

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
Кафедра «Технология функциональных и конструкционных материалов»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ПРАКТИЧЕСКИМ РАБОТАМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МЕТАЛЛУРГИИ, МАШИНОСТРОЕНИЯ
И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

Направление подготовки
Квалификация(степень) выпуска
Форма обучения

22.04.02 – «Металлургия»
магистр
очная

Составитель:

В.Н.Шаршин

Владимир 2019

Шаршин В.Н.

Методические указания к практическим работам по дисциплине «Современные методы металлургии, машиностроения и материаловедения» / Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых; сост. В.Н.Шаршин. – Владимир, 2019. –55 с.

Методические указания составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Современные методы производства заготовок в машиностроении» и рассчитаны на магистрантов, обучающихся по направлению 22.04.02 – «Металлургия». Служат руководством к проведению практических работ и направлены на формирование основных профессиональных компетенций, отвечающих требованиям ФГОС-3 по направлению подготовки 22.04.02 – «Металлургия» к результатам освоения ОПОП ВПО.
Табл. 13. Ил. 1.

Рассмотрены и одобрены на
заседании УМК направления
22.04.02 «Металлургия»
Протокол № 9 от 7.06. 2019 г.
Рукописный фонд кафедры
ТФ и КМ ВлГУ

ВВЕДЕНИЕ

Практические работы – это вид учебной деятельности, направленной на формирование и развитие компетенций и умений применять теоретические знания в практической деятельности.

Выполнение практических работ имеет особое значение при изучении технических дисциплин: они являются связующим звеном между теорией и практикой, эффективным средством внутри- и межпредметных связей и способствуют формированию технического мышления.

В процессе выполнения практических работ по дисциплине «Современные методы в металлургии, машиностроении и материаловедении» студенты должны, во-первых, систематизировать и закрепить теоретические знания по основным разделам курса, а, во-вторых, приобрести умения по практическому применению знаний технологических процессов производства.

На начальном этапе изучения курса решению первой задачи способствуют обзорно-повторительные таблицы, при заполнении которых происходит систематизация и закрепление теоретических основ технологии конструкционных материалов. Более глубокое усвоение материала также происходит в процессе составления студентами словаря основных специальных терминов и понятий, встречаемых студентами в процессе изучения материала для каждой практической работы.

Вторая задача решается в ходе выполнения 4 и 5 практических работ, которые заключаются в разработке технологических процессов литья и обработки металлов давлением для реальных изделий. Примеры выполнения некоторых практических работ приведены в приложении к методическим указаниям.

В методических указаниях приведены требования к содержанию отчета по каждой работе. Пример оформления титульного листа для отчета показан в приложении.

Практическая работа № 1

Тема: Современные методы металлургии чугуна

Задачи:

- закрепить знания о материалах, используемых для производства чугуна, и их назначении в процессе выплавки;
- составить представление о технологиях подготовки руды и других материалов к плавке;
- изучить устройство доменной печи и физико-химические процессы, происходящие при доменной плавке.

Работа рассчитана на два академических часа.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Чугуном называется сплав железа с углеродом, содержащий более 2,14% углерода. Кроме углерода в чугуне всегда присутствуют кремний (до 4%), марганец (до 2%), а также сера и фосфор.

Для выплавки чугуна главным образом используют доменное производство. При изучении процесса получения чугуна необходимо рассмотреть устройство доменной печи и вспомогательных агрегатов. Исходными материалами для производства чугуна являются железные и марганцевые руды, флюс и топливо.

При изучении характеристик железных руд следует усвоить, что металлургическая ценность руды определяется содержанием железа в руде, возможностью обогащения руды, наличием вредных примесей, физическим состоянием руды (пористость, крупность кусков), составом пустой породы. К основным операциям подготовки руды к плавке относятся дробление, обогащение, окискование.

Большое значение для металлургических процессов имеют флюсы, т.е. вещества, добавляемые при плавке руд для понижения температуры плавления пустой породы и получения жидкотекучего шлака. Кроме того, флюсы способствуют рафинированию металла от вредных примесей и удалению золы кокса. Разберите, какие флюсы применяют в доменном производстве.

Процессы производства чугуна протекают при высоких температурах.

Следует изучить свойства и требования, предъявляемые к доменному топливу. Необходимо также ознакомиться с видами огнеупорных материалов (кислых, основных, нейтральных).

Физико-химическая сущность доменного процесса состоит в следующем. В доменной печи железо должно быть отделено от пустой породы, восстановлено до металлического состояния и, наконец, для снижения температуры плавления соединено с правильно подобранным количеством углерода.

Для осуществления этих изменений требуется проведение сложных процессов: 1) горения топлива; 2) восстановления окислов железа и других элементов; 3) науглероживания железа; 4) шлакообразования. Эти процессы протекают в печи одновременно, но с разной интенсивностью и на разных уровнях печи.

Рассмотрите каждый из этих процессов.

Основными продуктами доменной плавки также являются ферросплавы. Это сплавы железа с кремнием – ферросилиций, марганцем – ферромарганец или другими элементами: ферротитан, феррохром. Их применяют для раскисления и легирования стали. Также продуктами доменного производства являются доменный шлак и колошниковый газ.

Работы по улучшению показателей доменного производства ведутся по нескольким направлениям: 1) улучшение конструкции печей; 2) улучшение подготовки шихтовых материалов; 3) интенсификация доменного процесса; 4) совершенствование систем комплексной механизации и автоматизации управления доменным процессом.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Расскажите о технологических процессах подготовки руды к производству.
2. Какова роль флюса в доменном производстве?
3. Какие виды топлива применяются в доменной печи?
4. Классификация огнеупорных материалов.
5. Физико-химические процессы, протекающие в доменной печи.
6. Начертите схему внутреннего профиля доменной печи и назовите главные ее части. Укажите примерные температуры в различных участках доменной печи.
7. Для чего и в каких агрегатах подогревается воздух, подаваемый в доменную печь?
8. Что достигают применением дутья, обогащенного кислородом, а также увлажнением дутья?
9. Назовите продукты доменной плавки и укажите области их применения.
10. Расскажите о мероприятиях по увеличению производительности доменной печи.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Для выполнения работы необходимо, используя материалы лекции и рекомендованную литературу, заполнить обзорно-повторительные таблицы 1, 2, 3, форма которых приведена ниже.

В таблице 1 нужно привести все основные и вспомогательные материалы, а также их разновидности, используемые при выплавке чугуна.

В графе «Химический состав» необходимо указать химические формулы веществ, составляющих основу данного материала.

Графа «Назначение» предназначена для краткого описания функции, которую выполняет данный материал в процессе выплавки.

В таблице 2 нужно привести последовательное, в соответствии с технологией, название операций (и их разновидностей), проводимых при подготовке железных руд к плавке.

В графу «Схемы» поместите схематичное изображение технологического оборудования и, если необходимо, снабдите рисунок пояснениями.

В графе «Назначение» сформулируйте цель проведения названной операции.

В таблице 3 должны быть перечислены все физико-химические процессы, протекающие в доменной печи при выплавке чугуна, соответствующие им химические реакции, название зон доменной печи, где происходит процесс, и температура, при которой он протекает.

Для наглядности изобразите разрез доменной печи, обозначьте элементы её конструкции и выделите по высоте рассматриваемые температурные зоны.

Таблица 1 - Исходные материалы для производства чугуна

Материалы	Разновидность материала	Химический состав	Назначение

Таблица 2 - Подготовка железных руд к плавке

Операции	Разновидности операций	Схемы	Назначение

Таблица 3 - Физико-химические процессы, протекающие в доменной печи

Процесс	Химическая реакция	Зона печи	Температура

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Полностью заполненные таблицы № 1 - № 3;
2. Представить определения новых специальных терминов, встретившихся при выполнении работы, в виде словаря.

Практическая работа № 2

Тема: Современные методы металлургии стали

Задачи:

- сформировать знания о материалах, используемых для получения стали;
- ознакомится с физико-химическими процессами, происходящих при выплавке стали;
- получить представление об основных способах производства и разливки стали;
- приобрести умения по выбору способа сталеплавильного производства в зависимости от марки выплавляемой стали.

Работа рассчитана на два академических часа.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Сталь – это сплав железа с углеродом, который содержит менее 2% углерода. Кроме углерода сталь в своем составе всегда содержит постоянные примеси: марганец (до 0,8%), кремний (до 0,4%), фосфор (до 0,07%) и серу (до 0,06%), что связано с технологией её выплавки.

Стали, содержащие железо, углерод и примеси, называются углеродистыми.

Кроме углеродистых, в машиностроении широко применяют специальные (легированные) стали, в состав которых для придания определенных свойств вводят легирующие элементы: Cr, Ni, Co, W, Mo, V, Ti и др.

Исходными металлическими материалами для выплавки стали служат передельный чугуны, стальной лом (скрап) и ферросплавы.

Сталь отличается от чугуна меньшим содержанием углерода, кремния, марганца, серы и фосфора.

Сущность любого передела чугуна в сталь состоит в снижении содержания углерода и примесей путем их избирательного окисления и перевода в шлак и газы в специальных сталеплавильных агрегатах. Удаление примесей, т.е. передел чугуна в сталь, происходит за счет окислительных реакций, которые протекают при высоких температурах. Поэтому все способы переработки чугуна в сталь сводятся в основном к воздействию на чугун кислорода при высоких температурах. Однако в процессе избирательного окисления углерода и других примесей расплавленное железо также поглощает некоторое количество кислорода, которое отрицательно влияет на качество готовой стали. Поэтому на последней стадии сталеплавильного процесса избыточный кислород связывают в окислы других металлов и удаляют в шлак, т.е. осуществляют раскисление добавкой кремния, марганца и алюминия.

Переделывать чугун в сталь можно в различных металлургических агрегатах. Основными из них являются кислородные конверторы, мартеновские печи и электропечи.

Ознакомьтесь с устройством этих агрегатов, принципом их действия, особенностями технологического процесса получения стали в них, технико-экономическими показателями их работы.

В ряде случаев готовая сталь не всегда может удовлетворять предъявляемым к ней требованиям. Для получения сталей особо высокого качества применяют специальные способы: разливку стали в инертной атмосфере; обработку синтетическим шлаком; вакуумную дегазацию; электрошлаковый, вакуумно-дуговой, электронно-лучевой и плазменно-дуговой переплавы. Изучите эти способы.

В настоящее время практически все сталеплавильные процессы являются циклическими, прерывистыми. Замена прерывистого процесса непрерывным позволяет увеличить производительность агрегатов, повысить качество стали. Ознакомьтесь с принципом действия сталеплавильных агрегатов непрерывного действия.

К прогрессивным способам получения стали (железа) относятся внедоменные способы, которые дают возможность получать непосредственно из руды, минуя доменную печь, металлическое железо в виде губки, крицы или жидкого металла. Необходимо изучить схемы и особенности этих процессов.

Готовую сталь подвергают разливке с целью получения заготовок.

Следует ознакомиться с устройством разливочного ковша и изложниц, а также с основными способами разливки стали: разливкой сверху, разливкой сифоном, непрерывной разливкой.

Перечисленными способами получают заготовки, которые в дальнейшем идут на изготовление деталей различными технологическими способами.

Большое влияние на свойства заготовок оказывает строение металлических слитков, получаемых в изложницах. Изучите строение слитков спокойной и кипящей стали.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Укажите основные различия в химическом составе чугуна и стали.
2. Расскажите о физико-химической сущности передела чугуна в сталь,
3. Назначение процесса раскисления стали.
4. Устройство мартеновской печи и принцип ее работы.
5. Кислородно-конверторный способ производства стали. Его особенности и преимущества.
6. Особенности производства стали в мартеновских печах.
7. Получение стали в дуговых и индукционных электропечах.

8. Какими технико-экономическими показателями характеризуется получение стали в конверторах, мартеновских и электрических печах? Какой из этих способов получения является экономически более выгодным и почему?
9. Перечислите и охарактеризуйте способы получения высококачественных сталей.
10. Сталеплавильные агрегаты непрерывного действия: устройство, принцип действия.
11. Расскажите о внедоменных способах получения стали (железа).
12. Устройство разливочного ковша и изложниц.
13. Способы разливки стали в изложницы.
14. Преимущества процесса непрерывной разливки стали.
15. Строение слитка спокойной и кипящей стали.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Для выполнения работы необходимо, используя материал лекций и рекомендованную литературу, заполнить обзорно-повторительные таблицы под № 1, 2, 3, и 4.

Таблицы 1 и 2 заполняются подобно таблицам 2 и 3 из практической работы № 1, но в них необходимо внести данные касающиеся только выплавки стали.

В таблице 6 нужно привести способы выплавки стали и их разновидности (если они есть), схемы печей и агрегатов, где происходит выплавка стали указанным способом. Обязательно указать вид футеровки, который применяется для различных способов выплавки, в различных агрегатах, а также состав шихты.

В последней графе необходимо указать классы сталей, которые целесообразно выплавлять предложенным способом.

В таблице 4 нужно привести способы разливки стали и их разновидности (если они есть), нарисовать схемы разливки по различным способам и указать достоинства и недостатки каждого способа.

После заполнения таблиц предложите способ производства конкретной стали, марки которых указаны в таблице 5 вариантов задания (выбор варианта в соответствии с занимаемым рядом в аудитории).

Составьте схему технологического процесса производства заданной стали и опишите её.

Схема должна включать все стадии технологического процесса производства стали, начиная с выбора материалов и подготовки руды для выплавки чугуна, передел его в сталь и кончая разливкой стали.

Для обоснования выбора способа выплавки стали необходимо проанализировать марку и указать класс стали.

Для описания технологического процесса используйте данные составленных Вами таблиц в практических работах № 1 и 2.

Таблица 1 - Исходные материалы для производства стали

Материал	Назначение	Химический состав

Таблица 2 - Физко-химические процессы, протекающие при выплавке стали

Процессы	Химические реакции	Назначение

Таблица 3 - Способы выплавки стали

Способы	Разновидности и	Схемы печей и агрегатов	Футеровка и печей агрегатов	Состав шихты, %	Источник кислорода	Выплавляемая сталь

Таблица 4 - Разливка стали

Способ разливки	Разновидности и	Схемы разливки	Достоинства	Недостатки

Таблица 5 - Выбрать способ выплавки и полностью описать технологический процесс производства сталей:

№ варианта	1	2	3	4	5	6
Марка стали	14ХГС	20Х12ВНМФ	Р9М4К8	35ГС	7Х2СМФ	12Х18Н10Т
№ варианта	7	8	9	10	11	12
Марка стали	34ХН1М	4Х5В2ФС	30ХГС2А	Х	10Х2М	Р12
№ варианта	13	14	15	16	17	18
Марка стали	5ХВ2С	ХГС	20ХН	6ХВГ	Р18	38ХМА
№ варианта	19	20	21	22	23	24
Марка стали	Р6М5	12Х2Н4А	ХВ4	11ХФ	14Х2Н3МА	Р6М5К5

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Полностью заполненные таблицы № 1 - № 5.
2. Обоснование выбора способа выплавки заданной стали.
3. Схема технологического процесса производства заданной стали.
4. Представить определения новых специальных терминов, встретившихся при выполнении работы, в виде словаря.

Практическая работа № 3

Тема: Современные методы металлургии цветных металлов

Задача:

- получить представление о современных методах металлургии меди, алюминия и титана.

Работа рассчитана на два академических часа.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Все металлы и образованные из них сплавы делят на черные и цветные.

К черным относят железо и сплавы на его основе.

Все другие металлы и сплавы называют цветными.

Цветные металлы, в свою очередь, подразделяют на группы:

- тяжелые – Cu, Ni, Zn, Pb, Sn,
- легкие – Al, Mg, Ca, Be, Li,
- благородные – Au, Ag, Pt, Pd,
- тугоплавкие – Mo, W, V, Ti, Nb, Ta, Zr, Cr,
- рассеянные – Gd, In, Tl,
- редкоземельные – Sc, In,
- радиоактивные – Ra, U и др.

Общеизвестно широкое применение цветных металлов и сплавов в различных областях производства.

Так, алюминиевые, магниевые и титановые сплавы широко применяют в авиационной промышленности.

В то же время изделие 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 сплавов, применяемых в машиностроении, например, латуней и бронз.

Основой многих жаропрочных, жаростойких и электротехнических сплавов является никель.

В качестве конструкционных материалов для новой техники используют тугоплавкие металлы (вольфрам, молибден, ниобий, хром и др.) и сплавы на их основе.

Большинство цветных металлов применяют как легирующие элементы для выплавки специальных сталей.

По технологии изготовления изделий из цветных сплавов большинство из них подразделяют на литейные и деформируемые.

Соответственно из первых производят фасонные отливки, а из вторых - получают заготовки обработкой металлов давлением.

Процессы выплавки цветных металлов отличаются многостадийностью и высокой энергоемкостью, поэтому сплавы цветных металлов дороги, именно этим обусловлено их менее широкое применение в качестве конструкционных материалов в отличие от черных металлов

Производство меди. Медь в природе содержится в виде окисных и сульфидных соединений. Разработаны гидрометаллургический и пирометаллургический способы извлечения меди из медных руд. Изучите пирометаллургический способ получения меди, ознакомьтесь с физико-химической сущностью каждого этапа в технологической схеме производства меди.

Производство алюминия. По объему производства алюминия занимает второе место в мире после железа. Основным сырьем для получения алюминия служат бокситы. Алюминий получают путем электролиза глинозема, растворенного в расплавленном криолите. Это сложный и энергоемкий процесс. Разберите схему получения алюминия и способы его рафинирования.

Производство титана. Титан обладает целым рядом ценных свойств: малым удельным весом, высокими механическими свойствами, хорошей коррозионной стойкостью. По этим показателям титан и его сплавы значительно превосходят многие металлические материалы. Однако широкое использование титана в современной технике сдерживается высокой стоимостью этого металла вследствие чрезвычайной сложности извлечения его из руд. Один из наиболее распространенных способов получения титана - магнийтермический способ. Изучите этот способ производства титана.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные руды меди.
2. Расскажите о методах обогащения медных руд.
3. Приведите упрощенную схему производства меди.
4. Приведите промышленную схему производства алюминия
5. Что является сырьем для получения глинозема и криолита?
6. Назовите основные руды титана.
7. Опишите сущность магнийтермического способа производства титана.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить исходные материалы и способы производства меди, алюминия и титана, используя для этого рекомендованную литературу.
2. Составьте и нарисуйте алгоритм последовательности процесса производства для каждого из трёх металлов (Cu, Al и Ti), начиная с выбора руд и заканчивая получением чистого металла в слитках (чушках).

3. В схеме опишите назначение каждого технологического процесса и приведите химические реакции, происходящие при получении металлов.
4. Изучите области применения указанных цветных металлов и их сплавов – как конструкционных материалов. Приведите примеры использования.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

1. Схемы производства Cu, Al, Ti с химическими реакциями получения металлов.
2. Определение специальных терминов, присутствующих на каждой схеме.
3. Примеры сплавов меди, алюминия и титана и их применения, как конструкционных материалов.
4. Представить определения новых специальных терминов, встретившихся при выполнении работы, в виде словаря.

Практическая работа № 4

Тема: Современные методы машиностроения в области технологии литейного производства

Задачи:

- получить представления о современных методах литья;
- приобрести умения по разработке технологии изготовления отливок методом литья в песчано-глинистую форму.

Работа рассчитана на два академических часа.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Литейным производством называется отрасль машиностроения, занимающаяся изготовлением фасонных деталей путём заливки расплавленного металла в форму, полость которой имеет конфигурацию детали. Основные преимущества и достоинства получения отливок – дешевизна по сравнению с другими способами изготовления деталей и возможность получения изделий самой сложной конфигурации из различных сплавов.

Пригодность сплавов для производства отливок определяется следующими литейными свойствами: жидкотекучестью, усадкой, ликвацией, газопоглощением.

В настоящее время существует более 100 различных способов изготовления литейных форм и получения отливок. Причём современные способы получения заготовок литьём в широких пределах обеспечивают заданные точность, параметры шероховатости поверхности, физические и механические свойства заготовок.

В общем, производстве литых заготовок значительный объём занимает литьё в песчано-глинистые формы, что объясняется его технологической универсальностью. Этот способ литья экономически целесообразен при любом характере производства, для деталей любых масс, конфигураций, габаритов, для получения отливок практически из всех литейных сплавов.

Технологический процесс изготовления литых фасонных изделий в песчано-глинистых формах состоит из значительного числа операций:

- подготовки формовочной и стержневой смесей;
- изготовление моделей отливки и элементов литниковой системы;
- изготовления форм и стержней;
- заливка форм;
- освобождение отливок из форм;
- обрубка и очистка литья.

Изменяя способ формовки, используя различные материалы моделей и формовочных смесей, можно получить отливки с достаточной чистотой поверхности и точными размерами.

Несмотря на универсальность и дешевизну, способ литья в песчано-глинистые формы связан с большим грузопотоком вспомогательных материалов, повышенной трудоёмкостью и кроме того до 25% массы отливок превращается в стружку при механической обработке. Поэтому во многих случаях целесообразнее использовать специальные способы литья.

По сравнению с литьём в песчано-глинистые формы преимущество специальных видов литья состоит в повышении точности и улучшении качества поверхности отливок а, следовательно, в снижении объёма последующей механической обработки заготовок, в уменьшении массы литниковой системы и резком снижении расхода формовочных материалов.

Кроме того, технологический процесс изготовления отливок специальными способами легко поддаётся механизации и автоматизации, что повышает производительность труда, улучшает качество отливок и снижает их себестоимость.

К специальным способам литья относится литьё в оболочковые формы, точное литьё по выплавляемым моделям, литьё в металлические формы (кокили), центробежное литьё, литьё под давлением и непрерывное литьё в кристаллизаторах и др.

Первой операцией в технологическом процессе изготовления отливок в песчано-глинистых формах является подготовка формовочной и, если необходимо, стержневой смесей. В настоящей практической работе этот процесс не рассматривается.

Второй операцией является изготовление литейной формы и стержней.

Для изготовления песчано-глинистой формы используют модельный комплект, литейную оснастку и формовочные материалы.

В модельный комплект входят: модель, модельные плиты, стержневые ящики, модели всех элементов литниково-питающей системы, включая выпоры и прибыли. Модель – это прототип отливки, предназначенный для получения в песчаной форме отпечатка, соответствующего наружной конфигурации отливки и знакам стержней. Если отливка изготавливается без применения стержней, то модель не имеет знаковых частей. Если отливка имеет внутренние отверстия или полости, то её модель, как правило делается разъёмной.

На рис.1,б показана модель отливки втулки, которая является разъёмной и состоит из двух частей – нижней и верхней. Половины модели соединяются между собой шипами. По форме модель соответствует наружной конфигурации отливки и знакам стержня. Для облегчения извлечения модели из формы на вертикальных стенах предусматривают формовочные уклоны. Острые углы сопряжённых стенок делают скруглёнными радиусами-галтелями. Собранную форму заливают металлом.

Стержневые ящики служат для изготовления стержней, которые обеспечивают получение в отливке внутренних полостей.

Рисунок 1- Эскиз отливки (а), модель (б), стержневой ящик (в) и литейная форма (г)

Рассмотрим песчаную форму для отливки втулки (рис.1, а).

Литейную форму (рис.1, г) изготовляют ручной формовкой в двух опоках (металлических рамках): нижней – (3) и верхней – (4), в которых уплотняют формовочную смесь (10). Полость формы (1) имеет конфигурацию модели втулки. Для выполнения отверстия во втулке в форме используют стержень (2), изготовленный из стержневой смеси в стержневом ящике (1). По размерам стержень длиннее, чем отверстие втулки, так как стержень имеет дополнительные части – знаки, с помощью которых он устанавливается и фиксируется в форме.

Чтобы заполнить полость формы жидким металлом, в форме выполняют систему каналов – литниковую систему, состоящую из чаши (6), стояка (7), шлакоуловителя (8) и питателя (9), обычно в литниковую систему также входит зумпф – углубление под стояком, препятствующее размыванию формы металлом.

Воздух, находящийся в полости формы, вытесняется при её заливке металла через каналы (5) – выпоры, которые делают на самых высоких участках полости формы.

Последовательность изготовления:

- нижняя опока;
- верхняя опока;
- сборка;
- наколы;
- покраска.

После затвердевания металла форму разрушают, извлекают отливку, удаляют из отливки стержень. Затем отливку обрубуют, – удаляют литниковую систему и выпоры, очищают от пригоревшей формовочной смеси, подвергают термической обработке и передают на механическую обработку.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Значение и область применения литейного производства.
2. Классификация способов получения отливок.
3. Основные преимущества получения литых деталей.
4. Литейные свойства сплавов.
5. Формовочные материалы, применяемые для изготовления литейных форм и стержней.
6. Какие требования предъявляют к формовочным материалам?

7. Основные операции при получении отливок.
8. Формовка ручная и машинная при литье в песчано-глинистые формы.
9. Назначение и изготовление стержней.
10. Способы выбивки и очистки литья.
11. Охарактеризуйте сущность способа литья по выплавляемым моделям, преимущества и недостатки этого способа.
12. Сущность способа литья в оболочковые формы и его преимущества.
13. Укажите преимущества литья в металлические формы (кокили).
14. Охарактеризуйте сущность способа литья под давлением.
15. Изложите сущность получения фасонных отливок на центробежных машинах.
16. Область применения непрерывного литья.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучите предложенную теоретическую часть.
2. Дополнительно, используя рекомендуемую литературу, заполните обзорно-повторительные таблицы 1 и 2, формы которых приведены ниже.
3. По заданному эскизу абстрактно представьте и наглядно изобразите в виде рисунка модель для отливки и, если необходимо, конфигурацию стержней.
4. Представьте процесс изготовления литейной формы для заданной отливки в виде эскизов с текстовыми комментариями, характеризующими каждый этап изготовления.
5. Изобразите полученную отливку после выбивки её из формы.
6. Опишите все остальные операции входящие в технологический процесс производства отливок методом литья в песчано-глинистые формы.

Таблица 1 - Получение отливок в песчано-глинистых формах

Способ формовки	Разновидность формовки	Схемы процессов	Область применения
Ручная			
Машинная			

Таблица 2 - Специальные способы литья

Способ литья	Разновидность формовки	Схемы процессов	Область применения
В одноразовые формы			
В многоразовые			

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

1. Заполненные таблицы 1 и 2.
2. Описание технологии производства заданной отливки методом литья в песчано-глинистую форму, проиллюстрированное рисунками в соответствии с примером оформления, приведенном в приложении 1.
3. Представить определения новых специальных терминов, встретившихся при выполнении работы, в виде словаря.

Практическая работа № 5

Тема: Современные методы машиностроения в области обработки металлов давлением (ОМД)

Задачи:

- получить представление о современных способах обработки металлов давлением.

- приобрести умения по выбору способа ОМД, вида инструмента и заготовки исходя из заданной формы и геометрии изделия.

Работа рассчитана на два академических часа.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В современной металлообрабатывающей промышленности обработка металлов давлением является одним из основных способов формообразования деталей машин различного назначения.

Обработка металлов давлением основана на свойстве пластичности металлов, то есть на способности металлов изменять первоначальную форму и размеры без разрушения. На пластичность металлов оказывает влияние химический состав материала, температура и скорость деформации, форма очага деформации. Создавая соответствующие условия деформирования, можно получить требуемую технологическую пластичность.

Обработка металлов давлением существенно отличается от других видов обработки, так как в процессе пластической деформации металл не только приобретает требуемую форму, но и меняет свою структуру и физико-механические свойства.

В настоящее время насчитывается около 400 способов ОМД. Несмотря на большое многообразие процессов обработки давлением, их можно объединить в две основные группы – процессы металлургического и машиностроительного производства.

К *первой группе* относятся: прокатка, прессование и волочение, т.е. процессы, в основе которых лежит принцип непрерывности технологического процесса. Продукцию металлургического производства (листы, полосы, ленты, периодический и профильный прокат, трубы, профили, проволоку и т.п.) использует как заготовку в кузнечно-прессовых и механических цехах и как готовую продукцию для создания различного рода конструкций.

Прокатка — один из наиболее прогрессивных и широко распространенных видов обработки металлов давлением. В машиностроении прокаткой получают как заготовки для свободнойковки, штамповки, волочения, так и готовые изделия -

элементы строительных конструкций и деталей машин: балки, швеллеры, уголки, прутки и другие профили, трубы, колеса, шарики и т.п.

Необходимо ознакомиться с инструментом, оборудованием и схемами прокатки, знать классификацию прокатных станов, продукцию прокатного производства. Следует обратить внимание на производство листов, сортового проката, бесшовных и сварных труб.

Прессование - единственно возможный способ обработки малопластичных металлов. При этом достигается наиболее выгодное сочетание главных направлений кристаллической решетки металлических материалов и схемы главных деформаций. Знакомясь с технологией прессования, изучите два метода прессования (прямой и обратный) и запомните их достоинства и недостатки. Изучите инструмент и оборудование прессования.

Волочение - деформирование металлических материалов в холодном состоянии. В процессе холодной пластической деформации металл упрочняется (наклепывается). Продукция волочения обладает высокой точностью размеров и хорошим качеством поверхности. Необходимо хорошо разобраться в операциях технологического процесса волочения, особенно в операциях предварительной подготовки металла, изучить инструмент и оборудование волочения, достоинства и недостатки этого метода, знать продукцию волочения.

Во *вторую группу* входят такие процессы как ковка, объемная штамповка, (горячая и холодная), листовая штамповка и специальные виды обработки давлением (раскатка кольцевых деталей, редуцирование, обкатка и т. д.). Эти процессы обеспечивают получение заготовок деталей и готовых деталей, не требующих последующей механической обработки. Кованые и штампованные заготовки отличаются высокими механическими свойствами, поэтому наиболее ответственные, тяжелонагруженные детали машин изготавливают из заготовок, полученных ковкой или штамповкой.

Свободная ковка - горячая обработка металлов давлением, при которой деформирование заготовки осуществляется универсальным инструментом. При ковке формоизменение происходит вследствие течения металла в стороны, перпендикулярные к движению деформирующего инструмента - бойка. Ковка является рациональным и экономически выгодным процессом получения качественных заготовок с высокими механическими свойствами в условиях мелкосерийного и единичного производства.

Следует ознакомиться с заготовками, применяемыми при ковке, с операциями свободнойковки и соответствующими инструментами. Рассмотрите оборудование, используемое в каждом случае, достоинства и недостатки свободнойковки.

Штамповка - разновидностьковки, позволяющая механизировать и автоматизировать этот процесс. Штамповка бывает горячей и холодной, объемной и листовой. Необходимо изучить основные методы и операции объемной и листовой штамповки, инструмент, оборудование, достоинства и недостатки. Обратите внимание на прогрессивные способы объемной штамповки: поперечно-

клиновья вальцовка, ротационное обжатие, штамповка в разъемных матрицах и т.д.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Начертите схемы прокатки металла.
2. Охарактеризуйте основное и вспомогательное оборудование прокатного производства.
3. Что такое калибровка валков?
4. По каким признакам классифицируются прокатные станы.
5. Как осуществляется прокатка листов и профилей?
6. Расскажите о прокатке бесшовных и сварных труб.
7. Изложите сущность процесса прессования прямым и обратным методами.
8. Основной инструмент и оборудование при прессовании.
9. Технология процесса прессования.
10. Продукция прессования.
11. Каковы достоинства и недостатки прессования как одного из способов ОМД?
12. Сущность и особенность процесса волочения.
13. Схемы и принципы работы волочильных станков.
14. Продукция волочения.
15. В чем сущность процесса свободной ковки?
16. Что является заготовкой при ковке?
17. Какие Вы знаете операции свободной ковки и какой при этом применяется кузнечный инструмент?
18. Сравните ковку и штамповку. Какой вид обработки более прогрессивный и почему?
19. Опишите основные этапы технологического процесса горячей объемной штамповки.
20. Каковы исходные заготовки при объемной штамповке?
21. Сравните достоинства и недостатки объемной штамповки в открытых и закрытых штампах.
22. Нарисуйте схемы операций холодной объемной штамповки.
23. Что является исходной заготовкой и продукцией листовой штамповки?
24. Какие операции листовой штамповки вы знаете?

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучите теоретическую часть и, используя рекомендованную литературу, заполните таблицу, форма которой приводится ниже.

2. По предложенному эскизу детали выберите заготовку и способ обработки давлением для получения заданного изделия. Припусками на механообработку можно пренебречь.

Предложите инструмент и опишите технологию выбранного способа ОМД и сопроводите её необходимыми схемами и пояснениями.

Таблица 1- Обработка металлов давлением

Вид обработки металлов давлением	Схема обработки	Инструмент	Оборудование	Вид заготовки	Продукция	Температурный вид деформации

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Заполненная таблица 1.
2. Описание технологии выбранного способа ОМД с приведением необходимых рисунков, характеризующих тип оборудования, инструмент, и геометрию заготовки для получения изделия в соответствии с заданием.
3. Представить определения новых специальных терминов, встретившихся при выполнении работы, в виде словаря.

Практическая работа № 6

Тема: Современные методы машиностроения в области технологии сварочного производства

Задачи:

- закрепить знания о современных классах сварки;
- получить представления о современных технологиях сварки и областях их применения.

Работа рассчитана на два академических часа.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Сварка является наиболее прогрессивным, высокопроизводительным и весьма экономичным технологическим способом получения неразъемных соединений.

Сварку можно рассматривать как сборочную операцию (особенно в строительной промышленности), и как способ производства заготовок. Во многих областях промышленности широко используют комбинированные сварные детали, которые состоят из отдельных заготовок, выполненных с применением различных технологических процессов, а иногда и различных материалов. Деталь расчленяют на составные части с последующей их сваркой, если изготовление ее цельнолитой или цельнокованой связано с большими производственными трудностями.

Физическая сущность процесса сварки заключается в образовании прочных атомно-молекулярных связей между поверхностными слоями соединяемых заготовок. Энергия активации сварки может сообщаться в виде теплоты (термическая активация) и в виде упруго-пластической деформации (механическая активация) или в смешанном виде (термомеханическая активация).

В зависимости от метода активации все способы сварки разделены на три класса: термический, термомеханический и механический.

Термический класс сварки - соединение плавлением с использованием тепловой энергии (дуговой, электрошлаковой, плазменной, электронно-лучевой, лазерной, газовой).

При дуговой сварке источником тепла для плавления металла служит электрическая дуга, возникающая между заготовкой и электродом.

Изучая электродуговую сварку, необходимо ознакомиться с сущностью дугового процесса, изучить технологию, оборудование, области применения ручной дуговой сварки, а также другие способы дуговой сварки: автоматическую под слоем флюса и сварку в среде защитных газов.

Особо должен быть рассмотрен вопрос об электрошлаковой сварке.

Следует уяснить, что электрическая дуга горит здесь лишь в самом начале процесса, чтобы подготовить шлаковую ванну, а дальнейшее плавление присадочного и основного металла достигается за счет тепла, выделяемого при прохождении электрического тока через шлаковую ванну.

Сварка электронным лучом в вакууме, плазменной струей, лучом лазера относится к специальным способам электрической сварки. Рассмотрите технологию этих видов сварки, особенности сварных соединений, область применения.

Особенностью газовой сварки является применение в качестве источника тепла газового пламени. Рекомендуется изучить процесс горения и структуру сварочного пламени, конструкцию газовой горелки, оборудование и технологию сварки.

Далее необходимо рассмотреть резку металлов.

Существует три основных вида резки: разделительная, поверхностная и резка кислородным копьем.

В зависимости от способа нагрева металла до расплавления различают кислородную, кислородно-флюсовую, плазменную, воздушно-дуговую резку металлов.

Термомеханический класс сварки - сварка, осуществляемая с использованием тепловой энергии и давления (электроконтактная и диффузионная).

Электроконтактная сварка относится к видам сварки с кратковременным нагревом места соединения и осадкой разогретых заготовок. Это высокопроизводительный вид сварки, она легко поддается автоматизации и механизации, вследствие чего широко применяется в машиностроении.

Необходимо ознакомиться с электрической контактной сваркой и ее разновидностями: стыковой, точечной, шовной, рельефной. Необходимо подробно изучить технологию, режимы и оборудование электроконтактной сварки.

При диффузионной сварке соединение образуется в результате взаимной диффузии атомов поверхностных слоев контактирующих материалов. Этот способ сварки позволяет получать качественные соединения металлов и сплавов в однородном и разнородных сочетаниях. Разберитесь в особенностях технологии и областях применения диффузионной сварки.

Механический класс сварки - сварка, осуществляемая с использованием механической энергии и давления без предварительного подогрева соединяемых заготовок (холодная сварка, сварка ультразвуком, сварка взрывом, сварка трением).

Необходимо ознакомиться с технологией, преимуществами и областью применения этих видов сварки.

Наплавка - способ восстановления изношенных и упрочнения исходных деталей. В настоящее время разработаны и широко используются различные способы наплавки и нанесения покрытий. Наплавочные работы применяют для создания на деталях поверхностных слоев с требуемыми свойствами. Следует

изучить технологию различных способов наплавки, материалы и оборудование, применяемые при наплавочных работах.

Пайка - технологический процесс соединения металлических заготовок без их расплавления посредством введения между ними расплавленного металла - припоя.

Припой имеет температуру плавления более низкую, чем температура плавления соединяемых металлов. Следует разобраться в физической сущности процессов пайки, знать способы пайки и типы паяных соединений.

Важно уяснить, в каких случаях следует применять мягкий припой, а в каких - твердый. Необходимо изучить области применения пайки металлов и сплавов.

Качество сварных и паяных соединений оценивают с помощью разрушающих методов контроля. Необходимо изучить внешние и внутренние дефекты соединений и методы их контроля.

Нарушение технологических режимов сварки приводит в ряде случаев к возникновению в сварных соединениях напряжений и деформаций.

Необходимо ознакомиться с мерами борьбы с напряжениями, возникающими при сварке, и способами исправления деформированных элементов и конструкций.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Изложите сущность процесса дуговой электросварки.
2. Особенности и характеристика сварки плавящимся и неплавящимся электродами.
3. Для чего металлические электроды покрывают обмазками и какими?
4. Ручная дуговая сварка.
5. Начертите схему автоматической дуговой сварки под слоем флюса.
6. Изложите сущность процессов дуговой сварки в защитной среде.
7. Начертите схему электрошлаковой сварки.
8. Перечислите и охарактеризуйте специальные способы сварки плавлением.
9. Изложите технологию газовой сварки.
10. Расскажите об области применения газовой сварки.
11. Какие способы резки металлов Вы знаете?
12. Начертите и объясните схемы точечной, роликовой, шовной и рельефной электроконтактной сварки.
13. Приведите примеры применения контактной сварки в машиностроении.
14. Расскажите, в каких отраслях народного хозяйства применяется диффузионная сварка.
15. Начертите и поясните схемы видов сварки механического класса.
16. Укажите приемы и способы наплавки.
17. Расскажите об областях применения наплавки.
18. Физическая сущность процесса пайки.
19. Какое назначение имеет флюс при пайке?

20. Какое оборудование применяется при пайке?
21. Перечислите дефекты сварных и паяных соединений.
22. Перечислите разрушающие и неразрушающие методы контроля сварных и паяных соединений.
23. Назовите причины возникновения остаточных напряжений в сварных конструкциях.
24. Как можно уменьшить или полностью устранить деформацию конструкций при сварке?

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучите теоретическую часть и используя рекомендованную литературу, заполните таблицы 1 – 3, формы которых приведены ниже.
2. Для каждого способа сварки в таблицах нужно привести схему процесса, указать источник тепла, способ защиты сварного шва от окисления и область применения данного способа сварки.

Таблица 1 - Термический класс сварки

Название способа	Источник теплоты	Схема	Способ защиты шва	Область применения

Таблица 2 - Термомеханический класс сварки

Название способа	Схема	Область применения

Таблица 3 - механический класс сварки

Название способа	Схема	Область применения

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

1. Заполненные таблицы 1 – 3.
2. Представить определения новых специальных терминов, встретившихся при выполнении работы, в виде словаря.

Практическая работа № 7

Тема: Современные методы размерной обработки заготовок деталей машин

Задачи:

- закрепить основные сведения о процессе обработки металлов резанием;
- получить представления о классификации режущих станков и технологии обработки резанием;
- получить представления о электрофизикохимической обработке материалов.

Работа рассчитана на два академических часа.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Под размерной обработкой понимают придание деталям соответствующих чертежу размеров и форм различными методами резания с использованием специализированных станков и инструментов.

Обработку резанием можно считать окончательной операцией в цикле изготовления разнообразных изделий машиностроительного производства, т.к. только она обеспечивает заданный kvalitet точности.

Обработка металла резанием предназначена для придания деталям требуемой геометрии с соответствующей чистотой поверхностей. При этом до начала обработки будущую деталь называют заготовкой, в процессе обработки эту заготовку называют обрабатываемой деталью, а по окончании всех видов обработки получают готовую деталь.

Слой металла, который удаляют при обработке называют припуском, причем удаление припуска ручным способом соответствует слесарной обработке, а снятие припуска на станках – механической обработке.

Движение исполнительных органов металлорежущих станков подразделяют на рабочие и вспомогательные. Разберите, какие движения называют рабочими и схематично изобразите их на рисунке. При этом обратите внимание, что суммарное движение режущего инструмента относительно заготовки называют результирующим движением резания.

При обработке резанием рассматривают следующие виды операций: точение, сверление, фрезерование, строгание, протягивание, шлифование. Уясните, что это деление относительное, т.к. любой вид обработки имеет ряд подвидов, например при сверлении дополнительно применяют зенкование, развертку и т.д.

По приведенным в учебниках схемам и чертежам разберитесь в видах обрабатываемых поверхностей. При этом особое внимание уделите геометрии режущего инструмента на примере токарного резца. Процесс образования стружки является основным механизмом резания и зависит от силы резания и режима резания. Все это характеризуется мощностью резания. На основе этих параметров изучите нормативные показатели резания и поймите принципы выбора режимов резания, включая расчет времени обработки.

Классификация режущих станков и технология обработки резанием. Все металлорежущие станки разделяют на группы по характеру выполняемых работ и виду применяемых инструментов. Подробно рассмотрите принятую в России классификацию и уясните единую систему условного обозначения станков, понимаемую как нумерация. Затем подробно рассмотрите технологии обработки резанием, выполняемые на разных металлорежущих станках.

Обработка на токарных станках. С использованием рисунков рассмотрите основные узлы токарно-винторезного станка и поймите, почему токарные станки часто называют универсальными. Проанализируйте типы станков токарной группы.

Обработка на сверлильных и расточных станках. Поймите, что понимают под обработкой круглых отверстий на станках сверлильной группы.

Обработка на фрезерных станках. Уясните, что такое фрезерование и какие типы фрез для этого используют.

Обработка на строгальных, долбежных и протяжных станках. С учетом видов обработки поверхностей строганием выделите особенности этой группы станков. Изучите типаж инструментов, используемых для этих целей. Составьте схему работ на станках этой группы.

Обработка на шлифовальных и отделочных станках. Изучите процесс шлифования и инструмент, используемый для этих целей. Обратите внимание, что шлифование также относится к операциям резания и разберитесь с чем это связано.

Рассмотрите методы шлифования и типы шлифовальных станков.

Для всех рассмотренных технологий резания изучите возможные виды работ.

В заключении уделите внимание возможностям механизации и автоматизации металлорежущих станков.

Уясните, что представляют собой станки с числовым программным управлением (ЧПУ) и как из них собирают гибкие автоматические линии (ГАПы). Введите для себя понятие о роботах и манипуляторах.

Электрофизикохимическая обработка материалов. По сравнению с обычной обработкой металлов резанием эти виды обработки имеют ряд преимуществ: позволяют обрабатывать материалы с высокими механическими свойствами, обработка которых обычными методами затруднена или совсем невозможна (твердые сплавы, рубины, алмазы и даже сверхтвердые материалы), а также дают возможность обрабатывать самые сложные поверхности (отверстия с криволинейной осью, глухие отверстия фасонного профиля и др.).

Все эти методы обычно подразделяют на две большие группы, к которым относят:

Электрофизические способы обработки. Методы, относящиеся к этой группе, чаще всего называют электроэрозионными и электролучевыми в зависимости от способа подвода энергии к обрабатываемой поверхности.

Электроэрозионная обработка токопроводящих металлов и сплавов основана на явлении местного разрушения материала под действием пропускаемого между ним и специальным электродом импульсного электрического тока.

Разряды тока осуществляют непосредственно в зоне обработке, где они преобразуются в тепло, выплавляющие частицы обрабатываемого металла.

Выделяют:

- электроискровую обработку;
- электроимпульсную обработку;
- электроконтактно-дуговую обработку;
- ультразвуковую обработку.

Электролучевую обработку проводят на любых материалах и она не зависит от их электропроводности. В данном случае энергия подается на обрабатываемую поверхность за счет использования квантовых генераторов (лазеров) или электронно-лучевых пушек.

Выделяют:

- светолучевую обработку (лазерную);
- электронно-лучевую обработку.

Электрохимические способы обработки. Эти способы находят широкое применение в промышленности и основаны на анодном растворении металла (анода) при пропускании через раствор электролита постоянного тока.

Выделяют:

- электрохимическое травление (полирование);
- размерную электрохимическую обработку;
- электрохимико-механическую обработку;
- химико-механическую обработку.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие движения при механической обработке называют рабочими, а какие вспомогательными?
2. Какие виды поверхностей выделяют при механической обработке?
3. Какие углы выделяют в режущей части инструмента:
4. Что понимают под плоскостями резания в статической системе координат?
5. Опишите процесс образования стружки.
6. Что понимают под силой резания?
7. Какие операции включают в себя режим резания и как его выбирают?
8. Для чего используют станки токарной группы?
9. Почему токарные станки часто называют универсальными?

10. Что понимают под зенкованием и развертыванием крупных отверстий.
11. Какие основные типы фрез существуют?
12. В чем особенности строгальных станков?
13. Что понимают под процессом шлифования?
14. Что понимают под абразивным инструментом?
15. Для каких целей используют в механообработке роботы и манипуляторы?
16. В чем суть электрофизических способов обработки?
17. Почему электроэрозионной обработке можно подвергать, только электропроводящие материалы?
18. Что является источником энергии при ультразвуковой обработке?
19. Какие технологические операции можно осуществлять с использованием лазеров?
20. В чем суть электрохимических способов обработки?
21. Для каких целей применяют электрохимическое травление (полирование)?
22. Почему один из видов электрохимической обработки называют размерной?

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучите теоретическую часть и используя рекомендованную литературу, заполните таблицы 1 и 2, формы которых приведены ниже.
2. Для каждого способа обработки в таблицах нужно указать вид оборудования и область применения данного способа обработки.

Таблица 1 – Обработка металлов резанием

Название способа	Вид оборудования	Область применения

Таблица 2 - Электрофизикохимическая обработка материалов

Название способа	Вид оборудования	Область применения

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

3. Заполненные таблицы 1 и 2.
4. Представить определения новых специальных терминов, встретившихся при выполнении работы, в виде словаря.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Основная литература:

1. Материаловедение и технология металлов: Учебник для вузов / Фетисов Г.П., Карпман М.Г., Матюхин В.М. - М.: Высш. шк., 2008. – 639 с.
2. Рогов В. А., Позняк Г. Г. Современные машиностроительные материалы и заготовки : учеб. пособие для вузов / Рогов В. А., Позняк Г. Г. - М.: Академия, 2008. - 329 с
3. Дальский А. М, Барсукава Т.М, Бухарин

Содержание

Введение.....	3
Практическая работа № 1. Современные методы металлургии чугуна.....	4
Практическая работа № 2. Современные методы металлургии стали.....	7
Практическая работа № 3. Современные методы металлургии цветных металлов.....	12
Практическая работа № 4. Современные методы машиностроения в области технологии литейного производства.....	15
Практическая работа № 5. Современные методы машиностроения в области обработки металлов давлением (ОМД).....	20
Практическая работа № 6. Современные методы машиностроения в области технологии сварочного производства.....	24
Практическая работа № 7. Современные методы размерной обработки заготовок деталей машин.....	29