

Министерство образования и науки Республики Казахстан

ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Д. СЕРИКБАЕВА

В.Н. Волков

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ
КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Рабочая программа и методические указания по выполнению контрольных работ для студентов всех специальностей факультета машиностроения и транспорта на базе среднего, высшего образования и колледжа заочной формы обучения

Усть – Каменогорск
2010

УДК 620.22; 621.7+621.9+669 (078.8)

Волков В.Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов: Рабочая программа и методические указания по выполнению контрольной работы для студентов всех специальностей факультета машиностроения и транспорта на базе среднего, высшего образования и колледжа заочной формы обучения./ВКГТУ. - Усть-Каменогорск, 2010. - 58 с.

В работе кратко изложены основы производства черных и цветных металлов, отливок, поковок, их термическая обработка. Даны основы технологии сварочного производства, обработки металлов резанием и изготовлением заготовок для деталей машин из неметаллических материалов. Предложены варианты вопросов по выполнению контрольных заданий.

Утверждено методической комиссией ФМТ

Протокол № _____ от _____

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Краткие обозначения	5
1 Рабочая программа по «М и ТКМ»	6
1.1 Металлургическое производство	6
1.2 Материаловедение и термическая обработка	6
1.3 Технология литейного производства	7
1.4 Обработка металла давлением (ОМД)	8
1.5 Сварочное производство	9
1.6 Технология обработки материалов резанием (ОМР).....	9
1.7 Порошковая металлургия	10
1.8 Резина	10
1.9 Пластмассы	11
1.10 Неметаллические материалы	11
2 Методические указания к изучению теоретических разделов курса	12
2.1 Металлургическое производство (МП)	12
2.2 Материаловедение и термическая обработка	14
2.3 Технология литейного производства	19
2.4 Технология обработки металла давлением (ОМД)	27
2.5 Основы технологии сварочного производства	31
2.6 Технология обработки конструкционных материалов резанием .	37
2.7 Технология производства заготовок и деталей машин из неметаллических материалов	45
3 Методические указания по выполнению контрольных заданий	48
4 Контрольные задания	49
Литература	58

ВВЕДЕНИЕ

В программе развития Республики Казахстан до 2030 года предусматривается развитие нефте-газо-перерабатывающей, горнодобывающей, металлургической, машиностроительной промышленности сельского хозяйства. Необходимо выпускать высококачественную продукцию, обеспечивать техническое перевооружение и интенсификацию производства.

Поставленные задачи должны решать высококвалифицированные кадры. Изучение курса «Технология конструкционных материалов и материаловедение» позволят иметь представление о распространенных в промышленности прогрессивных технологиях получения металлов, отливок, сварных конструкций, обработки материалов резанием, термообработки изделий.

Создаваемые машины, приборы должны быть надёжны, обеспечивая высокую производительность труда, экономически целесообразны. Любой инженер должен обладать глубокими конструкторско - технологическими знаниями, знать о перспективах развития и совершенствования технологических методов обработки.

В задачи курса входит изучение физической сущности основных технологических методов получения заготовок и их обработки; возможности методов их достоинства и недостатки, область применения; принципиальные схемы работы технологического оборудования, инструментов, оснастки; ознакомление с конструкциями заготовок и деталей машин с учетом методов получения их из различных материалов.

КРАТКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

М и ТКМ – материаловедение и технология конструкционных материалов.
ЭШП – электрошлаковый переплав.
ВДП – вакуумно-дуговой переплав.
ТО – термическая обработка.
ХТО – химико-термическая обработка.
ТВЧ – токи высокой частоты.
ТМО – термомеханическая обработка.
САП – спеченные алюминиевые порошки.
ЭШЛ – электрошлаковый переплав.
ОМД – обработка металлов давлением.
ОМР – обработка материалов резанием.
МП – металлургическое производство.
ЖС – железоуглеродистые сплавы.
П – перлит.
А – аустенит.
М – мартенсит.
ЦАМ – цинк – алюминий – медь.
Сч – серый чугун.
Кч – ковкий чугун.
Вч – высокопрочный чугун.
ГОШ – горячая объемная штамповка.
ХШ – холодная штамповка.
СПИД – станок – приспособление – инструмент – деталь.
ЧПУ – числовое программное управление.
КМ – композиционные материалы.
ОТК – отдел технического контроля.
ТБ – техника безопасности.
РЗМ – редкоземельные металлы.

1 РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО «М и ТКМ»

Содержание курса, его значение в подготовке инженеров машиностроительных специальностей. Этапы развития металлургической, металлообрабатывающей промышленности.

Роль ученых в развитии технологии конструкционных материалов. Перспективы развития металлургии, машиностроения.

1.1 Металлургическое производство

1.1.1 Производство чугуна в доменной печи. Основные химические процессы. Материалы, используемые в доменной плавке и ее продукты.

1.1.2 Производство стали. Основы переработки чугуна в сталь. Современные способы получения сталей. Способы разлива стали, строение слитка. Понятие о способах повышения качества стали: вакуумирование, ЭШП, ВДП, синтетические шлаки, индукционно плазменный, электроннолучевой переплав. Характеристики сталей, их область применения.

1.1.3 Производство меди, титана, магния, свинца, цинка. Способы выплавки, рафинирования.

1.1.4 Техника безопасности в металлургическом производстве.

1.1.5 Общая схема для металлургического производства. Добыча руд – их дробление, измельчение, обогащение - обжиг концентрата – агломерация или окатывание – плавка в шахтных или подовых отражательных печах – конвертирование от основной массы примесей – рафинирование в подовых пламенных печах, электроплавильных печах, рафкотлах – электролитическое рафинирование.

1.2 Материаловедение и термическая обработка

1.2.1 Атомно-кристаллическое строение и свойства металлов. Кристаллизация металлов. Полиморфизм. Понятие о сплавах и двухкомпонентных диаграммах.

1.2.2 Железоуглеродистые сплавы, диаграмма Fe-C. Классификация сталей и чугунов, их маркировка. Механические свойства и методы их определения. Госты. Методы повышения качества сталей и чугунов.

1.2.3 Пластическая деформация, свойства металлов и сплавов. Дислокационная теория. Теоретическая и техническая прочность. Механизм разрушения; хрупкий и вязкий излом. Возврат, полигонизация и

рекристаллизация. Наклеп. Горячая и холодная деформация. Прочность металла при низких и высоких температурах; жаропрочность, усталость, сопротивление износу, коррозия и т.д.

1.2.4 Термическая обработка, ХТО.

Виды термической обработки: отжиг (гомогенизация, полный, неполный, низкий), нормализация, закалка, отпуск, аустенизация. Превращения при нагреве и охлаждении. Прокаливаемость, закаливаемость. Практика термической обработки, виды закалки и отпуска; контролируемые атмосферы. Поверхностная закалка (ТВЧ, газопламенная), ХТО, диффузионная металлизация, ТМО.

1.2.5 Легированные стали и сплавы. Влияние легирующих элементов на строение и свойства сталей. Маркировка сталей. Область применения сталей: конструкционных; инструментальных; нержавеющей, жаропрочных, жаростойких; стали с особыми физическими свойствами; тугоплавкие; мартенситностареющие сплавы.

1.2.6 Порошковые материалы. Антифрикционные, фрикционные сплавы, пористые материалы, сплавы САП, керметы, фильтры, электроконтакты, магнитные, жаростойкие, износостойкие, инструментальные; порошковые композиционные материалы.

1.2.7 Цветные металлы и сплавы. Медь и ее сплавы. Алюминий и его сплавы. Магний и его сплавы. Титан и его сплавы. Цинк и его сплавы. Свинец и его сплавы. Подшипниковые сплавы.

1.2.8 Неметаллические материалы.

Древесные материалы; полимерные материалы; термопластичные и термореактивные пластмассы; резина; лакокрасочные, электроизоляционные материалы; композиты из пластмасс; клеящие материалы – клеи и герметики; графит; неорганическое и органическое стекло; ситаллы; керамические материалы.

1.3 Технология литейного производства

1.3.1 Способы изготовления отливок, общая технологическая схема. Изготовление отливок в песчано-глинистые формы, вручную или на машинах. Модельная, стержневая оснастка. Опочная оснастка. Изготовление отливок в оболочковых фермах, по выплавляемым моделям, в кокили, центробежным способом, под давлением, всасыванием, ЭШЛ, вытягиванием, непрерывным литьем, последовательной кристаллизацией.

1.3.2 Отливки из различных сплавов. Изготовление отливок из серого и белого чугуна. Особенности стального литья. Понятие о плавке чугуна, стали. Изготовление отливок из сплавов цветных металлов: Cu, Al, Zn, Mg, Ti. Основные свойства литейных сплавов. Контроль качества отливок, исправление дефектов. Охрана труда в литейном производстве.

1.4 Обработка металла давлением (ОМД)

1.4.1 Основы обработки металла давлением. Холодная и горячая деформация, структура металла, механические свойства. Наклеп, рекристаллизация. Классификация ОМД.

1.4.2 Нагрев заготовок. Типы нагревательных устройств. Автоматизация и механизация. Виды нагрева, экономия металла.

1.4.3 Прокатка. Ее сущность. Продукция прокатного производства. Стандарты.

1.4.4 Прессование. Его сущность. Продукция и заготовки. Преимущества и недостатки.

1.4.5 Волочение. Его сущность. Виды профилей. Преимущества и недостатки.

1.4.6 Ковка, оборудование, оснастка, основные операции. Заготовки и годная продукция.

1.4.7 Объемная штамповка горячая и холодная. Сущность, заготовки и продукция. Классификация способов объемной штамповки. Оборудование, оснастка, основные операции. Открытые и закрытые штампы. Отделочные операции. Холодное и горячее выдавливание, высадка, объемная формовка.

1.4.8 Листовая штамповка (горячая и холодная). Сущность, оборудование, оснастка, основные операции. Объемная листовая штамповка. Штамповка импульсом, взрывом, электрогидравлическая, ударом и т.д.

1.4.9 Специальные виды ОМД. Периодический профиль, гнутый профиль, производство колец, зубчатых колес, шаров, накатка.

1.4.10 Техника безопасности при ОМД.

1.5 Сварочное производство

1.5.1 Сущность сварки плавлением и давлением. Свариваемость. Сварка различных материалов как однородных, так и разнородных. Классификация способов сварки и область применения.

1.5.2 Сварка плавлением. Дуговая сварка, тепловые свойства дуги, способ зажигания дуги. Электроды, обмазка электродов. Автоматическая и полуавтоматическая сварка под слоем флюса. Сварка в среде защитных газов. Сварка плазменной струей; электрошлаковая сварка; сварка электронным лучом; сварка лазером. Сущность, схема, оборудование. Газовая сварка; сущность; характеристика пламени, аппаратура, материалы; резка материалов газом. Применение этих способов сварки, качество, методы контроля; техника безопасности.

1.5.3 Сварка давлением. Контактная сварка. Сущность, виды контактной сварки. Устройство и принцип действия контактных машин. Сварка аккумуляторной энергией, холодная сварка, диффузионная сварка, ультразвуковая сварка, сварка трением, газопрессовая сварка. Сущность, схемы процессов.

1.5.4 Основы технологии сварки металлов и сплавов. Строение сварного шва и околошовной зоны. Возникновение напряжений и деформаций в сварных швах и конструкциях. Свариваемость материалов и их классификация. Сварка углеродистых, низколегированных, легированных сталей, сплавов, чугуна, меди и бронз, алюминия и его сплавов, титана и его сплавов.

1.5.5 Пайка металлов и сплавов. Сущность пайки. Типы соединений. Способы пайки, припой, флюсы.

1.5.6 Контроль качества сварных и паяных соединений. Виды дефектов, способы контроля.

1.5.7 Техника безопасности, охрана труда в сварочном производстве.

1.6 Технология обработки материалов резанием (ОМР)

1.6.1 Физические основы ОМР, режимы резания, резцы, качество обрабатываемой поверхности, силы, возникающие при резании, трение, выделяющееся тепло. Смазывающе-охлаждающие жидкости. Износ и стойкость инструмента. Инструментальные материалы.

1.6.2 Классификация металлорежущих станков. Кинематика токарного станка.

1.6.3 Обработка материалов на токарных станках. Типы станков, методы обработки. Обработка точением, расточкой.

1.6.4 Обработка заготовок на сверлильных станках. Типы станков, режущий инструмент – сверла.

1.6.5 Обработка на расточных станках. Особенности технологии мехобработки.

1.6.6 Обработка на строгальных и долбежных станках. Их типы, резцы.

1.6.7 Обработка заготовок на фрезерных и зуборезных станках. Типы станков, виды фрез. Делительная головка. Нарезка зуба.

1.6.8 Шлифовка и отделочные операции. Шлифовальные круги, их износ, правка. Типы станков; круглое и плоское шлифование.

Притирка, хонингование, суперфиниширование, абразивно-жидкостная обработка, обработка шлифовальными лентами.

1.6.9 Электрофизические и электрохимические методы обработки.

Электроискровой, электроимпульсный, анодномеханический, электроконтактный методы обработки. Схемы обработки.

Ультразвуковая обработка. Обработка электронным и световым лучом, плазменной струей.

Электрохимическое полирование, прошивка отверстий и полостей, электроабразивная и электроалмазная обработка.

1.6.10 Механизация и автоматизация процессов. Программное управление, станки с ЧПУ.

1.6.11 Техника безопасности при ОМР.

1.7 Порошковая металлургия

Изготовление изделий методом порошковой металлургии. Получение порошков. Понятие о техпроцессе: смешивание, прессование или прокатка, спекание, отделка, обработка. Порошковые композиты.

1.8 Резина

Резина и резиновые изделия. Их классификация, область применения. Инструмент, оборудование. Клеящие материалы. Лакокрасочные материалы.

1.9 Пластмассы

Изделия из пластмасс. Полимерные материалы, их классификация. Прессование, литье, формование. Инструмент, оборудование. Композиционные материалы из пластмасс.

1.10 Неметаллические материалы

Графит, неорганическое стекло, ситаллы, керамические материалы на основе Al_2O_3 , ZrO_2 , BeO , UO_2 , MeC , MeN , MeB , BN , SiN , Si-N-B , MeSi .

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ РАЗДЕЛОВ КУРСА

2.1 Metallургическое производство (МП)

В задачу металлургии входит извлечение металлов из руд и переработка их для предания определенной формы и свойств. МП включает в себя карьеры, шахты, горно-обогатительные комбинаты, производство кокса, энергетику, доменные цеха, ферросплавные заводы, сталеплавильные и прокатные цеха.

Следует уделить внимание перспективам развития и совершенствования МП, максимальному извлечению металлов из руд, охране окружающей среды.

2.1.1 Производство чугуна.

Доменная печь для выплавки чугуна. Материалы, применяемые для выплавки. Обогащение руд, подготовка флюсов, кокса, кислорода. Интенсификация выплавки чугуна. Основные реакции восстановления железа, окисление кокса. Движение шихтовых материалов, газового потока. Марки выплавляемых чугунов. Восстановление марганца, кремния, фосфора. Роль шлаков в доменном процессе. Выпуск, разливка жидкого чугуна, шлака. Ферросплавы, получаемые в домне, колошниковый газ.

Изучите способ прямого восстановления железа из руд, перспективы повышения качества металла.

2.1.2 Производство стали

Сущность процесса получения стали, исходные материалы. Конверторное, мартеновское, электросталеплавильное производство. Основные реакции окисления и восстановления С, Mn, Si, Fe, P. Удаление серы. Необходимо знать почему S и P удаляют только в печах с основной (MgO , $MgO-Cr_2O_3$) футеровкой. Качество стали и пути его повышения.

Устройство кислородного конвертора. Сущность процесса плавки. Ковшовая металлургия. Марки стали.

Мартеновская печь. Способы выплавки стали в ней. Марки сталей, их качество. Периоды плавки, пути интенсификации мартеновского процесса.

Электрические дуговые и индукционные печи. Выплавка высококачественных и высоколегированных сталей. Периоды плавки с окислением и переплавом. Пути интенсификации плавки. Повышение качества сталей и сплавов.

Разливка стали, необходимая оснастка, технология. Разливка сверху, сифоном, непрерывная разливка. Выход годного. Устройство ковша, стопора, изложниц, надставки, центральной. Пути повышения качества слитков, заготовок при непрерывном литье.

Спокойные, полуспокойные, кипящие стали. Особенности строения, слитка спокойной и кипящей стали. Процесс кристаллизации слитка спокойной и кипящей стали. Дефекты металла в слитках.

Вакуумирование стали, продувка аргоном и азотом, электрошлаковый переплав, вакуумно-дуговой переплав, плавка в индукционно-плазменных и электронно-лучевых печах. Плавка и разливка под слоем синтетических шлаков.

Изучите характеристики выплавляемых сталей и их классификацию: по химическому составу, содержанию вредных примесей, применению. Маркировка сталей.

2.1.3 Производство цветных металлов.

2.1.3.1 Медь широко используется в чистом виде и в виде сплавов: латуни, бронзы. Следует ознакомиться со свойствами меди и металлургическим способом ее получения. Исходным материалом служат концентраты при обогащении медных руд.

Последовательность выплавки меди: а) обжиг концентратов в печах с кипящим слоем с целью получения SO_2 и штейна, б) плавка огарка в отражательных или шахтных печах с целью получения штейна и переработки его в черновую медь. Черновую медь подвергают очистке от примесей огневым или электролитическим рафинированием. Сущность способа рафинирования и реакции, сопровождающие этот процесс. Рафинирование позволяет получить чистую медь и извлекать золото, платину, серебро и др. элементы.

2.1.3.2 Производство алюминия. Руды и способы получения из них глинозема щелочным способом, химические реакции. Электролизеры: устройство и принцип работы. Электролиты. Рафинирование алюминия хлором или электролитическое. Реакции, сопровождающие рафинирование. Применение алюминия и его сплавов: силумина, дуралюминия, магниевых сплавов.

2.1.3.3 Производство магния.

Материалы для получения магния (магнезит, доломит, карноллит, бишофит), их подготовка. Электролитическое получение магния. Устройство и принцип работы электролизера, назначение и состав электролита.

Рафинирование магния переплавкой под слоем флюса. Разливка в слитки.

2.1.3.4 Производство титана.

Минералы и руды титана (рутил, ильменит, титаномагнетит). Получение ильменитового шлака в электротермической печи. Хлорирование, производство $TiCl_4$. Восстановление титана магнием и получение титановой губки. Применяемое оборудование, протекающие реакции.

Вакуумная дистилляция титановой губки, процесс переплавки ее в дуговых, индукционных, вакуумных печах. Роль вакуума при выплавке и разливка титановых слитков. Обратите внимание, что Ti и Mg производятся на одном заводе, потому что при производстве Ti побочным продуктом является $MgCl_2$, служащий сырьем для получения Mg .

Применение титана в современной технике.

2.2 Материаловедение и термическая обработка

2.2.1 Строение и основные свойства металлов и сплавов.

Из 114 элементов таблицы Д.И. Менделеева 85% составляют металлы.

В твердом состоянии металлы и сплавы обладают кристаллическим строением; они состоят из множества зерен, атомы (ионы) которых образуют определенную кристаллическую решетку (кубическую, кубическую объемно-центрированную, гранецентрированную, гексагональную, тетрагональную) с разными параметрами у разных металлов и сплавов: расстояние между атомами и атомными плоскостями.

В кристаллах всегда имеются несовершенства точечные, линейные, поверхностные: вакансии, дислокации.

Надо иметь понятие о первичной кристаллизации (из жидкого состояния в твердое) и вторичное (происходит перестройка решетки в твердом состоянии при определенных температурах). Следует понять аллотропию (полиморфизм), критические точки металлов и сплавов при нагреве (охлаждении) в жидком и твердом состоянии.

Необходимо понять, что такое металлические сплавы двух-трех- и т.д. компонентные. В жидком состоянии металлические сплавы обычно однородны и представляют одну фазу. При затвердении они могут образовывать твердые растворы, механические смеси, химические соединения и их сочетания. Необходимо понять методы построения диаграмм состояния сплавов, которые являются графическим изображением зависимости фаз, структур от концентрации элементов (компонентов) и температуры. Диаграмма – это результаты изучения хода затвердения и структурно-фазовых превращений. Существуют 4 типа диаграмм состояния двухкомпонентных систем, с которыми необходимо разобраться. Следует понять необходимость диаграмм, значение линий, уметь определить критические точки, уяснить зависимость свойств сплава от его состава. Необходимо знать и находить основные свойства металлов и сплавов: физические, химические, механические и технологические.

Физические: удельный вес, тепло и электропроводность, цвет, блеск, температура плавления и др.

Химические: состав, отношение к кислотам, щелочам, морской воде и т.д.

Механические: прочностные свойства определяют при механических испытаниях статических, динамических, знакопеременных. Металлы испытывают на разрыв, сжатие, кручение, удар, усталость, твердость, ползучесть, износ и др. параметры при комнатной, низких и высоких температурах.

Технологические свойства – способность металлов, сплавов подвергаться определенным видам технологической обработки. Это- жидкотекучесть, усадка, способность к трещинообразованию, свариваемость, обрабатываемость режущим инструментом, способность поглощать и выделять газы, ковкость, пластичность и т.д.

2.2.2 Железоуглеродистые сплавы (ЖС).

ЖС - это чугуны и стали, которых производится в мире приблизительно 90% от всего количества металлов. Сталь-сплав железа с углеродом. Углерода содержится от 0,02% до 2,14%; чугун-сплав железа с углеродом, содержание которого составляет от 2,14%- 6,67%.

Необходимо понять и изучить основные структуры феррит, аустенит, цементит, перлит, ледебурит. Диаграмма состояния железо-углерод (цементит) имеет применение при изучении всех разделов курса: термическая обработка, литейное производство, обработка металла давлением, сварка и огневая резка металла, выплавка стали, чугуна.

Необходимо запомнить и уметь начертить диаграмму, части ее, уметь определить фазы и структурные составляющие. Необходимо различать чистое железо, сталь, чугун.

Особое внимание следует уделить классификации и маркировке углеродистых сталей по способу выплавки, химическому составу, назначению. Чугуны подразделяются на белые и серые. Белые углеродистые и легированные, серые- собственно серые (Сч), ковкие (Кч), высокопрочные (Вч). Необходимо иметь понятие о специальных чугунах (жаропрочных, износостойких, коррозионностойких, фрикционных, антифрикционных, магнитных, немагнитных и т.д.). Химический состав и методы выплавки сталей, чугунов оказывают существенное влияние на их свойства.

2.2.3 Пластическая деформация и ее влияние на структуру и свойства металлов и сплавов.

При приложении сил металл деформируется, изменяя форму, размеры. Деформация может быть упругой и пластической. При пластической деформации происходит необратимое смещение атомов без разрушения металла. Физическая сущность пластической деформации заключается в перемещении дислокаций, увеличении их плотности, измельчении зерна. При критической степени деформации, высоких напряжениях металл разрушается. Разрушение может быть хрупкое и вязкое. Скорость распространения хрупкой трещины велика, вязкой – мала. Металлы в зависимости от температуры могут разрушаться вязко и хрупко.

Чем выше скорость деформации, тем больше склонность металла к хрупкому разрушению. Пластическая деформация придает металлу неустойчивое состояние из-за увеличения плотности дислокаций, появления внутренних напряжений, искажения кристаллической решетки. Это приводит к образованию наклепа, который может быть объемным и поверхностным. Объемный наклеп образуется при холодной ковке, штамповке, прокатке, прессовании, волочении. Поверхностный - при накатке, дробеструе, пескоструе.

Необходимо изучить процесс возврата, полигонизации, рекристаллизации. При возврате ($T_v=0,2 T_{пл}$) снимаются напряжения без изменения структуры, при полигонизации ($T_p = 0,25 T_{пл}$) снимаются напряжения и постепенно начинается рост зерен. При рекристаллизации

($T_p=0,35 T_{пл}$) снимаются напряжения, практически снимается наклеп, физические свойства достигают исходных.

Необходимо знать, что деформация может быть в горячем и холодном состоянии. Горячую деформацию проводят при температурах выше температуры рекристаллизации и наклеп сразу снимается. Холодную – проводят при температурах ниже температуры рекристаллизации.

2.2.4 Основы термической (ТО) и химико-термической обработки стали (ХТО).

Для изменения структуры, получения заданных механических и специфических свойств сталей, металлов, сплавов они подвергаются термической обработке ТО производится при определенной температуре, во времени с изменением структур.

Основные виды термической обработки:

- Гомогенизация – нагрев сталей до температуры 900-1100°C с целью усреднения химического состава слитков, отливок, блюмсов. В этом случае разбивается ликвация зональная и межкристаллическая.
- Отжиг производится для подготовки структуры стали для дальнейшей ТО, смягчения стали для облегчения механической и пластической обработки. Различают полный, неполный, низкотемпературный отжиг для рекристаллизации металла, снятия напряжения со сварных конструкций. Обычно металл охлаждается медленно в печи.
- Нормализация применяется для устранения внутренних напряжений, уменьшения твердости получения мелкозернистой стали. Металл (сталь) нагревается выше $A_{с3}$, выдерживается для выравнивания температур и охлаждается на воздухе. Прочность и твердость получается выше, чем после отжига.
- Закалка и отпуск применяется для повышения прочности и твердости и сохранения достаточной вязкости и пластичности. Различают закалку полную, неполную, ступенчатую, изотермическую. Охлаждающие среды – вода, масло при разных температурах, растворы и расплавы солей. Все закаленные детали подвергаются отпуску. При отпуске уменьшаются напряжения, снижаются твердость, хрупкость, повышается пластичность и ударная вязкость. Различают низкий, средний и высокий отпуск.

Следует разобраться в особенностях 4-х основных превращений П-А, А-П, А-М, М-П, уяснить строение перлита, сорбита, троостита, бейнита, мартенсита. Необходимо понять влияние легирующих элементов на кинетику и характер

превращений, которые, как правило, затормаживаются. Необходимо разобраться с закаливаемостью, прокаливаемостью сталей, методами и способами их увеличения. Уясните сущность термомеханической обработки (ТМО).

Различные виды поверхностной закалки позволяют получить прочный и твердый металл на поверхности, вязкий и прочный металл в сердцевине.

Необходимо изучить и понять суть химико-термической обработки (ХТО) сталей, которая состоит из получения атомарных элементов, их абсорбции на поверхности и диффузии внутрь металла при высоких температурах. Разберитесь в процессе цементации, азотирования, нитроцементации, диффузионной металлизации. При диффузионной металлизации повышается твердость, износостойкость, стойкость от коррозии, жаростойкость, поверхностная прокаливаемость и т.д. При всех видах термической обработки следует соблюдать правила техники безопасности, регламентировать порядок выполнения операции, наличие спецодежды.

2.2.5 Легированные стали и сплавы с особыми свойствами.

В связи с развитием машиностроения, обороны, авиации, ракетной техники, атомной промышленности и других отраслей хозяйства потребовались стали, чугуны, сплавы способные выдерживать большие напряжения при значительных давлениях, высоких температурах, ударно-абразивном износе, агрессивных средах, обладающих определенными магнитными, электрическими, оптическими, расширяющимися и другими физическими свойствами.

Стали могут быть низко- средне- высоко легированными с содержанием с содержанием элементов в % соответственно от 1-3% , от 4-7%, от 7 до 30%. Сплавами обычно называются материалы, содержащие более 30% легирующих элементов.

В качестве легирующих элементов применяют чаще всего Al ,Si, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Nb, Mo, Ta, W, Cu ,Mg, Ca, редкоземельные металлы (лантаниды). Преимущества легированных сталей в их высоких механических, специальных (специфических) свойствах, которые выявляются в большинстве случаев только соответствующей термической обработкой. Легирующие- влияют на структуру, физико-механические свойства, на изменение положения критических точек A_3 , A_4 и фазовые превращения.

Очень внимательно изучите классификацию легированных сталей и сплавов особенно по назначению и принципы маркировки. Необходимо заучить обозначения легирующих элементов в написании марок сталей, научитесь определять примерный химический состав.

Необходимо ознакомиться с конструкционными сталями (углеродистыми, легированными, строительными, арматурными, цементируемыми, для холодной штамповки), сталями подвергающимися ХТО, улучшаемыми высокопрочными, рессоро-пружинными, шарикоподшипниковыми, износостойкими, коррозионно и жаростойкими, жаропрочными, криогенными,

магнитными, с особым коэффициентом расширения, с особыми тепловыми свойствами, кислотостойкими, с высоким электросопротивлением.

Необходимо знать, что разработаны особо высокопрочные мартенситостареющие стали интерметаллидного упрочнения обычно содержащие $\leq 0,03\%C$, $\sim 18\%Ni$, $8-12\%Co$, $3-5\%Mo$, $0,5-1,5\%Ti$, $\sim 0,1\%Al$. Никель и титан необходимы для образования интерметаллидных фаз ($NiTi$, Ni_3Ti) У этих сталей $\sigma_b \approx 180 \text{ кг/мм}^2$ $\sigma_T \approx 150 \text{ кг/мм}^2$ при $\psi \sim 40\%$, $\delta \sim 12\%$, a_n 6-10 КГМ/см². Они применяются в авиации, приборостроении, ракетостроении.

Разработаны также трипстали типа Н18К8МЗТ с σ_b -140-240 КГС/мм²; $\psi \sim 30-50$; δ - 4-8%; a_n 3-9 КГМ/см².

Необходимо знать, что инструментальные стали применяются для механической обработки металлов и сплавов, прокатки, штамповки, прессовании, волочении и должны быть устойчивы к истиранию, не менять механических свойств при нагреве, обладать красностойкостью. Они должны быть твердыми, прочными, вязкими. Инструментальные стали могут быть углеродистыми, легированными, быстрорежущими, штамповыми.

Разработаны и давно применяются твердые сплавы, работающие до температур 1000°С. Они состоят из карбидов, нитридов, боридов на кобальтовой связке. Их твердость достигает 90-95 НРс.

2.2.6 Порошковые материалы.

Порошковая металлургия вовлекла в производство тысячи новых материалов и веществ (металлы, неметаллы, органические соединения и т.д.) Это позволило получить сплавы из несовместимых материалов таких как, например, Си-графит, Fe-Pb и т.д.

Следует знать, что порошковая металлургия состоит из следующих технологических этапов:

1) Получение порошков механическим, физико-химическим методами (дробление и размол, распыление, грануляция в воде, резанием; восстановлением оксидов, галогенидов, электролизом, разложением карбониллов ($Me^*(CO)_y$);

2) Смешивание порошков;

3) Формование заготовок;

4) Спекание заготовок;

5) Термическая обработка изделий;

6) Дополнительная обработка (пропитка тугоплавких металлов легкоплавкими, допрессовка, калибровка, механическая обработка и т.д.).

Следует помнить, что порошки перед употреблением восстанавливают H_2 , CO . Термическую обработку ведут в нейтральной среде.

Необходимо знать, что методом порошковой металлургии изготавливают следующие материалы и изделия: антифрикционные и фрикционные, конструкционные, фильтровальные, уплотнительные, электроконтактные, магнитные, жаростойкие, коррозионостойкие, сварочные, износостойкие, инструментальные, диэлектрики, биметаллы, тугоплавкие, огнеупорные, резисторы и термоэлементы, высокопористые, для атомной промышленности, для авиационной и ракетной техники, керметы, дисперсноупрочняемые материалы (ДМ, САПы и др.).

Из порошков можно изготавливать композиционные армированные металлическими волокнами и нитевидными кристаллами материалы.

Порошки получают из чистых металлов, сталей, сплавов, чугунов, бронз, карбидов, нитридов, боридов, оксидов, силицидов.

2.2.7 Цветные металлы и сплавы.

Изучите свойства наиболее часто применяемых цветных металлов (медь, алюминий, титан, бериллий, магний, цинк, свинец) и область их применения. Рассмотрите наиболее распространенные сплавы (латуни и бронзы; дураль силумин, АМг; бериллиевые бронзы; титановые сплавы; магниевые сплавы; ЦАМы, припой) Необходимо изучить диаграммы состояния латуни, дуралья; силумина. Необходимо знать свойства, область применения, классификацию, принцип маркировки сплавов цветных металлов согласно ГОСТам.

Сплавы из алюминия делятся на деформируемые, литейные, порошковые. САПы (спеченный алюминиевый порошок) и САСпы (спеченный алюминиевый сплав)

Медные сплавы так же могут быть деформируемые, литейные и порошковые.

Магниевые - литейные и деформируемые

Для получения сплавов из титана его легируют Mn, Al, Cr, Mo, Ni и др. Сплавы титана прочны, хорошо сопротивляются коррозии. Широко известны сплавы титана деформируемые, реже встречаются литейные.

2.3 Технология литейного производства

Литейное производство состоит из следующих основных переделов:

- 1) Составление техпроцесса.
- 2) Изготовление модельно-опорной оснастки для литейного цеха.
- 3) Приготовление песка, глины крепителей и др. компонентов.

- 4) Изготовление стержней.
- 5) Изготовление форм.
- 6) Подготовка металлошихты.
- 7) Плавка металла.
- 8) Заливка форм.
- 9) Охлаждение форм.
- 10) Выбивка из форм отливок.
- 11) Черновая обрубка отливок.
- 12) Термообработка отливок.
- 13) Чистовая обрубка и сдача ОТК.
- 14) Предварительная механическая обработка и отправка заказчику.

Литейное производство занимается изготовлением из металла фасонных отливок – заготовок путем заливки расплавленного металла в рабочую полость формы. Отливки по геометрии максимально приближены к деталям. После затвердевания, охлаждения, выбивки отливки, ее термообработки и обрубки, механической обработки получают готовую деталь.

2.3.1 Методы изготовления отливок.

В зависимости от типа формы различают изготовление отливок в песчаные формы, оболочковые (корковые) формы, по выплавляемым моделям, в кокиль, под давлением, центробежное, под вакуумом, электрошлаковое, полунепрерывное, непрерывное литье, на вращающиеся валки (жидкая прокатка), выжиманием, литье во вращающийся кристаллизатор и ленту (Zn аноды, свинец и т.д.)

Песчаные формы - это разовые формы, разрушающиеся при извлечении отливок. В них изготавливают приблизительно около 70% всех отливок по весу. В песчаные формы можно заливать отливки любой массы; любых размеров, любой сложности из разных литейных сплавов. Но отливки имеют большие припуски на мехобработку, шероховатость, низкую размерную точность.

Другие (специальные) виды литья обеспечивают получение более точных отливок с чистой поверхностью, высокими физико-механическими свойствами. Однако для этого необходимо применять специальную оснастку и

оборудование. Они применяются в условиях массового и крупносерийного производства.

Выбор способа изготовления отливок определяется технологическими возможностями, серийностью производства и экономической целесообразностью.

Необходимо разобраться в назначении модельных компонентов, опок и др. оснастки, знать для чего нужны припуски, формовочные уклоны, стержневые знаки, технологические допуски. Следует знать, что для получения отпечатка в литейной форме (обычно наружного) служит модель. Внутренние поверхности получают с помощью стержней, которые изготавливаются по стержневым ящикам. Необходимо знать назначение литниковой системы, наколов в верхней полуформе, выпоров, прибылей, литниковых чаш, припылов, огнеупорных красок.

Необходимо знать формовочные, облицовочные и наполнительные, стержневые смеси, их состав и назначение. Эти смеси в значительной степени определяют качество отливок, а потому должны обладать прочностью, податливостью, пластичностью, огнеупорностью, противопригарностью, малой осыпаемостью, хорошей выбиваемостью, малой гигроскопичностью и т.д.

Для изготовления стержневых и формовочных смесей используют специальные огнеупорные кварцевые пески, содержащие $\text{SiO}_2 > 97\%$, огнеупорные белые глины, связующие, крепители, пластификаторы, отвердители. Смеси готовятся в смесителях (бегунах).

Обратите внимание, что составы формовочных смесей зависят от того сушатся ли формы, готовятся ли «по сырому», для заливки каких сплавов предназначены.

Стержни, находясь внутри металла отливок, испытывают тяжелые условия и потому должны иметь более высокие технологические, механические свойства. Они практически всегда сушатся тепловым или химическим способом. Для их изготовления применяют крепители, разупрочнители, стержни всегда красятся огнеупорными, противопригарными красками.

Литейные формы и стержни изготавливаются вручную и на машинах (встряхивающих, прессовых, пескодувных, пескометных, импульсных, вибрационных, взрывных и т.д.). Трудоемкость уплотнения уменьшается при применении жидкостекольных самотвердеющих смесей (ЖСС), жидкоподвижных самотвердеющих смесей (ЖПС), холоднотвердеющих смесей (ХТС) на смолах с отвердителями, трифолином с ортофосфорной кислотой и т.д.

При изучении заливки форм металлом следует обратить внимание на выбор температуры заливки.

Под обрубкой отливки понимается выбивка горелой земли, очистка от пригара, стержней, окалина и окислов, отделение (обрезка) литников, прибылей, заливок, исправление дефектов сваркой.

Термической обработке подвергаются все отливки практически всех сплавов для повышения механических свойств.

Изучите все виды брака отливок, способы его исправления. Рассмотрите мероприятия, направленные на повышение качества отливок, размерной точности.

При изучении специальных способов литья обратите внимание на то, что получаются более качественные отливки с малыми припусками на мехобработку.

Оболочковые формы изготавливаются из песка и терморезистивных смол по «горячим ящикам». Отливки изготавливаются весом до 50 кг, толщина корки 6-20 мм.

Литье по выплавляемым моделям прогрессивно, точно. Литейная форма неразъемная с толщиной стенок 3-8 мм. Целесообразно изготавливать мелкие, сложные, ответственные детали с большой точностью, малой шероховатостью.

Кокиль – металлическая, многократно используемая форма, изготавливаемая из чугуна, стали. Внутренние отверстия, полости изготавливаются с помощью стержней. Кокиля перед заливкой разогревают и красят огнеупорными красками, чтобы уменьшить термический удар. Иногда их облицовывают песчано-смоляной формовочной смесью толщиной 2-5 мм, что способствует снижению брака литья по трещинам, увеличению стойкости кокилей.

При литье под давлением порции жидкого металла принудительно запрессовываются в специальные разъемные пресс-формы, изготовленные с высокой точностью из высококачественных легированных сталей. Это позволяет изготавливать точные, тонкостенные отливки с чистой поверхностью. Прочность отливок выше по сравнению с литьем в песчаные формы. Но часто образуется газозадушенная пористость и качество отливок снижается. Литьем под давлением изготавливают отливки из цветных сплавов массой от граммов до десятков килограммов.

Центробежным литьем изготавливают тела вращения. Металл заливается во вращающуюся изложницу. Металл более прочен, плотен за счет гравитационных центробежных сил. Центробежные машины бывают с горизонтальной и вертикальной осью вращения.

Под вакуумом получается литье всасыванием в прессформу.

Электрошлаковое литье получается переплавкой шихтовой заготовки в водоохлаждаемом кокиле под слоем синтетического шлака.

Непрерывное и полунепрерывное литье изготавливают путем заливки металла в охлаждаемые водой кристаллизаторы. Выход годного увеличивается с 50-70% до 90-95%, повышается качество.

2.3.2 Литейные свойства.

Изготавливать отливки можно из различных металлов и сплавов.

Литейные свойства – это технологические свойства, влияющие на качество отливок. Это температура плавления, жидкотекучесть, объемная и линейная, свободная и затруднительная усадка, склонность сплавов к газонасыщению и ликвации, склонность к образованию трещин и др. Литейные свойства

проявляются в жидком, кристаллизующемся, затвердевающем и твердом состояниях. На литейные свойства влияют: химический состав, температурный интервал кристаллизации, температура перегрева под линией ликвидуса, теплофизические свойства формы, гидростатический напор, свойства стержней, физические свойства сплава и т.д.

Важно знать к каким дефектам приведут низкие литейные свойства и предусмотреть технологические мероприятия для их устранения. В зависимости от толщины и протяженности стенок, жидкотекучести сплава, конструкции отливки и др. параметров выбираются температура заливки, способ формовки, меры для предупреждения трещин, образования усадочных раковин, рыхлот, пористости, образования обвалов, земляных раковин. Следует помнить, что трещинообразование уменьшается при одновременной кристаллизации стенок одинаковой толщины, большой податливости формы и стержней. Главное условие предупреждения усадочных раковин, рыхлот - правильный подвод металла, установка прибылей для постоянной подпитки тела отливки до полного затвердевания. Часто применяют наружные и внутренние холодильники.

С усадкой связано возникновение напряжений в отливке, их коробление, образование горячих и холодных трещин, в результате механического торможения. С повышением податливости форм и стержней, усовершенствования конструкций отливок, обеспечения равномерного охлаждения стенок отливок, минимализации перегрева трещиностойкость увеличивается.

Газовая пористость, газовые раковины в отливках практически исчезают с уменьшением температуры перегрева металла над температурой ликвидуса, применением вакуумирования сплавов. Наиболее подвержены образованию газовых раковин, пористости сплавы с широким интервалом кристаллизации. Многие сплавы на основе Ti, хрома марганца, Al, Mg практически исключают содержание в них газов (H, N, O). Необходимо тщательно готовить шихту, вести плавку в защитной атмосфере, под флюсами, рафинировать и дегазировать расплавы. Необходимо обеспечивать минимальную газотворную способность, высокую газопроницаемость литейной формы и стержней.

Ликвация в отливках уменьшается с уменьшением температуры перегрева, оптимизацией толщины стенок отливок.

Обратите внимание на конструирование деталей (в т.ч. отливок) с целью уменьшения дефектов отливок.

2.3.3 Отливки из чугунов.

Чугун - распространенный материал для изготовления отливок. Современные способы выплавки позволяют повышать прочность чугунов. В зависимости от химического состава чугуны могут быть собственно серыми (Сч-10,15....35), ковкими (Кч-30-50), высокопрочными (Вч-40-90) с разной формой графита. Следует запомнить, что в белых чугунах углерод находится в соединении Fe_3C (Cr_3C , W_3C , V_3C и т.д.)

В сером чугуна металлическая основа (Fe) может быть ферритной, перлитной, перлитно-ферритной, а форма графита пластинчатая (чешуйчатая) у Сч, хлопьевидная (вермикулярная) у Кч, шаровидная (глобулярная) у Вч.

Механические свойства чугунов определяются формой графита и структурой металлической основы. На структуру чугуна влияют химсостав, скорость затвердевания, легирующие элементы, модифицирующие добавки, термообработка. Изучите маркировку чугунов по ГОСТу. Следует знать, что чугуны являются хорошим конструкционным материалом. Он обладает хорошими литейными свойствами, обрабатываемостью, высокой демпфирующей способностью, высокой прочностью и износостойкостью. Структуры чугунных отливок определяются термической обработкой. На структуру чугуна влияют С, Si, Mn, Cr, Ni и другие легирующие элементы, на форму графита, измельчения зерна влияют модификаторы Ti, V, Nb, Ta, Ca, Mg, PЗМ и др.

Выплавляется чугун в вагранках, индукционных и электродуговых печах.

Высокопрочные чугуны получают с помощью модифицирования жидкого расплава магнием, церием или их лигатурами. Из них изготавливают детали ответственного назначения: коленвалы, распредвалы, детали тормозных систем и т.д. Высокопрочные чугуны более трещиностойкие, могут формировать усадочные раковины.

Ковкий чугун (Кч) получается при модифицировании расплава Mg, Ca, PЗМ или специальной термической обработкой: закалка серого чугуна и превращение его в белый, а затем отжиг с целью получения графита хлопьевидной формы. Ковкий чугун имеет повышенные механические свойства по сравнению с собственно серым чугуном (Сч) Из ковкого чугуна изготавливают, например, запорную арматуру высокого давления, маховики, отливки сцепления автомобиля и т.д.

Белые чугуны могут быть углеродистыми и легированными. Белые углеродистые чугуны получают из серого чугуна при быстром охлаждении его от температур выше A_1 на 50-100 С. Фиксируется твердая, цементитная структура. Чугуны легированные большим количеством Cr, W, V, Mo, Mn и т.д являются почти всегда белыми. Белые чугуны обладают повышенной усадкой. Необходимо устанавливать прибыли, питающие бобышки, выпора. Они очень трещиностойкие обладают высокой твердостью, плохо обрабатываются механическим путем.

2.3.4 Отливки из сталей.

Особенности изготовления стальных отливок: стальные отливки применяют для деталей требующих наряду с высокой прочностью хорошие пластические свойства. Они классифицируются по химическому составу, структуре, назначению и способу выплавки. Литейные свойства стали отличаются от чугуна : более высокая температура плавления, меньше жидкотекучесть, в 2-3 раза больше усадка, выше способность насыщаться газами, поэтому обратите внимание на разницу в изготовлении форм- применение более огнеупорных и

податливых материалов для изготовления форм, стержней, прибылей различной конструкции, холодильников, способов подвода металла, способа выплавки и разливки. Большое значение имеет правильная конструкция отливки с учетом литейных свойств сплава.

Сталь для фасонных отливок плавят в электродуговых и индукционных печах. Ознакомьтесь с основными видами термической обработки стальных отливок в целях улучшения структуры, повышения механических свойств, уменьшения напряжений.

2.3.5 Отливки из цветных сплавов.

Для изготовления отливок применяются только алюминиевые сплавы, так как чистый алюминий имеет низкие механические свойства. Алюминиевые литейные сплавы делятся на 5 групп, поэтому необходимо усвоить их маркировку, химсостав, свойства. Обратите внимание на исходные шихтовые материалы, их подготовку к плавке, на флюсы, которые используются для наведения шлака с целью защиты алюминиевых сплавов от окисления и газонасыщения. Для улучшения механических свойств алюминиевые сплавы рафинируют от газов и неметаллических включений (Al_2O_3) или модифицируют (силумины)

Отливки из алюминиевых сплавов изготавливают всеми способами литья, однако более 50% получают литьем под давлением, в кокиля, центробежным путем. Изготовление отливок из алюминиевых сплавов сопряжено со склонностью к окислению, газонасыщению, образованию пористости, усадочных раковин, образованию трещины.

Обратите внимание на способы очистки сплавов от газов, окислов, особенности подвода металла в литейную форму, установку прибылей и холодильников, затвердевания крупных отливок в автоклавах. Изучите виды термической обработки, применяемые для улучшения свойств отливок.

Необходимо усвоить маркировку отливок из магниевых сплавов, их свойств. Магний легко возгорается, в нем сильно растворяются газы (O_2 , H_2). Следует обратить внимание на подготовку шихты к плавке, процесс плавки, рафинирования и модифицирования перед заливкой. Применяют 2 способа модифицирования (углеродосодержащими добавками и перегревом расплава до 850 до 900°C. Около 50% отливок изготавливают литьем в кокиль и под давлением. Следует обратить внимание на особенности технологии изготовления отливок из магниевых сплавов- припыливание струи металла серным порошком, применением прибылей и холодильников, фильтровальных сеток, введение в формовочную смесь присадок из фтористых солей, мочевины. Механические свойства отливок из магниевых сплавов улучшаются термической обработкой.

Для изготовления отливок на основе меди используются латуни и бронзы. Бронзы- это сплавы меди с различными металлами, содержащие в некоторых случаях до 13% Zn. Бронзы делятся на оловянистые и безоловянистые. Латуни –это сплавы меди с цинком от 15 до 40% с добавлением часто других металлов.

Усвойте свойства медных сплавов, их применение в промышленности, маркировку, примерный химический состав. Уясните назначение лигатур, раскислителей и флюсов при плавке медных сплавов. Запомните последовательность плавки. Изготовление отливок из медных сплавов связано со значительной усадкой, образованием окисных плен на поверхности отливок со склонностью к ликвации и т.д. Необходимо применять прибыля, холодильники, специальные литниковые системы, раскисление, рафинирование, защитные атмосферы. Отливки из медных сплавов изготавливают всеми способами литья.

Титановые сплавы выше 600°C обладают высокой химической активностью к O₂, N₂, H₂, углероду и это следует учитывать при изготовлении из них отливок. Титановые сплавы чаще всего выплавляются в вакуумных печах. Отливки изготавливают в медных кокилях, литейных формах из высокоогнеупорных нейтральных окислов или графитового порошка на смоляной связке, литьем под давлением, по выплавляемым моделям. Заливка литейных форм производится в вакууме.

2.3.6 Качество отливок.

Контроль качества отливок производится на всех стадиях их изготовления: формовочные смеси, плавка, изготовление модельной оснастки, изготовление литейных форм, термическая обработка и т.д. кончая приемкой ОТК. Познакомьтесь с современными методами контроля отливок: керосиновая проба, жесткое излучение, ультразвуковой контроль, магнитная дефектоскопия, использование давление масла, воды воздуха, вакуум, использование аммиачных, гелиевых течеискателей и т.д.

В литейном производстве внедряется механизация и автоматизация технологических процессов, изготовления отливок, которые постоянно совершенствуются. Широко применяются автоматические бегуны для приготовления формовочных смесей, система транспортеров для их передачи, механизированные и автоматические линии для изготовления форм, выбивки отливок, загрузки сталеплавильных печей и т.д. При применении специальных способов литья создаются условия для еще большей автоматизации.

Дефекты отливок исправляют, используя экономическую целесообразность. Методы: сварка, металлизация, пропитка, термообработка и т.д.

Вопросы безопасных методов труда рассматриваются с изучением оборудования (бегуны, формовочные машины, плавильные агрегаты, электромостовые краны, транспортеры, термические печи, голтовочные барабаны, дробеструйные камеры и т.д.) и процессов изготовления отливок (плавка, формовка, разливка жидкого металла и т.п.) Необходимо знать требования ТБ при работе на различных машинах.

Особое внимание следует обратить на охрану окружающей среды (воздуха, воды). Следует уменьшать загазованность, очищая газовые выбросы от плавильных агрегатов, заливочных стендов, охладительных камер,

дробомерных установок. Необходимо внедрять обратное водоснабжение. Шире применять прогрессивные способы литья (в кокиль, под давлением, центробежное литье и т.д) и малоотходные способы литья (жидкая штамповка, жидкая пропитка, непрерывное литье и т.п.).

2.4 Технология обработки металла давлением (ОМД)

2.4.1 Технологические основы ОМД.

При всех технологических процессах ОМД (прокатка, прессование, волочение, ковка, объемная и листовая штамповка, высадка и т.п) как в горячем так и в холодном состоянии происходит пластическая деформация. Изучая виды обработки металла давлением, обратите внимание на технологические возможности, область применения, экономическую целесообразность. Обработке давлением подвергают около 95% сталей и 55-60% цветных металлов, сплавов обладающих пластичностью. Основные технологические свойства при ОМД - это пластичность, сопротивление деформированию, которые зависят от физико-механическо-химических свойств металла и сплава, от температуры, скорости деформирования, схемы приложения сил (разрывающиеся, сжимающиеся), предшествующей обработки. При ОМД изменяется внешняя форма металла, его строение, физико-механические свойства. Металлы и сплавы имеют поликристаллическую структуру (строение), поэтому необходимо вначале рассмотреть деформацию монокристалла. Пластическая деформация сопровождается искажением кристаллических решеток, деформацией зерен и неметаллических включений, которые расположены по границам зерен и внутри них. Это приводит к увеличению плотности дислокаций, измельчению зерен, увеличению прочности, твердости, плотности металла и уменьшению пластичности, которые в совокупности называются наклепом. Наклеп может быть по всему объему детали и на ее поверхности (нагортовка).

ОМД различают холодную и горячую. Для холодной деформации характерно образование наклепа (самоупрочнения) металла, для горячей - явление рекристаллизации (разупрочнения), которая происходит при определенных температурах для каждого металла и сплава и заключается в снятии напряжений, зарождении и росте новых равноосных зерен с неискаженной решеткой.

2.4.2 Нагрев металла перед ОМД.

Он производится в целях повышения пластичности и уменьшения сопротивления деформированию. Каждый металл и сплав имеет строго определенный температурный интервал горячей ОМД. Нарушение интервала приводит к образованию брака: трещин (продольных, поперечных, паукообразных), пережогу (большая величина зерна с окисленными границами) с нарушением сплошности, перегреву и т.д.

К нагреву предъявляют определенные требования: равномерность нагрева и прогрева заготовок, минимальное окисление (угар) и обезуглероживание, скорость нагрева. При медленном нагреве снижается производительность, увеличивается окисление, при быстром нагреве увеличивается количество трещин. Нагрев заготовок слитков производится в газовых, мазутных, электрических, камерных и проходных печах. Часто для нагрева применяют индукционные установки, нагрев сопротивлением. Для уменьшения окисления металлов в печах используют восстановительную (CO , H_2 , CH_4), нейтральную (Ar_2 , He_2 , N_2) атмосферы, герметизируя рабочее пространство печей.

2.4.3 Прокатка, прессование, волочение.

Прокатка производится на прокатных станках, основным инструментом которых являются круглые вращающиеся валки, между которыми деформируется металл. Станы бывают двух, 4-х, 8-ми, многовалковые. Валки бывают гладкие, калиброванные для прокатки листа и сортового проката. Различают продольную, поперечную и поперечно - винтовую схемы прокатки.

Заготовкой при прокатке служат слитки, блюмсы (для сорта),слябы (для листа).

- Прокат подразделяют на четыре основные группы:

- Лист разной толщины, размеров.

- Сорт (круг, квадрат, 6-тигранник, уголок, тавр, двутавр, швеллер, рельс и другие профили).

- Трубы разных диаметров, разной толщины стенок, цельнотянутые и шовные. Трубы могут быть квадратными, прямоугольными, эллипсными, треугольными.

- Специальный прокат в виде периодических профилей, колес, колец, шаров, шестерен.

Прокатке подвергают 80-85% сталей, 50% цветных металлов и сплавов. Следует обратить внимание на операции горячей прокатки, холодной прокатки листа, последовательность прокатки в калиброванных валках сортовых профилей.

Обратите внимание на изготовление гнутых профилей на профилегибочных станах. Гнутые профили легче, экономичней.

Волочение осуществляется на волочильных станках. Основным инструментом является волока. Процесс осуществляется в основном в холодном состоянии. Волочением получают проволоку, трубы малого диаметра и другие профили. Усилие волочения не должно превышать величины самоупрочнения (наклепа), чтобы не вызвать нарушения металла. Поэтому величина обжатия ограничивается, применяются меры для уменьшения трения.

Между проходами операции волочения производят рекристаллизационный отжиг для снятия наклепа, и увеличения пластичности металла.

Прессование может осуществляться в горячем и холодном состоянии. Прессованием получают практически любые профили. Заготовками при прессовании чаще всего является прокат. При прессовании металл находится в состоянии всестороннего неравномерного сжатия, поэтому можно прессовать материалы с пониженной пластичностью. Оборудование и оснастка быстро перенастраивается на получение нового профиля. Однако при прессовании большие отходы металла (10-20%) в виде недопрессовок. Прессование производят на специальных гидравлических прессах. Различают прямое, обратное, комбинированное и угловое прессование.

2.4.4 Ковка.

Ковку применяют для получения небольшого количества одинаковых поковок разных размеров и весов, которые нельзя получить другими способами. Процесс ковки разрабатывают с учетом повышения плотности, прочности металла при необходимой величине укова (отношение первичного сечения к окончательному сечению детали). Чем больше уков, тем лучше металл прокован, тем выше его механические свойства.

При ковке деформирование металла происходит последовательно с помощью универсального инструмента – бойков. Нужно изучить операции ковки (осадка, высадка, протяжка, раскатка, прошивка, обрубка, гибка и т.д.), их особенности, назначение, инструмент.

Ковку производят на гидравлических прессах разных усилий, молотах (пневматических, паровых, механических).

2.4.5 Горячая объемная штамповка (Г.О.Ш.).

Г.О.Ш. производится в штампах – специальном инструменте. Пластическое течение металлов в штампах ограничено определенной полостью. Г.О.Ш. получают поковки только определенной данной конфигурации очень близкой к готовой детали с малыми припусками и высокой производительностью. Штампы изготавливаются механической обработкой из легированных дорогостоящих сталей, поэтому Г.О.Ш. рентабельна только при серийном и массовом производстве.

Следует разобраться в штамповке в «открытых» и «закрытых» штампах, с одной или несколькими плоскостями разъема, одно- и многоручьевых штампах. Следует знать преимущества, недостатки, экономическую целесообразность применения объемной штамповки.

Запомните, что в «открытых» штампах производится облойная, а в «закрытых» - безоблойная штамповка. Последний более прогрессивный, экономичный из-за отсутствия отходов, но требует точного взвешивания заготовок до граммов.

Г.О.Ш. производится на молотах, механических и гидравлических прессах, горизонтально-ковочных машинах, нагрев заготовок производится в газовых,

мазутных, электрических печах, индукционных и контактных установках с помощью электрического тока.

Технологический процесс горячей объемной штамповки начинается с проектирования чертежа поковки с нанесением припусков, напусков штамповочных уклонов, радиусов, знаков под прошивку. Затем проектируется штамп.

Исходной заготовкой для объемной штамповки служит сортовой прокат (круг, квадрат, прямоугольник и т.д.). Для штамповки сложных наковок используют многоручьевые штампы, включающие калибры заготовительных ручьев и окончательный ручей. Часто применяют периодический прокат в массовом производстве.

На последнем этапе часто проводят отделочные операции: калибровку, термообработку, галтовку, зачистку и т.д.

2.4.6 Холодная штамповка (ХШ).

Холодная штамповка производится без нагрева заготовок. Ее подразделяют на объемную (из сортового проката) и листовую (из листа).

Объемная холодная штамповка экономичный, производительный технологический процесс в основном тел вращения. Этим способом изготавливают детали ограниченных размеров (сталь до \varnothing 80мм, медь и алюминий до \varnothing 200мм), т.к. высокое сопротивление деформированию в холодном состоянии. К холодной объемной штамповке относятся выдавливание, высадка, формовка.

При листовой штамповке деформируются заготовки из листа, полос, лент, труб. Технологические операции производятся последовательно, придавая постепенно заготовке форму и размеры окончательной детали. Операции делятся на разделительные и формоизменяющие, при которых получают наибольшее формоизменение заготовки без ее разрушения. Необходимо произвести правильную раскрой с минимумом отходов при вырубке.

Рассматривая формоизменяющие операции (гибку, вытяжку, формовку, отбортовку, обжим и т.п.) необходимо учитывать ограниченное предельное формообразование, технологические возможности каждой операции, критическую степень деформации.

При гибке в заготовке действуют сжимающие и растягивающие напряжения, тем больше, чем меньше отношение радиуса гибки к толщине металла, что может привести к разрушению металла.

При вытяжке полых изделий усилие, действующее на дно, вызывает в остальной части растягивающие напряжения в радиальном направлении и сжимающие – в тангенциальном. Сжимающие напряжения приводят к складкообразованию (гофры), растягивающие – к отрыву дна. Усилие, необходимое для вытяжки, увеличивается с увеличением отношения диаметра заготовки к диаметру вытягиваемого изделия. Это отношение называется коэффициентом вытяжки и оно не должно превышать предельного значения.

При формовке формоизменение происходит за счет местного утонения (формовка, отбортовка, раздача) или утолщение (обжим) листового материала. В первом случае может быть разрушение, во втором образование складок. Для каждой операции необходимо учитывать предельный коэффициент формообразования.

Листовую штамповку производят на механических прессах, специализированных гидравлических прессах с использованием сложных по конфигурации, конструкции штампов, изготовленных из высоколегированных дорогостоящих сталей. Они состоят из пуансона, матрицы, механизма подачи заготовок, удаления деталей и отходов. Они часто изготавливаются одинарного – двойного - тройного действия. Окупаются подобные штампы при изготовлении больших партий изделий.

При изготовлении небольших партий изделий применяют безпрессовую штамповку: взрывом, импульсным магнитным полем, электрогидравлическим ударом, пневматическим ударом. Нагрузка носит импульсный характер.

Все работы, связанные с ковкой, штамповкой, имеют повышенную опасность больших усилий, быстроходности.

2.4.7 Специализированные процессы ОМД.

Это изготовление периодического по сечению проката, гнутых профилей, прокатки и накатки зубчатых колес, шлицов, прокатки шаров, прокатки в газозащитных средах, в вакууме.

2.5 Основы технологии сварочного производства

2.5.1 Физические основы получения сварочного соединения.

Сварка – это получение неразъемных соединений заготовок в результате образования связей на атомно-молекулярном уровне, как в свариваемом металле (материале). Свойства металла в сварном шве, околошовной зоне должны быть почти такими же, как в свариваемом металле.

Сварку возможно производить плавлением, давлением и комбинированными способами.

Сварка в твердом состоянии возможна при отличной подготовке поверхности (полировка, снятие окисных пленок, различных загрязнений) и при приложении к заготовкам значительного давления для смятия оставшихся неровностей вытеснения из зоны сварки окислов. Пластичные материалы (Pb, Zn, Al, Cu и др.) свариваются давлением без нагрева (холодная сварка), стали, сплавы титана, молибдена и т.д. необходимо нагревать, чтобы устранить наклеп, повысить пластичность и исключить разрушение.

При сварке плавлением общие силы межатомного взаимодействия возникают между заготовками вследствие кристаллизации жидкого металла в совместной сварочной ванне. При этом атомы жидкого металла оседают на поверхности частично оплавленных кристаллов и устанавливается связь между твердой и жидкой фазами. Жидкую фазу в сварочной лунке получают за счет

расплавления основного и присадочного металла с помощью мощного источника теплоты. Сварку плавлением подразделяют на электродуговую, газовую, плазменную, электрошлаковую, электронно-лучевую, лазерную.

Следует помнить, что структура сварного шва, околошовной зоны отличаются от структуры основного свариваемого металла, т.к. происходит кристаллизация расплавленного металла в специфических условиях, металл околошовной зоны подвергается термообработке. В результате возможно образование дефектов и свойства сварного соединения отличаются от свойств основного металла. Разные металлы и сплавы в результате обладают различной свариваемостью.

Следует знать, что свариваемость металлов резко снижается, если свариваемые поверхности некачественно подготовлены, не удалены загрязнения, влага, масла, окалина и ржавчина, сварная лунка не защищена от газов атмосферы.

2.5.2 Способы сварки плавлением.

Прежде всего, необходимо усвоить сущность электрической дуги, ее свойства. Дуга возникает между электродами, соединенными с источником тока при наличии между ними ионизированного газа, паров металла, солей и т.д. Ионизация пространства вначале происходит за счет эмиссии электронов с катода, возникающей после замыкания, разогрева и отвода электродов на расстояние 3-6 мм. Тепловая мощность дуги зависит от силы тока, напряжения, длины дуги; ее регулируют изменяя вольтамперную характеристику источника питания. Источники питания электрической дуги (трансформаторы, генераторы, выпрямители) должны обеспечивать стабильное горение дуги при напряжении до 70В, регулирование тока, постоянство тока при изменении длины дуги, выдерживать короткое замыкание.

При ручной сварке возбуждение дуги, перемещение электрода осуществляет сварщик. Защита металла расплавленной сварочной лунки от вредного воздействия атмосферы осуществляется при расплавлении и разложении покрытия электрода. В состав обмазки входят CaO , SiO_2 , TiO_2 , CaF_2 , CaCO_3 , соли щелочноземельных металлов, легирующие, раскислители, стабилизаторы. Для сварки различных металлов и сплавов применяют электроды разного химсостава с разными составами покрытий.

К основным технологическим параметрам при ручной дуговой сварке относятся диаметр электрода, сила сварочного тока, которые выбирают по толщине свариваемого металла. Однако сила тока при ручной сварке ограничивается из-за чрезмерного нагревания электрода и осыпания обмазки, что снижает производительность труда. Сварку можно вести во всех пространственных положениях (вертикально, горизонтально, потолочно).

С целью повышения производительности труда была разработана и внедрена автоматическая дуговая сварка под слоем флюса. Сварку ведут непокрытой обмазкой проволокой с пониженным содержанием вредных примесей. Сварочный ток может достигать 2000А. Подача проволоки в дугу,

регулирование режима сварки (J , U , $U_{св}$) ведутся автоматически. Необходимо знать, что сварка под слоем флюса ведется в серийном и массовом производстве при получении протяженных швов. Производительность труда увеличивается до 20 раз при автоматической сварке, до 10 раз при полуавтоматической сварке под слоем флюса. Одним недостатком этой сварки является то, что невозможно сваривать вертикальным и потолочным швами.

При сварке в среде защитных газов расплавленный металл сварочной лунки от взаимодействия с окружающей средой защищается инертным газом – аргоном или активным углекислым газом. Инертные газы обеспечивают химическую однородность металла шва и заготовки, но они дороги и применяются, как правило, для сварки легированных сталей, сплавов на основе Cr, Ni, Al, Mg и т.п. Сварку ведут плавящимся и неплавящимся электродом, изготовленным из W, WMo. Сварку металла можно вести от толщины 0,1 мм и выше.

Более дешевый газ (CO_2) используют для сварки углеродистых и низколегированных сталей. В связи с тем, что CO_2 при высоких температурах диссоциирует с образованием атомарного кислорода, в состав электродной проволоки вводят повышенное содержание раскислителей (Mn, Si, Al и др.).

Сварку в среде защитных газов можно вести во всех пространственных положениях. Электродная проволока имеет \varnothing от 1 до 3 мм. Плотности тока очень высокие.

При сварке плазменной струей необходимо знать, что плазма – струя ионизированного газа с температурой от 6000 до 30000°C. Для получения плазмы используются плазмотроны, где через дуговой разряд, размещенный в узком канале продувают газ (Ar_2 , N_2 , воздух, H_2 и др.). Плазменная струя может быть совмещена с дугой и выделенной от дуги. Плазму применяют для сварки, резки, напыления любых металлов.

Электрошлаковая сварка производится в шлаковой ванне. Теплота выделяется при прохождении тока через жидкий шлак и металл, кромки заготовок оплавляются вместе с присадочной проволокой, постепенно заполняя промежуток между свариваемыми заготовками за один проход с высокой производительностью. Сварку можно вести только в вертикальном положении для соединения деталей большой толщины (более 30 мм).

Сварка электронным лучом (поток сфокусированных электронов) производится за счет превращения кинетической энергии электронов в тепловую. Температура может достигать более 6000°C. Можно получать швы минимальной толщины и ширины без искажения формы заготовки. Электроннолучевой сваркой обеспечивается высокое качество соединений любых металлов (тугоплавких, химически активных, легко окисляемых).

Газовая сварка заключается в том, что свариваемый металл и присадочная проволока расплавляется за счет теплоты, выделяемой при сгорании горючего газа в смеси с кислородом. Газовое пламя может быть восстановительным, нейтральным и окислительным, т.е. может защищать зону расплавленного металла от влияния атмосферы. Нагрев газовым пламенем происходит более

плавно, чем электрической дугой, поэтому можно сваривать металл малой толщины. Газовая сварка мобильна, качественна. Она применяется при ремонтных работах, в полевых условиях.

Стали сваривают только в ацетиленовом (C_2H_2) пламени, более легкоплавкие металлы можно сваривать с помощью других газов (CH_4 , C_2H_6 , H_2 и т.д.).

Резка металла происходит вследствие его расплавления, часто с окислением и удалением продуктов с места резки выдуванием газом. Газокислородная резка возможна при условии:

- температура плавления металла выше температуры его воспламенения в кислороде;
- температура плавления образующихся окислов ниже температуры плавления металла;
- образующие окислы жидкоподвижны и могут выдвигаться из места реза;
- теплота, выделяющаяся при горении металла, достаточна для непрерывного процесса резки.

Этим условиям соответствуют углеродистые, низколегированные, среднелегированные и некоторые высоколегированные стали. Стали, содержащие большие количества Cr, Al, Ni, чугуны практически не режутся газокислородным способом. Этим условиям не соответствуют также Al, Cu и их сплавы. Для их резки применяют плазменную, воздушно-дуговую, кислородно-флюсовую резку.

2.5.3 Способы сварки давлением.

Одним из распространенных способов сварки давлением является электроконтактная сварка. Металл подогревают электрическим током до плавления, а затем сдавливают для обеспечения совместной пластической деформации. Контактную сварку подразделяют на стыковую, точечную, шовную (роликовую), рельефную.

Стыковой сваркой получают неразъемные соединения из труб, рельсов, круга и других деталей, подобных стержням. Стыковая сварка сопротивлением производится для небольших заготовок, оплавлением – для более крупных заготовок. Металл при прохождении тока доводится до плавления или полного оплавления, а затем сдавливается. В совместной пластической деформации участвуют расплавленный, разогретый твердый металл и происходит соединение на атомном уровне.

Точечная сварка предназначена для негерметичного соединения листовых заготовок собранных внахлестку, нагретых электрическим током и сжатых электродами. Максимальный нагрев происходит в месте контакта между

заготовками, где образуется расплавленное ядро. После сжатия получается плотный металл в точке.

Шовная (роликовая) сварка применяется для получения герметичного, непрерывного шва при соединении листовых заготовок. Необходимо помнить, что для получения качественного соединения необходимо тщательно готовить поверхности, очищая от загрязнений, окалина, влаги, масел и подбирая режимы сварки (силу тока, давления, время). Металл не должен расплавляться на всю толщину, чтобы не было выбросов жидкого металла.

Контактная сварка практически не имеет недостатков; высокопроизводительна, поддается автоматизации, у швов отличное качество. Появляются трудности только при сварке очень тонких листов металла. Для этого используется сварка аккумулированной энергией с накоплением ее в конденсаторе и порционном использовании.

Диффузионная сварка основана на диффузии материалов в глубоком вакууме при температуре рекристаллизации низкоплавкого материала с приложением небольшого давления. Нагрев ведется ТВЧ, электронным лучом. Свариваются любые материалы даже разнородные (металл – графит и т.д.).

Ультразвуковая сварка относится к процессам, используемым давление, нагрев и взаимное трение. Давление не вызывает пластической деформации, нагреваются материалы до 200-300°С в небольших слоях, что не производит структурных изменений. Ультразвуком можно сваривать любые металлы и сплавы, материалы.

Сварка трением производится за счет выделения тепла при взаимном перемещении заготовок с большой скоростью вращения и последующего их сжатия. Сваривать можно любые металлы.

Холодная сварка производится сближением поверхности с применением больших усилий. Свариваемые поверхности должны быть идеально чистыми. Свариваются материалы с большой пластичностью Al, Cd, Pb, Zn, Cu, Ni и др.

Сварка взрывом основана на использовании взрыва. Свариваемые поверхности тщательно очищаются, укладываются на жесткую опору и с помощью взрывчатки сближаются. В течение микросекунд материалы соединяются. Сваривать можно любые материалы, плакировать.

При газопрессовой сварке заготовки нагреваются газовым пламенем и сжимаются, что удобно при ремонтах в полевых условиях.

Все реже встречается кузнечная сварка. Металл нагревается в горне, газом, а затем соединяется с помощьюковки.

2.5.4 Основы технологии сварки металлов и сплавов.

Металл сварной ванны находится в окружении массы металла, вследствие этого происходит быстрое и направленное охлаждение металла сварного шва, а в металле, прилегающем ко шву, происходят структурные изменения в результате высокого нагрева и охлаждения. При кристаллизации сварной шов испытывает растяжение, т.к. холодные зоны препятствуют усадке. Вследствие этого в шве могут возникать горячие трещины. Легкоплавкие примеси, большое

количество неметаллических включений, газовая сыпь, большой интервал кристаллизации увеличивают вероятность образования трещин.

При дальнейшем охлаждении в сварном соединении накапливаются напряжения от неравномерного разогрева изделия при сварке. Эти напряжения могут вызвать пластическую деформацию, коробление, а при критической деформации – холодные трещины, которые чаще всего возникают в околошовной зоне у высокоуглеродистых и легированных сталей, когда металл претерпевает закалку. В сварных швах могут образовываться дефекты: газовые раковины, поры, неметаллические включения, укрупнение и разупрочнение зерна шва и околошовной зоны. Различные металлы и сплавы имеют разную склонность к образованию дефектов, т.е. разную свариваемость, которая может быть хорошей, удовлетворительной и плохой. Свариваемость металлов и сплавов зависит от содержания углерода, легирующих элементов, газов. Для улучшения свариваемости высокоуглеродистых легированных сталей, сплавов применяют технологические приемы: изделия подогревают, производят многослойную сварку, производят отпуск, в сварочную проволоку добавляют упрочняющие модифицирующие элементы.

При сварке чугуна, который очень плохо сваривается, его нагревают до 800-900°С, используют аустенитные медь-никель содержащие электроды.

При сварке алюминиевых сплавов борются с образованием Al_2O_3 , медьсодержащих сплавов – с образованием Cu_2O , являющейся причиной образования трещин, и насыщением водородом.

При сварке титана и его сплавов, молибдена шов защищают от H, N, O, C. Эти элементы резко снижают все их механические свойства, уменьшают трещиностойкость.

При изучении сварки цветных металлов и сплавов изучите мерки, предотвращающие образование дефектов.

2.5.5 Пайка металлов и сплавов.

Пайка металлов осуществляется с помощью припоев, которые вводятся между нерасплавляемыми заготовками и температура плавления которых ниже, чем у соединяемых заготовок. Технология пайки состоит из удаления загрязнений, окисных пленок, воды, масел, подгонки заготовок, их нагрева до температуры близкой к температуре плавления припоя, расплавления припоя, его растекания за счет капиллярных сил, охлаждение и кристаллизация. Основные соединения стыковые и внахлестку. Последние применяются для ответственных и герметичных изделий. Паять можно любые металлы и сплавы. Прочность пайки зависит от физико-химических и диффузионных процессов, протекающих между припоем и основным металлом. Разберитесь в капиллярной и диффузионной пайке. Проанализируйте контактно-реактивную, реактивно-флюсовую пайки, пайку-сварку, сварку-пайку. Обратите внимание на область применения способов пайки и материалы: паяльные флюсы и припой, способы нагрева.

Запомните, что припои – это сплавы цветных металлов сложного состава и они делятся на: особо легкоплавкие ($t_{пл} \leq 145^\circ\text{C}$), легкоплавкие ($145-450^\circ\text{C}$), среднеплавкие ($450-1050^\circ\text{C}$), тугоплавкие ($>1050^\circ\text{C}$). Разберитесь, для чего нужны флюсы.

2.5.6 Контроль качества сварных и паяных соединений.

Запомните, что дефекты в таких соединениях бывают наружные (видимые) и внутренние.

Наплывы, надрезы, видимые непровары, несплавления, поры, трещины – внешние дефекты. К внутренним дефектам относятся – скрытые трещины, поры, внутренние непровары, несплавления, шлак, инородные тела. Следует уяснить, что контроль за качеством сварной и паяной продукции должен быть пооперационный: материалов, заготовок, технологического процесса и окончательная приемка бригадиром, мастером, ОТК. Он может быть визуальным, с помощью приборов и инструментов с применением химии, микроскопов и другого оборудования.

Методы контроля: керосиновая проба, давлением, вакуумом, ультразвуком, магнитной дефектоскопией, жестким излучением, гидравлические, пневматические, люминесцентными жидкостями, красками и др.

2.5.7 Охрана труда и природы.

Основные причины несчастных случаев связаны с поражением электрическим током, воздействием излучения электродуг и выделения вредных газов и паров, ожоги расплавленным и горячим металлом. Обратите особое внимание на ТБ при работе с ацетиленом и др. взрывоопасными газами. Необходима вентиляция у мест работы сварщиков, газорезчиков.

2.6 Технология обработки конструкционных материалов резанием

Механическая обработка занимает важнейшее место среди технологических этапов производства деталей, машин. Трудоемкость мехобработки от всей трудоемкости изготовления машины составляет обычно 30-50%. Технология мехобработки постоянно совершенствуется, уменьшается шероховатость, повышаются требования к качеству, надежности изделий, внедряются новые конструкционные материалы.

Обработка резанием связана с удалением с заготовки части материала. Чем меньше припуска на мехобработку, тем меньше теряется материала, тем выше производительность и экономичнее производство. Знание технологических процессов обработки (резанием, пластическим деформированием, физико-химическими методами и т.д.) является основой для создания совершенных машин, приборов.

Технологический метод обработки заготовки характеризуется следующими основными признаками:

- видом энергии, используемой при мехобработке и физико-химической сущностью процесса;
- характером воздействия инструмента на заготовку;
- схемой обработки, оборудованием, оснасткой, инструментом.

2.6.1 Физические основы обработки металла резанием.

В практике мехобработки используют разнообразные методы получения обрабатываемой поверхности, в основном – сочетание движений поступательного и вращательного. Результирующее движение будет сложным рабочим движением. Наиболее часто встречающиеся поверхности: цилиндрические, конические, плоские, винтовые, шаровые, эвольвентные и другие более сложные поверхности. Обработка связана с движением заготовки и инструмента. Различают рабочее движение и движение резания. К ним относятся главное движение и движение подачи. Главное движение определяет скорость деформирования и отделения стружки, движение подачи – движение резания. На заготовке выделяют обрабатываемую, обработанную поверхности, и поверхность резания. Образование поверхностей реализует четыре основных методов деформирования:

- 1) по методу копирования;
- 2) по методу следов;
- 3) по методу касания;
- 4) по методу обкатки.

При изучении схем обработки уясните режимы резания и их размерность, геометрию срезаемого металла, уясните определения. Качество обрабатываемой поверхности зависит от шероховатости и точности ее формы, физико-механических свойств (наклеп, микроструктура, остаточные напряжения и др.).

Хорошо разберитесь с конструкцией режущего инструмента на основе токарного проходного резца, углами заточки, в каких плоскостях измеряются и затачиваются инструменты.

Ознакомьтесь с сущностью резания как многофакторного процесса упруго-пластического деформирования металла, состоящего из врезания в материал, резания, деформирования срезаемого слоя, нагревом стружки и инструмента. От режимов резания зависят контактные нагрузки на рабочих поверхностях инструмента, интенсивность и характер износа, качество поверхности, точность обработки. Следует обратить внимание на качество стружки, которая может быть сливной, скалывания, надлома. Необходимо понять влияние сил резания

на качество обработки, образования нароста на инструменте, который является упрочненным (наклепанным) обрабатываемым материалом, образовавшимся на режущей кромке резца. Нарост образуется в результате определенных режимов резания, углов инструмента, свойств металла и играет как положительную, так и отрицательную роль.

Необходимо понять связь между скоростью резания и стойкостью инструмента, качеством поверхности, снижения энергетических затрат. Уясните, для чего применяются смазывающие – охлаждающие жидкости (меньше затрачивается энергии на врезание, деформирование, лучше отводится тепло от металла стружки инструмента, повышается качество обработки). Уясните, что такое СПИД (станок - приспособление – инструмент – деталь) и как влияет жесткость этой системы на качество изделий.

Изучение инструментальных материалов следует начать с условий, в которых они работают (высокая температура, износ, большие контактные нагрузки, удары). Изучите от простого к сложному: углеродистые, легированные инструментальные стали; быстрорежущие стали; твердые сплавы на основе карбидов, нитридов, боридов W, Ti, Ta, Mo, Co; минерало- и металлокерамику; алмазы, борсилокарбид, эльбор, славутич и другие, увязав с особенностями высокопроизводительной механической обработкой.

2.6.2 Сведения о металлорежущих станках.

Классификация металлорежущих станков построена на общности технологического метода обработки деталей. Станки делятся на 9 групп, 9 типов и типоразмеров. Это токарные, сверлильные, шлифовальные, доводочные, зубообрабатывающие, фрезерные, строгальные, разрезные, разные, комбинированные и резервные.

Изучите приводы и основные механизмы станков, их кинематику, условные обозначения элементов передач и механизмов.

Поймите, что такое технологичность конструктивной формы деталей, под которой понимают совокупность свойств изделий, позволяющих изготавливать его рациональными технологическими методами, обеспечивая высокие эксплуатационные качества изделия при минимальных затратах материалов, труда, средств.

2.6.3 Обработка заготовок на токарных станках.

На токарных станках в основном обрабатывают тела вращения. Изучая устройство и кинематику токарно-винторезного станка необходимо разобраться в процессах обтачивания, растачивания, подрезки торцов, обработке криволинейных поверхностей, нарезке резьб, конусных поверхностей, зенкерования и развертывании. Полезно рассмотреть типы токарных резцов. При отношении $l/d > 10$ для уменьшения деформации применяются открытые и закрытые люнеты. Для закрепления заготовок используются трех-четырёх кулачковые патроны. При $l/d > 4$ детали центруются сверлом и поджимаются центрами (упорными, шаровыми, вращающимися и др.). Для обработки втулок,

пальцев используются оправки (конические, цанговые, упругие и др.). На токарных станках выполняют черновое и чистовое, скоростное и силовое резание.

Универсальные токарные станки применяют для обработки единичных деталей сложной формы или небольших партий деталей. Для повышения производительности труда при обработке больших партий заготовок используют токарно-револьверные станки, применяя большое число инструментов, обрабатывая сразу несколько поверхностей.

Тяжелые крупные заготовки с большим диаметром, малой высотой обрабатывают на токарно-карусельных станках.

На токарных полуавтоматах, автоматах обрабатывают крупные партии заготовок по отдельным операциям. Они могут быть одношпиндельными, многошпиндельными.

2.6.4 Обработка заготовок на сверлильных и расточных станках.

Сверлильные станки предназначены для получения отверстий в сплошном материале. Глухие и сквозные отверстия получают вращательным движением сверла. Резание сложное, подвод охлаждения и отвода стружки затруднены. На станках данной группы главное движение и движение подачи совершает режущий инструмент, с помощью которого производится сверление, рассверливание, зенкерование, развертывание, цекование, зенкование, нарезание резьбы.

Сверловка глубоких отверстий (пушки, цилиндры и т.д.) производится на горизонтальных радиально-сверлильных станках специальными головками с вымыванием стружки маслом или эмульсиями.

На радиально-сверлильных станках сверлят отверстия на разных расстояниях на крупных заготовках.

На агрегатных станках сверлят одновременно несколько отверстий разных диаметров.

На расточных станках выполняют сверление, развертывание, растачивание, обтачивание, подрезание торцов, нарезание резьбы, фрезерование и т.д. Детали крепятся к столу, угольником болтами. Инструменты закрепляют на патронах, оправках (консольных и двухопорных), используются люнеты.

На расточных станках обрабатывают крупные корпусные детали, растачивая параллельные и взаимоперпендикулярные отверстия, растачивают конические поверхности. На координатно-расточных станках обрабатывают отверстия с точностью до 0,001мм. На алмазно-расточных координатных станках обрабатывают детали с высокой точностью, малой шероховатостью, например блоки цилиндров двигателей.

2.6.5 Обработка заготовок на строгальных, долбежных и протяжных станках.

Процесс строгания, долбления и протягивания является прерывистым с рабочим и холостым ходом, т.е. возвратно-поступательным. На строгальных и

долбежных станках заготовка обрабатывается резцами, на протяжном – многолезвийным инструментом – протяжкой. Каждый следующий зуб протяжки имеет больший размер по сравнению с предыдущим и срезает стружку небольшой толщины. Можно протягивать наружными и внутренними протяжками цилиндрические, многогранные, шлицевые, шпоночные зубчатые колеса наружного и внутреннего зацепления.

На долбежных станках кроме разных внутренних и наружных поверхностей, пазов можно нарезать мелкий зуб.

Нужно знать продольно и поперечно строгальные станки.

2.6.6 Обработка заготовок на фрезерных и зуборезных станках.

Фрезерование – это обработка поверхностей любой формы на заготовках многолезвийным инструментом – фрезами, которые бывают цилиндрические, торцевые, концевые, дисковые, угловые, шпоночные, фасонные и др.

Фрезерование бывает встречное и попутное. Станки бывают горизонтально и вертикально фрезерные, продольно-фрезерные, комбинированные, непрерывного действия. Заготовки крепят к столу болтами, прихватами, тисами, фрезы устанавливают в патроны, на оправки.

Важной частью любого фрезерного станка является делительная головка для периодического поворота заготовок на требуемый угол, для непрерывного вращения при фрезеровании винтовых канавок. Ознакомьтесь с настройкой станков на непосредственное, простое и дифференциальное деление.

На копировально-фрезерных станках обрабатывают поверхности сложнейшего контура и профиля по копиру. Они снабжаются ЧПУ и работают по заданным программам.

На фрезерных станках возможно нарезать зубья с помощью модульных торцевых (концевых) и дисковых фрез.

На зубонарезных станках обрабатывают фасонные поверхности различного профиля, расположенные по окружности (в основном эвольвентного профиля). Различают два метода получения профилей: копирование и обкатку. При копировании используют модульные фрезы, при обкатке – червячные модульные фрезы.

Формообразование зубьев цилиндрического колеса возможно производить долбяком (прямозубым и косозубым).

Для нарезания конических зубчатых колес зубострогальные резцы применяют попарно. Резцы попеременно совершают возвратно-поступательные движения в направлении к вершине конусов.

2.6.7 Обработка на шлифовальных и отделочных станках.

Шлифование – это процесс обработки заготовок резанием с помощью абразивных кругов на больших скоростях. Абразивные зерна срезают металл, упрочняя поверхностный слой, нагревая его, приводя к структурным превращениям. Чтобы уменьшить эти воздействия, процесс шлифования производят при обильной подаче смазочно-охлаждающей жидкости.

Шлифование применяется для чистовой и отделочной обработки деталей с высокой точностью, малой шероховатостью. Для закаленных сталей, твердых сплавов шлифовка один из важнейших способов обработки. При шлифовании необходимо вращение круга и перемещение во всех координатах. Разберитесь в скорости резания, подаче, глубине резания.

Схемы шлифования: плоское и круглое (наружное и внутреннее). Способы обработки – врезное, глубинное, уступами.

Шлифовальные круги классифицируются по геометрии, роду и сорту абразивного материала, зернистости, связке, твердости, строению. Абразивные материалы: корунды белые и легированные, порошки карбидов, нитридов, боридов, круги с алмазным покрытием. Шлифовальные круги необходимо править алмазными правками. На заводах шлифовальные круги дополнительно пропитываются бакелитовым лаком, сушатся, испытываются и балансируются.

Поставляются шлифовальные станки следующих типов: плоско- и круглошлифовальные, бесцентро-шлифовальные, резьбошлифовальные, ленточно-шлифовальные, заточные станки.

С развитием точного машиностроения, уменьшения шероховатости, повышения КПД машин внедряются отделочные операции:

- Тонкое обтачивание резцами на больших скоростях и малых подачах.
- Тонкое растачивание.
- Тонкое шлифование мягким мелкозернистым кругом на больших скоростях и малых подачах.
- Полирование заготовок полировальными кругами.
- Абразивно-жидкостная отделка.
- Гидровиброабразивная отделка.
- Притирка поверхностей.
- Хонингование – получение поверхностей особой точности и малой шероховатости с приданием определенного микропрофиля.
- Суперфиниширование.
- Отделочная – зачистная обработка.
- Зубошлифование, зубопритирка.
- Обкатывание и раскатывание, вибронакатывание.
- Алмазное выглаживание.
- Калибровка отверстий.
- Накатывание резьб, шлицевых валов и зубчатых колес.
- Накатывание рифлений, клейм, знаков.

При изучении сущности и схем отделочных методов следует обратить внимание на физико-химические особенности процессов, происходящих при полировании и притирке, хонинговании и суперфинишировании.

2.6.8 Электрофизические и электрохимические методы обработки металлов.

Эти методы применяют для обработки весьма прочных, вязких, хрупких и неметаллических материалов. Обеспечивается непрерывность процесса на всей обрабатываемой поверхности, получается малая шероховатость, высокая производительность и автоматизация.

Электрофизические и электрохимические методы:

- 1) Электроэрозия (электро-искровая, импульсная, контактная).
- 2) Электрохимическая обработка (электрохимическая, анодно-механическая).
- 3) Химическая (химическая, химико-механическая).
- 4) Импульсно-механическая (ультразвуковая, электрогидравлическая).
- 5) Лучевая (светолучевая, электроннолучевая).
- 6) Взрывная.
- 7) Комбинированные (электроабразивная, электроалмазная, электрохимическая).

В основу электроискрового, электроимпульсивного и электроконтактного методов положено явление электрической эрозии – местного разрушения электродов при пропускании между ними импульсивного электрического тока.

В основу электрохимических методов обработки положено явление электролиза (анодного растворения материала в среде электролита под действием постоянного электрического тока). Внимательно изучите принцип и схемы электрохимической размерной обработки, электрохимического полирования, электроабразивного и электроалмазного шлифования и доводки.

При ультразвуковой и электрогидравлической обработке разрушение металла осуществляется абразивными зёрнами, которые во взвешенном состоянии ударяют по поверхности под действием колеблющегося инструмента. Этими методами обрабатывают хрупкие твердые материалы: стекло, керамику, кварц, драгоценные материалы, титановые и вольфрамовые сплавы и т.п.

Электронно-лучевая обработка основана на нагреве и испарении материала (рубина, полупроводников и т.д.)

При свето-лучевой (лазерной) обработке нагрев и испарение материала происходит под действием фотонов, сфокусированных системой оптических линз. Источником фотонов служит квантовые генераторы.

При обработке взрывом используется взрывная волна, энергия взрыва.

2.6.9 Механизация и автоматизация технологических процессов механической обработки.

Механизация и автоматизация процессов механической обработки является одним из направлений повышения производительности труда. Используется высокопроизводительное оборудование, механизмируются вспомогательные производства.

Различают три основные ступени автоматизации производства:

- 1) Автоматизация рабочего цикла технологического оборудования, создание станков-автоматов.
- 2) Автоматизация систем машин – создание автоматических линий.
- 3) Комплексная механизация всего комплекса производства изделий с внедрением станков с ЧПУ, автоматических систем управления ЭВМ – создание цехов и заводов автоматов.

Автоматизация технологического оборудования предусматривает механизацию рабочих и холостых ходов и системы управления с запрограммированной последовательностью цикла обработки.

На станках-автоматах управление циклом обработки осуществляется системой «Вал-кулачек». Для управления автоматическими линиями применяют электрические, гидравлические, пневматические и электронные устройства с применением программного управления. Это обеспечивает обработку сложных поверхностей путем управления траектории движения режущего инструмента во всех координатах, позволяет производить смену режущего инструмента и т.д.

2.6.10 Охрана труда и техника безопасности в механических цехах.

Она связана с тем, что на оборудовании много вращающихся частей, разлетается стружка, абразивы, на станках устанавливаются электродвигатели.

Рабочие должны быть обеспечены облегчающей спецодеждой, очками, головными уборами. Запрещается работать на станках без ограждений, замерять детали во время вращения. Станки должны быть заземлены.

При электроискровых, электроимпульсных, электрохимических, электрофизических методах обработки деталей рабочие должны быть обучены электробезопасности, так как токоведущие части находятся под большим напряжением. Должна работать приточно-вытяжная вентиляция.

2.7 Технология производства заготовок и деталей машин из неметаллических материалов

Развитие физики, металлургии и особенно химии позволило получать новые материалы, которые используются для изготовления конструкций машин, их защиты от коррозии, высоких и низких температур и т.д.

К неметаллическим материалам относятся: различные виды пластических масс; композиционные материалы на неметаллической основе; резины и каучуки; клеи и герметики; графит; стекло; керамика.

Эти материалы нашли и находят все большее применение в различных отраслях машиностроения.

2.7.1 Технология изготовления изделий из пластмасс.

Пластические массы – это высокомолекулярные соединения природного или искусственного образования, основой которых служат полимеры. Необходимо разобраться в классификации полимеров по составу, форме макромолекул, фазовому состоянию, полярности, отношению к нагреву. Значительное влияние на поведение пластмасс оказывает теплота, под действием которой меняется фазовое состояние.

Принята следующая классификация переработки пластмасс:

- 1) Переработка в вязкотекучем состоянии прессованием, литьем под давлением, экструзией.
- 2) Переработка в высокоэластичном состоянии вакуумной формовкой, штамповкой.
- 3) Переработка в твердом состоянии штамповкой и резанием.
- 4) Переработка в жидком состоянии.

Разберитесь с карболитами, волокнитами, асбоволокнитами, стекловолонитами, гитенаксами.

Обратите внимание на производство деталей массового производства из полиэтилена ($-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$), полипропилена ($-\text{CH}_2-\text{CHCH}_3-$)_n, полистирола ($-\text{CH}_2-\text{CHC}_6\text{H}_5-$)_n, фторпласта ($-\text{CF}_2-\text{CF}_2$)_n, поливинилхлорида-винипласта ($-\text{CH}_2-\text{CHCl}$)_n, полиамидов (капрона-нейлона) ($-\text{NH}-\text{CO}-\text{CH}_{2m}-\text{HN}-\text{CO}-$ (CH_2)_n-), полиуритана ($-\text{NH}-\text{COO}-$)_n и т.д. Обратите внимание на органическое стекло.

Разберитесь с термопластичными и термореактивными пластмассами.

2.7.2 Композиционные материалы (КМ).

К.М.- это материалы, состоящие из 2-х и более компонентов, которые, как правило, армированы. Детали из композитов изготавливают после изучения прилагаемых нагрузок, условий работы и др. параметров. Армирование производят по схеме расположения нагрузок. К.М. применяются в авто-судо-самолето-ракетостроении, в строительстве, химической промышленности.

Композиты состоят из:

- связующих (полиэфир, фенолы, эпоксидные смолы, полиамиды и т.д.)
- наполнителей (порошки, волокна, усы, кристаллы, бумага, стекловолокно, ткань и т.д.)
- армирующих (металлические волокна, проволока, ткани графита, усы кристаллов, нити капрона, лавсана и т.д.).

К.М. по виду упрочнителя классифицируются на: стекловолокниты; карбоволокниты (с углеродными волокнами); борволокниты; органоволокниты.

2.7.3 Изготовление деталей из резины.

Резина – продукт вулканизации смеси каучука и серы с различными добавками. От количества серы зависит эластичность резины. В состав резины входят следующие материалы:

- каучук (НК и СК);
- вулканизирующие вещества (S, Se и др.);
- ускорители вулканизации (ZnO, PbO, полисульфиды);
- противостарители (парафин, воск и др.);
- мягчители (пластификаторы);
- наполнители (сажа углеродистая, сажа кремний-кислотная, ZnO, мел, тальк, регенерат резины);
- красители.

Изучите технологию изготовления резины (прессование, литье под давлением, непрерывное выдавливание, наслаивание), применяемое оборудование, оснастку. Ознакомьтесь с изготовлением резинотканевых изделий (текстропные ремни, ленты, шланги и т.д.).

Ознакомьтесь с резинами специального назначения (маслобензостойкие, теплостойкие, морозостойкие, износостойкие, электротехнические).

2.7.4 Клеящие материалы и герметики.

Клеи и герметики – это растворы и расплавы полимеров и неорганических веществ, которые наносятся на поверхности материалов для их соединения. Ознакомьтесь с классификацией клеев по пленкообразующему веществу, адгезионным свойствам, отношению к нагреву, условием отверждения. Разберитесь со смоляными и резиновыми клеями (ВК, БФ, УП, ПУ и др.).

Ознакомьтесь с неорганическими клеями: фосфатными, керамическими, силикатными.

2.7.5 Графит.

В последнее время графитовые изделия находят все большее применение в машино-самолето-ракетостроении в виде блоков, плиток, тканей, волокон и т.д. Графит не плавится, а при температуре 3700°C испаряется. Изготавливается синтетический графит из нефтяного кокса, каменноугольного пека.

Он применяется в металлургии, летательных аппаратах, ядерных реакторах, антифрикционных подшипниковых материалах и т.д.

2.7.6 Стекло неорганическое.

Неорганическое стекло – это затвердевший раствор – сложный расплав высокой вязкости кислотных и основных оксидов. Стекла могут быть силикатные, алюмосиликатные, боросиликатные, алюмоборосиликатные и др.

По назначению стекла делятся на: оптические, светотехнические, электротехнические, приборные, трубные, строительные, бытовые, зеркальные и др. Плотность стекла колеблется от 1,5 до 8 тн/м^3 .

Разберитесь с закалкой стекла, его упрочнением. Познакомьтесь со стеклом-триплексом, термопаном.

Необходимо знать о ситалах (стеклокристаллических материалах), которые получают с помощью управляемой кристаллизации и отличаются мелким кристаллическим строением. Из них изготавливают подшипники, детали двигателей, жаростойкие покрытия, детали радиоэлектроники, абразивов, фильер и т.д.

2.7.7 Керамика.

Керамика все больше внедряется в промышленность: металлургию, электронику, атомную промышленность, электротехническую промышленность, инструментальную промышленность и т.д.

Керамика бывает на основе окислов: Al_2O_3 , ZrO_2 , MgO , BeO , ThO_2 , UO_2 и т.д.

Применяется бескислородная керамика на основе карбидов (Me_xC_y), нитридов (Me_nN_m), боридов (Me_zB_c).

Разберитесь с нитридом бора (BN) – эльбором, карборудом (SiC), сульфидом молибдена MoS_2 .

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

По «М и ТКМ» выполняется 1 контрольная работа.

Выполняется вариант контрольной по последней цифре номера зачетной книжки. При окончании на «0» выполняется 10 вариант.

При выполнении контрольной работы произвольный выбор вопросов недопустим, изменять варианты нельзя. Ответы должны быть четкими, ясными, краткими, своими словами, с эскизами, схемами и чертежами. Страницы должны быть пронумерованы. Рисунки, схемы, чертежи иметь надписи и номера, в тексте должны быть на них ссылки.

На страницах должны быть поля. Объем работы ~ 20 страниц стандартной тетради. В конце – должен быть список литературы, год, месяц, дата выполнения работы и личная подпись.

После проверки студент обязан изучить замечания преподавателя, дать на них письменные ответы в конце тетради. Если работа не зачтена из-за замечаний, то работа дописывается или переписывается и отправляется на повторное рецензирование.

4 КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Вариант 1

1. Опишите основы строений и кристаллизации железа и стали: а) понятие о металлических сплавах; б) схема кристаллических решеток; в) кривая охлаждения железа и аллотропические превращения; г) первичная и вторичная кристаллизация.

2. Опишите технологию изготовления, отливок из серого чугуна в сырую песчаную форму вручную: а) сущность процесса и области применения; б) примерный состав и свойства формовочных и стержневых смесей и процессы, их приготовления; назначение модельного комплекта и опочной оснастки; последовательность изготовления литейной формы, заливки ее металлом, Выбивки отливки, обрубки и очистки ее; в) эскизы литейной формы, модели и стержневого ящика.

3. Опишите технологию изготовления поковок ковкой: а) сущность процесса и область примененияковки; влияниековки на структуру и механические свойства металла; б) виды исходных заготовок для изготовления поковок и принцип их выбора; в) эскизы и основные операции, применяемый инструмент и оборудование.

4. Опишите метод соединения заготовок пайкой: а) физическая сущность процесса, применяемые материалы и их свойства; б) способы и технология пайки; в) типы паяных соединений (эскизы), возможные дефекты и методы их обнаружения; в) преимущества и недостатки процесса пайки, области применения.

5. Опишите технологию получения изделий из термореактивных пластмасс (пресс-порошков) методом компрессионного (прямого) прессования: а) виды пресс-порошков, их свойства и области применения; б) схема и сущность прямого прессования; в) применяемые инструменты и оборудование; г) технологические режимы, прессования пресс-порошков.

6. Опишите сущность процесса резания и стружкообразования при обработке металлов резанием: а) схема процесса стружкообразования; б) виды стружек (эскизы) и условия их образования; в) силы резания, физическая сущность и влияние нароста, наклепа и смазочно-охлаждающих жидкостей на качество обработанных поверхностей.

Вариант 2

1. Опишите диаграмму состояния системы железо — углерод: а) чертеж диаграммы с указаниями на ней структурных составляющих железоуглеродистых сплавов; б) характеристика основных структурных составляющих железоуглеродистых сплавов; в) характеристика сплавов железа с углеродом и их основные свойства.

2. Опишите технологию изготовления мелких отливок из черно-сердечного ковкого чугуна в песчаных литейных формах, изготовленных машинной формовкой; а) сущность процесса и область применения способа литья; б) примерный химический состав чугуна, приготовление расплава, заливка форм металлом, затвердевание отливки, выбивка, очистка и обрубка литья; примерный график отжига отливок со структурой белого чугуна на структуру черносердечного ковкого чугуна; в) эскизы литейной формы с указанием особенностей технологии (питающие бобышки и прибыли, фильтровальные сетки и т. п.), структура ковкого черносердечного чугуна.

3. Опишите основные процессы прокатки металла: а) принципиальные схемы продольной и поперечно-винтовой прокатки, характер деформирования металла; б) сортамент проката; в) принципиальная схема и описание устройства прокатного стана, классификация прокатных станов, эскиз прокатных валков и технологическая схема получения сортового проката квадратного профиля.

4. Опишите методы термической разки металлов: а) способы резки, их сущность, преимущества и недостатки, области применения; б) схема газокислородной резки; в) используемые инструменты и оборудование; г) технология резки, возможные дефекты.

5. Опишите технологию получения изделий из термопластичных пластмасс методом литьевого прессования: а) виды термопластичных пластмасс, их состав, свойства, области применения; б) схема и сущность литьевого прессования; в) применяемые инструменты и оборудование; г) технологический режим литьевого прессования термопластичных пластмасс.

6. Опишите сущность технологического метода обработки поверхностей фрезерованием: а) схемы и сущность основных способов фрезерования, б) элементы режима резания при фрезеровании; скорость резания, подача, глубина резания и т.д.; в) режущий инструмент (эскиз), элементы и геометрия цилиндрической фрезы, материалы для изготовления фрез; г) технологические возможности метода и области применения.

Вариант 3

1. Изложите основные способы испытания металлов на растяжение и удар: а) эскизы образцов и схема испытаний на растяжение и удар; б) диаграмма растяжения малоуглеродистых сталей; в) основные показатели механических свойств.

2. Опишите технологию изготовления мелких стальных отливок литьем по выплавляемым моделям: а) сущность процесса и область применения способа; б) примерный модельный состав для изготовления выплавляемых моделей и состав огнеупорного покрытия; последовательность изготовления выплавляемых моделей с указанием сборки их в блоки, нанесения огнеупорного покрытия, сушки, выплавления моделей, фиксации оболочек в литейной форме, прокаливания тонкостенной неразъемной оболочки, заливки

металлом горячей литейной формы, затвердевания и охлаждения отливок, удаление керамики с поверхности отливок, отделение отливок от стояка, термической обработки, очистки и контроля отливок; в) эскизы литейной формы, подготовленной к заливке, выплавляемой модели, блока выплавляемых моделей с нанесенным огнеупорным покрытием и применяемого оборудования.

3. Опишите технологию изготовления штампованной поковки на горизонтально-ковочной машине: а) сущность способа и эскизы характерных поковок, штампуемых на горизонтально-ковочной машине; б) исходные заготовки и принцип их выбора; в) схема переходов штамповки, их описание, эскизы матрицы и блока пуансонов, кинематическую схему горизонтально-ковочной машины.

4. Опишите технологические особенности сварки сталей и чугунов: а) факторы, определяющие свариваемость; б) способы и особенности технологии сварки углеродистых и легированных сталей; в) способы и особенности технологии сварки чугуна.

5. Опишите технологию получения изделия из термопластичных пластмасс методом литья под давлением: а) виды термопластичных пластмасс, их состав, свойства и области применения; б) схема и сущность литья под давлением; в) применяемые инструменты и оборудование; г) технологический режим литья под давлением термопластичных пластмасс.

6. Опишите сущность технологического метода обработки поверхностей сверлением: а) схема и сущность процесса сверления; б) элементы режима резания при сверлении (скорость резания, подачу, глубину резания); в) режущим инструментом (эскизы), элементы и геометрия сверла; материалы для изготовления сверла; г) технологические возможности метода и области применения.

Вариант 4

1. Опишите отжиг сталей: а) виды отжига и их назначение; б) чертеж диаграммы состояния железо - углерод с указанием на ней зон нагрева стали при отжиге; в) превращения, протекающие в структуре стали 55 при полном отжиге.

2. Опишите технологию изготовления средних по массе отливок из высокопрочного чугуна в подсушенных песчаных литейных формах: а) сущность процесса и области применения; б) приведите примерный состав формовочных и стержневых смесей, примерный химический состав чугуна, плавку чугуна и подготовку его к заливке, технологический процесс изготовления отливки в подсушенной песчаной литейной форме; в) эскизы литейной формы с указанием особенностей технологии (питающие бобышки, фильтровальные сетки и т. п.), структура высокопрочного чугуна и применяемое оборудование.

3. Опишите технологию изготовления штампованной поковки на молотах и прессах: а) сущность процесса и основные способы горячей объемной

штамповки, области применения; б) схемы штамповки, детали типа кольца или ролика в открытых и закрытых штампах, исходные заготовки и требования к ним; в) эскизы и описание технологических операций получения заготовки, штамповки и отделочных операций для типовой штампованной поковки, применяемое технологическое оборудование.

4. Опишите способ автоматической дуговой сварки под флюсом: а) схема и сущность способа; б) применяемые материалы, инструмент и оборудование; в) технология сварки, возможные дефекты и методы контроля качества сварных соединений; г) преимущества и недостатки способа, области рационального применения.

5. Опишите технологию получения профилированных изделий из резины методом экструзии (выдавливания): а) виды резины, их свойства и области применения; б) схема и сущность процессы экструзии; в) применяемые инструменты и оборудование; г) технологические режимы процесса экструзии резины.

6. Опишите сущность технологического метода обработки поверхностей шлифованием: а) схемы и сущность основных методов шлифования; б) элементы режима резания при шлифовании; скорости резания, подача резания и т.д.; в) режущий инструмент (эскизы), характеристика абразивного материала; г) технологические возможности метода и области применения.

Вариант 5

1. Опишите процесс закалки углеродистых сталей: а) назначение и виды закалки; б) чертеж диаграммы состояния железо - углерод с указанием на ней зоны нагрева стали при закалке; в) характеристика микроструктуры и механических свойств стали при закалке деталей с различной скоростью охлаждения.

2. Опишите технологию изготовления крупных стальных отливок в сухих песчаных литейных формах: а) сущность процесса и области применения; б) примерный состав формовочных и стержневых смесей и химический состав литейной стали; в) последовательность изготовления крупных литейных форм и применяемое оборудование и оснастку, а также последовательность технологического процесса изготовления отливок; г) эскизы литейной формы, литейной оснастки и применяемого оборудования.

3. Опишите технологию изготовления деталей, получаемых холодной объемной штамповкой: а) сущность процесса, преимущества и недостатки, области применения; б) схемы и краткое описание основных разновидностей холодной объемной штамповки (выдавливания, высадки, формовки), материалы исходных заготовок и требования к ним; в) основные технологические операции в порядке их выполнения, оборудование для холодной объемной штамповки.

4. Опишите способ получения неразъемных соединений ручной электродуговой сваркой: а) схема и сущность способа; б) используемые

материалы, инструмент и оборудование; в) технология ручной дуговой сварки, возможные дефекты и методы контроля качества сварных соединений; г) преимущества и недостатки способа, область рационального применения.

5. Опишите технологию получения изделий из листовых пластмасс методом штамповки: а) виды листовых пластмасс, их свойства, состав, области применения; б) схемы и сущность основных методов штамповки пластмасс; в) применяемые материалы, инструменты и оборудование; г) технологические режимы процесса штамповки пластмасс.

6. Опишите сущность технического метода обработки поверхностей Точением: а) схемы и сущность процессов точения; б) элемента режимов резания при точении: скорость резания, подача, глубина резания и т.д.; в) режущий инструмент (эскизы), элементы и геометрия токарного, прямого проходного резца, материалы для изготовления резцов; г) технологические возможности метода и области применения.

Вариант 6

1. Опишите процесс отпуска углеродистых сталей: а) назначение и виды отпуска; б) чертеж диаграммы состояния железо-углерод с указанием на ней нагрева стали при отпуске; в) процессы, протекающие в микроструктуре, и изменение механических свойств закаленных сталей при отпуске.

2. Опишите технологию изготовления отливок из литейных бронз литьем по выплавляемым моделям и в оболочковые формы: а) сущность процесса и области применения; б) примерный состав формовочных и стержневых смесей и химический состав литейной бронзы; в) последовательность изготовления оболочковой формы и оболочковых стержней по горячим стержневым ящикам, а также сборка оболочковой формы, закалка ее металлом, отливка и чистка: особенности технологии и изготовления литейной формы; г) эскизы оболочковой формы и оболочковых стержней и применяемой литейной оснастки и оборудования.

3. Изложите физико-механические основы обработки металлов давлением: а) упругая и пластическая деформация металлов с точки зрения их кристаллического строения; б) влияние пластической деформации на структуру и свойства металла; в) пластичность и сопротивление деформированию, влияние на них условий протекания деформации.

4. Опишите способы получения неразъемного соединения контактной сваркой: а) схемы основных способов контактной сварки и необходимые к ним пояснения; б) используемое инструмент и оборудование; в) технология контактной сварки, возможные дефекты и методы контроля сварных соединений; г) преимущества и недостатки способов, области рационального применения.

5. Опишите технологию сварки термопластичных пластмасс: а) виды термопластичных пластмасс, их состав, свойства и область применения; б) схемы и сущность основных видов сварки пластмасс; в) применяемые

материалы, инструменты и оборудование; г) технологические режимы сварки пластмасс.

6. Опишите электроэрозионные способы обработки металлов: а) схемы и сущность основных электроэрозионных способов обработки; б) применяемые инструменты и оборудование; в) технологические возможности этих способов и области их применения.

Вариант 7

1. Опишите процесс нормализации углеродистых сталей: а) назначение нормализации; б) чертёж диаграммы состояния железо - углерод с указанием на ней границы нагрева стали при нормализации; в) характеристика микроструктуры и механических свойств сталей после нормализации.

2. Опишите технологию изготовления отливок из алюминиевых литейных сплавов литьем в кокиль: а) сущность процесса и области применения; б) последовательность подготовки кокиля к заливке и изготовления отливок литьем в кокиль, а также применяемые оснастка и оборудование; примерный состав теплоизоляционных покрытий, особенности плавки силуминов и подготовки расплава к заливке.

3. Опишите процессы обработки металлов прессованием и волочением: а) сущность процессов прессования и волочения, схемы прямого прессования сплошных и полых профилей, схемы волочения прутков и труб, краткое описание процессов; б) сортамент профилей, получаемых прессованием и волочением, области применения процессов; в) последовательность технологических операций при прессовании и волочении, исходные заготовки, применяемое оборудование.

4. Опишите способ получения неразъемных соединения электро-шлаковой сваркой: а) схема и сущность электрошлаковой сварки; б) применяемые материалы, инструмент и оборудование; в) технология сварки, возможные дефекты и методы контроля сварных соединений; г) преимущества и недостатки способа, область рационального применения.

5. Опишите технологию обработки пластмасс резанием: а) виды пластмасс, их состав, свойства и область применения; б) основные методы обработки пластмасс резанием их сущность; в) применяемые инструменты и оборудование; г) особенности технологического режима резания пластмасс.

6. Опишите электрохимические способы обработки металлов: а) схемы и сущность основных электрохимических способов обработки; б) характеристика применяемого, инструмента, оборудования и режимы обработки; в) технологические возможности способов, области применения.

Вариант 8

1. Вычертите диаграмму состояния железо - углерод и опишите структурные превращения чугуна с содержанием углерода 3,5% при

охлаждении его от жидкого состояния до 20°C. Приведите схему структуры этого чугуна при температуре 20°C; назовите и охарактеризуйте его структурные составляющие.

2. Опишите технологию изготовления отливок из магниевых сплавов литьем под давлением: а) сущность процесса и области применения; б) расплавление металла и подготовка расплава к заливке; подготовка пресс-формы к заливке и последовательность изготовления отливки на поршневых машинах литья под давлением с холодной горизонтальной камерой прессования; в) эскизы последовательности изготовления отливки и применяемого оборудования и оснастки.

3. Опишите процесс нагрева металлов перед обработкой давлением: а) назначение нагрева перед обработкой давлением; б) интервал температур нагрева углеродистых сталей (укажите его на диаграмме состояния железо - углерод), требования, предъявляемые к нагреву, и возможные дефекты при нагреве; в) способы нагрева, классификация нагревательных устройств и их эскизы.

4. Опишите технологические особенности сварки цветных металлов и их сплавов: а) факторы определяющие свариваемость; б) способы и особенности технологии сварки медных, алюминиевых, магниевых и титановых сплавов.

5. Опишите технологию получения металлокерамических изделий: а) виды металлокерамических материалов, их состав, свойства и области применения, б) схемы и сущность основных способов получения металлокерамических изделий; в) применяемые инструменты и оборудование; г) технологический режим процесса получения металлокерамических изделий.

6. Опишите лучевые (светолучевые и электронно-лучевые) способы обработки материалов: а) схемы и сущность лучевых способов обработки; б) характеристика применяемого инструмента, оборудования и режима обработки; в) технологические возможности способов, их применение.

Вариант 9

1. Опишите процесс цементации стали: а) назначение и виды цементации; б) марки цементируемых сталей и физико-химические процессы, протекающие при цементации; в) режимы и схемы процесса цементации, виды и назначение термической обработки после цементации.

2. Опишите технологию изготовления водопроводных труб из серого чугуна центробежным литьем: а) сущность процесса и области применения; б) устройство центробежной машины с горизонтальной осью вращения, последовательность изготовления отливок с указанием их термической обработки; в) эскизы заливки металлом центробежной машины с горизонтальной осью вращения.

3. Опишите; технологию изготовления деталей листовой штамповкой: а) сущность листовой штамповки и примеры получаемых ею деталей; б) основные операции листовой штамповки (определения и эскизы), их технологический

возможности; в) схема штампа и переходы штамповки какой-либо детали, применяемое оборудование.

4. Опишите способ электродуговой сварки в среде защитных газов: а) разъясните схему и перечислите основные разновидности сварки в среде защитных газов; б) используемые материалы, инструмент и оборудование; в) технология сварки, возможные дефекты и методы контроля сварных соединений; г) преимущества и недостатки способа, области рационального применения.

5. Опишите технологию получения изделий из слоистых пластиков: а) виды слоистых пластиков, их химический состав, свойства и области применения; б) схемы и сущность основных способов получения изделий из стеклопластиков; в) применяемые материалы и оборудование; г) технологический режим получения изделий из стеклопластиков.

6. Опишите сущность технологического способа обработки поверхностей протягиванием: а) схема и сущность процесса протягивания; б) элементы режима резания; в) применяемый инструмент (эскизы) элементы и геометрия круглой протяжки, материалы для изготовления протяжек; г) технологические возможности метода и области применения.

Вариант 10

1. Опишите процесс азотирования стали: а) назначение и виды азотирования; б) марки азотируемых сталей и физико-химические процессы, протекающие при азотировании; в) режимы и схемы процесса азотирования, виды и назначение термической обработки деталей перед азотированием.

2. Опишите технологию изготовления крупных отливок из алюминиевых литейных сплавов с заливкой их в автоклавах: а) сущность процесса и области применения; б) расплавление металла и подготовка расплава к заливке, особенность технологии изготовления формы, и особенность заливки формы жидким металлом и затвердевания отливки в автоклаве; в) эскизы заливки литейной формы в автоклаве, применяемой оснастки и оборудования.

3. Опишите производство труб методом прокатки: а) принципиальные схемы прокатки бесшовных и сварных труб, вид исходных заготовок и их материал; б) сортамент бесшовных и сварных труб, области их применения; в) технологические операции изготовления труб в их последовательности, применяемое оборудование.

4. Опишите способ получения неразъемных соединений газовой сваркой: а) схема поста газовой сварки и ее сущность; б) применяемые материалы, инструменты и оборудование; в) технология, газовой сварки, возможные дефекты и методы контроля сварных соединений; г) преимущества и недостатки способа, область рационального применения.

5. Опишите технологию получения изделий из термореактивных пластмасс (волокнитов): а) виды волокнитов, их состав, свойства и области применения; б) схемы и сущность основных способов получения изделий из волокнитов; в)

применяемые материалы, инструмент и оборудование; г) технологические режимы процессов получения изделий из волокнитов.

6. Опишите сущность технологического метода обработки поверхностей растачиванием: а) схема и сущность процесса растачивания; б) элементы режима резания (скорость резания, подача, глубина резания и т.д.); в) режущий инструмент (эскизы), элементы и геометрия расточного резца, материалы для изготовления резцов; г) технологические возможности процессов и области применения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Технология конструкционных материалов. Учебник для вузов. /Под ред. А.М. Дальского. – М.: 1985, 1977.
- 2 Лахтин Ю.М., Леонтьева В.В. Материаловедение. Учебник для вузов. – М.: 1990.
- 3 Технология металлов и материаловедение. Учебник для вузов./Под ред.Усовой Л.Ф. – М.: 1987.
- 4 Жадан В.Т., Гринберг Б.Г., Никонов В.В. Технология металлов и других конструкционных материалов. – М.: 1977.
- 5 Курдюмов Н.В., Пикунов М.В., Чурсин В.М. Литейное производство цветных и редких металлов. – М.: Металлургия, 1972.
- 6 Уткин Н.Н. Производство цветных металлов. – М.: Металлургия, 1984.
- 7 Технология конструкционных материалов и материаловедение./Под ред. Фетисова.
- 8 Волков В.Н. Материаловедение. Курс лекций. – ВКГТУ, 2003.
- 9 Волков В.Н. Технология конструкционных материалов. Курс лекций. – ВКГТУ, 2001.