется изучению металлов в экстремальных условиях (при очень низких и очень высоких температурах и давлениях).

Важное значение имеет использования новых материалов взамен традиционных (металлических) – пластмасс, керамики, изделий, изготовляемых методом порошковой металлургии, композиционных материалов, что экономит дефицитные металлы, снижает затраты энергии на производство материалов, уменьшает массу изделий.

Из этих материалов с помощью разнообразных технологических процессов получают детали, имеющие определённую форму и размеры, а из деталей собирают всевозможные машиностроительные изделия.

Несмотря на то, что ряд технологических процессов машиностроения давно известен, существует необходимость знакомства студентов, изучающих технические специальности с существующими и перспективными технологиями обработки материалов.

Дисциплина «Материаловедение и технология конструкционных материалов» является дисциплиной учебного плана.

При изучении дисциплины используются знания и навыки, полученные в ходе знакомства с основными положениями соответствующих разделов физики, химии, материаловедения, технологии конструкционных материалов, сопротивления материалов, электротехники и др.

Целью освоения дисциплины является: формирование знаний и умений по выбору современных материалов, используемых в кораблестроении, океанотехнике, системотехнике объектов морской инфраструктуры и методов их обработки.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

*знать:*

- тенденции развития материаловедения в кораблестроении;
- основные свойства конструкционных материалов и сплавов, методы обработки материалов (термическая обработка, деформация, резание, литье);
- новые металлические и неметаллические материалы, композиционные и керамические материалы;
- пути снижения массы заготовок;

- технологию и оборудование производства литых заготовок;
- технологию и оборудование производства заготовок, полученных сваркой и резкой;
- технологию и оборудование производства заготовок, полученных обработкой давлением;

*уметь:*

- самостоятельно пользоваться учебной и научно-технической литературой;
- используя справочную литературу, правильно выбрать материалы и изделия для деталей и узлов машин;
- ориентироваться в потоке информации для ее применения в учебном процессе;
- производить правильный выбор способов и технологий изготовления деталей и узлов машин;
- назначать методы обработки заготовок;
- выбрать вид термообработки для готового изделия с точки зрения экономической эффективности, обеспечения долговечности и надежности детали;

*владеть:*

- навыками работы со справочной литературой и технической документацией; умение определять механические и технологические свойства материалов;
- практическим использованием знаний и умений, полученных при изучении этой дисциплины.

При реализации дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» организуется практическая подготовка путем проведения лабораторных работ, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Для успешного освоения дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов», студент должен активно работать на лекционных занятиях и качественно выполнять лабораторные работы, организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность.

При оценивании результатов изучения дисциплины применяют оценочные средства текущего контроля. К оценочным средствам текущего контроля относятся:

- тестовые задания по темам дисциплины;
- контрольные вопросы по лабораторным работам;
- задания по контрольной работе (для студентов заочной формы обучения).

Промежуточная аттестация проводится в виде:

- зачета (первый семестр);
- курсовой работы, экзамена (второй семестр).

К зачёту допускаются студенты, выполнившие и защитившие все лабораторные работы (для обеих форм обучения), получившие

положительные оценки по результатам тестирования. В качестве дополнительного задания на зачёте студентам, не посещавшим занятия по разным причинам, может быть предложен теоретический вопрос (Приложение А).

Вопросы к экзамену даны в Приложении Б.

Пример оформления титульного листа курсовой работы приведен в Приложении В.

Универсальная система оценивания результатов обучения включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100-балльную (процентную) систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему (таблица 1).

Таблица 1 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок	2	3	4	5
	0–40 %	41–60 %	61–80 %	81–100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
Критерий				
<b>1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов</b>	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
<b>2. Работа с информацией</b>	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
<b>3. Научное осмысление изучаемого</b>	Не может делать научно корректных	В состоянии осуществлять научно	В состоянии осуществлять систематически	В состоянии осуществлять систематически

Система оценок	2	3	4	5
	0–40 %	41–60 %	61–80 %	81–100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
Критерий				
<b>явления, процесса, объекта</b>	выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	корректный анализ предоставленной информации	й и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задаче данные	й и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
<b>4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач</b>	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

При необходимости для обучающихся-инвалидов или обучающихся с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» содержит пять разделов. В первом и втором разделах приведены сведения о лекционных занятиях и лабораторных работах. В третьем сформированы рекомендации по самостоятельной работе студентов. В четвертом приведены методические рекомендации по выполнению курсовой работы, а в пятом разделе сформированы рекомендации по выполнению контрольной работы (для студентов заочной формы обучения).

## 1 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Осваивая курс «Материаловедение и технология конструкционных материалов», студент должен научиться работать на лекциях, лабораторных работах и организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность. В начале лекции необходимо уяснить цель, которую лектор ставит перед собой и студентами. Важно внимательно слушать, отмечать наиболее существенную информацию и кратко ее конспектировать; сравнивать то, что услышано на лекции с прочитанным и усвоенным ранее материалом в области применения различных материалов, укладывать новую информацию в собственную, уже имеющуюся, систему знаний. По ходу лекции необходимо подчеркивать новые термины, определения, устанавливая их взаимосвязь с изученными ранее понятиями.

Основными видами учебной деятельности в ходе изучения курса являются лекции и лабораторные работы.

При разработке образовательной технологии организации учебного процесса основной упор сделан на соединение активной и интерактивной форм обучения. Интерактивная форма позволяет студентам проявить самостоятельность в освоении теоретического материала и овладении практическими навыками, формирует интерес и позитивную мотивацию к учебе.

При чтении лекций преподаватель имеет право самостоятельно выбирать формы и методы изложения материала, которые будут способствовать качественному его усвоению. При этом преподаватель в установленном порядке может использовать технические средства обучения, имеющиеся на кафедре и в университете.

Вместе с тем всякий лекционный курс является в определенной мере авторским, представляет собой творческую переработку материала и неизбежно отражает личную точку зрения лектора на предмет и методы его преподавания. В этой связи представляется целесообразным привести некоторые общие методические рекомендации по построению лекционного курса и формам его преподавания.

Лекции составляют основу теоретической подготовки и посвящены наиболее важным моментам при изучении курса «Материаловедение и технология конструкционных материалов». При проведении лекций необходимо использовать технические средства обучения, ЭИОС, применять методы, способствующие активизации познавательной деятельности слушателей. На лекциях целесообразно теоретический материал иллюстрировать рассмотрением различных примеров и конкретных задач. Имеет смысл привлекать студентов к обсуждению как рассматриваемого вопроса в целом, так и отдельных моментов рассуждений и доказательств. Необходимо также использовать возможности проблемного изложения, дискуссии с целью активизации деятельности студентов.

Важным звеном во всей системе обучения является самостоятельная работа обучающихся. В широком смысле под ней следует понимать совокупность всей самостоятельной деятельности студентов как в отсутствии преподавателя, так и в контакте с ним. Она является одним из основных методов поиска и приобретения новых знаний, работы с литературой, а также выполнения предложенных заданий. Преподаватель призван оказывать в этом методическую помощь студентам и осуществлять руководство их самостоятельной работой.

Необходимо контролировать степень усвоения студентами текущего материала, а также уровень остаточных знаний по уже изученным темам.

Промежуточный контроль осуществляется в форме сдачи зачета и экзамена, а также имеет целью определить степень достижения учебных целей по дисциплине.

С целью формирования мотивации и повышения интереса к предмету особое внимание при чтении курса необходимо обратить на темы, которые можно проиллюстрировать примерами из практической сферы, связывая теоретические положения с будущей профессиональной деятельностью студентов. Тематический план лекционных занятий представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Тематический план лекционных занятий

Номер темы	Содержание лекционного занятия
1	<b>Материаловедение</b>
1.1	Введение. Строение и структура материалов.
1.2	Основные свойства материалов.
1.3	Железоуглеродистые стали
1.4	Теория термической обработки сталей и сплавов
1.5	Технология термической обработки стали
1.6	Химико-термическая обработка стали (ХТО) и поверхностное упрочнение стали.
1.7	Цветные металлы и их сплавы
1.8	Неметаллические материалы
1.9	Порошковые, композиционные и керамические материалы
2	<b>Технология конструкционных материалов</b>
2.1	Литейное производство
2.2	Обработка металлов давлением
2.3	Сварочное производство
2.4	Обработка материалов резанием

Если на лекции студент не получил ответа на возникшие у него вопросы, он может в конце лекции задать эти вопросы лектору курса дисциплины.

## 1.1. Методические рекомендации по лекционным занятиям

### Раздел: 1. Материаловедение

#### Тема 1.1. Введение. Строение и структура материалов

##### *Ключевые вопросы темы*

1. Материаловедение является прикладной наукой о строении и свойствах технических материалов.
2. Общие сведения о металлах.
3. Способы получения металлов.

*Ключевые понятия:* нужно знать свойства материалов, прежде чем назначить конкретный материал для конкретной детали. От чего зависят свойства материала? От его строения. Как получить такое строение материала? Как получить исходный материал? Из чего? Как изготовить деталь, конструкцию, отвечающих требованиям эксплуатации?

*Литература:* [4, с. 20–40]

##### *Методические рекомендации*

Первая тема курса направлена на получение у обучающихся представления о базовых понятиях дисциплины, определении места дисциплины в структуре образовательной программы, планируемых результаты освоения дисциплины, возможных рисках освоения дисциплины, знакомит обучающихся с формами текущего и промежуточного контроля.

Содержание дисциплины и ее значение в подготовке специалистов. Классификация материалов. Типы атомных связей. Кристаллическое строение металлов. Типы кристаллических решеток металлов. Дефекты кристаллической решетки. Анизотропия свойств металлов.

Материаловедение – наука, изучающая строение и свойства материалов и устанавливающая связь между составом, строением и свойствами, а также разрабатывающая пути воздействия на их свойства с целью получения необходимых эксплуатационных характеристик.

Прежде всего, нужно уяснить, что такое металл, какими основными свойствами обладают металлы и чем эти свойства обусловлены. Ознакомиться и разобраться с классификацией металлов. Уяснить атомно – кристаллическое строение металлов, отличие их строения от строения неметаллов. Узнать основные типы кристаллических решеток. Здесь нужно разобраться, почему металлы, имеющие однотипные кристаллические решетки, обладают неодинаковыми свойствами. Характеристики кристаллических решеток – параметры, координационное число, плотность упаковки. Ознакомиться с основными типами связей, встречающимися в твердых телах и в металлах, в частности. Уяснить отличие строения «реальных» кристаллов от «идеальных». При этом необходимо понять, что

металлы, используемые в практике, тела поликристаллические, состоят из множества мелких кристаллов – зерен, в которых имеется большое количество точечных, линейных и поверхностных дефектов (вакансий, дислокаций).

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. В чем сущность кристаллического строения металлов?
2. Назовите типы кристаллических решеток.
3. Какие параметры характеризуют кристаллическую решетку?
4. Как происходит процесс кристаллизации металлов?
5. Что такое анизотропия в кристаллах?
6. Какие существуют дефекты кристаллического строения?

### **Тема 1.2. Основные свойства материалов**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Физические свойства.
2. Химические свойства.
3. Механические свойства.
4. Технологические и эксплуатационные свойства.

*Ключевые понятия:* деформация и разрушение твердых тел, механические свойства, технологические и эксплуатационные свойства, физические и химические свойства металлов, методы изучения строения металлов.

*Литература:* [4, с. 47–60]

#### *Методические рекомендации*

К физическим свойствам относятся цвет, плотность, температура плавления, удельная теплота плавления, теплопроводность, тепловое расширение, теплоемкость, электропроводность, магнитные свойства.

Химические свойства характеризуют способность материалов сопротивляться окислению или вступать в соединение с различными веществами: кислородом воздуха, раствором кислот или щелочей.

Химические свойства характеризуются химической стойкостью, растворимостью или растворяемостью, кислотностью и стойкостью против облучения и коррозионной стойкостью.

Механические свойства материалов определяют поведение материала при деформации и разрушении под воздействием внешних нагрузок. Контроль механических свойств начинается еще при производстве металла на металлургических заводах. Когда металл или прокат поступает к потребителю, например на машиностроительные заводы, его отбирают в зависимости от уровня характеристик механических свойств, для изготовления тех или иных изделий с учетом условий их эксплуатации. При изготовлении изделий металл подвергается различной технологической

обработке (механической, термической и др.), под воздействием которых происходят изменения в структуре и механических свойствах.

В процессе эксплуатации изделий под влиянием различных факторов (повышенные или пониженные температуры, давление, агрессивная среда и др.) изменяются структура и механические свойства, что с течением времени приводит к ухудшению свойств и даже разрушению металла.

Поэтому необходим контроль механических свойств металла и на различных стадиях изготовления изделий.

Эти свойства характеризуют способность металлов подвергаться обработке в холодном и горячем состояниях. Технологические свойства определяют при технологических пробах, которые дают качественную оценку пригодности металлов к тем, или иным способам обработки. Образец, подвергнутый технологической пробе, осматривают. Признаком того, что образец выдержал испытание, является отсутствие трещин, надрывов, расслоения или излома. К основным технологическим свойствам относят: обрабатываемость резанием, свариваемость, ковкость, литейные свойства и др.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Охарактеризуйте основные физические свойства металлов и сплавов.
2. Перечислите основные химические свойства материалов.
3. В чем суть явления коррозии? Что такое электрохимическая коррозия?
4. Что такое механическое напряжение и как оно определяется?
5. Что такое деформация? В чем разница между упругой и пластической деформацией?
6. При каких условиях нагружения определяются механические свойства?
7. Какие характеристики определяются по результатам испытаний на растяжение? Что такое предел прочности?
8. Что такое твердость? Назовите методы испытания на твердость.
9. При каких нагружениях определяется ударная вязкость? Как она оценивается?
10. Что такое усталость? Предел выносливости? При каких видах нагружения они определяются?
11. Что такое прочность? Почему техническая прочность ниже теоретической?
12. Какие методы можно использовать для повышения упрочнения металлов и сплавов?
13. Охарактеризуйте основные технологические и эксплуатационные свойства

### **Тема 1.3. Железоуглеродистые стали**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Строение и свойства сплавов.

2. Сплавы на основе железа. Компоненты и фазы.
3. Системы железо – углерод.
4. Основные типы диаграмм состояния.
5. Углеродистые и легированные стали и чугуны.

*Ключевые понятия:* Структурные составляющие (фазы) железоуглеродистых сплавов. Диаграмма состояния железо-цементит. Свойства, назначения и классификация чугунов. Стали: классификация, маркировка и применение. Углеродистые конструкционные стали. Легированные конструкционные стали. Стали и сплавы с особыми физическими свойствами.

*Литература:* [4, с. 194–207]

#### *Методические рекомендации*

К черным металлам относятся железо и его сплавы (чугун, сталь, ферросплавы). Они имеют особое значение, так как являются основными машиностроительными материалами. В общем производстве металлов свыше 90 % приходится на железо и его сплавы. Это объясняется ценными физическими и механическими свойствами черных металлов, а также тем, что железные руды широко распространены в природе, а производство чугуна и стали сравнительно дешево и просто.

Металлическим сплавом называется вещество, полученное сплавлением двух или более элементов, преимущественно металлических. Помимо сплавления, сплавы получают спеканием, электролизом и т.д.

Сплав считается металлическим, если его основу (свыше 50 % по массе) составляют металлические компоненты.

Роль сплавов в технике более важна, чем чистых металлов. Они обладают разнообразными свойствами, которые изменяются в зависимости от состава. Кроме того, механические свойства сплавов можно изменять различными видами обработки.

Вещества, из которых образуется сплав, называются компонентами. Компонент, преобладающий в сплаве, называется основным, а компоненты, вводимые в сплав для придания ему нужных свойств, называются легирующими. Совокупность компонентов сплава называется системой.

Сплавы классифицируют по числу компонентов на двойные (бинарные), тройные, четверные и многокомпонентные; по основному элементу – железные, алюминиевые, медные и т.д.; по применению – конструкционные, инструментальные, жаропрочные, пружинные, шарикоподшипниковые, и т. д.; по плотности – тяжелые (на основе вольфрама, свинца и т.д., легкие на основе алюминия, бериллия и т.д.; по температуре плавления – тугоплавкие (сплав на основе молибдена, тантала), легкоплавкие (припой, баббиты, типографские сплавы) и по технологии изделий – литейные, композиционные и т.д.

При кристаллизации сплавов зависимости от природы компонентов и от соотношения массовых количеств их сплавы после затвердевания образуют твердые растворы; химические соединения и механические смеси.

Основными компонентами, от которых зависит структура и свойства железоуглеродистых сплавов, являются железо и углерод.

Железо является важнейшим промышленным металлом и в сплавах с углеродом, кремнием, марганцем, серой, фосфором образует группу черных металлов – сталь, чугун, ферросплавы. Широкое развитие производства сталей и чугунов определяется распространенностью в Земле железных руд, их дешевизной и легкой восстанавливаемостью.

Для характеристики изменений структуры сплавов в зависимости от состава и температуры строят диаграммы состояний. Они представляют собой графическое изображение равновесного или неравновесного состояния сплавов и строят их в координатах температура – состав. Равновесное состояние сплавов достигается при малых скоростях охлаждения или длительном нагреве. Неравновесное состояние характеризуется ограниченной устойчивостью и способностью перехода в другие устойчивые состояния.

Диаграмма состояния позволяет научно обосновать выбор режимов горячей и термической обработки сплавов. Строят их на основе кривых охлаждения, получаемых лабораторным путем.

Температуры начала и конца фазовых превращений, определяются по кривым охлаждения и называются критическими точками. Существуют четыре типа диаграмм состояний.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Что называется сплавом? Как классифицируют сплавы? Что такое фаза?
2. Что представляет собой твердый раствор? Приведите примеры.
3. В каком случае в результате сплавления получается химическое соединение? Приведите примеры.
4. Что представляет собой механическая смесь. Приведите примеры.
5. Охарактеризуйте основные компоненты и фазы системы железо-углерод.
6. Охарактеризуйте основные типы диаграмм состояний.
7. Что такое линия ликвидуса и солидуса?
8. Что такое эвтектика?
9. Что представляет собой сталь доэвтектическая, эвтектическая и заэвтектическая? Каков фазовый состав этих сталей?
10. Что представляют собой доэвтектические, эвтектические и заэвтектические чугуны? Какой фазовый состав этих чугунов?
11. Какие превращения происходят при кристаллизации сплава железо-углерод (рассмотреть диаграмму железо-углерод)

## **Тема 1.4. Теория термической обработки сталей и сплавов**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Виды термической обработки.
2. Фазовые и структурные превращения при термической обработке стали.
3. Влияние термической обработки на механические свойства стали.

*Ключевые понятия:* отжиг, диффузионный отжиг, полному отжигу подвергаются конструкционные стали, для инструментальных (заэвтектоидные) сталей используют неполный отжиг, закалка с последующим отпуском.

*Литература:* [4, с. 239–261]

### *Методические рекомендации*

Термической обработкой называют процессы, связанные с нагревом и охлаждением металла, находящегося в твердом состоянии, с целью изменения структуры и свойств без изменения его химического состава.

Основоположником теории процессов термической обработки является Д. К. Чернов, обнаруживший критические точки, стали.

Термическую обработку характеризуют основные параметры: нагрев до определенной температуры, выдержка при этой температуре, скорость нагрева и скорость охлаждения. Скорость нагрева и время выдержки деталей зависят от размеров, массы деталей, их конфигурации, химического состава материала деталей, от типа нагревательных печей и нагревательных сред.

В зависимости от температурных режимов термическая обработка подразделяется на следующие виды: отжиг, нормализация, закалка, отпуск, химико-термическая обработка (ХТО), термомеханическая обработка (ТМО).

Возможность упрочнения сталей путем термической обработки обусловлена наличием аллотропических превращений в твердом состоянии. В основе теории термической обработки лежат фазовые и структурные превращения, протекающие при нагреве и охлаждении металлов и сплавов.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Что представляет собой термическая обработка сталей?
2. Охарактеризуйте различные виды отжига. Для каких целей предназначается тот или иной вид отжига?
3. Что представляет собой процесс закалки? Каково его назначение.
4. Что такое отпуск? Для чего он применяется?

## **Тема 1.5. Технология термической обработки стали**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Закалка – процесс нагрева стали до определенной температуры с последующим быстрым охлаждением.
2. Отпуском называют нагрев стали до определенной температуры с выдержкой при данной температуре.
3. Детали машин подвергают поверхностному упрочнению.

*Ключевые понятия:* упрочняющая термическая обработка, закалка с последующим отпуском, индукционный нагрев токами высокой частоты, поверхностная обработка с использованием нагрева лазером.

*Литература:* [4, с. 263–275]

### *Методические рекомендации*

Наиболее распространенным видом упрочняющей термической обработки углеродистых сталей, содержащих углерода более 0,3 %, является закалка с последующим отпуском.

Существуют следующие способы закалки. Закалка в одном охладителе заключается в том, что нагретую под закалку деталь погружают в закалочную среду (вода, масло и т. д.), в которой она находится до полного охлаждения. Применяют для несложных деталей из углеродистой и легированных сталей.

При закалке в двух средах (прерывистая закалка) деталь сначала погружают в быстро охлаждающую среду (воду), а затем быстро переносят в другую среду (масло, селитру или на воздух), где она – охлаждается до комнатной температуры. Такую закалку применяют для обработки инструмента из высоколегированной стали.

Закалка стали сопровождается увеличением ее объема, что приводит к значительным внутренним напряжениям, которые являются причиной образования трещин и коробления. Трещины являются неисправимым дефектом, а коробления можно устранить последующей рихтовкой или правкой. В связи с этим закаленные изделия и инструмент подвергают отпуску.

Отпуском называют нагрев стали до определенной температуры с выдержкой при данной температуре и последующим охлаждением с заданной скоростью (обычно охлаждают на воздухе). Цель отпуска – уменьшение закалочных напряжений, снижение твердости и получение необходимых механических свойств

Для повышения твердости, предела выносливости и износостойкости детали машин подвергают поверхностному упрочнению. Обычно для этих целей применяют поверхностную закалку – газопламенную закалку, закалку с индукционным нагревом токами высокой частоты и другие виды

поверхностного упрочнения. При таком виде обработки сердцевина изделия остается вязкой и воспринимает ударные нагрузки.

Индукционный нагрев токами высокой частоты (ТВЧ) наиболее распространенный производительный и прогрессивный метод поверхностного упрочнения. Преимуществом его является возможность автоматизации процесса, отсутствие выгорания углерода и других элементов, а также окисления поверхности изделия. Сущность способа состоит в том, что под действием электродвижущей силы (ЭДС) в металле возникают электрические вихревые токи (токи Фуко), которые нагревают металл до нужной температуры.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Что представляет собой процесс закалки? Каково его назначение.
2. Что такое отпуск? Для чего он применяется?
3. Что представляет собой термомеханическая обработка (ТМО)? Для каких целей используется?

#### **Тема 1.6. Химико-термическая обработка стали (ХТО) и поверхностное упрочнение стали**

##### *Ключевые вопросы темы*

1. Цементацией называется процесс насыщения поверхности изделия углеродом.
2. Азотированием называют процесс насыщения стали азотом.
3. Борирование заключается в насыщении поверхностного слоя изделий из сталей бором.
4. Алитирование – процесс насыщения поверхностного слоя стали алюминием.

*Ключевые понятия:* Цементация. Преимущества и недостатки. Азотирование. Преимущества и недостатки. Нитроцементация и цианирование. Преимущества и недостатки. Диффузионная металлизация. Термомеханическая обработка. Поверхностное упрочнение стали закалкой.

*Литература:* [4, с. 278–288]

##### *Методические рекомендации*

Химико-термической обработкой (ХТО) называется процесс поверхностного насыщения стали различными элементами с целью придания ей соответствующих свойств. Она отличается от других видов термической обработки тем, что при этой обработке кроме структурных изменений происходят изменения состава и строения поверхности за счет диффузии в нее элементов в атомарном состоянии из внешней среды при высоких температурах. Основная цель – упрочнение поверхности деталей, повышение твердости, износостойкости, усталостной прочности и повышение стойкости

против воздействия агрессивных сред. К процессам химико-термической обработки относятся цементация, азотирование, алитирование, хромирование, цинкование и др.

Цель цементации – придание поверхности твердости при сохранении мягкой сердцевины. Обычно цементации подвергают детали из низкоуглеродистой стали, работающие в условиях переменных ударных нагрузок и подвергающиеся износу.

Цель азотирования – придать поверхности высокую твердость, износостойкость, устойчивость против коррозии и усталостную прочность.

Борирование применяют для повышения твердости, износостойкости, коррозионной стойкости и окалиностойкости тяжело нагруженных деталей.

Алитирование – процесс насыщения поверхностного слоя стали алюминием для повышения окалиностойкости (жаростойкости), коррозионной и эрозионной стойкости стали, чугунов и медных сплавов.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Что представляет собой химико-термической обработкой (ХТО)? Каково ее назначение?
2. В чем сходство и различие способов термической и химико-термической обработки?
3. Что представляет собой цементация? Ее назначение.
4. Что представляет собой борирование? Его назначение.
5. Что представляет собой алитирование? Его назначение.

#### **Тема 1.7. Цветные металлы и их сплавы**

##### *Ключевые вопросы темы*

1. Алюминий и его сплавы, применение.
2. Медь и ее сплавы, применение
3. Никель и его сплавы, применение.

*Ключевые понятия:* алюминиевые сплавы делятся на деформируемые и литейные, дюралюмины, литейные алюминиевые сплавы, латуни, бронзы и медно-никелевые сплавы.

*Литература:* [4, с. 511–551]

##### *Методические рекомендации*

Общеизвестно широкое применение цветных металлов и сплавов на их основе в различных областях производства. Так, легкие алюминиевые, магниевые и титановые сплавы широко применяются в авиационной промышленности. В то же время изделия из легких сплавов используют в строительстве, транспортном машиностроении, приборостроении, судостроении и других отраслях промышленности. Медь обладает высокой электрической проводимостью и широко применяется в электротехнике; она

является также основой многих важных промышленных сплавов (например, латуней, бронз и др.). Основой многих жаростойких, жаропрочных и электротехнических сплавов является никель. Одновременно он часто используется как легирующий элемент в специальных сталях. В качестве конструкционных материалов для новой техники широко используют тугоплавкие металлы (вольфрам, молибден, ниобий, хром и др., а также сплавы на их основе).

Цветная металлургия – это отрасль промышленности, включающая добычу и обогащение руд, производство и обработку цветных металлов и их сплавов. Цветные металлы отличаются меньшим содержанием ценного компонента в руде. И их производство требует обязательного обогащения сырья.

Значительное распространение для изготовления всевозможных деталей машин получили также сплавы алюминия с медью, кремнием, цинком, никелем, марганцем, магнием, сурьмой. Одни из них хорошо обрабатываются штамповкой (дюралюминий и др.), другие являются литейными сплавами (силумин).

Металлический никель – конструкционный материал для химической аппаратуры и ядерных реакторов, для аккумуляторных электродов, материал для покрытий стали, чугуна, алюминия и других металлов.

Основная масса производимого никеля является компонентом легированных сталей, жаростойких, сверхтвердых, магнитных, коррозионностойких сплавов. Он используется для изготовления сплавов из железа и цветных металлов преимущественно с медью, в производстве жаропонижающих сплавов, нержавеющей стали, конструкционной стали, стального и чугунного литья, сплавов с высоким электросопротивлением, для никелирования.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Какие свойства цветных металлов, используемых в технике, дают им предпочтение перед черными металлами и сплавами и в каких случаях?
2. Охарактеризуйте основные свойства (физические, химические, механические, технологические, эксплуатационные) алюминия.
3. Что представляют собой деформируемые алюминиевые сплавы? Назовите основные.
4. Что представляют собой литейные алюминиевые сплавы? Назовите основные.
5. Для каких целей могут быть использованы дюралюмины? Каковы их свойства?
6. Что такое силумины? Каковы их основные свойства? Где применяются?
7. Охарактеризуйте основные свойства (физические, химические, механические, технологические, эксплуатационные) меди.

8. Назовите области применения меди. Чем вызвано применение в каждом случае?
9. Какие сплавы называются латунями? Каковы их свойства? Где используются?
10. Какие сплавы называют бронзами? Перечислите основные типы бронз. Какими свойствами они характеризуются? Где применяются?
11. Что представляют собой медно-никелевые сплавы? Какими свойствами обладают? Для каких целей применяются?
12. Охарактеризуйте основные свойства (физические, химические, механические, технологические, эксплуатационные) никеля.
13. Назовите области применения никеля? Чем вызвано применение в каждом случае?
14. Где применяются сплавы никеля?

### **Тема 1.8. Неметаллические материалы**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Высокмолекулярные соединения.
2. Пластмассы или пластики.
3. Эластомеры (каучуки и резины).
4. Полимерные покрытия (пленкообразующие).
5. Композиционные материалы.

*Ключевые понятия:* термопластические и терморезистивные полимеры, пластмассы – свойства и область применения, древесные материалы, резиновые материалы.

*Литература:* [4, с. 601–660]

#### *Методические рекомендации*

Кроме металлов и сплавов в промышленности применяются неметаллические материалы: пластические массы, композиционные и резиновые материалы, клеи, лакокрасочные покрытия, древесина, керамика и др.

Неметаллические материалы находят все возрастающее применение в различных отраслях техники. Достаточная прочность, жесткость, эластичность при низкой плотности, химическая стойкость во многих агрессивных средах, уровень диэлектрических свойств при их технологичности делают неметаллические материалы незаменимыми.

По происхождению неметаллические материалы различают природные, искусственные и синтетические.

К природным относятся такие органические материалы, как натуральный каучук, древесина, смолы (янтарь, канифоль), хлопок, шерсть, лен и др. Неорганические природные материалы включают графит, асбест, слюду и некоторые горные породы.

Искусственные органические материалы получают из природных полимерных продуктов (вискозное волокно, целлофан, сложные и простые эфиры, целлюлозы).

Синтетические материалы получают из простых низкомолекулярных соединений (этилен, стирол и др.).

Именно в искусственных и синтетических материалах возможно проектировать и комбинировать свойства исходных веществ с целью получения заданных свойств конечного продукта и готовых изделий. В результате синтетические неметаллические материалы вытесняют природные и являются наиболее распространенными.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Какие свойства неметаллических материалов обеспечивают их широкое применение?
2. На какие группы подразделяются неметаллические материалы по происхождению? Охарактеризуйте эти группы.
3. Что такое высокомолекулярные соединения?
4. Какими методами получают синтетические полимеры? В чем суть этих методов?
5. Что такое кристаллические и аморфные полимеры? Каковы их свойства?
6. Дайте определение пластмасс. Какие компоненты входят в состав пластмасс?
7. Что представляют собой термопласты? Назовите основные термопластические материалы.
8. Охарактеризуйте основные свойства термопластов: полиэтилена, полистирола, фторопласта, винипласта, капрона, полиметилметакрилата, лавсана. Где они применяются?
9. Что такое реактопласты? Назовите основные термореактивные материалы. Охарактеризуйте их свойства. Где они применяются?
10. Что представляют собой слоистые пластики? Назовите основные и охарактеризуйте их свойства. Где они применяются?
11. Что такое эластомеры и какие материалы к ним относятся?
12. Что представляет собой натуральный каучук? Какими свойствами он обладает? Для каких целей используется?
13. Что такое резина? Какие свойства сделали возможным ее широкое применение?
14. Какие недостатки появляются у резины в процессе эксплуатации?
15. Перечислите группы резинотехнических изделий, применяемых в различных сферах производства.

## **Тема 1.9. Порошковые, композиционные и керамические материалы**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Порошковые материалы. Область применения материалов и их свойства.
2. Минералокерамические материалы. Область их применения и свойства.
3. Композиционные материалы. Область применения материалов и их свойства.

*Ключевые понятия:* порошковые материалы, композиционные материалы, минералокерамические материалы.

*Литература:* [4, с. 661–683]

### *Методические рекомендации*

В соответствии с главными областями их применения керамические материалы и изделия можно разделить на следующие основные группы:

1. Строительная керамика – изделия, предназначенные главным образом для кладки зданий и сооружений. К этой группе относятся строительный кирпич – обычный и пустотелый, кирпичные блоки, кровельная черепица, дренажные трубы, каменный товар (клинкерный кирпич, керамические плитки для полов, канализационные трубы и т. п.).

2. Облицовочные материалы – изделия, предназначенные для внутренней и наружной отделки зданий: облицовочные кирпичи и плитки, печные изразцы.

3. Огнеупоры – материалы, сохраняющие свои механические свойства при высоких температурах (выше 1000 °С) и предназначенные для постройки различных частей промышленных печей, топков и аппаратов, работающих в условиях высокотемпературного нагрева.

4. Тонкая керамика – группа изделий, главным образом фарфоровых и фаянсовых, применяющихся в различных областях; в быту (хозяйственная посуда, умывальники, раковины, художественно-декоративные изделия), в электротехнике (электротехническая керамика), в лабораторной технике (химическая посуда и аппаратура) и т. п.

5. Специальная керамика – группа изделий со специальными свойствами, которые применяются в радио- и авиапромышленности, приборостроении и т. п.

Создание композиционных материалов или композитов важнейшее направление в разработке новых материалов. Композитами называются материалы, образованные в результате объемного сочетания химически разнородных компонентов с четкой границей, раздела между ними.

Композиционные материалы имеют определенный заранее состав, форму и распределение компонентов материала. Они состоят из двух или нескольких компонентов различного химического состава, разделенных в

материале границей. Композиты обладают свойствами, отличными от свойств компонентов, взятых в отдельности. Это позволяет получать материалы, сочетающие лучшие свойства составляющих их фаз: прочность, пластичность, износостойкость, малая плотность и т.п.

Преимущества этих материалов в том, что они однородны в макромасштабе и неоднородны в микромасштабе.

Следует отметить также, что материал не встречается в природе, а является созданием человека.

Композиты состоят из пластичной основы – матрицы, служащей связующим материалом, и различных компонентов в таком виде, который может обеспечить их совмещение с матрицей и последующее формование изделия.

В качестве матриц в композиционных материалах могут быть использованы металлы и их сплавы, а также полимеры органические и неорганические, керамические, углеродные и другие материалы. Свойства матрицы определяют технологические параметры процесса получения композиции и ее эксплуатационные характеристики: плотность, удельную прочность, рабочую температуру, сопротивление усталостному разрушению и воздействию агрессивных сред.

Матрица придает изделию из композита заданную форму и монолитность, обеспечивая передачу и перераспределение нагрузки по объему материала, защищает армирующие элементы от внешних воздействий. Тип матрицы непосредственно определяет термическую и коррозионную стойкость, электрические и теплозащитные свойства, старение, технологию изготовления и другие важнейшие характеристики композиционного материала и изделий из него.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Понятие о порошковых сплавах и технологии их получения.
2. Металлокерамические материалы – применение.
3. Классификация неметаллических материалов.
4. Виды пластмасс.
5. Текстолит – характеристика и применение.
6. Гетинакс – характеристика и применение.
7. Пенопласт – характеристика и применение.
8. Пенополиуретан – характеристика и применение.
9. Пенополистиролы – характеристики и применение.
10. Абразивные материалы и изделия.
11. Общая характеристика неметаллических материалов.
12. Влияние нагрева на свойства полимеров.
13. Композиционные материалы классификация, принципы и способы упрочнения.
14. Охарактеризуйте терморезистивные пластмассы с порошковым и волокнистыми наполнителями и укажите области их применения.

## Раздел: 2. Технология конструкционных материалов

### Тема 2.1. Литейное производство

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Основные понятия и определения.
2. Технология получения отливок.
3. Физическая сущность литейного процесса и его влияние на качество отливок.

*Ключевые понятия:* жидкотекучесть, усадка, склонность к ликвации, литье в песчано-глинистые формы, литье под давлением, центробежное литье, литье в кокиль (в металлические формы), литье в оболочковые формы.

*Литература:* [5, с. 147–194]

#### *Методические рекомендации*

Литейное производство, или литье – это способ изготовления заготовки или готового изделия путем заливки расплавленного металла в полость заданной конфигурации с последующим его затвердеванием.

Заготовки или изделия, получаемые методом литья, называют отливками.

Полость, заполняемая жидким металлом при литье, называется литейной формой.

Назначение литейной формы состоит в следующем:

- Обеспечение необходимой конфигурации и размеров отливки.
- Обеспечение заданной точности размеров и качества поверхности отливки.
- Обеспечение определенной скорости охлаждения залитого металла, способствующей формированию требуемой структуры сплава и качества отливок.

По степени использования формы делят на разовые, полупостоянные и постоянные.

Разовые формы служат для получения только одной отливки, изготавливают их из кварцевого песка, зерна которого соединены каким-либо связующим веществом.

Полупостоянные формы – это формы, в которых получают несколько отливок (до 10–20), такие формы изготавливают из керамики.

Постоянные формы – формы, в которых получают от нескольких десятков до нескольких сотен тысяч отливок. Такие формы изготавливают обычно из чугуна или стали.

Основной задачей литейного производства является получение отливок с максимальным приближением формы и размеров поверхности к аналогичным параметрам готовой детали с целью уменьшения трудоемкости

последующей механической обработки. Основное достоинство формообразования заготовок литьем – возможность получения разнообразных по массе заготовок практически любой сложности непосредственно из жидкого металла.

Стоимость литых изделий нередко намного меньше, чем изделий, изготовленных другими способами, однако для литья применимы не любые сплавы, а только те, которые обладают хорошими литейными свойствами. Основными литейными свойствами являются.

Чрезвычайно затрудняет получение точных и высококачественных отливок процесс усадки. В процессе затвердевания отливки внутри ее могут образоваться раковины, пористости, трещины – так называемые усадочные пороки. Их возникновение связано с неодновременным затвердеванием металла в объеме отливки. Отдавая тепло окружающей среде, отливка начинает охлаждаться и затвердевать с поверхности, в то время как сердцевина остается жидкой. При дальнейшем охлаждении и затвердевании сердцевина претерпевает большее относительно сжатие, чем раннее затвердевшая корка. Вследствие этого сплошность металла нарушается, внутри отливки образуются вакуумные пустоты – усадочные раковины. В слитках усадка металла вызывает образование воронкообразной внешней усадочной раковины. Величина, форма и расположение усадочных раковин определяется природными свойствами сплава и рядом других факторов.

Размеры и форма отливки оказывают влияние как на величину, так и на расположение раковин в отливке. Теоретическая величина раковины оказывается пропорциональной объему отливки. Поэтому мелкие отливки в значительно меньшей степени склонны к образованию усадочных пороков.

Раковины образуются там, где заканчивается затвердевание отливки. Как правило, это более массивная часть отливки. При отсутствии массивных узлов усадочные пустоты сосредотачиваются в центральной зоне стенок, расположенных приблизительно в верхней части отливок. Большое искривление стенки вызывает неравномерное охлаждение ее с той и другой стороны. Внешняя сторона обычно охлаждается быстрее, чем внутренняя.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Что такое литье?
2. Перечислите основные способы литья.
3. Из каких этапов состоит технологический процесс изготовления отливки литьем в песчано-глинистую форму?
4. Из каких каналов состоит литниковая система и каково их назначение?
5. Какие факторы влияют на величину и характер усадочных раковин?
6. Перечислите способы формовки.
7. Какой способ литья позволяет получать наиболее качественные тонкостенные отливки?
8. Какой способ литья характеризуется наибольшей точностью?

## **Тема 2.2. Обработка металлов давлением**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Металлы обрабатывают в горячем состоянии, с подогревом и в холодном состоянии.
2. Влияние отдельных факторов на процесс обработки металлов давлением.
3. Основные положения обработки металлов давлением.

*Ключевые понятия:* прокатка металлов, прокатка труб, свободная ковка, штамповка, волочение, прессование.

*Литература:* [5, с. 59–142]

### *Методические рекомендации*

При обработке металлов давлением полуфабрикаты и изделия изготавливают методом пластического деформирования (распределения) металла исходной заготовки и разрезанием его без снятия стружки.

Металлы обрабатывают давлением в горячем состоянии – с нагревом выше температуры релаксации, с подогревом и в холодном состоянии.

К обработке металлов давлением относят: прокатку, прессование, волочение, свободную ковку, горячую и холодную объемную штамповку, листовую штамповку и некоторые специальные процессы, например ротационное деформирование, отделочную и упрочняющую обработки пластическим деформированием и др.

Прокатку, прессование и волочение обычно применяют на металлургических заводах, а иные методы обработки металлов давлением – главным образом на металлообрабатывающих, например, в машиностроении, приборостроении и др.

Прокаткой изготавливают листы, прутки, профили и трубы.

Прессованием – прутки, профили и трубы (в партиях меньшего объема, чем прокаткой).

Волочением изготавливают проволоку, обрабатывают прутки, профили и трубы малых диаметров.

Свободной ковкой куют единичные поковки или поковки, необходимые в небольшом количестве.

Горячей объемной штамповкой штампуют большие партии поковок.

Холодной объемной штамповкой штампуют относительно небольшие точные, чистые детали, необходимые в весьма больших количествах.

Листовой штамповкой получают различные листовые детали и изделия (облицовочные детали автомобилей, самолетов, детали электро- и радиоприборов, бытовые изделия и т. д.) ОМД применяют весьма широко. Этим способом обрабатывают более 80 % выплавляемых сталей и большую часть цветных металлов и сплавов.

Точность размеров и чистота поверхности, полученных горячей обработкой давлением, обычно невелики. При точном холодном деформировании точность достигает 8–9-го качества точности, а шероховатость поверхности может достигать таких же значений, как при тонком точении или шлифовании.

Обработка давлением сопровождается изменениями структуры и свойств металла. Так, при прокатке или ковке литого металла, т. е. при горячей деформации его структура приобретает волокнистость. Благодаря этому свойства металла получаются анизотропными, т. е. различными в различных направлениях.

Кроме того, благодаря изменениям структуры металла при горячей обработке давлением механическая прочность такого металла больше, чем литого. Поэтому конструкции, изготовленные из металла, обработанного давлением, при равной прочности значительно легче литых.

При холодной обработке давлением металл приобретает наклеп. Это обеспечивает повышение его механической прочности при одновременном ухудшении пластичности, теплопроводности, коррозионной стойкости.

Обработка давлением по сравнению с обработкой резанием обеспечивает большую прочность и износостойкость изготавливаемых деталей. Это объясняется отсутствием перерезания и благоприятным смещением волокон металла.

Кроме того, если металл обработан давлением в холодном состоянии, он дополнительно упрочняется и имеет более благоприятный микрорельеф обработанных поверхностей.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. На каких законах основана обработка металлов давлением?
2. Какие виды обработки металлов давлением характерны для металлургических заводов?
3. В чем сущность процесса прокатки?
4. Перечислите основные операции свободнойковки.
5. Что является главной особенностью штамповки?
6. Почему закрытые штампы не нашли широкого применения для горячей объемной штамповки?
7. Перечислите варианты волочения труб.
8. С какой целью проводят подготовку поверхности и структуры металла к волочению?
9. Перечислите способы борьбы с неравномерностью деформации при прессовании.

#### **Тема 2.3. Сварочное производство**

##### *Ключевые вопросы темы*

1. Физические основы получения сварного соединения.
2. Дуговая сварка плавлением.

3. Электрошлаковая сварка.
4. Сварка давлением.
5. Газовая сварка и термическая резка.
6. Лучевые способы сварки.

*Ключевые понятия:* сварочные материалы, свариваемость металлов, классификация сварочных соединений и швов, основные современные способы сварки металлов, газовая, контактная, дуговая сварка.

*Литература:* [5, с. 221–269]

#### *Методические рекомендации*

Сваркой называют технологический процесс получения механически неразъемных соединений, характеризующихся непрерывностью структур – непрерывной структурной связью.

Сваркой изготавливают все основные конструкции гидротехнических сооружений, паровых и атомных электростанций, автодорожные, городские и железнодорожные мосты, вагоны, надводные и подводные корабли, крупные узлы машиностроительных конструкций, автомобили, ракеты, искусственные спутники Земли, электрическую и радиотехническую аппаратуру и многие другие изделия.

Многообразие свариваемых конструкций и свойств материалов, используемых для их изготовления, заставляют применять разные способы сварки и сварочные источники теплоты. Для сварочного нагрева и формирования сварного соединения используют энергию, преобразованную в тепловую посредством дугового разряда, электронного луча, квантовых генераторов, джоулево тепло, выделяемое протекающим током по твердому или жидкому проводнику, химическую энергию горения, механическую энергию, энергию ультразвука и других источников.

Сварка – один из важнейших технологических процессов в металлообработке. Качество сварных конструкций зависит от того, насколько сварное соединение по своей природе подобно свариваемому металлу.

Электрическая дуговая сварка. В зависимости от материала сварной конструкции, ее габаритных размеров, толщины свариваемого металла и других особенностей свариваемого изделия используют разные виды электрической дуговой сварки. Так, при изготовлении конструкций из углеродистых и низколегированных конструкционных сталей наибольшее применение находят ручная дуговая сварка качественными электродами с толстым покрытием, автоматическая и полуавтоматическая сварка под флюсом, а также сварка в углекислом газе; при сварке конструкций из высоколегированных сталей, цветных металлов и сплавов на их основе предпочтительно использование аргонодуговой сварки, хотя при определенных условиях применяют и некоторые другие разновидности электрической дуговой сварки.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Какие основные условия необходимо выполнить для получения сварного соединения?
2. Чем характеризуется свариваемость материалов?
3. По каким признакам различают способы сварки?
4. Какие источники тока применяют для дуговой сварки и особенности их внешних характеристик?
5. К каким последствиям приводит взаимодействие расплавленного металла сварочной ванны с атмосферой дуги?
6. Как выбирают режим ручной дуговой сварки?
7. В чем заключаются преимущества автоматической дуговой сварки под флюсом по сравнению с ручной электродами?
8. Какие разновидности дуговой сварки в защитных газах применяют для соединения материалов?
9. В чем заключаются металлургические особенности сварки в углекислом газе?
10. Каковы технологические возможности и области рационального применения дуговой сварки в защитных газах?
11. Какие разновидности плазменных источников нагрева применяют для сварки и резки материалов?
12. Какова принципиальная сущность образования соединения в твердом состоянии?
13. Каковы отличительные особенности и возможности контактной стыковой сварки сопротивлением и оплавлением?
14. Что достигается при применении прерывистого тока при шовной сварке?
15. Какие из особенностей конденсаторной сварки позволяют ее использовать для сварки очень малых толщин, для сварки разнородных металлов?
16. В каких случаях следует применять при сварке трением схему процесса с промежуточным вращающимся элементом?

### **Тема 4.4. Обработка материалов резанием**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Общие сведения.
2. Металлорежущие станки и инструмент.
3. Параметры режимов резания.

*Ключевые понятия:* точение сверление, зенкерование, развертывание строгание, долбление и протягивание, фрезерование, шлифование.

*Литература:* [5, с. 295–345]

### *Методические рекомендации*

Для обеспечения установленных чертежом точности размеров и шероховатости поверхности большинство деталей машин и механизмов обрабатывают на станках снятием стружки. Стружку снимают с заготовок различными лезвийными и абразивными инструментами.

Для получения поверхности заданной формы заготовки и инструменты закрепляют на металлообрабатывающих станках, рабочие органы которых сообщают им движения нужной траектории с установленными скоростью и силой. Движения исполнительных органов делят на рабочие и вспомогательные. Рабочими называют движения, при которых с заготовки снимается стружка; вспомогательными – движения, при которых с заготовки стружка не снимается (отвод и подвод инструмента и др.).

Рабочие движения можно разложить на главное и движение подачи. Главным называют движение, скорость которого является наибольшей. Снятие стружки на большинстве станков осуществляется лишь при сочетании движений.

Точение производят на станках токарной группы, а также на расточных, агрегатных и комбинированных станках. Понятие точение объединяет следующие основные виды работ: обтачивание цилиндрических, конических и фасонных поверхностей; обтачивание и подрезание торцовых поверхностей; протачивание канавок, отрезание; растачивание цилиндрических, конических и фасонных отверстий; нарезание резьбы резцами.

Обтачивание разделяют на черновое и чистовое. При черновом обтачивании снимается значительное количество стружки.

Сверление отверстий в сплошном материале и обработку зенкерами, развертками, метчиками и другими режущими инструментами производят на сверлильных станках. Основными схемами резания при сверлении являются сверление в сплошном материале и рассверливание предварительно просверленного отверстия в заготовке.

Строганием называют операцию механической обработки, выполняемую резцами при возвратно-поступательном главном движении и прерывистом движении подачи в направлении, перпендикулярном перпендикулярному главному движению, выполняемом в конце обратного хода. Функции главного движения и движения подачи распределяются между заготовками и инструментами в зависимости от типа станка – продольно-строгального, поперечно-строгального, долбежного. Различают поперечное и продольное строгание. При поперечном строгании главное движение сообщается инструменту, а движение подачи – заготовке. При продольном строгании движение резания сообщается заготовке, а движение подачи инструменту.

Фрезерование – один из высокопроизводительных и распространенных процессов обработки резанием. Фрезерованием производят обработки плоскостей, пазов, фасонных поверхностей, резка металла. Имеются фрезы для обработки тел вращения, резьб и зубчатых колес.

Фреза представляет собой многолезвийный режущий инструмент, подобный резцу как по геометрическим параметрам режущей части, так и по факторам режима резания. Вместе с тем процесс фрезерования имеет следующие специфические особенности: толщина слоя, срезаемого каждым зубом фрезы, переменна и изменяется от некоторого минимума до максимума на длине дуги резания одновременно находится несколько лезвий; режущее лезвие работает с перерывами; корпус фрезы обладает значительной массой, что способствует лучшему теплоотводу от режущих лезвий.

Существуют два основных метода изготовления профилей зубьев зубчатых колес – копирования и обкатки. При реализации первого – профиль образуемой впадины представляет собой профиль модульной фрезы; а при нарезании зубьев методом обкатки – профиль зуба колеса образуется как обгибающая отдельных положений профиля зуба производящей рейки.

Процесс обработки абразивными материалами называют шлифованием. Абразивные материалы (зерна высокой твердости с острыми кромками) могут быть в свободном виде (порошки) или в связанном (цементированном) в форме кругов, брусков, сегментов. В большинстве случаев шлифование является отделочной операцией.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Какие металлорежущие станки существуют и какие виды работ на них можно выполнять?
2. Какие параметры относят к режимам резания?
3. Как образуется и на что влияет нарост на передней поверхности резца?
4. Назовите углы заточки токарного резца.
5. Какие виды работ относят к точению?
6. Чем отличается вертикально-сверлильный станок от радиально-сверлильного?
7. Что такое развертывание?
8. Чем отличается встречное фрезерование от попутного?
9. Как нарезают зубья зубчатых колес?
10. Какими способами можно нарезать внутренние зубья зубчатых колес?
11. Какой вид обработки резанием обладает наибольшей производительностью?
12. Перечислите схемы шлифования.
13. Какой вид отделочной обработки позволяет достичь наименьшей шероховатости поверхности?

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

Лабораторные занятия. Каждый студент в составе группы должен выполнить в лаборатории плановое число работ в соответствии с учебной программой. Отчет о выполнении каждой работы оформляется студентом индивидуально и включает в себя краткий конспект изучаемой темы на текущем занятии или дома и предъявляется преподавателю. Поощряется оформление отчета на текущем лабораторном занятии, что характеризует подготовленность студентов к выполнению лабораторной работы. Для недостаточно подготовленных студентов или пропустивших занятие проводятся дополнительные (в соответствии с планом) консультации. Время для проведения консультаций определяется графиком, вывешенным на доске объявлений кафедры для сведения студентов. Тематический план лабораторных работ (ЛР) представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Тематический план лабораторных работ

№ п/п	Наименование тем лабораторных работ
1	Методика мобильного определения марок сталей и их сплавов
2	Методика мобильного определения марок легкоплавких металлов и их сплавов
3	Технология мобильного химического метода определения марок металлов и их сплавов
4	Методика мобильного проведения измерений твердости
5	Технология применения ультразвукового метода при толщинометрии элементов конструкций
6	Технология применения токовихревого метода при толщинометрии покрытий на изделиях
7	Методика применения тензорезисторов при проектировании и эксплуатации конструкций
8	Методика применения токов высокой частоты для термической обработки деталей
9	Методика измерения температуры бесконтактным методом
10	Технологический процесс применения термитных смесей для сварки и наплавки
11	Пластическое деформирование заготовок гидравлическим ударом
12	Пластическое деформирование заготовок импульсным магнитным полем
13	Технологический процесс автоматизированной наплавки в защитных газах
14	Методика применения осцилляторов для дистанционного возбуждения дуги

№ п/п	Наименование тем лабораторных работ
15	Технологический процесс электрошлаковой сварки и наплавки
16	Технологический процесс применения плазмы для резки металлов
17	Технология получения и применения газов заменителей ацетилена
18	Технологический процесс пайки электросопротивлением
19	Технологический процесс применения электродуговой металлизации
20	Технологический процесс обработки деталей высокоэнергетическими импульсами
21	Технологический процесс получения гальванических покрытий вне ванны
22	Методика электрохимической очистки технологической воды
23	Технологический процесс электрохимической обработки деталей

### *Лабораторная работа № 1*

## **МЕТОДИКА МОБИЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАРОК СТАЛЕЙ И ИХ СПЛАВОВ**

**Цель работы:** экспресс метод определение марок сталей и их сплавов.

Для определения состава стали в настоящее время имеются специальные лаборатории химического и спектрального анализа. Однако даже в производственных цехах, располагающих первоклассно оборудованными лабораториями, часто возникает потребность в быстрой проверке марки стали, детали или инструмента. В таком случае марки стали можно определять по искре. Этот метод остается основным для анализа в небольших мастерских, где служба по определению химического состава стали, не приспособлена для немедленного обслуживания, кроме того, такая задача часто возникает и при утилизации отходов металлообработки.

### **Ход работы**

1. Для выполнения задания включить заточной станок.
2. Обтачивая исследуемые образцы сравнивать образующиеся пучки искр с рисунками (см. Приложение 1).
3. Определить марки сталей.
4. Зарисовать полученные пучки искр и дать им характеристику.

**ВНИМАНИЕ.** *При определении марки стали по искре важен не только цвет искры, но форма и длина нитей, форма и густота разветвлений, количество, форма и размер звездочек, форма кончика нитей, на которых при испытании некоторых марок сталей образуются стрелочки.*

### **Вопросы для самопроверки**

1. Когда возникает потребность, в быстрой проверке марки стали?
2. На основании, каких признаков можно определять марки сталей по искре.
3. Почему в ряде случаев при проверке стальных образцов необходимо проведение дополнительных исследований?
4. Для чего нужны эталонные образцы марок сталей?
5. На какие характерные факторы при определении марки стали по искре нужно обратить внимание.

### *Лабораторная работа № 2*

## **МЕТОДИКА МОБИЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАРОК ЛЕГКОПЛАВКИХ МЕТАЛЛОВ И ИХ СПЛАВОВ**

**Цель работы:** Исследование возможности сортировки легкоплавких металлов и их сплавов по температуре их затвердевания.

Структура использования свинца и его сплавов в промышленности такова, что значительная часть конечного потребления обуславливает его рассредоточение, рассеивание и безвозвратные потери, к числу таких отраслей или производств относятся: производство этилированного бензина, свинцовых красок для наружных работ, электротехническая отрасль, и прочие виды использования.

Наиболее крупной областью применения свинца является производство аккумуляторов, на которые затрачивается больше 1/3 всего выплавляемого металла. Большое количество металла расходуется при создании различных сплавов, например, для получения подшипниковых и легкоплавких сплавов, для получения типографских сплавов и др.

Введение более жестких стандартов, регламентирующих содержание свинца в автомобильном бензине, позволяет значительно сократить безвозвратные потери свинца.

Свинец довольно устойчив к коррозии и регенерация его относительно проста. Этим объясняется большое количество старого лома в общем объеме утилизируемого свинца за рубежом (более 87%).

Таким образом, утилизация свинца и его сплавов является актуальной задачей, но переработке любого материала должна предшествовать сортировка. Поэтому и ставится задача в быстром определении, даже пусть качественном, состава сортируемых сплавов.

### **Ход работы**

1. Последовательно расплавить имеющиеся образцы.
2. Зная  $t_{пл}$ , определить их марки.
3. Измерив  $U$ ,  $I$  и продолжительность прохождения тока  $t$ .
4. Определить  $Q$ , т.е. количество теплоты, выделившееся в образцах при прохождении тока.
5. Рассчитать мощность, затраченную на процесс плавления образцов.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Какие отрасли промышленности являются главными потребителями свинца?
2. Можно ли определить марку сплава по температуре его затвердевания?
3. Нагрев и процесс плавления образцов проводится графитовым электродом. Какое свойство электрода используется при этом?
4. Как производится замер температуры затвердевания сплава?
5. Как меняется температура тела в процессе плавления или затвердевания?

### *Лабораторная работа № 3*

## **ТЕХНОЛОГИЯ МОБИЛЬНОГО ХИМИЧЕСКОГО МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАРОК МЕТАЛЛОВ И ИХ СПЛАВОВ**

**Цель работы.** Изучение методики проведения качественной сортировки отходов цветных металлов, с помощью микрохимического капельного анализа

Переработке любого вторичного сырья, в то числе лома и отходов лёгких сплавов должна предшествовать их сортировка. Это непереносимое условие улучшения качества исходного сырья, повышающее его себестоимость и, как следствие, упрощающее технологию его последующей переработки с получением слитков в соответствии с ГОСТами. Поэтому поставленная задача является актуальной.

Для сортировки и сертификации лома и отходов цветных металлов (в частности, алюминия и его сплавов) проводят апробирование, согласно существующих ГОСТов и выполнения анализа проб с определением химического состава сплавов.

При определении химического состава сплавов цветных металлов используют различные методы анализа.

### **Ход работы**

1. На подготовленную поверхность лома алюминиевого сплава наносят пипеткой одну каплю реактива 1 (10%-ный NaOH). Через 5 мин, смывают каплю водой и просушивают поверхность металла, прикладывая фильтровальную бумагу. Цвет получающихся пятен позволяет отнести испытуемые материалы к следующим группам:

- а) белое пятно – к сплавам 1-й, 6-й, 7-й групп (чистый алюминий и сплавы алюминия с магнием);
- б) никакой реакции – к сплавам 8-й группы (сплавы на магниевой основе),
- в) темные пятна различного оттенка – к сплавам 2–5-й групп (алюминий с медью, алюминий с медью и кремнием, алюминий с медью и цинком, алюминий с кремнием).

Для листового лома, лома труб и профилей дальнейшие испытания могут не проводиться, и все материалы, дающие темные пятна при действии реактива 1 (10%-ный NaOH) относятся к дюралюминам.

2. Распознавание сплавов алюминия с медью и цинком. На темные пятна, вызванные действием реактива 1 (10%-ный NaOH), наносят одну каплю реактива 2 (5%-ный HCl), через 2–3 мин смывают ее водой и просушивают поверхность металла фильтровальной бумагой. Посветление пятна указывает на то, что испытуемый материал относится к группам сплавов 2, 3, 4 (алюминий с медью, алюминий с кремнием и алюминий с медью и кремнием), никакого действия – к 5-й группе (алюминий с медью и цинком).

3. Определение чистого алюминия и сплавов алюминия с магнием. На поверхность материалов, давших белое пятно при действии реактива 1 (10%-ный NaOH) (чистый алюминий и сплавы алюминия с магнием), наносят на новом месте каплю реактива 3 (раствор сернокислого кадмия  $CdSO_4$ ). Отсутствие реакции с этим раствором, указывает на принадлежность материала к группе 1 (чистый алюминий), а появление через 5 мин серого пятна или осадка свидетельствует о том, что испытуемый материал является сплавом 6-й, 7-й групп (сплавы алюминия с магнием с содержанием не менее 2 % магния).

4. Распознавание сплавов алюминия с медью, алюминия с кремнием и алюминия с медью и кремнием. Разделение их на мало- и многомедные. На темные пятна, вызванные на сплавах реактивом (10%-ный NaOH) и изменившихся при действии реактива 2 (5%-ный HCl), наносят одну каплю реактива 4 (15%-ный  $HNO_3$ ). Исчезновение пятна указывает на принадлежность сплава к группе 2 (сплавы алюминия с медью, с содержанием меди 1–5 %). Посветление пятна или частичное сохранение пятна при действии реактива 5 (30%-ный  $HNO_3$ ) говорит о присутствии сплава 4-й группы (алюминия с медью и кремнием). Отсутствие какого-либо изменения пятна при действии реактива 5 (30%-ный  $HNO_3$ ) указывает на сплав группы 3 (алюминий с кремнием).

### **Вопросы для самопроверки**

1. Для чего нужна сортировка лома и отходов лёгких сплавов?
2. Назовите примеры применения инструментальных методов анализа.
3. К какой группе относиться микрохимическое капельное апробирование?
4. Какие сплавы на основе алюминия получили наибольшее распространение?
5. На чем основаны принципы микрохимического капельного апробирования?

## МЕТОДИКА МОБИЛЬНОГО ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ТВЕРДОСТИ

**Цель работы.** Ознакомиться с методами измерения твердости: Бринелля, Роквелла, Виккерса, Шора и Либа.

Под твёрдостью понимают сопротивление материала проникновению в него другого более твёрдого тела.

Твёрдость – не фундаментальное свойство материала, а реакция на определённый метод испытаний. В основном, величины твёрдости произвольны, и не имеется никаких абсолютных стандартов для твёрдости. Твёрдость не имеет никакого количественного значения – именно поэтому при указании твёрдости непременно указывается метод измерения твёрдости, которым она была получена (напр. HRC, HB, HV, HL и т.д.)

### Ход работы

1. Изучить методические указания.
2. Провести определение абсолютной погрешности твердомера.
  - 2.1. Погрешность необходимо определять только при вертикальном (сверху вниз) положении индентора.
  - 2.2. На каждой из эталонных мер твёрдости провести по 10 измерений. Результаты усредненных значений твёрдости по каждой мере занести в протокол испытаний.
  - 2.3. Рабочие поверхности эталонных мер твердости и инденторы датчиков должны быть чистыми и обезжиренными.
  - 2.4. При проверке датчика динамического D1 должны использоваться эталонные меры твёрдости и чугунная или стальная плита массой не менее 5 кг, толщиной не менее 50 мм. Шероховатость поверхности плиты  $R_a$  не более 0,16 по ГОСТ 2789.
  - 2.5. Эталонные меры твёрдости должны быть плотно притёрты к плите, для чего необходимо на опорную поверхность плиты нанести тонкий слой смазки ЦИАТИМ-221 по ГОСТ 9433 либо аналогичную смазку для обеспечения полного контакта мер с плитой.
  - 2.6. Плита с эталонными мерами твёрдости должна быть горизонтально установлена на столе.
3. Вычислить погрешность измерений для каждой меры по формуле:

$$\delta = H_{\text{ср}} - H_{\text{м}} ,$$

где  $H_{\text{ср}}$  – среднее значение твёрдости, полученное при измерениях на эталонной мере;  $H_{\text{м}}$  – номинальное значение твёрдости меры.

4. Оформить отчет по лабораторной работе.

5. Сдать работу преподавателю

### **Вопросы для самопроверки**

1. Что такое твердость материала?
2. Назовите методы определения твердости.
3. Назовите шкалы твердости по методу Роквелла.
4. Преимущества и недостатки портативного твердомера.

### *Лабораторная работа № 5*

## **ТЕХНОЛОГИЯ ПРИМЕНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО МЕТОДА ПРИ ТОЛЩИНОМЕТРИИ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ**

**Цель работы.** Ознакомиться с технологией измерения толщины деталей конструкций ультразвуковым методом.

Ультразвуковая дефектоскопия основана на свойстве ультразвуковых колебаний (волн) распространяться в однородном твердом теле и на его плоских и кривых поверхностях в виде лучей прямолинейно и отражаться от границ тела или нарушений сплошности (трещин, раковин, расслоений, коррозии и т. п.).

Ультразвуковые колебания (УЗК) представляют собой упругие колебания с частотой выше предела слышимости и обладают некоторыми специфическими свойствами: при определенных частотах увеличивается направленность и уменьшается угол раскрытия пучка УЗК, что позволяет рассматривать его как «ультразвуковой луч». Законы распространения УЗК (преломление и отражение) аналогичны законам геометрической оптики. Благодаря этим свойствам, а также способности проникать на большую глубину УЗК можно применять для выявления дефектов в металлах. При помощи УЗК выявляют раковины, трещины, расслоения и рыхлости, залегающие на глубине, в толще металла, не обнаруживаемые магнитными и люминесцентными методами и не всегда обнаруживаемые рентгеновскими лучами.

### **Ход работы**

1. Проведите предварительную подготовку поверхности контролируемого изделия в местах установки преобразователя для чего очистите с помощью металлической щетки контактирующую с преобразователем поверхность изделия от отслаивающейся окалины, защитных покрытий и других грубых микронеровностей поверхности;

2. Нанесите слой контактной смазки на поверхность контролируемого изделия в местах установки преобразователя.

3. Установите преобразователь на поверхность изделия, хорошо притерев и прижав контактные поверхности, добейтесь засветки точки на индикаторе справа после значащих цифр и устойчивых минимально возможных показаний цифрового индикатора, считайте показания.

4. Производите проверку юстировки толщиномера не реже, чем через 8 часов работы, а также при замене преобразователей.

5. По окончании работы с толщиномером необходимо протереть ветошью преобразователи и образцы, входящие в комплект.

6. Оформить отчет по лабораторной работе.

7. Сдать работу преподавателю

### **Вопросы для самопроверки**

1. На чем основана ультразвуковая дефектоскопия?

2. Что такое ультразвуковые колебания?

3. Сущность работы ультразвукового импульсного дефектоскопа.

### *Лабораторная работа № 6*

## **ТЕХНОЛОГИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ТОКОВИХРЕВОГО МЕТОДА ПРИ ТОЛЩИНОМЕТРИИ ПОКРЫТИЙ НА ИЗДЕЛИЯХ**

**Цель работы.** Ознакомиться с технологией применения токовихревого метода для измерения толщин покрытий.

Электромагнитный (вихревых токов) неразрушающий контроль (НК) основан на регистрации изменения электромагнитного поля возбуждающей катушки под действием электромагнитного поля вихревых токов, наводимых этой катушкой в контролируемом объекте.

В основе НК методом вихревых токов (МВТ) лежит зависимость интенсивности и распределения вихревых токов в объекте контроля от его геометрических, электромагнитных (и связанных с ними) параметров и от взаимного положения измерительного преобразователя (ИП) и объекта контроля. В качестве ИП используются обычно индуктивные катушки (одна или несколько). Переменный ток, действующий в катушках ИП, создает электромагнитное поле, которое возбуждает вихревые токи в электропроводящем объекте контроля. Электромагнитное поле вихревых токов воздействует на катушки ИП, наводя в них э.д.с. или изменяя их полное сопротивление. Таким образом, регистрируя напряжение на зажимах катушек ИП или их сопротивление, получают информацию о свойствах контролируемого объекта или о положении ИП относительно него.

### **Ход работы**

1. Изучить методические указания.

2. Провести процедуру калибровки.

- Подсоединить однополюсной зонд и включить «Лептоскоп».
- Провести процедуру калибровки на материалах без покрытия.

3. После завершения процедуры калибровки провести измерения толщин покрытий (пленок) на контрольных образцах

4. Отчет должен содержать:

- теоретическая часть;

- информацию о толщиномере покрытий «ЛЕПТОСКОП»;
  - таблицу результатов измерений.
5. Сдать отчет преподавателю.

### **Вопросы для самопроверки**

1. На чем основан неразрушающий контроль вихревых токов?
2. От чего зависит интенсивность распределения вихревых токов в объекте контроля?
3. Из каких элементов состоит измерительный преобразователь?
4. Область применения толщиномера «ЛЕПТОСКОП».

### *Лабораторная работа № 7*

## **МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ ТЕНЗОРЕЗИСТОРОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ КОНСТРУКЦИЙ**

**Цель работы.** Ознакомиться с методикой применения тензометрии для определения напряжённо деформированного состояния элементов, деталей и узлов конструкций.

С помощью тензометрирования определяется действительное напряжённо деформированное состояние элементов, деталей и узлов, возникающее на эксплуатационных или специальных режимах работы конструкции.

Основные цели тензометрирования следующие:

- изучение действительных условий работы и нагружения деталей и узлов;
- определение фактических внешних нагрузок, статистических или функциональных закономерностей их появления;
- измерение деформаций и напряжений в узлах и деталях, возникающих при работе;
- установление запасов прочности и совершенствование конструктивной формы отдельных узлов и деталей;
- идентификация и оптимизация математических моделей, используемых для анализа НДС расчетными методами, установление масштабных факторов;
- проверка соответствия напряженно-деформированного состояния расчетным данным;
- определение количественных показателей надежности деталей и узлов при нормальной эксплуатации и при специальных режимах работы.

### **Ход работы**

1. Изучить методические указания.

2. Провести статическую градуировку тензометрической аппаратуры в соответствии с методикой.

3. Оформить отчет по лабораторной работе.

Отчет должен содержать:

- теоретические основы работы тензорезисторов;
  - перечень технических средств для тензометрических измерений и обработки сигналов;
  - принципиальную схему градуировочного стенда;
  - методику проведения градуировки;
4. Сдать работу преподавателю

### **Вопросы для самопроверки**

1. Назовите основные цели тензометрирования.
2. Первичные преобразователи.
3. Промежуточные преобразователи.
4. Физические основы работы и свойства тензорезисторов

### *Лабораторная работа № 8*

## **МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ ТОКОВ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ ДЛЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ**

**Цель работы.** Изучить возможности использования метода индукционной поверхностной закалки для упрочнения металлов и сплавов.

Многие ответственные детали работают на истирание и одновременно подвергаются действию ударных нагрузок. Такие детали должны иметь высокую поверхностную твердость, что достигается применением способа поверхностной закалки деталей.

Этот способ предусматривает термическую обработку только поверхностных слоев деталей, в результате чего изменяется структура и повышается твердость этих слоев, а структура и твердость сердцевины остается без изменения.

Способ объемной закалки преследует цель изменения структуры и твердости материала по всему сечению обрабатываемой детали.

Поверхностная закалка имеет ряд преимуществ по сравнению с объемной закалкой: не требуется нагревательных печей и операции закалки и отпуска можно включать в общий поток механической обработки; сокращается время процесса, благодаря чему поверхность деталей не окисляется, не обезуглероживается, детали меньше подвергаются деформации. Ударная вязкость сердцевины при поверхностной закалке выше, чем при объемной.

### **Ход работы**

1. Провести измерения твердости нескольких заготовок
2. Поместить заготовку в индуктор.
3. Включить генератор и фиксировать время нагрева заготовки.
4. Выключить генератор и провести закалку заготовки.
5. Прodelать эту операцию для нескольких заготовок
6. Измерить твердость заготовки после закалки.
7. Определить горячую глубину проникновения (рабочая частота генератора 33000 Гц).

### **Вопросы для самопроверки**

1. В чем состоят преимущества поверхностного метода закалки?
2. На каком явлении основан индукционный нагрев?
3. От чего зависит глубина проникновения тока в металл?
4. Назовите три основных способа поверхностной индукционной закалки?
5. Назовите типы индукторов, применяемых при индукционной закалке?
6. Какие требования предъявляются к сталям, подвергаемым поверхностной индукционной закалке?

### *Лабораторная работа № 9*

## **МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ БЕСКОНТАКТНЫМ МЕТОДОМ**

**Цель работы.** Изучить возможности измерения температуры нагретых тел по их излучению.

Все методы измерения температуры подразделяются на методы контактного измерения температуры и методы бесконтактного измерения температуры.

Приборы для измерения температуры можно классифицировать следующим образом:

1. Термометры расширения – термометры, действие которых, основано на свойстве физических тел изменять свой объем или линейные размеры от нагревания; они подразделяются на три группы: жидкостные, стержневые, или дилатометрические, и биметаллические.

2. Манометрические термометры – термометры, действие которых основано на зависимости давления веществ при постоянном объеме от температуры. Они подразделяются на жидкостные, газовые и конденсационные (паровые).

3. Термометры сопротивления – термометры, действие которых основано на свойстве металлических проводников или полупроводников (термисторов) изменять свое электрическое сопротивление в зависимости от изменения температуры.

4. Термоэлектрические термометры – термометры, действие которых основано на возникновении термоэлектродвижущей силы в электрической цепи при нагреве места спая двух разнородных проводников.

5. Пирометры излучения подразделяются на радиационные, оптические и фотоэлектрические. Они практически измеряют энергию излучения, испускаемую нагретыми телами, без непосредственного контакта термодатчика с объектом измерения.

### **Ход работы**

1. Установить на одной оптической оси исследуемый объект и оптический пирометр.

2. Подать питающее напряжение к исследуемому объекту и на измерительный прибор.

3. Меняя температуру нагрева объекта, которым для лабораторных исследований, служит лампа накаливания (путем изменения силы тока в её цепи) проводят два – три измерения, для отработки навыков работы с пирометром.

4. Провести измерения температуры стального образца размещенного в муфельной печи сопротивления.

5. Результаты всех замеров зафиксировать в отчете.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Как классифицируются приборы для измерения температуры?

2. Поясните принцип действия оптического пирометра.

3. Поясните принцип действия радиационного пирометра.

4. Поясните принцип действия фотоэлектрического пирометра.

5. Поясните назначение красного светофильтра используемого в конструкции изучаемого пирометра.

6. Поясните, для чего в изучаемой конструкции используется поглощающее стекло?

### *Лабораторная работа № 10*

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПРИМЕНЕНИЯ ТЕРМИТНЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ СВАРКИ И НАПЛАВКИ**

**Цель работы.** Ознакомиться с возможностью использования термита для соединения металлов сваркой – пайкой и восстановления деталей наплавкой.

Термитами называются порошкообразные горючие смеси металлов с окислами металлов, способные сгорать с выделением значительного количества тепла и развивать при этом весьма высокую температуру.

Важной областью применения термитов является сварка металлов. Горючими металлами в термитных смесях могут служить металлы с большой теплотой образования окислов, например алюминий, магний, кремний, в

особенности аморфный. Источником кислорода в термитных смесях являются окислы металлов со сравнительно небольшой теплотой образования, например, окислы железа, марганца, никеля, меди и т. п. В качестве источника кислорода в сварочных термитах обычно применяется железная окалина  $Fe_3O_4$  содержащая 27,6 % кислорода и 72,4 % железа.

### **Ход работы**

1. Подготовить образцы листовой стали (толщина 1,5–2 мм) и алюминиевые провода (диаметром 10–15 мм).
2. Подготовить термитные сварочные электроды (надеть их на электрододержатель).
3. Провести сварку образцов листовой стали.
4. Провести сварку алюминиевых проводов.
5. Визуально оценить качество сварных швов.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Поясните, что представляет собой термитная смесь?
2. Какие бывают термитные смеси?
3. В чем состоит существенное технологическое отличие в использовании магниевого термита?
4. Для каких целей можно применять термит?
5. Какие материалы можно сваривать с использованием термита?

### *Лабораторная работа № 11*

## **ПЛАСТИЧЕСКОЕ ДЕФОРМИРОВАНИЕ ЗАГОТОВОК ГИДРАВЛИЧЕСКИМ УДАРОМ**

**Цель работы.** Изучить возможности использования энергии электрического разряда в жидкости для пластического деформирования.

Процесс электровзрывной обработки относится к методу обработки давлением. Быстрая деформация заготовки вызывается силами  $F_3$ , действующими на ее поверхности. Заготовка деформируется и при ударе о стенки матрицы принимает ее форму. Силы  $F_3$  создаются вследствие взрывного испарения некоторого вещества при пропускании через него кратковременного импульса тока  $I$ . Жидкость служит для передачи механических усилий к заготовке, фиксируемой уплотняющими деталями. Импульсный ток  $I$  получают при разряде конденсаторной батареи. Конденсаторы предварительно заряжаются до высокого напряжения.

### **Ход работы**

1. Вырезать из алюминиевой фольги заготовку, по заданным размерам.
2. Установить и закрепить заготовку на матрице с помощью зажимного кольца, обеспечить плотное прилегание всех элементов.

3. Поместить матрицу вместе с заготовкой в рабочую камеру, наполнить камеру водой.
4. Ввести в рабочую камеру блок электродов.
5. Подключить электроды к генератору высоковольтных импульсов.
6. Провести зарядку блока конденсаторов до напряжения 8000В.
7. Включением пусковой кнопки подать напряжение на рабочие электроды.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. К каким методам относится электровзрывная обработка?
2. Какой эффект применяется при электровзрывном формообразовании?
3. Для каких целей можно применять электровзрывную обработку?
4. Какие достоинства имеет электровзрывная обработка?
5. Какие элементы включает в себя функциональная схема генератора высоковольтных импульсов?

#### *Лабораторная работа № 12*

### **ПЛАСТИЧЕСКОЕ ДЕФОРМИРОВАНИЕ ЗАГОТОВОК ИМПУЛЬСНЫМ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ**

**Цель работы.** Ознакомиться с технологическими возможностями магнитоимпульсной обработки металлов.

Магнитоимпульсная обработка металлов – метод пластического деформирования металлов и сплавов, основанный на непосредственном преобразовании предварительно накопленной электрической энергии в механическую работу деформации.

Один из основных способов деформирования металлических заготовок энергией магнитного поля основан на взаимодействии проводника с изменяющимся магнитным полем индуктора.

#### **Ход работы**

1. Подготовить заготовку, по заданным размерам.
2. Установить и закрепить заготовку на матрице и обеспечить плотное прилегание всех элементов.
3. Поместить матрицу вместе с заготовкой в соленоид.
4. Провести зарядку блока конденсаторов.
5. Включением пусковой кнопки подать напряжение и провести формообразование.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. На каком принципе основан метод магнитоимпульсной обработки металлов?

2. Какие операции можно осуществлять с использованием метода магнитоимпульсной обработки металлов?

3. Какие типы индукторов применяются для магнитоимпульсной обработки металлов?

4. Охарактеризуйте достоинства метода магнитоимпульсной обработки металлов.

5. Охарактеризуйте недостатки метода магнитоимпульсной обработки металлов.

### *Лабораторная работа № 13*

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ НАПЛАВКИ В ЗАЩИТНЫХ ГАЗАХ**

**Цель работы.** Ознакомиться с оборудованием и технологией восстановления изношенных деталей наплавкой полуавтоматом в среде углекислого газа.

Дуговая сварка и наплавка в среде защитных газов нашла широкое применение при ремонте машин благодаря ее техническим и экономическим преимуществам. Особенность этого вида сварки и наплавки заключается в том, что в зону горения дуги подается защитный газ, который вытесняет воздух и защищает расплавленный металл от воздействия кислорода и азота воздуха. Технологическими преимуществами является простота процесса сварки (наплавки), возможность автоматической и полуавтоматической сварки швов, находящихся в различных пространственных положениях, и наблюдения за процессом сварки, отсутствие необходимости очищать от шлака наплавленный слой, что важно при многослойной наплавке, и др.

В качестве защитных газов используют аргон и гелий (для сварки всех металлов), азот (для сварки меди и ее сплавов), углекислый газ (для сварки стали и чугуна). Наибольшее распространение при ремонте машин получили сварка и наплавка в углекислом газе, как наиболее простой и экономичный способ.

Сварку в среде углекислого газа применяют при ремонте деталей и конструкций из тонколистовой стали при заварке трещин, приварке заплат (ремонт кабин, кузовов, облицовка и т. д.). Сварка в углекислом газе осуществляется полуавтоматическим способом, при котором механизированы операции подачи электродной проволоки и газа.

Наплавку в среде углекислого газа применяют при восстановлении деталей цилиндрической формы диаметром более 10 мм, при устранении дефектов резьбы, заварке шпоночных пазов, наплавке изношенных шлицевых валов и т. д.

### **Ход работы**

1. В патрон переоборудованного по наплавочные процессы токарного станка установить подготовленную для восстановления деталь.

2. На суппорте станка установить газозлектрическую горелку полуавтомата.

3. Включить привод станка и отрегулировать обороты шпинделя и скорость подачи.

4. Выставить силу сварочного тока, скорость подачи электродной проволоки и расход газа CO<sub>2</sub>.

5. Провести пробную наплавку. Откорректировать выбранные режимы наплавки. Повторить процесс наплавки.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Какие газы могут использоваться для защиты зоны сварки?

2. Какие виды электродной проволоки применяются для сварки в среде CO<sub>2</sub>?

3. Поясните устройство сварочного полуавтомата работающего в среде CO<sub>2</sub>.

4. Какое оборудование необходимо для наплавки цилиндрических деталей?

5. Поясните технологию восстановления деталей наплавкой в среде CO<sub>2</sub>.

### *Лабораторная работа № 14*

## **МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ ОСЦИЛЛЯТОРОВ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ ДУГИ**

**Цель работы.** Ознакомиться с технологией применения оборудования для дистанционного возбуждения дуги.

Многие специализированные источники питания дуги для сварки на переменном и постоянном токе комплектуют устройствами, облегчающими зажигание дуги. Наибольшее распространение получили маломощные (100–300 Вт) высокочастотные искровые генераторы, называемые **осцилляторами**, создающими токи высокого напряжения (2–5 кВ) и высокой частоты (150–250 кГц).

Питание сварочной дуги токами высокой частоты и высокого напряжения параллельно с основным источником сварочного тока повышает устойчивость горения дуги и облегчает ее зажигание. Зажигание дуги обеспечивается даже без соприкосновения электрода с изделием, что особенно необходимо при сварке вольфрамовым электродом в защитном газе.

При подаче импульсов тока от осциллятора на промежуток между изделием и электродом происходит пробой промежутка и появление в нем свободных электронов, создавая условия для горения дуги, питаемой от основного источника тока. Ток высокой частоты и напряжения безопасен для человека. С источниками питания постоянного тока осцилляторы применяют для первоначального возбуждения дуги, а переменного – как для первоначального возбуждения дуги, так и для ее возобновления после смены

полярности (после перехода синусоиды тока через нуль), т. е. для поддержания устойчивого горения дуги.

### **Ход работы**

1. Ознакомиться с моделью осциллятора с «автомобильной» катушкой.
2. Определить расстояние, на котором возможно возбуждение дуги (изменяя с шагом в 1мм положение контактов разрядника).
3. Измерить величину напряжения на разряднике и соответствующего ему расстояния между его электродами. Построить зависимость  $U = f(L)$ .
4. Убедиться в возможности пробоя не только воздуха, но и диэлектрика (например, бумаги) током высокого напряжения дуги.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Назначение осциллятора.
2. Назовите основные требования к осцилляторам.
3. Назовите основные составные части возбuditеля.
4. Каким преимуществом обладают возбuditели с импульсным питанием?
5. Объясните назначение искрового генератора.

### *Лабораторная работа № 15*

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ЭЛЕКТРОШЛАКОВОЙ СВАРКИ И НАПЛАВКИ**

**Цель работы.** Ознакомиться с возможностью восстановления деталей с большими величинами износов методом электрошлаковой сварки и наплавки.

Электрошлаковая сварка представляет собой способ электросварки, позволяющий сваривать металлы практически неограниченной толщины с исключительно высокой производительностью и хорошим качеством.

По общей технологической схеме электрошлаковая сварка сходна со сваркой под слоем флюса. Принципиальное отличие ее заключается в отсутствии дугового разряда при установившемся режиме сварки. Свариваемые детали располагают вертикально со значительным зазором между кромками. По линии зазора к поверхностям свариваемых листов плотно прижимают медные водоохлаждаемые приспособления – ползуны. В образовавшееся пространство между кромками металла и ползунами автоматически подается сварочная проволока и флюс. Электрическая дуга горит только в начале процесса, до расплавления достаточно большого слоя жидкого флюса. При погружении проволоки в жидкий флюс дуга гаснет. Ток, проходящий через расплавленный флюс, подогревает его и поддерживает в нем высокую температуру и электропроводность. Температура жидкого флюса выше температуры плавления металла; в результате расплавления основного и присадочного металлов под шлаковой ванной образуется ванна

жидкого металла. По мере плавления электродной проволоки ползуны перемещаются снизу вверх и формируют сварной шов, соединяющий свариваемые кромки.

### **Ход работы**

1. Установить восстанавливаемую деталь (тело вращения) на оправку.
2. Смонтировать опорные диски.
3. К образующим дискам устанавливается водоохлаждаемая форма-кристаллизатор.
4. В образованную полость залить расплавленный флюс.
5. Провести наплавку за один оборот детали.
6. После остывания провести замеры наплавленного слоя.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Поясните сущность процесса электрошлаковой сварки и её особенности.
2. Назовите области применения электрошлаковой сварки.
3. Каким требованиям должны удовлетворять флюсы?
4. Поясните в каком случае при ремонтной практике целесообразно использование электрошлаковой сварки.
5. Какие конструктивные элементы включает в себя технологическое оборудование для электрошлаковой сварки и наплавки.

### *Лабораторная работа № 16*

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПРИМЕНЕНИЯ ПЛАЗМЫ ДЛЯ РЕЗКИ МЕТАЛЛОВ**

**Цель работы.** Ознакомиться с теоретическими аспектами плазменно-дуговой резки материалов и устройством портативного плазмотрона «Мультиплаз-2500».

Плазменно-дуговая резка металлов – один из наиболее эффективных заготовительных процессов на современных металлообрабатывающих предприятиях. В отличие от газопламенной кислородной резки для этого процесса используют электрическую дугу и получаемую в ней струю плазмы рабочего газа, температура которой достигает десятков тысяч градусов, что позволяет обрабатывать не только конструкционные стали, но практически любые материалы. При этом могут быть достигнуты более высокие качество вырезаемых заготовок и производительность по сравнению с другими способами резки.

Термическая резка – это способы удаления металла с поверхности тела или разделения металлического предмета на части путем его проплавления по заданной линии или объему. Если конечная цель – вырезка детали заданной конфигурации или получение отверстий и надрезов в заготовке, то используют разделительную резку. Проплавляя металл на некоторую глубину,

можно в заготовке получать углубление в виде лунок или канавок, снимать с ее поверхности слои заданной толщины. Такой вид обработки называют поверхностной резкой.

### **Ход работы**

1. Заправить плазмотрон дистиллированной водой.
2. Подготовить образцы и необходимые приспособления (линейки, лекала, циркули) для фиксации корпуса горелки относительно поверхности металла для проведения разделительной резки.
3. В зависимости от теплопроводности материала и толщины образцов отрегулировать режим мощности плазмотрона.
4. Для обеспечения резки в плазменно-дуговом режиме необходимо проводом заземления соединить корпус блока с разрезаемым металлом.
5. Провести несколько резов, выбирая такую скорость перемещения горелки, чтобы избежать искривления плазменного потока на выходе из металла.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Каким требованиям должны удовлетворять источники тепловой энергии для плазменно-дуговой резки?
2. Какими свойствами характеризуется электрическая дуга?
3. Поясните, что такое сжатая дуга?
4. Какие схемы плазмообразования применяются?
5. Поясните принцип использования проникающей плазменной дуги для разделительной резки.

### *Лабораторная работа №17*

## **ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ГАЗОВ ЗАМЕНИТЕЛЕЙ АЦЕТИЛЕНА**

**Цель работы.** Ознакомиться с возможностью использования водородно-кислородного пламени для технологических целей в производственных условиях.

Идеи металл сберегающих технологий, в настоящее время, актуальны, как никогда. В сварочном производстве совершенствуются технологические процессы, позволяющие исключить применение дорогостоящих материалов. Например, для газопламенной обработки материалов используются различные газы – заменители ацетилена. В таком качестве может применяться водородно-кислородное пламя, получаемое при сжигании газовой смеси, генерируемой электролизно-водными генераторами. Такая замена позволяет отказаться от дорогостоящего, громоздкого баллонного хозяйства, которое также требует периодического обновления. Кроме того, немаловажным следует считать факт уменьшения загрязненности

окружающей среды, так как конечным продуктом при сжигании водородно-кислородной смеси является вода.

В настоящее время разработаны и изготовлены электролизно-водные генераторы различной производительности, которые могут использоваться для газовой сварки металлов. Проведенные разработчиками исследования подтвердили возможность сварки деталей водородно-кислородным пламенем в производственных условиях.

### **Ход работы**

1. Осмотреть электролизер на предмет отсутствия внешних протечек электролита.
2. Проверить наличие воды в водяном затворе, при необходимости заправить его.
3. Присоединить к водяному затвору горелку.
4. Включить блок питания и плавно вращая ручку регулятора выставить ток  $I=60\text{A}$ .
5. Звук выходящего газа из отверстия горелки свидетельствует о правильной работе установки.
6. Продувать систему в течении 1 мин.
7. Поджечь выходящий газ.
8. Проверить возможность сварки и резки металла на образцах из низкоуглеродистой стали (толщина 0,5 мм).
9. Повторить пункты 3–8. Присоединив горелку № 1, выставив ток  $I=100\text{A}$  и выбрав металл толщиной в 1 мм.
10. Используя формулы 1–7 рассчитать коэффициент полезного действия использования электрической энергии при электролизе воды.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Какие электролизеры используются в промышленности?
2. Поясните принцип работы электролизера и водяного затвора.
3. Какие материалы применяют для изготовления электродов электролизера?
4. Почему в процессе электролиза не расходуется щелочь?
5. Какие расчеты необходимы, чтобы определить  $\eta$  процесса?

### *Лабораторная работа № 18*

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПАЙКИ ДЕТАЛЕЙ ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЕМ**

**Цель работы.** Изучить возможностей по использованию пайки электросопротивлением для соединения различных металлов и сплавов.

Пайка электросопротивлением – традиционный и широко применяемый процесс при изготовлении изделий в серийном и массовом

производстве, протекающий за счет теплоты, выделяемой при прохождении электрического тока через паяемые детали и токоподводящие элементы, при этом соединяемые детали служат частью электрической цепи. Так как наибольшее переходное сопротивление имеет место между соединяемыми поверхностями, то на этом участке выделяется наибольшее количество теплоты, поддающееся регулированию для осуществления процесса.

Нагрев электросопротивлением осуществляют ручными клещами, на машинах для контактной сварки, специальных устройствах и в электролитах.

### **Ход работы**

1. Установить между рабочими электродами ручных клещей державку резца.
2. Обеспечить гарантированное давление электродов на заготовку.
3. Насыпать в зону пайки порошок припоя с флюсом.
4. Поместить поверх самофлюсующегося припоя твердосплавную пластину.
5. Включить ток и провести пайку (дождаться равномерного растекания припоя между соединяемыми поверхностями).

### **Вопросы для самопроверки**

1. Какие способы пайки электросопротивлением применяются в промышленности?
2. Какими основными свойствами должны обладать припой и флюсы?
3. Какие преимущества имеет пайка перед другими способами получения неразъёмных соединений?
4. Какие особенности имеет пайка при прохождении тока параллельно паяемому зазору и перпендикулярно к нему?
5. Как выбирают материал электродов для пайки электросопротивлением?

### *Лабораторная работа № 19*

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ МЕТАЛЛИЗАЦИИ**

**Цель работы.** Ознакомиться с принципиальной схемой и устройством установки для проведения восстановления деталей методом электрической дуговой металлизации.

Металлизация – один из способов восстановления деталей, сущность которого заключается в следующем. Расплавленный материал распыляется струей инертного газа или воздуха на частицы размером от 3 до 300 мкм и со скоростью 100–300 м/с наносится на специально подготовленную поверхность. Напылять частицы металла можно на поверхность деталей любой конфигурации. Металлизация позволяет получить слой металла толщиной от 0,10 до 10 мм с высокой производительностью процесса.

В зависимости от способа расплавления наносимого материала металлизацию называют электрической (расплавление электрической дугой или токами высокой частоты), газопламенной (расплавление газовым пламенем) и плазменной (расплавление плазменной струей).

### **Ход работы**

Произвести металлизацию тела вращения для чего:

1. Установить деталь в патрон, модернизированного соответствующим способом, токарного станка и поджать задним центром.
2. Установить необходимые обороты шпинделя и подачу суппорта.
3. Включение аппарата в работу провести в следующей последовательности:
  - концы проволок развести или откусить, чтобы они были разомкнутыми;
  - включить тумблером сеть;
  - открыть вентилем подачу воздуха;
  - включить тумблером напряжение дуги (при этом включение напряжения заблокировано с датчиком-реле давления);
  - включить тумблером подачу проволоки.
4. Остановку аппарата провести в следующей последовательности:
  - отключить подачу проволоки;
  - отключить ток;
  - закрыть подачу сжатого воздуха;
  - отключить сеть.
5. Осмотреть и обмерить поверхности, восстановленные металлизацией.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Поясните, что такое металлизация.
2. Как подразделяются методы металлизации в зависимости от метода расплавления наносимого металла?
3. Как готовится поверхность деталей под металлизацию?
4. Какие недостатки свойственны электродуговой металлизации?
5. С какой целью перед металлизацией на восстанавливаемую поверхность наносят слой никеля с алюминием?

### *Лабораторная работа № 20*

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ИМПУЛЬСАМИ**

**Цель работы.** Ознакомиться с принципиальной схемой и устройством установки для электроискровой обработки.

Оборудование для электроискровой обработки применяется для получения отверстий различной формы, с криволинейными осями и очень

малых диаметров, фасонных полостей, профильных канавок и пазов в деталях из твердых сплавов и закаленных сталей в штампах, пресс-формах, волоочильных глазков, узких щелей, сит, режущем инструменте, для упрочнения поверхности инструментов, извлечение из отверстий сломанных сверл, метчиков, винтов, шпилек, болтов, для электропечати, электрозаписи и других видов обработки.

Электроискровой способ обработки основан на явлении электрической эрозии, т. е. явления разрушения поверхности металла под действием электрических искровых разрядов.

### **Ход работы**

1. Установить в ползуне модели станка инструмент, соответствующий профилю обрабатываемого отверстия.
2. Установить на рабочем столике лабораторной установки обрабатываемую заготовку.
3. Провести позиционирование инструмента.
4. Включить источник питания и провести прошивку отверстия.
5. Фиксировать напряжение, силу тока и машинное время операции.
6. Оценить качество обработки.
7. Повторить процесс на более жестком режиме.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Для чего применяется оборудование электроискровой обработки?
2. Назовите основные узлы копировально-прошивочного электроискрового станка.
3. Назовите среды, в которых ведется технологический процесс.
4. Назовите, какие генераторы импульсов применяются при электроискровой обработке.
5. Какие электроды используются при такой обработке?

### *Лабораторная работа № 21*

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ ВНЕ ВАННЫ**

**Цель работы.** Изучение технологических возможностей одного из методов нанесения электролитических покрытий вне ванны – электронатирания.

Электролитические покрытия получили широкое применение в ремонтном производстве. Они имеют ряд преимуществ перед наплавкой металлов, а именно, не вызывают структурных изменений в металле детали, так как она при восстановлении практически не нагревается; позволяют восстанавливать незначительные износы; процесс поддается механизации и автоматизации.

В основу процесса положен электролиз металлов.

### **Ход работы**

1. Провести предварительные обмеры поверхностей, подготовленных к восстановлению.
2. Закрепить в патроне токарного станка восстанавливаемую деталь – вал. Поджать его задним центром.
3. При выключенном токе обеспечить контакт анодного тампона и детали.
4. Включить привод станка, подать в зону обработки электролит и плавно довести величину тока до регламентируемой.
5. По истечении заданного времени отключить ток и выключить привод станка.
6. Промыв и просушив деталь, провести контрольные обмеры.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Какие преимущества имеют электролитические методы восстановления изношенных деталей перед другими методами?
2. Какой метод положен в основу восстановления деталей электронатирием?
3. От чего зависит количество металла, выделившегося на катоде при электролизе?
4. Как устроен анод для проведения процесса электронатирания?
5. Какие металлы рекомендуется наносить методом электронатирания?
6. Какие типовые детали можно восстанавливать электронатирием и с какими величинами износов?

### *Лабораторная работа №22*

## **МЕТОДИКА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ВОДЫ**

**Цель работы.** Ознакомиться с возможностью использования электрического разряда между электродом и поверхностью воды для её очистки.

Бытовые сточные воды хорошо очищаются биологическими методами и фильтрацией. Эти методы давно разработаны и являются основными технологиями, применяемыми на всех городских очистных сооружениях. Однако промышленные сточные воды содержат много ядовитых веществ, которые могут отравлять бактерии на городских очистных сооружениях, поэтому такие воды требуют предварительной очистки перед сбросом их в городскую канализационную сеть.

Ряд предприятий сбрасывают свои воды непосредственно в открытые водоемы. Биологические методы не позволяют очистить высококонцентрированные и ядовитые воды до уровня ПДК (предельно допустимой концентрации), поэтому для их доочистки необходимо применять дополнительные методы. На предприятиях, где объем сточных вод

порядка  $10 \text{ м}^3$  в сутки, не выгодно строить громоздкие биологические очистные сооружения. Там будет удобнее применять более энергоемкие, но компактные установки.

В районах, где имеется много соленой воды, на первый план выходит задача очистки воды от избытка солей (обессоливание). Водопроводная вода в ряде регионов России не может быть использована для питья.

Таким образом, самые дешевые способы очистки воды - биохимическая очистка и фильтрация – не могут обеспечить всех задач очистки и подготовки к использованию воды.

Для решения указанных выше задач могут быть использованы улучшенные окислительные технологии. Эти технологии основаны на генерировании химически активных частиц: озона и радикалов ОН. Эти частицы могут вырабатываться в отдельных установках, либо образовываться при воздействии на воду ионизирующего излучения высокой энергии, ультрафиолетового излучения, электрического разряда. Активные частицы могут образовываться также в химических реакциях. Генерируемые химически активные частицы являются высоко реакционноспособными, однако для их выработки необходимо затрачивать энергию, то есть улучшенные окислительные технологии являются более эффективными, но и более дорогостоящими в эксплуатации.

### **Ход работы**

1. Приготовить раствор поваренной соли в воде (примерно 60 г/л).
2. Измерить электрическое сопротивление приготовленного раствора (при фиксированном погружении измерительных электродов в раствор).
3. Подключить электроды (один из электродов находится на дне реакционного сосуда, другой на расстоянии 5–10мм над поверхностью воды) к высоковольтному источнику тока.
4. Провести обработку воды импульсным искровым разрядом.
5. Измерить электрическое сопротивление после обработки и сравнить с первоначальными замерами.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Для каких целей используются окислительные технологии?
2. Какие недостатки присущи технологии, использующей озонирование?
3. Почему радикалы ОН являются фактически универсальным окислителем?
4. Какие особенности коронного разряда легли в основу нового направления – без электродных электрохимических реакций?
5. Для чего можно использовать расслоение водного раствора соли под действием импульсного электрического разряда на области с повышенной и пониженной концентрацией растворенного вещества?

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

**Цель работы.** Изучить возможности восстановления деталей пластическим деформированием с одновременным нагревом проходящим электрическим током.

Сущность электромеханического способа обработки деталей заключается в следующем. К детали, установленной в патроне токарного станка, через электроконтактное приспособление подводят один провод от вторичной обмотки трансформатора. К инструменту, изолированно установленному в резцедержателе суппорта станка, подводят другой провод. В зону контакта детали и инструмента подают ток силой 350–1300 А и напряжением 2–6 В.

Инструмент представляет собой пластинку из твердого сплава, укрепленную в державке. Она постоянно находится в контакте с вращающейся деталью. Проходя через весьма малую площадь контакта, ток низкого напряжения и большой силы мгновенно нагревает металл в зоне контакта до высокой температуры (800–900 °С).

Под давлением инструмента в зависимости от его профиля происходит сглаживание или высадка (выпучивание) нагретого металла.

### Ход работы

1. Установить деталь – тело вращения в патрон модернизированного токарного станка.
2. Обеспечить заданное давление инструмента на деталь.
3. Включить технологический ток (200–300 А).
4. Обеспечить вращение детали и продольную подачу инструмента.
5. Обеспечить высадку поверхности на длине 50 мм.
6. Остановить процесс, снять деталь и задокументировать полученные результаты.

### Вопросы для самопроверки

1. Для чего применяется электромеханическая обработка?
2. В чем состоит сущность электромеханического способа обработки?
3. Как можно восстанавливать детали с большими износами?
4. Какое преимущество имеет державка с вращающимся роликом?
5. Как можно уменьшить вероятность схватывания?

### **3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ**

Самостоятельная работа студентов. В период обучения студенты должны самостоятельно контролировать усвоение материала лекций, разделов программы, выносимых на самостоятельную проработку, а также предполагает подготовку к лабораторным занятиям, курсовой работе, зачету и к экзамену.

В ходе самостоятельной подготовки студентов необходимо не только воспользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, но и проявить самостоятельность в отыскании новых источников, интересных фактов, статистических данных, связанных с изучаемой проблематикой.

По теме курсовой работы студент должен подготовить доклад, выступить в строго отведенное преподавателем время на занятии.

Студент должен представить доклад на 10-15 минут перед аудиторией и ответить на вопросы преподавателя и присутствующих студентов. По результатам заслушивания докладов, их обсуждения преподаватель выставляет экспертную оценку по четырехбалловой шкале – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценка «отлично» ставится обучающемуся обладающему системностью, обстоятельностью и глубиной излагаемого материала, способностью воспроизвести основные тезисы доклада без помощи конспекта, готовому развернуто отвечать на вопросы преподавателя и аудитории, способностью докладчика привлечь внимание аудитории. Оценка «хорошо» ставится обучающемуся обладающему глубиной и системностью излагаемого материала, но при выступлении частое обращение к тексту доклада, имеющему некоторые затруднения при ответе на вопросы. Оценка «удовлетворительно» ставится обучающемуся имеющему недостатки информации в докладе по целому ряду рассматриваемых проблем, использующему для подготовки доклада исключительно учебную литературу, имеющему затруднения при ответе на вопросы из аудитории и преподавателя. Оценка «неудовлетворительно» ставится обучающемуся представляющему поверхностный, неупорядоченный, бессистемный характер информации в докладе по теме рассматриваемого вопроса, при чтении доклада постоянно использующему текст, неспособному ответить на вопросы из аудитории и преподавателя.

### **4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

Курсовая работа является одним из завершающих этапов изучения курса. Ее цель – углубить, обобщить и проверить практические знания, полученные в процессе изучения дисциплины. Тема курсовой работы –

разработка технологического процесса изготовления детали. Вариант задания выдается студенту преподавателем в соответствии со списком группы

Курсовая работа состоит из четырех частей в соответствии с основными разделами дисциплины «Технология конструкционных материалов»:

1. Литейное производство.
2. Обработка металлов давлением.
3. Сварочное производство.
4. Обработка резанием.

Графическая часть курсовой работы выполняется на 2,0 листах формата А4 и состоит из следующих частей:

- рабочий чертеж детали;
- эскиз сварного изделия.

Расчетно-пояснительная записка объемом 15–20 листов формата А4 содержит:

- титульный лист,
- содержание,
- введение,
- технологические разделы с расчетами и описаниями технических решений по каждой части,
- список используемой литературы.

Последовательность выполнения курсовой работы:

- Оформление чертежа детали в соответствии с требованиями ЕСКД.
- Разработка технологического процесса изготовления сварного изделия.
- Выполнение эскиза по разделу «Сварочное производство».
- Оформление расчетно-пояснительной записки.
- Защита курсовой работы.

Варианты задания представлены в табл. 4.

Таблица 4 – Вариант задания выдается студенту преподавателем в соответствии со списком группы

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Чертеж	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Литейное производство	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Обработка металлов давлением	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Сварочное производство	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Обработка резанием	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

Вариант	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Чертеж	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Литейное производство	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	42	44	45	46	15	16	17	18
Обработка металлов давлением	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	17	18	19	20	21	22	23
Сварочное производство	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Обработка резанием	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50

### Вопросы к разделу «Литейное производство»

1. Какими свойствами обладает серый чугун и от каких факторов они зависят?
2. В чем состоят особенности изготовления отливок из высокопрочного чугуна?
3. Какими свойствами обладает ковкий чугун и в чем особенности получения отливок?
4. Как предупреждают усадочные раковины и трещины при изготовлении стальных отливок?
5. В чем особенности изготовления отливок из алюминиевых сплавов?
6. Какими литейными свойствами обладают магниевые сплавы и какие мероприятия предусматривают для получения качественных отливок?
7. Какие литейные сплавы на медной основе получили наиболее широкое распространение и как предупреждают образование дефектов в отливках?
8. Укажите особенности изготовления отливок из тугоплавких сплавов,
9. Что предусматривается для улучшения санитарно-гигиенических условий труда и оздоровления окружающей среды в литейных цехах?
10. В чем состоит сущность литейного производства?
11. За счет чего возможно получать отливки повышенного качества и устранить вредное воздействие на окружающую среду?
12. В чем состоит сущность классификации отливок по их назначению и группам сложности?
13. Что такое литейная форма и какие элементы образуют ее?
14. На какие группы делятся литейные формы? Укажите, какие формы относят к каждой из групп.
15. В чем заключается сущность классификации литейных сплавов?
16. Почему наибольшей жидкотекучестью обладают серые чугуны, а наименьшей – магниевые сплавы?
17. Какие причины приводят к образованию в отливках усадочных раковин и усадочной пористости? Как предупреждают их образование в отливках?
18. К каким последствиям приводят процессы взаимодействия литейной формы с расплавом?
19. Какие мероприятия необходимо предусматривать для уменьшения теплового воздействия металла на литейную форму?

20. Как направленно можно изменить кристаллическое строение отливок для улучшения их свойств?
21. Какие причины приводят к образованию трещин и короблений в отливках?
22. В какой последовательности осуществляется разработка чертежа литейно-модельных указаний?
23. Что собой представляют формовочные и стержневые смеси? Из каких материалов их готовят и какие требования предъявляют к ним?
24. Для чего предназначаются литниковые системы и из каких элементов они состоят?
25. Какие приемы ручной формовки используются при изготовлении крупных отливок?
26. В чем состоит сущность уплотнения формовочной смеси прессованием, встряхиванием, пескометом и вакуумной формовкой?
27. В какой последовательности осуществляется изготовление литейных форм на автоматических машинах и линиях?
28. В чем состоит сущность основных способов изготовления стержней на автоматических машинах?
29. Какие процессы являются заключительными при изготовлении отливок? В чем их сущность?
30. Какие причины приводят к образованию наружных дефектов в отливках?
31. Какие причины приводят к образованию внутренних дефектов в отливках?
32. Какие методы дефектоскопии используются для выявления внешних и внутренних дефектов в отливках?
33. Укажите основные методы исправления дефектов в отливках.
34. В чем заключается сущность изготовления отливок литьем в оболочковых формах?
35. Какую последовательность операций необходимо соблюдать при изготовлении отливок литьем по выплавляемым моделям?
36. В чем состоят особенности изготовления отливок в кокилях? Для чего предназначаются теплозащитные кокильные покрытия?
37. В чем заключается сущность изготовления отливок литьем под давлением? Укажите основные параметры процесса.
38. В чем заключаются особенности изготовления отливок центробежным литьем? Рассмотрите последовательность получения отливок.
39. Какие используются способы изготовления отливок под регулируемым давлением? Укажите их особенности.
40. В чем заключаются особенности получения отливок непрерывным и электрошлаковым литьем? Рассмотрите сущность этих способов.
41. Какие критерии следует учитывать при выборе рационального способа изготовления литых заготовок?
42. Рассмотрите основные принципы конструирования литых деталей с учетом литейных свойств сплавов.

43. Какой должна быть внешняя поверхность литой детали?
44. Какие принципы должны быть соблюдены при конструировании внутренних полостей литых деталей?
45. В чем заключаются особенности конструкций литых деталей, получаемых литьем в оболочковые формы и литьем по выплавляемым моделям?
46. В чем заключаются особенности конструкций литых деталей, получаемых литьем в кокиль и под давлением?

### **Вопросы к разделу «Обработка металлов давлением»**

1. Сущность обработки металлов давлением.
2. Влияние обработки давлением на структуру и свойства металла.
3. Влияние условий деформирования на процесс обработки металлов давлением.
4. Классификация процессов обработки металлов давлением.
5. Виды машиностроительных профилей.
6. Производство прокатанных профилей.
7. Производство прессованных профилей.
8. Волочение машиностроительных профилей.
9. Производство гнутых профилей.
10. Виды поковок.
11. Ковка.
12. Горячая объемная штамповка.
13. Ротационные способы изготовления поковок.
14. Структура технологического процесса горячей объемной штамповки.
15. Жидкая штамповка.
16. Холодная объемная штамповка.
17. Виды изготавливаемых деталей, прогрессивные способы их производства из порошков.
18. Холодное выдавливание деталей из спеченных порошковых заготовок.
19. Выдавливание с активными силами трения.
20. Дополнительное легирование заготовок.
21. Холодное формование высокоплотных деталей из порошковых сталей с последующим спеканием.
22. Формование тонкостенных втулок из железного порошка.
23. В чём заключается сущность обработки металлов давлением?
24. От чего зависит наибольшая допустимая степень пластической деформации?
25. Какие факторы влияют на пластичность металла и его сопротивление деформированию?
26. Что называется наклёпом?
27. Как изменяются свойства металла при наклёпе?
28. Что такое рекристаллизация металлов?

29. При какой температуре обработка металлов давлением считается горячей?
30. Какие дефекты могут возникнуть при неправильном нагреве?
31. От чего зависит время нагрева заготовок?
32. Для чего назначаются штамповочные уклоны и радиусы закруглений?
33. Какие штампы называются открытыми?
34. Чем закрытые штампы отличаются от открытых?
35. В чём заключаются преимущества и недостатки закрытых штампов?
36. Какие факторы обуславливают точность тонколистового проката?
37. Каким способом можно получить цельный профиль в форме трубы с внутренними ребрами?
38. Почему у прокатанных фасонных профилей (швеллер, двутавр и др.) полки всегда имеют уклоны?
39. Какова последовательность изготовления стальной проволоки диаметром, например, 0,5 мм?
40. Какую трубу – бесшовную или сварную – целесообразней использовать в рамной конструкции (например, в раме велосипеда)?
41. Каким видом обработки металлов давлением предпочтительно произвести небольшое количество (несколько тонн) профиля простой геометрической формы, но нестандартного размера?
42. Почему прессование стали производят в горячем состоянии?
43. Как различаются свойства стального прутка до и после волочения?

## Вопросы к разделу «Сварочное производство»

### Варианты № 1–6

#### *Ручная дуговая сварка*

Разработайте процесс ручной электродуговой сварки цилиндрической части резервуара (рис. 1). Производство мелкосерийное. Укажите тип соединения, форму разделки кромок под сварку и дайте эскиз сечения шва с указанием его размеров. Подберите тип, марку и диаметр электрода. Определите режим сварки. По размерам шва подсчитайте массу наплавленного металла. Определите расход электродов с учетом их потерь, расход электроэнергии и время сварки изделия.

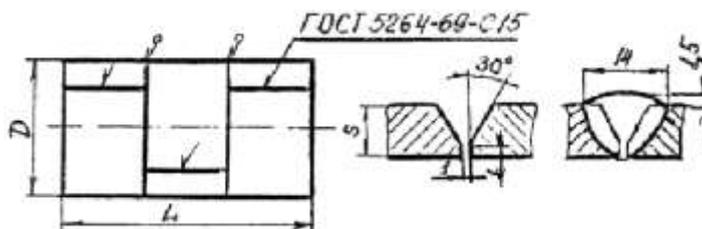


Рис. 1 – Эскиз резервуара

Таблица 5 – Исходные данные к вариантам № 1–6

Номер варианта	1	2	3	4	5	6
Материал	Ст3			12X18H9T		
D, мм	800	900	1000	800	900	1000
S, мм	6	7	8	6	7	8
L, мм	1000	1300	1500	1000	1300	1500

### Варианты № 7–12

#### *Автоматическая сварка под флюсом*

Разработайте процесс автоматической сварки под слоем флюса плиты (рис. 2). Производство крупносерийное. Укажите тип соединения, форму разделки кромок под сварку и дайте эскиз сечения шва с указанием его размеров. Выберите марку и диаметр проволоки и флюса. Подберите режим сварки. По размерам шва подсчитайте массу наплавленного металла. Определите расход электродной проволоки и флюса с учетом потерь, расход электроэнергии и время сварки.

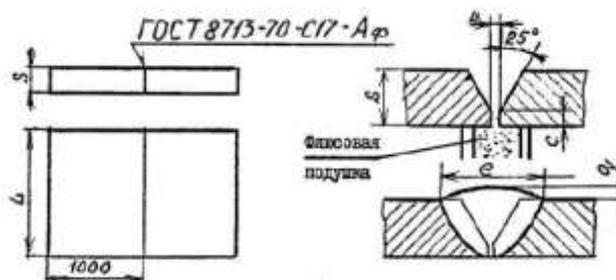


Рис. 2 – Эскиз сварной плиты

Таблица 6 – Исходные данные к вариантам № 7–12

Номер варианта	7	8	9	10	11	12
Материал	Ст 3			12X18H9T		
L, мм	2000	2500	3000	2000	2500	3000
S, мм	10	15	20	10	15	20

### Варианты № 13–18

#### *Сварка в среде защитных газов.*

Разработайте процесс полуавтоматической сварки в среде углекислого газа сосуда (рис. 3). Укажите тип соединения, форму разделки кромок под сварку. Дайте эскиз сечения шва с указанием его размеров. Выберите марку и диаметр электродной проволоки. Подберите режим сварки. Укажите вылет электрода, род и полярность тока. По размерам шва подсчитайте массу наплавленного металла. Определите расход электродной проволоки с учетом

потерь, расход защитного газа и электроэнергии, а также время сварки изделия.

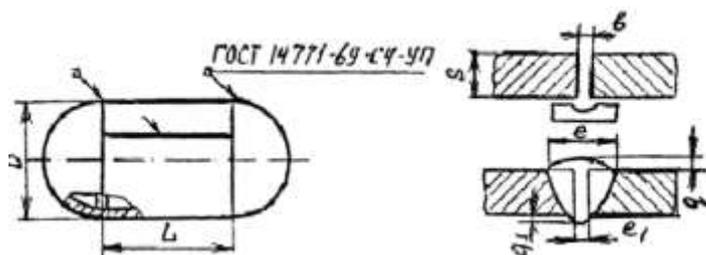


Рис. 3 – Эскиз сварного сосуда

Таблица 7 – Исходные данные к вариантам № 13–18

Номер варианта	13	14	15	16	17	18
Материал	Ст 3			12X18Н9Т		
L, мм	1000	1200	1400	1000	1200	1400
D, мм	500	600	700	500	600	700
S, мм	3	4	5	3	4	5

### Варианты № 19–24

#### Электроконтактная сварка

Разработайте процесс точечной сварки балки (рис. 4). Шаг точек  $t = 5d_T$ . Производство крупносерийное. Укажите подготовку заготовок под сварку. По толщине свариваемых заготовок выберите тип машины и укажите ее технические данные. Рассчитайте площадь контактной поверхности электрода. По значениям плотности тока  $j$  (А/мм<sup>2</sup>) и давления  $p$  (МН/м<sup>2</sup>) определите сварочный ток и усилие, приложенное на электродах). Определите время сварки изделия. Начертите и опишите цикл точечной сварки.

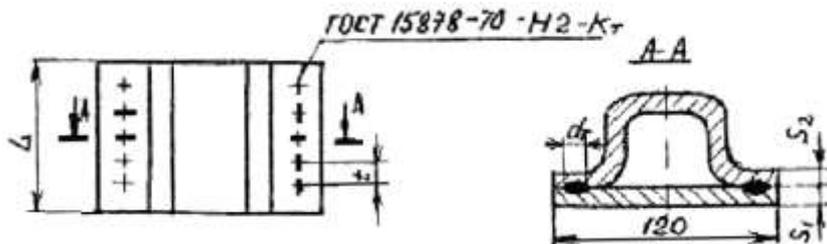


Рис. 4 – Эскиз сварной балки

Таблица 8 – Исходные данные к вариантам № 19–24

№ варианта	19	20	21	22	23	24
Материал	Ст 3			12X18Н9Т		
L, мм	1000	1500	2000	1000	1500	2000
S <sub>1</sub> , мм	2	3	4	2	3	4
S <sub>2</sub> , мм	3	4	5	3	4	5

## Варианты № 25–30

### Газовая сварка

Разработайте процесс газовой сварки трубы (рис. 5). Производство мелкосерийное. Назначьте характер пламени газовой горелки, тип горелки и ее мощность. Выберите марку и диаметр присадочной проволоки, флюс и его состав (если он необходим). Укажите способ сварки (правый или левый). По размерам шва определите массу наплавленного металла. Установите расход присадочной проволоки с учетом потерь кислорода, ацетилена, карбида кальция и время сварки изделия.

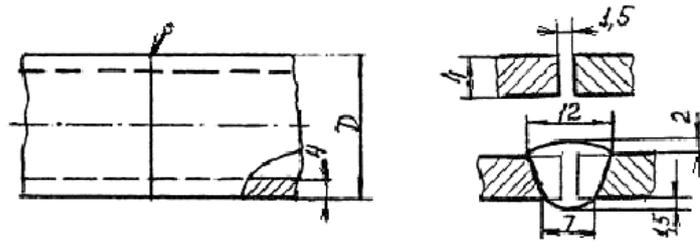


Рис. 5 – Эскиз сварной трубы

Таблица 9 – Исходные данные к вариантам № 25–30

Номер варианта	25	26	27	28	29	30
Материал	Ст 3		10ХСНД		15ХМ	МЗР
D, мм	35	40	45	50	60	70

### Вопросы к разделу «Обработка резанием»

1. Дайте определение составляющих режима резания и назовите их размерности.
2. Что понимают под схемой обработки поверхности заготовки?
3. Какова физическая сущность процесса резания?
4. Назовите факторы, влияющие на размерную точность обрабатываемых поверхностей.
5. Назовите факторы, определяющие качество поверхностного слоя обработанных поверхностей деталей машин.
6. Назовите критерии обрабатываемости конструкционных материалов.
7. Назовите основные критерии технологичности конструкций деталей машин.
8. Каковы основные свойства инструментальных материалов, обеспечивающие стабильный процесс резания?
9. Перечислите группы инструментальных материалов.
10. Назовите области применения сверхтвердых и керамических материалов.
11. Каково назначение абразивных материалов?

12. Какие принципы положены в основу классификации металлорежущих станков?
13. Назовите группы металлорежущих станков.
14. Что называют приводом металлорежущего станка?
15. Что понимают под кинематической схемой станка?
16. Какие механизмы применяют в станках для осуществления бесступенчатого регулирования частоты вращения шпинделя?
17. В чем состоит сущность процесса автоматизации производства?
18. Что обеспечивает цикличность работы автоматов и полуавтоматов?
19. Каковы основные преимущества автоматического оборудования с программным управлением?
20. Как вы представляете себе переналаживаемую автоматическую линию?
21. Какие причины побуждают создавать гибкие автоматизированные системы?
22. Назовите основные типы станков токарной группы.
23. Назовите системы ЧПУ, используемые для управления работой токарных станков.
24. Перечислите основные виды поверхностей, обрабатываемых на токарных станках.
25. Каково назначение токарно-карусельных станков и токарных многорезцовых полуавтоматов?
26. Какова размерность скоростей главного движения резания и движения подачи при обработке заготовок на токарных станках?
27. Каковы особенности процесса резания при сверлении по сравнению с методом точения?
28. При каких условиях применяют рассверливание, зенкерование и развертывание отверстий?
29. Почему расточные станки должны иметь повышенную жесткость?
30. Как вы предлагаете производить обработку соосных отверстий в нескольких стенках корпусных деталей?
31. Какими способами можно обрабатывать плоскую поверхность на расточном станке?
32. Каковы преимущества агрегатных станков и их значение в автоматизации производства деталей машин?
33. Каковы особенности процесса резания при строгании по сравнению с методом точения?
34. Что обеспечивает высокую точность формы и размеров обрабатываемой поверхности при протягивании?
35. Что обеспечивает центрирование заготовки по оси протяжки, если протягивается отверстие в литой или штампованной заготовке без ее предварительной обработки?
36. Сколько рабочих зубьев должна иметь плоская протяжка, если на вертикально-протяжном станке с заготовки срезается припуск величиной 1,5 мм, а подача составляет 0,1 мм/зуб?
37. В каких целях иногда применяют протягивание вместо других методов обработки, например строгания, фрезерования?

38. Какова особенность процесса фрезерования и почему в большинстве случаев плоскости удобнее обрабатывать торцовыми фрезами?
39. Каковы преимущества обработки фасонных поверхностей незамкнутого контура с криволинейной образующей и прямолинейной
40. направляющей на фрезерных станках с ЧПУ по сравнению с обработкой их на универсальных фрезерных станках?
41. Почему при фрезеровании шпоночного паза шпоночной фрезой обеспечивается большая точность по сравнению с фрезерованием концевой фрезой, и как это отражается на точности сборки сопрягаемых с валом деталей?
42. Каковы отличия копировально-фрезерных полуавтоматов от фрезерных станков с ЧПУ?
43. При каких условиях наиболее целесообразно применять многооперационные станки?
44. Какие методы формообразования вам известны и каковы преимущества и недостатки каждого из них?
45. Сколько зубьев будет иметь готовое прямозубое цилиндрическое колесо, если долбяк, имеющий 30 зубьев, за некоторое время повернулся на  $1/30$  оборота, а заготовка колеса – на  $1/50$  оборота?
46. Что обеспечивает получение косоугольного зуба цилиндрического колеса на зубодолбежном станке?
47. В чем состоит особенность нарезания долбяком блочных зубчатых колес?
48. Какие принципиальные отличия метода шлифования от метода обработки лезвийным инструментом?
49. Как вы представляете себе схемы шлифовальных станков, у которых движения подачи осуществляются поворотами (вращением) заготовок или инструмента вокруг координатных осей?
50. Почему повышается точность обработки на круглошлифовальных станках, если заготовки вращаются на неподвижных центрах?
51. Какой должна быть частота вращения шлифовального круга, если обрабатывается отверстие диаметром 5 мм со скоростью движения резания 50 м/с?
52. Что заставляет заготовку перемещаться вдоль ножа при бесцентровом шлифовании?
53. Как вы представляете себе цикл работы автоматического роботизированного круглошлифовального станка, имеющего систему ЧПУ?
54. При каких условиях тонкое обтачивание может заменить шлифование?
55. Как вы представляете себе схему полировального автомата и полуавтомата?
56. Для каких деталей наиболее целесообразна абразивно-жидкостная отделка?
57. Каковы основные преимущества хонингования и суперфиниша?
58. Какова роль отделочно-зачистной обработки в решении проблем повышения качества изделий?

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Согласно учебному плану дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» направления подготовки 26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры, студенты заочной формы обучения закрепляют изучаемый материал, самостоятельно в виде контрольной работы.

При выполнении контрольной работы студенты отвечают на два вопроса. Варианты вопросов определяется по таблице 3 в зависимости от двух последних цифр студенческого шифра (номера студенческого билета и зачетной книжки). В таблице по горизонтали Б размещены цифры от 0 до 9, каждая из которых последняя цифра шифра студента. По вертикали А также размещены цифры от 0 до 9, каждая из которых – предпоследняя цифра шифра студента. Пересечение горизонтальной и вертикальной линий определяет клетку с номерами вариантов контрольной работы (табл. 10).

Таблица 10 – Варианты заданий

Б		Последняя цифра шифра									
А		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предпоследняя цифра шифра	0	1,8	2,9	3,10	4,11	5,12	6,13	7,14	8,15	9,16	10,17
	1	11,18	12,19	13,20	14,21	15,22	16,23	17,24	18,25	19,26	20,26
	2	21,1	2,22	3,23	4,24	5,25	6,26	1,7	8,2	9,3	10,4
	3	11,5	12,6	13,7	14,8	15,9	16,10	17,11	18,12	19,13	20,14
	4	15,25	16,26	17,1	18,2	19,3	20,4	25,5	26,6	27,1	2,3
	5	4,5	6,7	8,9	10,11	12,13	14,15	16,17	17,18	19,20	21,22
	6	23,24	25,26	1,10	2,11	3,12	4,13	5,14	6,15	7,16	8,17
	7	9,18	10,19	11,20	12,21	13,22	14,23	15,24	16,25	17,26	17,1
	8	18,2	19,3	20,4	21,5	22,6	23,7	24,8	25,9	26,10	1,11
	9	2,12	3,13	4,14	5,15	6,16	7,17	8,18	9,19	10,20	11,21

Ответы на рассматриваемые вопросы должны излагаться по существу, быть четкими, полными, ясными и содержать элементы анализа.

При ответе на вопросы студент должен использовать не только учебную литературу, но и статьи, публикуемые в периодической печати, указывая в работе источники информации. Текстовая часть работы может быть иллюстрирована рисунками, схемами, таблицами. В конце приводится список использованных источников (не менее 10 источников).

Работа должна быть выполнена на листах формата А4 с одной стороны листа, в печатном варианте. Шрифт текстовой части размер – 12 (для заголовков – 14), вид шрифта – Times New Roman, интервал 1,5. Поля страницы: левое 3 см, правое 1,5 см, верхнее и нижнее 2 см. Нумерация страниц внизу справа.

*Структура контрольной работы:*

- титульный лист (Приложение Б)
- содержание
- текстовая часть (каждый вопрос начинать с нового листа)
- список используемой литературы оформляется в соответствии с ГОСТ 7.0.100-2018, ГОСТ 7.82-2001.

В текстовой части не допускается сокращение слов. Объем выполненной работы не должен превышать 15 листов А4.

Контрольная работа должна быть оформлена в соответствии с общими требованиями, предъявляемыми к контрольным работам:

- текст должен быть отпечатан на компьютере;
- основной текст подразделяется на озаглавленные части в соответствии с содержанием работы. Заглавия не подчеркиваются, в конце заголовка точка не ставится, переносы допускаются;
- страницы текста пронумерованы арабскими цифрами в правом верхнем углу без точек. Титульный лист считается первым и не нумеруется;
- на каждой странице оставлены поля для замечаний рецензента;
- список использованных источников оформляются по соответствующим требованиям.

Стиль и язык изложения материала контрольной работы должны быть четкими, ясными и грамотными. Грамматические и синтаксические ошибки недопустимы. Выполненная контрольная работа представляется для регистрации на кафедру, затем поступает на рецензирование преподавателю.

Положительная оценка («зачтено») выставляется в зависимости от полноты раскрытия вопроса и объема предоставленного материала в контрольной работе, а также степени его усвоения, которая выявляется при ее защите (умение использовать при ответе на вопросы научную терминологию, лингвистически и логически правильно отвечать на вопросы по проработанному материалу). Студент, получивший контрольную работу с оценкой «зачтено», знакомится с рецензией и с учетом замечаний преподавателя дорабатывает отдельные вопросы с целью углубления своих знаний.

Контрольная работа с оценкой «не зачтено» возвращается студенту с рецензией, выполняется студентом вновь и сдается вместе с не зачтенной работой на проверку преподавателю. Контрольная работа, выполненная не по своему варианту, возвращается без проверки и зачета.

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

1. Классификация материалов.
2. Структура материалов.
3. Типы кристаллической решетки и их дефекты.
4. Свойства материалов.

5. Кристаллизация металлов.
6. Методы изучения строения металлов. Классификация металлов.
7. Физические и химические свойства металлов.
8. Деформации и разрушения.
9. Механические свойства металлов.
10. Технологические и эксплуатационные свойства.
11. Полиморфные превращения.
12. Общие сведения о сплавах.
13. Твердые растворы внедрения и замещения.
14. Механическая смесь компонентов сплавов.
15. Химические соединения компонентов сплава.
16. Диаграмма состояния сплавов, образующих неограниченные твердые растворы.
17. Диаграмма состояния сплавов с ограниченной растворимостью.
18. Диаграмма состояния сплавов, образующих механические смеси.
19. Диаграмма состояния сплавов, образующих химические соединения.
20. Связь между свойствами сплавов и типом диаграммы состояния.
21. Компоненты и фазы железо-углерод.
22. Диаграмма состояния железо-цементит.
23. Продукция черной металлургии.
24. Классификация чугунов.
25. Классификация сталей.
26. Углеродистые конструкционные стали.
27. Стали углеродистые специального назначения, легированные конструкционные стали.
28. Стали и сплавы с особыми физическими свойствами.
29. Основы термической обработки.
30. Фазовые и структурные превращения при термической обработке стали:
  - превращение перлита в аустенит при нагреве;
  - превращение аустенита в перлит при охлаждении;
  - превращение аустенита в мартенсит при охлаждении;
  - превращение мартенсита в перлитные структуры при охлаждении).
31. Отжиг и нормализация стали.
32. Закалка стали и отпуск стали.
33. Дефекты термической обработки стали.
34. Химико-термическая обработка стали.
35. Термомеханическая обработка.
36. Поверхностное упрочнение стали закалкой.
37. Сплавы, получаемые методами порошковой металлургии.
  - характеристики основных технологических свойств порошков;
  - процесс приготовления шихты при порошковой металлургии сплавов;
  - формирование заготовок и изделий.
38. Твердые сплавы и минералокерамика.
39. Пористая и компактная металлокерамика.

40. Алюминий и его сплавы.
41. Медь и ее сплавы.
42. Титан, магний и их сплавы.
43. Олово, свинец, цинк и их сплавы.
44. Магний и его сплавы.
45. Антифрикционные сплавы.
46. Общая характеристика полимеров.
47. Термопластичные полимеры.
48. Термореактивные полимеры.
49. Общие сведения о композиционных материалов.
50. Резиновые материалы.
51. Древесные материалы.
  - натуральная древесина и ее свойства;
  - массы древесные прессовочные, шпон лущеный, фанера;
  - ДСП, ДВП, армированные композиционные древопластики.
52. Общие сведения о неорганических стеклах.
53. Способы упрочнения стекол, их применение.
54. Технология литейного производства.
55. Литейные свойства сплавов.
56. Литье в песчаные формы.
57. Литье по выплавляемым моделям.
58. Литье в кокиль.
59. Обработка давлением. Прокатка. Волочение.
60. Обработка давлением. Ковка. Штамповка.
61. Электрическая дуговая сварка штучными электродами.
62. Автоматическая дуговая сварка под флюсом.
63. Сварка в защитных газах.
64. Схемы обработки и классификация движений в процессе резания.
65. Основные методы обработки металлов резанием.
66. Механизированная наплавка в среде углекислого газа.
67. Плазменная и дуговая резка.
68. Электроискровая обработка.
69. Индукционная закалка.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» дан тематический план лекционных занятий, включающий рекомендуемую литературу и вопросы для закрепления теоретического материала. Сформирован тематический план лабораторных занятий, представлены цель и задачи выполняемых лабораторных работ с контрольными вопросами для их защиты. Изложены требования по выполнению курсовой работы. Сформулированы задания контрольной работы для студентов заочной формы обучения.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Материаловедение в машиностроении: учеб. / А. М. Адаскин, Ю. Е. Седов, А. К. Онегина [и др.]. – Москва: Юрайт, 2012. – 536 с.
2. Бондаренко, Г. Г. Материаловедение: учеб. / Г. Г. Бондаренко, Т. А. Кабанова, В. В. Рыбалко; под ред. Г. Г. Бондаренко. – 2-е изд. – Москва: Юрайт, 2013. – 360 с.
3. Плошкин, В. В. Материаловедение: учеб. пособие / В. В. Плошкин. – 2-е изд., иерераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2013. – 464 с.
4. Солнцев, Ю. П. Материаловедение: учеб. / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин. – 3-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ, 2004. – 736 с.
5. Технология конструкционных материалов: учеб. / Т. М. Барсукова, А. Ф. Вязов; ред. А. М. Дальский. – 6-е изд., исир. и доп. – Москва: Машиностроение, 2005. – 592 с.
6. Материаловедение и технология металлов: учеб. / Г. П. Фетисов [и др.]. – Москва: Высшая школа, 2001. – 640 с.
7. Усынин, В. Ф. Технология конструкционных материалов: учеб. пособие для подгот. бакалавров вузов днев. и заоч. форм обуч. по напр. 150700 Машиностроение: в 2 ч. / В. Ф. Усынин, Ю. Ф. Правдин; КГТУ. – Калининград: КГТУ, 2011. – Ч. 1.– 135 с.
8. Усынин, В. Ф. Технология конструкционных материалов: учеб. пособие для подгот. бакалавров вузов днев. и заоч. форм обуч. по напр. 150700 Машиностроение: в 2 ч. / В. Ф. Усынин, Ю. Ф. Правдин; КГТУ. – Калининград: КГТУ, 2011. – Ч. 2. – 214 с.
9. Усынин, В. Ф. Лабораторный практикум по технологии конструкционных материалов: учеб, пособие для студентов, обучающихся в бакалавриате по направлению подгот. "Машиностроение" и "Технол. машины и оборудование" / В. Ф. Усынин, В. И. Щербаков. – Калининград: КГТУ, 2014. – 160 с.
10. Калачева, М. С. Материаловедение и технология конструкционных материалов: учеб.-метод. пособие по лаб. практикуму для студентов вузов / М. С. Калачева. – Калининград: КГТУ, 2015. – Разд.: Материаловедение. – 174 с.
11. Материаловедение: метод. указ. по вып. лаб. раб. для студ. вузов, обуч. в бакалавриате, по напр. 150700 Машиностроение, 151000 Технол. машины и оборудование: в 3 ч. / М. С. Калачева, Т. П. Колина. – Калининград: КГТУ. – 2013. – Ч. 1. – 106 с.
12. Материаловедение: метод. указ. по вып. лаб. раб. для студ. вузов, обуч. в бакалавриате, по напр. 150700 Машиностроение, 151000 Технол. машины и оборудование: в 3 ч. / М. С. Калачева, Т. П. Колина. – Калининград: КГТУ, 2013. – Ч. 2. – 103 с.
13. Материаловедение: метод, указ, по вып. лаб. раб. для студ. вузов, обуч. в бакалавриате по напр.: 150700 Машиностроение, 151000 Технол.

машины и оборудование / М. С. Калачева. – Калининград: КГТУ, 2013. – Ч. 3. – 73 с.

14. Правдин, Ю. Ф. Документы текстовые, учебные. Общие требования к содержанию, построению и оформлению: учеб.-метод. пособие для студентов, обуч. в бакалавриате по направлению подгот. 150700 Машиностроение и специальности 151001.65 Технология машиностроения / Ю. Ф. Правдин, В. Ф. Усынин, Т. П. Колина. – Калининград: КГТУ, 2013. – 70 с.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение А

#### ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (ЗАЧЕТ)

1. Классификация материалов.
2. Структура материалов.
3. Типы кристаллической решетки и их дефекты.
4. Свойства материалов.
5. Кристаллизация металлов.
7. Физические и химические свойства металлов.
8. Деформации и разрушения.
9. Механические свойства металлов.
10. Технологические и эксплуатационные свойства.
11. Полиморфные превращения.
12. Общие сведения о сплавах.
13. Твердые растворы внедрения и замещения.
23. Продукция черной металлургии.
24. Классификация чугунов.
25. Классификация сталей.
26. Углеродистые конструкционные стали.
27. Стали углеродистые специального назначения, легированные конструкционные стали.
28. Стали и сплавы с особыми физическими свойствами.
29. Основы термической обработки.
32. Закалка стали и отпуск стали.
33. Дефекты термической обработки стали.
34. Химико-термическая обработка стали.
35. Термомеханическая обработка.
36. Поверхностное упрочнение стали закалкой.
37. Сплавы, получаемые методами порошковой металлургии.
  - характеристики основных технологических свойств порошков;
  - процесс приготовления шихты при порошковой металлургии сплавов;
  - формирование заготовок и изделий.
40. Алюминий и его сплавы.
41. Медь и ее сплавы.
42. Титан, магний и их сплавы.
43. Олово, свинец, цинк и их сплавы.
44. Магний и его сплавы.
45. Антифрикционные сплавы.
46. Общая характеристика полимеров.
47. Термопластичные полимеры.
48. Термореактивные полимеры.
49. Общие сведения о композиционных материалах.
50. Резиновые материалы.

**ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (ЭКЗАМЕН)**

1. Цель дисциплины и ее роль в подготовке бакалавров.
2. Понятие технологии как рациональной совокупности методов получения заготовок и их обработки.
3. Способы интенсификации процессов получения заготовок и их обработки.
4. Сущность технологического способа литья.
5. Способы литья.
6. Классификация литых заготовок.
7. Выбор способа литья.
8. Оборудование и свойства технологического оснащения техпроцессов литья.
9. Технологический процесс литья в песчаные формы.
10. Литье в кокиль.
11. Сущность процесса пластического деформирования.
12. Место и значение обработки давлением при получении заготовок.
13. Сущность процессов прокатки, волочения и прессования.
14. Сущность процессовковки и штамповки.
15. Сущность процесса листовой штамповки и холодного выдавливания
16. Оборудование и средства технологического оснащения процесса пластического деформирования.
17. Понятие о сортаменте, основные профили проката.
18. Сущность способов получения неразъемных соединений.
19. Физико-химические процессы сварки.
20. Способы защиты расплавленного металла от окружающей среды.
21. Электродуговая сварка (ручная).
22. Электрические и тепловые свойства дуги.
23. Электродуговая автоматическая сварка под флюсом.
24. Электроконтактная и точечная сварка.
25. Сварка в защитных газах.
26. Диффузионная сварка.
27. Оборудование и средства технологического оснащения процессов сварки.
28. Пайка металлов и сплавов.
29. Склеивание материалов.
30. Газовая сварка и резка металлов.
31. Понятие о механической обработке заготовок.
32. Обработка лезвийным инструментом, инструмент и оборудование.
33. Маркировка режущих инструментов и моделей станков.
34. Чистовая обработка заготовок без снятия стружки (ППД).
35. Обработка абразивным инструментом. Инструмент и оборудование.
36. Основные схемы шлифования.
37. Функциональная система ЗИПС.

- 38.Токарная обработка. Конструкция станков.
- 39.Инструменты для токарной обработки, основные углы резания. Режимы резания.
- 40.Основные схемы обработки на токарных станках.
- 41.Нарезание резьбы специальным инструментом.
- 42.Приспособления для токарной обработки.
- 43.Измерительные и контрольные инструменты.
- 44.Характеристика методов фрезерования. Встречное и попутное фрезерование.
- 45.Режимы резания при фрезеровании.
- 46.Типы фрезерных станков.
- 47.Основные конструкции фрез.
- 48.Приспособления для фрезерных работ.
- 49.Основные схемы обработки фрезерованием.
- 50.Особенности обработки отверстий.
- 51.Методы обработки отверстий (сверление, рассверливание, зенкерование, развертывание).
- 52.Растачивание, протягивание, калибрование.
- 53.Способы обработки отверстий с учетом общего количества движений.
- 54.Оборудование для сверлильных работ. Схема вертикально-сверлильного станка.
- 55.Технологическая оснастка, используемая для обработки отверстий.
- 56.Инструменты для обработки отверстий.
- 57.Конструкция сверл. Пример.
- 58.Сущность электрофизических методов обработки.
- 59.Типы станков для электроискровой обработки.
- 60.Схемы электроискровой обработки сплошным электродом.

## Приложение В

Пример оформления титульного листа курсовой работы  
(контрольной работы)

### **ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»

Институт агроинженерии и пищевых систем

Кафедра \_\_\_\_\_  
наименование кафедры

Контрольная работа  
допущена к защите  
Руководитель: \_\_\_\_\_  
(уч. степень, звание, должность)  
\_\_\_\_\_ И.О. Фамилия  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

Контрольная работа  
защищена  
Руководитель: \_\_\_\_\_  
(уч. степень, звание, должность)  
\_\_\_\_\_ И.О. Фамилия  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

**Курсовая работа (Контрольная работа)**  
по дисциплине  
«Наименование дисциплины»

Шифр студента \_\_\_\_\_  
Вариант № \_\_\_\_\_

Работу выполнил:  
студент гр. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ И.О. Фамилия  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

Калининград  
202\_

Локальный электронный методический материал

Марк Борисович Лещинский

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ  
МАТЕРИАЛОВ

Редактор Е. Билко

Уч.-изд. л. 6,0. Печ. л. 5,0

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет».  
236022. Калининград. Советский проспект, 1