

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Кафедра «Сварочное производство и технология
конструкционных материалов»

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И
ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Учебно-методическое пособие
для студентов заочного обучения

направления 131000 – Нефтегазовое дело
профиль: Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти (РНГМ)

РНГМзу-13

Пермь 2014

УДК 621.791

Составитель:
старший преподаватель кафедры «Сварочное производство и технология
конструкционных материалов»
Лодягина Татьяна Валерьевна

В учебно-методическом пособии изложено содержание дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов», приведены варианты контрольных работ и указания к их выполнению, описаны теоретические основы и практическая часть лабораторных работы.

УДК 621.791

© Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет. 2014

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цель изучения дисциплины:
приобретение знаний о природе и свойствах металлических и неметаллических материалов, методах воздействия на их свойства, а также о технологических процессах изготовления заготовок и деталей из металлических и неметаллических материалов.

1.2. Задачи изучения дисциплины

Предметом изучения данной дисциплины являются следующие объекты:

- Строение и свойства конструкционных материалов; термическая обработка, деформация и другие виды воздействия на строение и свойства.
- Способы получения металлических и неметаллических материалов.
- Способы переработки конструкционных материалов в заготовки и изделия.

2. Содержание разделов учебной дисциплины

Введение.

Предмет и задачи дисциплины.

Основные понятия, термины и определения.

Классификация конструкционных материалов, характеристика материалов с аморфным и кристаллическим строением. Свойства конструкционных материалов. Связь состава, строения и свойств конструкционных материалов

Модуль 1. Материаловедение.

Тема 1. Строение металлических материалов.

Атомно-кристаллическое строение металлов. Типы кристаллических решеток. Понятие полиморфизма. Дефекты кристаллического строения.

Теория сплавов. Кристаллизация металлов и сплавов. Виды взаимодействия компонентов в сплаве. Понятие о диаграмме состояния.

Железо и его сплавы. Диаграмма состояния железо-углерод. Структурные составляющие железуглеродистых сплавов. Структура, классификация и маркировка углеродистой стали. Структура, классификация и маркировка чугуна.

Тема 2. Механические свойства металлических материалов и методы повышения долговечности изделий.

Методы определения механических свойств: характеристик прочности и пластичности, твердости и ударной вязкости. Теоретическая и реальная прочность

Пластическая деформация. Деформация, ее разновидности. Дислокационный механизм пластической деформации. Влияние пластической деформации на структуру и свойства металлов (понятие наклепа). Влияние температуры на структуру и свойства деформированного

металла (понятие возврата и рекристаллизации). Критическая степень деформации.

Термическая обработка. Основные понятия и виды термической обработки (отжиг и нормализация, закалка, отпуск и его виды). Определение, цель, механизм и виды химико-термической обработки (цементация, азотирование).

Легирование. Легированные стали. Влияние легирующих элементов на структуру и свойства сталей. Маркировка и классификация легированных сталей. Цементуемые и улучшаемые стали. Коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные стали. Инструментальные легированные стали.

Тема 3. Цветные металлы и их сплавы.

Алюминий и его сплавы.

Медь и ее сплавы (латуни, бронзы).

Титан и его сплавы.

Тема 4. Неметаллические материалы.

Полимеры как основа неметаллических материалов. Строение и свойства полимеров. Типовые термопластичные и терморезистивные полимеры.

Пластмассы. Состав и свойства пластмасс.

Резины. Состав и свойства резин.

Композиционные материалы. Основные определения и классификация композиционных материалов. Композиционные материалы на металлической и полимерной основе. Металлокерамические сплавы. Углерод-углеродные композиционные материалы.

Модуль 2. Технология конструкционных материалов.

Тема 5. Способы получения материалов.

Основы металлургического производства. Металлургия чугуна: исходное сырье, сущность доменной плавки, продукты доменного производства. Металлургия стали: сущность процессов получения стали, способы выплавки стали, способы разлива стали, принципы повышения качества стали.

Порошковая металлургия. Получение порошков и их свойства. Формование и спекание заготовок. Управление качеством порошковых материалов. Порошковые материалы.

Тема 6. Способы получения заготовок.

Получение заготовок с применением литейных технологий. Сущность литейного производства. Литейные свойства сплавов. Классификация способов литья. Литье в песчано-глинистые формы. Специальные способы литья: литье в оболочковые формы, литье по выплавляемым моделям, литье в кокиль, литье под давлением, центробежное литье.

Получение заготовок с применением деформационных технологий. Сущность обработки давлением. Виды обработки давлением. Классификация способов обработки давлением. Прокатка, волочение, прессование, ковка, штамповка.

Управление качеством заготовок, получаемых литье и обработкой давлением.

Тема 7. Способы получения неразъемных соединений.

Основы сварочного производства. Сварка, ее сущность и классификация способов сварки. Пайка, ее сущность.

Реновация поверхности с применением родственных сварочных технологий. Напыление материалов. Дуговая металлизация, газоплазменное и плазменное напыление.

Тема 8. Способы обработки поверхностей заготовок.

Электрофизические и электрохимические методы обработки поверхности. Электроэрозионная обработка. Электрохимическая обработка.

Тема 9. Получение изделий из неметаллических материалов.

Получение изделий из пластмасс.

Получение изделий из резин.

Получение изделий из композиционных материалов на металлической основе. Получение изделий из композиционных материалов на полимерной основе.

3. Перечень тем лабораторных работ

№ п/п	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1	Тема 7	«Электрическая контактная сварка» – 4 часа В работе рассматриваются режимы контактной точечной сварки для получения сварного соединения деталей из малоуглеродистой и легированной стали. Проводятся испытания прочности на растяжение полученных при разных режимах сварки сварных соединений и определяются оптимальные режимы.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»

1. Основные понятия о конструкционных материалах

Разберите классификацию конструкционных материалов, составьте таблицу видов конструкционных материалов с указанием особенностей их строения, примеров материалов, областей применения, рабочих температур.

Изучите группы свойств конструкционных материалов: механические, технологические, эксплуатационные. Рассмотрите подробно механические свойства конструкционных материалов (прочность, твердость, пластичность, ударная вязкость), их экспериментальное определение и обозначение, обратите внимание на их размерность. Разберите технологические свойства: литейные свойства (жидкотекучесть, склонность к усадке и ликвации), деформируемость, свариваемость, технологические свойства порошков (уплотняемость, прессуемость, формуемость, спекаемость). Уясните понятие эксплуатационных свойств материалов: жаропрочность, жаростойкость, коррозионная стойкость, износостойкость, требования к режущим инструментам, требования к штампам холодного и горячего деформирования. Рассмотрите понятие конструкционной прочности и ее критерии.

Оцените свойства сталей, чугунов, алюминия, меди и титана, уяснив области их применения.

2. Характеристика металлических материалов

Для металлов характерно атомно-кристаллическое строение.

Изменять структуру и свойства металлических материалов можно посредством пластической деформации, термической обработки или легирования. Рекомендации к изучению влияния пластической деформации на свойства и структуру металлов разобраны далее в разделе «Физические основы обработки давлением». В завершении сделайте вывод о способах улучшения конструкционной прочности сплавов.

2.1 Строение металлических материалов

Рассмотрите основные типы кристаллических решеток: объемно-центрированную, гранецентрированную, гексагональную плотноупакованную. Изучите понятие полиморфизма на примере железа и титана. Обратите внимание на понятие теоретической и реальной прочности, чем объясняется их различие. Рассмотрите несовершенства кристаллического строения: точечные, линейные и поверхностные дефекты.

При переходе металлов из жидкого состояния в твердое происходит их кристаллизация при определенной температуре, кристаллизация сплавов (за

исключением эвтектических) идет в интервале температур. Рассмотрите, какие необходимо создать условия для начала процесса кристаллизации, и изучите стадии процесса кристаллизации. Разберите график зависимости скорости образования и роста кристаллов от величины переохлаждения, сделайте вывод о формировании первичной структуры в зависимости от скорости охлаждения металла. Уделите внимание условию получения металлических стекол, т.е. когда в металлах формируется аморфная структура. Обратите внимание на особенности кристаллизации сплавов. Усвойте представление о диаграммах состояния: их разновидности и сведения, которые в них заключены. Подробно ознакомьтесь с диаграммой состояния «железо-цементит», какие фазы и структурные составляющие характерны для железоуглеродистых сплавов при различных температурах. Рассмотрите возможные структуры, классификацию и маркировку углеродистых сталей и чугунов. Потренируйтесь в расшифровке марок углеродистых сталей и чугунов, а также в оценке свойства углеродистых сталей по их марке.

2.2 Термическая обработка стали

Рассмотрите понятие термической обработки, ее разновидности и цели. Определитесь, какие структуры и механические свойства сталей достигаются при отжиге, нормализации, закалке и отпуске. Особо отметьте себе названия равновесных фаз и структур, а также фаз и структур при ускоренном охлаждении и условные обозначения критических точек сталей. С помощью диаграммы состояния «железо-цементит» изучите критические точки сталей, температурные поля нагрева при различных видах термической обработки. Охарактеризуйте улучшаемые конструкционные стали: примеры марок, обработка, свойства и область применения.

Рассмотрите понятие химико-термической обработки стали, ее разновидности и цели. Подробно разберите процессы цементации и азотирования: сущность, условия проведения, какие свойства приобретает сталь в результате них. Охарактеризуйте цементуемые конструкционные стали: примеры марок, обработка, свойства и область применения.

2.3 Легирование сталей

Разберите классификацию и маркировку легированных сталей. Рассмотрите влияние основных легирующих элементов на механические и эксплуатационные свойства сталей.

Охарактеризуйте коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные стали. Предварительно рассмотрите понятие коррозии, ее разновидности, механизм химической и электрохимической коррозии. Уясните методы повышения коррозионной стойкости, жаростойкости и жаропрочности, механизм влияния вводимых легирующих элементов на рассматриваемые свойства.

Охарактеризуйте инструментальные стали. Предварительно рассмотрите требования, предъявляемые к сталям для режущего инструмента и штампов. Уясните принцип легирования инструментальных сталей, механизм влияния вводимых легирующих элементов.

3. Характеристика неметаллических материалов

Рассмотрите строение, классификацию и свойства полимеров как основных компонентов неметаллов. Подробно разберите поведение полимеров при нагреве и под нагрузкой. На базе термомеханической кривой охарактеризуйте три физических состояния полимера: стеклообразное, высокоэластичное и вязкотекучее. Сравните термопластичные и термореактивные пластмассы по свойствам.

Ознакомьтесь с видами и свойствами пластмасс. Рассмотрите, какие добавки вводятся в состав пластмасс наряду с полимерами. Разберите способы влияния на свойства пластмасс.

Ознакомьтесь с составом и свойствами резин. Подробно разберите сущность вулканизации, как изменяется строение каучука, являющегося основным компонентом пластмасс. Рассмотрите классификацию резин, обратив внимание на свойства и применение.

4. Характеристика композиционных материалов (КМ)

Рассмотрите классификацию, строение и свойства КМ. Разберите требования, предъявляемые к матрице и армирующим элементам, уясните, из каких материалов их можно изготавливать. Рассмотрите примеры композиционных материалов, оценив материал матрицы и армирующего элемента, геометрию армирующего элемента, свойства и область применения рассматриваемых материалов.

5. Основы металлургического производства

Усвойте теоретические и технологические основы производства материалов, применяемых в машиностроении и приборостроении. Ознакомьтесь с основными способами получения твердых тел.

5.1. Физико-химические основы металлургического производства

Для производства черных и цветных металлов и сплавов используют металлургические руды, флюсы, топливо и огнеупорные материалы. Обратите внимание на руды, применяемые при выплавке сплавов, их состав и подготовку к плавке.

Ознакомьтесь с материалами, используемыми в качестве флюсов при производстве чугуна и стали. Уясните выбор флюсов в зависимости от применяемых в производстве плавильных печей (кислых или основных) и управление процессами удаления вредных примесей из расплавов.

Основной вид металлургического топлива – кокс. Следует знать способ его получения, химический состав, свойства и теплотворную способность. Из других видов топлив обратите внимание на природный и доменный газы, которые используют в металлургии.

Облицовку (футеровку) металлургических печей и ковшей для разливки металла делают из огнеупорных материалов, поэтому нужно хорошо знать их химический состав, огнеупорность и области применения.

5.2. Производство чугуна

Чугун выплавляют в высокопроизводительных агрегатах – доменных печах. Изучите устройство доменной печи и принцип ее работы. При сгорании кокса в доменной печи выделяется теплота. Газовый поток, поднимаясь вверх, прогревает шихту до температуры 570 °С, при которой и начинается процесс восстановления оксидов железа.

Рассматривая процессы доменной плавки, уясните химические реакции горения топлива, процессы восстановления оксидов железа, кремния, марганца, фосфора и серы, процессы образования чугуна и шлака, выпуск чугуна и шлаков из доменной печи. Обратите особое внимание на продукты доменной плавки и их использование в народном хозяйстве.

В заключение рассмотрите технико-экономические показатели доменного производства, пути интенсификации доменного производства и автоматизации работы доменных печей.

5.3. Производство стали

Процесс производства стали основан на снижении процентного содержания углерода и примесей, имеющих в передельном чугуне, и переводе их в шлаки и газы в процессе плавки. Уясните сущность процессов удаления примесей на основе законов физической химии. При этом обратите внимание на роль шлаков в управлении металлургическим процессом. Рассмотрите основные химические реакции, происходящие при плавке.

Ознакомьтесь с устройством и принципом работы мартеновских печей. Особое внимание уделите производству стали скрап-рудным процессом, как наиболее экономичным. Изучите характерные периоды плавки этого процесса и их значение. Рассмотрите пути интенсификации мартеновского процесса. В заключение уясните, какие стали выплавляют в мартеновских печах.

Кислородно-конверторный процесс – наиболее экономичный способ производства стали. Ознакомьтесь с устройством современных кислородных конверторов и принципом их работы. Рассмотрите шихтовые материалы конверторного производства и технологию плавки, обратив внимание на окислительный период плавки и раскисление стали. Проведите сравнительную оценку технико-экономических показателей работы мартеновских печей и кислородно-конверторного производства.

Изучая производство высококачественных, инструментальных и высоколегированных сталей в дуговых электрических печах, ознакомьтесь с их устройством и принципом работы. В дуговой печи возможны две

технологии плавки: переплавом на шихте из легированных отходов и окислением примесей на углеродистой шихте. Усвойте особенности процессов и их технико-экономические показатели.

Ознакомьтесь с устройством и принципом работы индукционных электрических печей. В индукционных печах сталь получают переплавом или оплавлением шихтовых материалов. Уясните особенности этих процессов.

Изучая процессы разлива стали, ознакомьтесь с устройством разливочного ковша, изложниц и установок непрерывной разливки стали. Рассмотрите схемы процессов. Обратите внимание на качество слитков.

По степени раскисления стали делят на спокойные, кипящие и полуспокойные. Изучите процесс кристаллизации слитков и их строение. Обратите внимание на возможные дефекты и меры их предупреждения.

В настоящее время в металлургическом производстве широко применяют новые технологические способы повышения качества сталей: обработку стали синтетическими шлаками, вакуумированием при разливе, электрошлаковый переплав (ЭШП), вакуумно-дуговой переплав (ВДП) и др. Обратите внимание на сущность и схемы процессов, технологические возможности способов и области применения.

6. Технология изготовления изделий методом порошковой металлургии

Рассматривая порошковую металлургию как технологический метод, надо отметить его основную особенность – применение исходного сырья в виде порошков. Основные этапы этого метода: получение и подготовка порошков, формообразование изделий прессованием, термическая обработка или спекание спрессованных изделий. При этом технологический процесс на каждом этапе формирует определенные свойства получаемых изделий, так, например, на первом этапе – текучесть, прессуемость, спекаемость и влияние на них различных факторов.

Основные способы формообразования изделий из порошков – прокатка и прессование, имеющие ряд разновидностей. Обратите внимание на положительные и отрицательные стороны способов прессования, так как от этого зависят особенности конструкции деталей.

Завершающая операция – спекание изделий производится для получения необходимой прочности изделий. Технология порошковой металлургии позволяет получать детали с уникальными свойствами: высокими твердостью и износостойкостью, специальными электрическими и электромагнитными свойствами, с низкими или высокими коэффициентами трения, высокой пористостью.

7. Практика формообразования заготовок

Обратите внимание на многообразии способов формообразования заготовок и на то, что выбор способа зависит от свойств обрабатываемого материала (как технологических, так и механических); от требований, предъявляемых к точности конфигурации и размеров, к качеству поверхности детали. Так, например выбор способа литья во многом зависит от жидкотекучести сплава, от требуемой точности размеров отливки, качества поверхности отливки, размеров и массы, а также толщины сечения отливки.

Способ образования заготовок пластическим деформированием определяется пластичностью обрабатываемого материала, размерами и массой заготовки, серийностью производства, точностью размеров и качеством поверхности получаемых изделий.

7.1. Получение заготовок с применением литейных технологий

Основная продукция литейного производства – сложные (фасонные) заготовки деталей, называемые отливками. Отливки получают заливкой расплавленного металла в литейную форму, внутренняя рабочая полость которой имеет конфигурацию отливки. После затвердевания и охлаждения отливку извлекают из литейной формы. При этом форму разрушают (разовая литейная форма) или разбирают на части для повторного использования (многократная литейная форма).

Отливки получают литьем в песчаную литейную форму, в оболочковую литейную форму, по выплавляемым моделям, в кокиль, под давлением, центробежным литьем и другими способами. Выбор способа литья определяется его технологическими возможностями и технико-экономическими показателями.

Наиболее универсальным, но менее точным является способ литья в песчаную форму. Специальными методами литья получают отливки повышенной точности, более высокого класса шероховатости поверхности и минимальными припусками на механическую обработку.

Основное достоинство формообразования заготовок литьем, которое выгодно отличает его от других методов формообразования заготовок, – возможность получения разнообразных по массе заготовок практически любой сложности непосредственно из жидкого металла.

7.1.1. Физические основы производства отливок

Качество отливки во многом определяется процессами взаимодействия литейной формы и отливки. Это взаимодействие – силовое, тепловое, химическое проявляется во время заливки литейной формы расплавом и затвердевания отливки. Силовое воздействие струи расплава при заливке может привести к размыву участков формы и возникновению дефектов

отливки. Тепловое взаимодействие, проявляющееся в охлаждении металла и нагреве формы, вызывает расширение рабочего слоя формы, выделение газов из формы и стержней. Химическое взаимодействие проявляется в образовании химических соединений на поверхности контакта: отливка–форма.

Литейные свойства сплавов, которые характеризуют поведение сплава в процессе изготовления отливок, следует рассматривать с учетом взаимодействия литейной формы и отливки.

Изучите основные литейные свойства сплавов: жидкотекучесть, усадку, склонность к трещинообразованию и газопоглощению, ликвацию. Запомните, к каким дефектам приводят низкие показатели литейных свойств и какие технологические меры используют для предупреждения образования дефектов.

Важной предпосылкой получения отливок без дефектов является правильная конструкция отливки. Изучите особенности конструирования отливок с учетом литейных свойств сплавов.

7.1.2. Способы изготовления отливок

Изготовление отливок в песчаных литейных формах. Рассмотрите последовательность изготовления отливки в песчаной литейной форме. Для изготовления песчаной литейной формы используют модельный комплект, опочную оснастку и формовочные материалы.

В модельный комплект входят: модель отливки или модельные плиты, стержневые ящики, модели литниковой системы. Уясните, в каких случаях целесообразно применять деревянные модельные комплекты, а в каких – металлические. Модельные комплекты изготавливают из древесины, металла и пластмасс. Приведите примеры конструкций моделей, модельных плит, стержневых ящиков, литниковых систем.

Обратите внимание на теплофизические свойства формовочных и стержневых смесей и различие формовочных смесей для стали, чугуна и цветных сплавов. К стержневым смесям предъявляют повышенные требования, так как стержень находится в менее благоприятных условиях, чем форма. Рассмотрите стержневые смеси, затвердевающие в контакте со стержневым ящиком в горячем и холодном состояниях.

Литейные формы и стержни изготавливают вручную и на машинах. Изучите способы ручного изготовления в парных опоках, по шаблону, изготовление крупных форм в кессонах.

Запомните способы уплотнения форм встряхиванием, прессованием, пескометом.

Обратите внимание на технологические меры обеспечения высоких качеств стержней (применение каркасов, вентиляционных каналов). Стержни изготавливают ручным способом, на пескодувных и пескострельных машинах. Прогрессивный способ – изготовление стержней по горячим ящикам.

Новым технологическим способом является изготовление форм пленочно-вакуумной формовкой.

Заливку собранных форм производят на конвейерах, где они охлаждаются до температуры выбивки. Выбивку отливок из форм и стержней из отливок производят на вибрационных решетках. Следует уделить особое внимание механизации трудоемких операций и разобраться в принципах работы автоматизированных формовочно-заливочных конвейеров, поточных линий для изготовления отливок, выбивки форм и дальнейшего охлаждения отливок до нормальных температур.

Рассмотрите способы удаления литниковой системы, прибылей; способы очистки отливок от пригоревшей смеси и заусенцев; изучите схему и принцип работы дробеметной установки.

В заключение проработайте вопросы конструирования отливок с учетом способа изготовления форм и стержней. При этом особое внимание обратите на технологичность отливки, облегчающую изготовление форм и стержней, выбивку, обрубку и очистку литья; на обеспечение точности отливок.

Изготовление отливок в оболочковых формах. Рассмотрите схему процесса формирования оболочек, последовательность изготовления оболочек бункерным способом, сборку форм и подготовку их к заливке расплавленным металлом. Обратите внимание на состав и свойства формовочной смеси и особенности литейной оснастки, применяемой при изготовлении форм и стержней.

Отметьте основные достоинства и недостатки изготовления отливок в оболочковых формах. Уясните технологические возможности способа и области применения отливок.

Изготовление отливок по выплавляемым моделям. Проследите последовательность изготовления моделей из легкоплавкого состава в пресс-формах, сборку моделей в блок, изготовление литейной формы, подготовку ее к заливке, заливку расплавленным металлом, выбивку и очистку отливок. Отметьте технологические особенности способа, основные преимущества и недостатки литья по выплавляемым моделям. Обратите внимание на технологические возможности и области применения способа.

Изготовление отливок литьем в кокиль. Сущность процесса заключается в свободной заливке расплавленного металла в металлические формы – кокили. Рассмотрите типы кокилей, последовательность изготовления отливок. Обратите внимание на устройство каналов для отвода газов из полостей форм и на устройства, используемые для удаления отливок, а также конструкции металлических стержней.

Уясните назначение предварительного подогрева форм, теплозащитных покрытий, наносимых на рабочие поверхности форм, на последовательность сборки кокилей.

Особенности литья в кокиль – повышение скорости затвердевания и охлаждения отливок, что в одних случаях способствует получению

мелкозернистой структуры и повышению механических свойств, а в других – вызывает отбел.

Отметьте основные достоинства и недостатки литья в кокили.

Уясните технологические возможности способа и области его применения.

Изготовление отливок литьем под давлением. Рассмотрите устройство машин литья под давлением с горизонтальной холодной камерой прессования и горячей камерой прессования. Запомните последовательность изготовления отливок, устройство пресс-форм и приспособлений для удаления отливок.

Скорость выпуска расплавленного металла в пресс-форму составляет 0,5...120 м/с, а конечное давление достигает 100 МПа. Следовательно, форма заполняется за десятые, а для особо тонкостенных отливок – за сотые доли секунды. Сочетание особенностей процесса – металлической формы и внешнего давления на металл – позволяет получать отливки высокого качества.

Отметьте достоинства и недостатки литья под давлением. Обратите внимание на технологические возможности способа и области его применения.

Изготовление отливок центробежным литьем. Рассмотрите устройство машин с горизонтальной и вертикальной осями вращения и последовательность изготовления отливок. Отметьте достоинства и недостатки центробежного литья, технологические возможности способа и области применения.

7.2. Получение заготовок с применением деформационных технологий

Большая часть цветных металлов и сплавов и более 90 % выплавляемой стали подвергается обработке давлением. При этом получают изделия не только в виде заготовок для последующей механической обработки, но и готовые сложные детали с высокой точностью и низкой шероховатостью.

Обычно обработку давлением объединяют в шесть видов: прокатка, прессование и волочение – для получения изделий постоянного поперечного сечения по длине; ковка, объемная и листовая штамповка – для получения деталей или заготовок, имеющих форму, приближенную к форме готовых деталей.

Получение изделий пластическим деформированием обеспечивает высокую производительность, малые отходы и повышенные механические свойства.

7.2.1. Физические основы обработки металлов давлением

Уясните понятия: пластичность металлов, механизмы деформации, наклеп (деформационное упрочнение), рекристаллизация, температурный порог рекристаллизации, стадии рекристаллизации, критическая степень деформации.

Все способы технологической обработки давлением основаны на способности металлов деформироваться пластически. В поликристаллических телах – металлах эта деформация происходит за счет сдвига в отдельных зернах. Изменение кристаллической структуры металла при пластическом деформировании приводит к изменению его механических свойств: прочности, твердости, пластичности. Совокупность изменения свойств в результате пластической деформации называют упрочнением или наклепом.

При нагреве упрочненного металла до определенной температуры наблюдаются явления, называемые возвратом и рекристаллизацией. При возврате частично снимаются остаточные напряжения, форма и размеры деформированных зерен не восстанавливаются. При рекристаллизации происходит качественное изменение структуры – зарождаются и растут новые равноосные зерна с неискаженной кристаллической решеткой. Рекристаллизация начинается при определенной для каждого металла температуре. В зависимости от соотношения между температурой, при которой происходит деформирование, и температурой начала рекристаллизации для данного металла различают холодную и горячую обработку давлением. Для холодной – характерен наклеп, для горячей – рекристаллизация.

Нагрев металла перед пластическим деформированием производят с целью повышения его пластичности и снижению сопротивления деформированию. Повышение температуры нагрева выше допустимой приводит к образованию брака (перегрева, пережога, увеличению интенсивности окисления поверхности).

К нагреву предъявляются такие требования, как равномерность температуры по сечению заготовки, ее минимальное окисление и обезуглероживание. Большое значение имеет скорость нагрева: при медленном нагреве снижается производительность, увеличивается окисление и обезуглероживание; при быстром – в заготовке появляются трещины.

Разнообразные устройства для нагрева заготовок делят на печи и электронагревательные устройства.

7.2.2. Получение машиностроительных профилей

Прокатка. При прокатке металл деформируется вращающимися валками, конфигурация и взаимное расположение которых различны. Различают три схемы прокатки: продольную, поперечную и поперечно-винтовую. Захват и деформирование заготовки осуществляется за счет трения между валками и заготовкой.

Инструмент прокатки – гладкие и калиброванные валки. Оборудование – прокатные станы, которые классифицируются по количеству и расположению валков, по взаимному расположению рабочих клеток и по назначению.

Исходной заготовкой при прокатке являются слитки. Продукцию прокатного производства можно разделить на четыре группы: сортовой прокат с простой и фасонной формой профиля; листовой прокат; бесшовные и сварные трубы; специальный прокат, поперечное сечение которого периодически меняется по длине.

Прокат используется в качестве заготовок при дальнейшей обработке различными способами.

Прессование. Процесс прессования, при котором металл выдавливается сквозь отверстие произвольной формы, позволяет получать профили более сложной формы, чем при прокатке, и с более высокой точностью.

Всестороннее сжатие металла дает возможность прессовать трудно деформируемые сплавы с низкой пластичностью. Прессование более экономично, чем прокатка, при изготовлении мелких партий профилей. Однако при прессовании значительны отходы и износ инструмента.

Прессование производят на специальных гидравлических прессах.

Волочение. Процесс волочения, осуществляемый в условиях холодной деформации, позволяет получать проволоку, тонкостенные трубы и другие профили с высокой точностью и низкой шероховатостью поверхности. При волочении обжатие металла за один проход ограничивают, принимают меры для уменьшения трения между металлом и инструментом и вводят промежуточный отжиг для снятия наклепа.

Рассматривая принципиальное устройство оборудования для волочения – барабанного и цепного стана, следует обратить внимание на область применения каждого из них.

7.2.3. Способы получения поковок

Ковка. При ковке горячее деформирование металла осуществляют последовательно на разных участках заготовки с помощью универсального подкладного инструмента или бойков. В качестве заготовок при ковке используется сортовой прокат и слитки. Процессковки состоит из чередования в определенной последовательности основных кузнечных операций. Изучите операцииковки, их назначение. Ознакомьтесь с кузнечным инструментом, применяемым для выполнения каждой операции, и оборудованием дляковки.

Ковка высоколегированных сталей и цветных металлов имеет особенности, обусловленные их пониженной пластичностью, ковка ведется с пониженными скоростями деформирования, чтобы разупрочняющие процессы протекали полнее.

Горячая объемная штамповка. При объемной штамповке пластическое течение металла ограничено полостью штампа – специального инструмента, который служит для получения поковки только данной конфигурации. Горячая объемная штамповка по сравнению с ковкой позволяет изготовить поковку с меньшими припусками, с большой точностью и высокой

производительностью. Однако использование дорогостоящего штампа делает штамповку рентабельной лишь при достаточно больших партиях поковок.

Горячую объемную штамповку проводят в открытых и закрытых штампах с одной или несколькими плоскостями разреза. Обратите внимание на преимущества и недостатки этих методов штамповки.

Горячая объемная штамповка осуществляется на молотах, механических и гидравлических прессах, горизонтально-ковочных машинах, горячештамповочных автоматах и другом оборудовании. Нужно знать их принципиальное устройство, основные части.

Холодная объемная штамповка. При холодной объемной штамповке процесс деформирования проводят без предварительного нагрева заготовок. Данный вид штамповки разделяют на холодное выдавливание, высадку и формовку в открытых и закрытых штампах. Так как сопротивление деформированию металла в холодном состоянии высокое, то этот способ имеет ограничения применения по маркам сплавов и размерам деталей.

Листовая штамповка. Для деталей, получаемых листовой штамповкой, характерно то, что толщина их стенок незначительно отличается от толщины исходной заготовки.

Операции листовой штамповки объединяют в две группы: разделительные и формоизменяющие. К разделительным относятся: отрезка, вырубка, пробивка и другие. Следует обратить внимание на технологические параметры разделительных операций: зазор между режущими кромками, усилие прижима, форму режущих кромок.

Основным показателем экономичности расположения изделий на исходной листовой заготовке при вырубке служит коэффициент использования металла, равный отношению площади деталей к площади заготовки, из которой эти детали вырубятся.

К формоизменяющим операциям относят: гибку, вытяжку, отбортовку, обжим, формовку и другие. Рассматривая схемы формоизменяющих операций следует обратить внимание на факторы, ограничивающие предельное формоизменение, т.е. технологические возможности каждой операции.

Инструмент листовой штамповки – штамп – обычно состоит из рабочих элементов (пуансона и матрицы) и ряда вспомогательных деталей. Такие штампы отличаются большим разнообразием. Очевидно, что они окупаются при изготовлении достаточно больших партий одинаковых деталей. Поэтому при изготовлении небольших партий изделий применяют штамповку эластичной, жидкостной, газовой средами, магнитным полем, взрывом. В этих способах отсутствует одна из двух рабочих частей инструмента, поэтому процесс значительно экономичнее. Кроме того, при штамповке взрывом, магнитным полем, электрогидравлической – нагрузка на заготовку носит импульсный характер. Это дает возможность штамповать сложные детали из трудно деформируемых сплавов.

8. Получение неразъемных соединений

Способ получения сварных соединений зависит от способности материала свариваться, от размеров и конфигурации конструкций и деталей, от условий работы сварных соединений.

Выбирая способ пайки необходимо учитывать паяемость материалов; растекание расплавленного припоя по паяемой поверхности и его взаимодействие с основным металлом; типы кристаллических решеток металлов, подвергающихся пайке; тип припоя и др.

Для восстановления изношенных деталей и для нанесения на детали защитных и упрочняющих покрытий используют методы наплавки, дуговой металлизации, газопламенное и газоплазменное напыление, детонационное и вакуумное напыление. Способ нанесения покрытия зависит от свойств материала покрытия и подложки, от условий работы покрытия, от типа напыляемой поверхности и ее размеров, от серийности производства и многих других факторов.

8.1 Получение сварных соединений

8.1.1. Физические основы получения сварного соединения

Рассмотрите физическую сущность процесса сварки, используя знания о строении металлов и связи между атомами вещества.

Металл состоит из множества положительно заряженных ионов, упорядоченно расположенных в пространстве и связанных в единое целое облаком коллективизированных электронов. При соприкосновении двух металлических тел обычно не происходит объединение их в единое целое; этому препятствуют неровности на поверхности и пленки оксидов, гидридов и нитридов, дезактивирующих ее. Если активизировать поверхности заготовок и сблизить поверхностные ионы до расстояний, равных расстояниям между атомами твердого металла, то происходит сварка, т.е. образуется неразъемное соединение заготовок межатомными силами связи. На практике этого достигают тепловым, силовым воздействием или их сочетанием.

При сварке плавлением происходит только тепловое воздействие – нагрев до расплавления кромок заготовок с образованием единой жидкой металлической ванны. В результате кристаллизации металла в зоне сварки образуются зерна, принадлежащие одновременно основному металлу и металлу шва. В зоне сварки устанавливается такое же атомно-кристаллическое строение металла, как в основном металле, что обеспечивает равнопрочное соединение. При сварке плавлением оксиды и другие примеси на свариваемых поверхностях частично разрушаются при нагреве, а частично переводятся в легкоплавкие шлаки, всплывающие на поверхности шва.

При сварке давлением образование неразъемного соединения достигают в твердом состоянии силовым воздействием, если оно вызывает совместную пластическую деформацию заготовок в зоне сварки. При этом сминаются неровности, а оксиды и другие поверхностные пленки разрушаются и вытесняются из зоны сварки при пластическом течении металла.

Свариваемость металлов. Применяемость сварки определяется свариваемостью металлов заготовок. Под свариваемостью металла понимают его способность образовывать при сварке качественное сварное соединение, эксплуатационные свойства которого близки к свойствам свариваемого металла.

Важно понять, что свариваемость металлов и сплавов зависит от химического состава сплава и способа сварки. К ограниченно свариваемым металлам относят те, которые дают качественные соединения лишь при усложнении технологии сварки (подогрев, специальные сварочные материалы).

8.1.2. Термические методы сварки

Изучите классификацию способов сварки плавлением по виду источника теплоты.

Дуговая сварка. Это один из видов сварки плавлением, в котором источником тепла служит сварочная дуга – электрический разряд в газовой среде. Дуга способна практически мгновенно расплавлять и перегревать до 2000...2500 °С небольшие участки металла заготовки. Уясните условия возбуждения дуги и ее тепловые свойства.

Усвойте основные требования к источникам сварочного тока для дуговой сварки: легкое зажигание дуги и безопасность работы, что достигается напряжением холостого хода не более 60...70 В; стабильное горение дуги и ограничение тока при коротком замыкании сварочной цепи. Для выполнения этих требований применяют источник с падающей вольт-амперной характеристикой.

Дуговая сварка классифицируется по степени механизации и способам защиты шва от взаимодействия с атмосферой.

Ручная дуговая сварка. В этом процессе сварщик управляет электродом, поддерживая заданную длину дуги, производя подачу электрода по мере его плавления.

При ручной дуговой сварке плавящимся электродом наносят на электрод защитно-легирующие покрытия, которые при расплавлении образуют легкие шлаки, покрывающие металл шва и ванну вязкой пленкой, препятствующей окислению металла. В составе покрытий содержатся раскислители и легирующие добавки, которые восстанавливают оксиды в металле шва в период его контакта с жидким шлаком и легируют шов с целью повышения эксплуатационных свойств.

При ручной сварке объем жидкого металла сварочной ванны незначителен и он может удерживаться на вертикальной стене или в

потолочном положении за счет сил поверхностного натяжения. Недостаток способа: тяжелый ручной труд и низкая производительность.

Автоматическая сварка под флюсом. Уясните схему автоматической сварки под флюсом.

Рассмотрите особенности технологии сварки. Высокая производительность процесса обеспечивается возможностью применения электродов диаметром 4 ... 5 мм и тока до 1600 А.

Автоматическая сварка под флюсом применяется для сварки однотипных узлов, имеющих протяженные прямолинейные и кольцевые швы.

Дуговая сварка в защитных газах. Уясните роль защиты зоны дуги газом, заключающуюся в оттеснении атмосферы воздуха из зоны горения дуги защитными газами с одновременным исключением их взаимодействия с металлом сварочной ванны шва.

Защитные газы могут быть инертными (аргон, гелий) и активными (углекислый газ, азот, водород). Инертные газы не вступают в реакцию с металлом электрода и сварочной ванны и не растворяются в нем. Поэтому химический состав шва идентичен составу свариваемого металла, что обеспечивает наиболее высокое качество сварных соединений.

Для ряда сплавов качественные соединения получают при сварке в среде активных газов, которые могут вступать в химическую реакцию с металлом сварочной ванны. Так большинство конструкционных сталей свариваются в среде углекислого газа. Для защиты от окисления применяют сварочную проволоку с повышенным содержанием кремния и марганца, которые способны восстановить оксид железа; при этом продукты реакции всплывают на поверхность шва в виде шлака.

Сварку в среде защитных газов осуществляют плавящимся или неплавящимся электродом. В последнем случае электрод изготавливают из вольфрама, а для защиты используют инертные газы. Сварку выполняют вручную, на полуавтоматах и автоматах.

При сварке в защитных газах сварочная ванна охлаждается быстрее, так как объем ее мал. Это позволяет в отличие от сварки под давлением, производить сварку в защитных газах в потолочном и вертикальном положениях.

Сварка металлов плазменной струей. При этом методе сварки источником теплоты служит струя газа, ионизированного в дуге. Для ионизации используют столб сжатой дуги, т.е. дуги, горящей в узком канале, через который под давлением продувают газ (аргон, азот, водород), дополнительно увеличивающий степень ее сжатия.

В этих условиях температура газа в столбе дуги достигает 20000... 30000 °С, что по сравнению со свободно горящей дугой резко увеличивает степень ионизации и температуру газа, выходящего из канала с большой скоростью в виде струи. Этот источник теплоты имеет высокую концентрацию тепловой энергии.

Электрошлаковая сварка. Рассмотрите сущность процесса и его отличия от сварки под флюсом. Для начала процесса необходима шлаковая ванна, которую получают с помощью сварочной дуги. Подавая флюс в дугу, создают значительный слой электропроводного жидкого шлака. После создания жидкого шлака дуга погружается в него, дуговой разряд прекращается, и сварочная цепь замыкается через жидкий шлак. Источник теплоты является распределенным в отличие от сосредоточенного источника – дуги.

Электрошлаковая сварка применяется для соединения толстолистовых заготовок (более 20 мм), отливок, поковок и слитков из чугуна, стали, медных, никелевых, титановых и алюминиевых сплавов.

Сварка электронным и лазерным лучами. Эти процессы относятся к сварке плавлением. При электронно-лучевой сварке процесс выполняется в глубоком вакууме, а в качестве источника теплоты используется поток ускоренных электронов. Электроны, излучаемые катодом электронной пушки, разгоняются, концентрируются в луч и бомбардируют металл, выделяя при торможении теплоту за счет перехода кинетической энергии в тепловую. Электронный луч имеет высокую проплавляющую способность, что позволяет сваривать за один проход металл толщиной до 50 мм.

При лазерной сварке источником теплоты для расплавления свариваемых кромок служит узконаправленный световой луч большой мощности. Лазерную сварку ведут в воздушной среде, а для защиты металла от окисления используют струйные способы газовой защиты.

Термическая резка. Под термической резкой понимают местное удаление материала заготовки по траектории реза. По механизму удаления различают химический процесс окисления нагретого металла кислородом и перевода его в легкоплавкие оксиды, удаляемые из зоны реза, а также электромеханический процесс нагрева до расплавления и выдувания жидкого металла из зоны реза. К первому относят газокислородную резку, ко второму – дуговую и плазменную резку.

8.1.3. Термомеханическая сварка

Изучите классификацию способов сварки по характеру термомеханического воздействия на заготовки и видам энергии.

Контактная сварка – наиболее распространенный способ сварки давлением, где нагрев металла производят теплотой, выделяемой при контакте двух заготовок при протекании через них электрического тока. Теплота интенсивнее выделяется в зоне сварки, т.е. месте контакта между заготовками, так как эта зона имеет наибольшее электросопротивление. Главное требование к нагреву – обеспечение совместной пластической деформации свариваемых заготовок.

Уясните, почему стыковую, точечную и роликовую сварку называют контактной и в чем различие этих процессов.

При стыковой сварке заготовки свариваются по всему сечению стыка. Торцы заготовок нагревают, а затем сжимают для обеспечения совместной пластической деформации. Сварку ведут двумя способами: сопротивлением и оплавлением.

Сварку сопротивлением применяют при соединении небольших заготовок из однородных сплавов, с обработанными и очищенными торцами и подгонкой их по площади поперечного сечения в месте сварки.

Сварку оплавлением применяют при соединении крупных заготовок различных поперечных сечений без предварительной обработки торцев. Нагрев ведут до полного оплавления торцов. При последующем сжатии жидкий металл с оксидами и загрязнениями выдавливается из зоны сварки, а в совместной пластической деформации участвуют нагретые слои свариваемых металлов.

Точечная и роликовая сварка предназначена для соединения листовых заготовок. Края заготовок, собранные внахлестку, сжимают электродами и нагревают проходящим электрическим током. Максимальный нагрев достигается в местах контакта между листами заготовок. Это приводит к частичному расплавлению заготовок по толщине и образованию литого ядра сварной точки.

Оборудование для роликовой сварки отличается от точечной формой электродов. Роликовая сварка обеспечивает получение герметичного непрерывного шва за счет последовательного образования перекрещивающихся точечных соединений.

Диффузионная сварка в вакууме. Сущность процесса состоит в диффузии атомов соединяемых элементов, при которой на границе контакта двух деталей образуются новые зерна, принадлежащие одновременно каждой из соединяемых заготовок. Температура нагрева металла такова, что он остается в твердом состоянии, но скорость диффузионных процессов наибольшая. Давление к свариваемым заготовкам прикладывается величиной, меньшей предела текучести – для обеспечения физического контакта при сохранении форм заготовок. Вакуум предназначен для защиты от окисления. Этот способ сварки применяется для получения биметаллических заготовок, соединения металлов с неметаллами.

8.1.4. Механическая сварка

Изучите классификацию способов сварки по характеру механического воздействия на заготовки. Обратите внимание на особенности и применение рассматриваемых способов сварки.

Холодная сварка – способ сварки давлением при значительной пластической деформации без нагрева соединяемых деталей внешним источником нагрева. Уясните, какие материалы сваривают этим способом и вид образующегося соединения (точечная, стыковая, шовная сварка).

Ультразвуковая сварка, реализуемая при действии на соединяемые поверхности ультразвуковых колебаний. Ультразвуковые колебания появляются в результате магнитострикционного эффекта, который возникает в

преобразователе. Уясните, в чем заключается этот эффект и какие материалы проявляют его.

Сварка взрывом. Соединения достигаются за счет значительной пластической деформации в результате вызванного взрывом соударения соединяемых частей.

Сварка трением – сварка с применением давления, при которой нагрев осуществляется трением, вызванным относительным перемещением свариваемых частей или инструмента (без применения внешнего источника нагрева).

8.2. Получение неразъемных соединений пайкой материалов

Наряду со сваркой широко применяют другой вид соединения – пайку, при котором расплавляется только припой, смачивая нерасплавляемые кромки заготовок. Изучите способы пайки, “твердые” и “мягкие” припои, особенности конструирования паяных соединений.

8.3. Способы нанесения покрытий на поверхности деталей

Различают два основных метода применения сварочных источников для нанесения покрытий: наплавку и напыление. При наплавке материал заготовки оплавляється и перемешивается с материалом покрытия. При напылении материал подложки не оплавляється, а материал покрытия в виде мелких капель, ударяясь о подложку, обеспечивает сцепление. Для напыления применяют главным образом плазменную струю.

9. Основы технологии формообразования поверхностей деталей (основы размерной обработки заготовок)

Значительное место в формообразовании поверхностей деталей занимает механическая обработка заготовок на металлорежущих станках. Способ обработки и тип инструмента зависят от свойств обрабатываемого материала; конфигурации и размеров заготовки; от требований, предъявляемых к точности размеров и качеству поверхности готовой детали.

Кроме механического снятия металла с помощью металлорежущего инструмента, существуют физико-химические и электрофизические способы обработки деталей. Эти способы позволяют обрабатывать материалы, имеющие плохую обрабатываемость лезвийным и абразивным инструментом, в том числе высоколегированные стали, твердые сплавы, ферриты, керамику, композиционные материалы и др.; детали сложной конфигурации из труднообрабатываемых материалов; тонкостенные нежесткие детали, а также детали сложной формы с пазами и отверстиями.

9.1. Электрофизические и электрохимические методы обработки

Ознакомьтесь с характерными особенностями электрофизических и электрохимических методов обработки, которые применяются для обработки высокопрочных и весьма вязких токопроводящих материалов.

Изучите электроэрозионные методы обработки: электроискровой, электроимпульсный, анодно-механический и электроконтактный, которые основаны на явлении электрической эрозии – разрушении материалов под действием непрерывных электрических разрядов. Обратите внимание на электроды, которые изготавливают по форме обрабатываемых поверхностей.

Обратите внимание на формообразование поверхностей ультразвуковым методом обработки, заключающимся в удалении материала абразивными зернами, находящимися во взвешенном состоянии в жидкости и получающими большие ускорения под действием магнитострикционного эффекта. В последнее время широко применяют ультразвуковые колебания режущего инструмента при обработке некоторых металлов на металлорежущих станках (шлифовальных, сверлильных, токарных и др.). Они снижают пластическую деформацию срезаемого слоя, уменьшают силы резания, повышают качество обработанной поверхности и производительность станков.

Изучая формообразование поверхностей светолучевыми методами, отметьте, что обработка электронным лучом основана на местном нагреве поверхности металла за счет бомбардировки обрабатываемой поверхности потоком электронов, сфокусированных электромагнитными линзами.

Светолучевая (лазерная) обработка основана на использовании квантовых генераторов света и заключается в местном нагреве поверхности металла фотонами, сфокусированными оптическими линзами.

Обработка плазменной струей основана на использовании высокой температуры плазмы, полученной в плазмотронах и направленной на обрабатываемую поверхность.

Сущность химической обработки заключается в направленном разрушении металлов и сплавов травлением их в крепких растворах кислот и щелочей.

Изучая электрохимические методы обработки: электрохимическое полирование, электрохимическое прошивание отверстий и полостей, электрогидравлическую, электроабразивную и электроалмазную обработку, обратите внимание, что все они основаны на явлении анодного растворения металла заготовки при электролизе.

10. Изготовление изделий из неметаллических и композиционных материалов

С целью совершенствования современных и разработки принципиально новых конструкций в последнее время широко стали использоваться

композиционные материалы, которые обладают комплексом свойств, отличающихся от традиционных конструкционных материалов. Композиционные материалы могут быть двух- и многокомпонентными, на металлической, керамической, углеродной и полимерной основе (матрицы). Свойства матрицы определяют технологические параметры процесса получения композиции и ее эксплуатационные характеристики. Армирующие или упрочняющие компоненты, равномерно распределенные в матрице, определяют механические характеристики композиционных материалов. Свойства композиционных материалов зависят также и от прочности связи между компонентами.

Как конструкционный материал, обладающий оптимальным сочетанием химических, физических и механических свойств для изготовления многих деталей используют резины. Резиновые материалы применяют для амортизации, демпфирования, уплотнения, герметизации, химической защиты деталей. Способ получения резинотехнических изделий определяется их назначением, условиями работы и видом каучука – сырья резины.

10.1 Получение изделий из неметаллов

Неметаллические материалы могут быть не только более дешевыми заменителями металлов. Часто они сочетают в себе свойства, делающие их самостоятельными, незаменимыми материалами в конструкциях машин и приборов.

Рассматривая основные виды неметаллических материалов: пластмассы, резины и другие, четко представьте комплекс их характерных свойств. В современном производстве чаще применяют детали, изготовленные из двух и более химически разнородных материалов. В этом случае можно получить свойства, недостижимые при получении деталей из какого-либо одного материала. Порошковые и композиционные материалы обладают сочетанием свойств, зависящих не только от состава, но и от строения и взаиморасположения компонентов.

Процессы изготовления деталей из неметаллических материалов неразрывно связаны с процессами получения самих материалов. Эти процессы определяют технологические требования к конструкциям деталей, изготавливаемых из неметаллических, порошковых и композиционных материалов. Поэтому при изучении технологичности конструкций деталей необходимо рассмотреть технологические процессы формообразования, обращая внимание на области их рационального применения.

10.1.1. Технология изготовления изделий из пластмасс

Вспомните основные физико-химические свойства пластмасс, представляющих собой сложные композиции высокомолекулярных соединений. В зависимости от этих свойств и поведения при повышенных температурах пластмассы делят на термопластичные и термореактивные, причем технологические методы изготовления изделий из них существенно

различаются. Все методы переработки пластмасс рекомендуется рассматривать по четырем основным группам:

переработка в вязкотекучем состоянии (прессование, литье под давлением, выдавливание);

переработка в высокоэластичном состоянии (пневмо- и вакуумформовкой, формовкой жесткими и эластичными пуансонами;

переработка в твердом состоянии (разделительной штамповкой, обработкой резанием);

получение неразъемных соединений (сваркой, склеиванием).

Изучая способы получения изделий из полимерных материалов в соответствии с классификацией, обратите внимание на принципиальные схемы процессов, виды перерабатываемых материалов, технологические возможности и области их применения. Характерные технологические требования, предъявляемые к конструкции пластмассовых деталей: необходимость установки ребер жесткости и назначения уклонов, недопустимость значительной разностенности и острых углов в местах сопряжения.

10.1.2. Технология изготовления изделий из резины

Важнейшим свойством резины – продукта химической реакции натуральных и синтетических каучуков – является высокая эластичность. В зависимости от нее различают мягкие и твердые резины.

Резины обладают стойкостью к действию органических растворителей (масел и топлив), а также озона и других окислителей, огнестойкостью, диэлектрическими свойствами, высокими прочностными свойствами. Некоторые резины отличаются повышенной стойкостью к тепловому старению, сохраняют эластичность при температурах от -40 до -60 °С, обладают хорошей адгезией к металлам.

Технологические процессы изготовления резиновых изделий состоят из трех основных этапов: приготовление резиновой смеси, формование и вулканизация. Исходные материалы при приготовлении смеси: каучук, вулканизирующие вещества, наполнители, мягчители, противостарители и красители. Резиновая смесь перерабатывается в изделия каландрированием, непрерывным выдавливанием, прессованием, литьем под давлением. При изучении способов получения фасонных изделий из резины обратите внимание на сходство этих способов со способами переработки пластмасс и на технологические возможности каждого способа.

10.2. Технология изготовления изделий из композиционных материалов (КМ)

Изучая курс “Технология конструкционных материалов” необходимо обратить внимание на то, что обычные конструкционные материалы на основе металлов, полимеров и неорганических веществ не всегда

удовлетворяют требованиям, которые предъявляет к материалам космическая техника, авиация, автомобилестроение, химическая промышленность и т.д.

Поскольку композиционные материалы это новые конструкционные материалы, в которых механические нагрузки несет арматура, выполненная из специально подготовленных высокопрочных материалов, а матрица – то, в чем находится арматура – только перераспределяет нагрузки и контактирует с рабочей средой, то при изучении раздела необходимо обратить внимание на следующее:

1. Матрица может быть металлической, неорганической (например, оксиды, карбиды и т.п.) и органической (например, полимеры).

2. Арматура также может быть выполнена из этих материалов. Следовательно, возможны самые различные сочетания между материалами матрицы и арматуры.

При изучении раздела “Композиционные материалы” обратить внимание на то, что получение качественных КМ возможно только в том случае, когда выполняются условия совместимости материалов матрицы и арматуры, обратить внимание на виды совместимости и производственные приемы, повышающие совместимость материалов.

Для изготовления КМ необходимо получить армирующие волокна. Поэтому, при изучении этого раздела обратить внимание на способы изготовления металлических проволок, используемых в качестве арматуры, нитевидных монокристаллов, непрерывных керамических волокон, карбидокремниевых волокон, борных и углеродных волокон.

После того, как познакомились с методами получения армирующих волокон, переходите к изучению способов получения КМ. Разбирая способы получения КМ на основе металлов: алюминия, магния, титана, меди и ее сплавов, работающих при повышенных температурах, обратить внимание на способы введения арматуры в матрицу.

При изучении раздела, связанного с получением КМ на основе полимерных материалов, обратить внимание на их технологичность, возможность совмещения в едином цикле получения КМ и детали, относительную дешевизну, высокую удельную прочность и упругие характеристики, стойкость к воздействию агрессивных сред, хорошие антифрикционные и фрикционные свойства, наряду с высокими теплозащитными и амортизационными свойствами. Среди этой группы КМ разобрать более внимательно материал, относящийся к стеклопластикам, в том числе к стеклам, которые используются для изготовления стеклянных волокон.

Обратить внимание на углерод-углеродные композиции, на способы изготовления углеродных волокон и получение армированных углеродными волокнами углеродных матриц, использование углерод-углеродных КМ в авиации и космической технике.

Разработать получение полимерных КМ, армированных углеродными волокнами.

Основная литература

1. Комаров О.С. и др. *Материаловедение и технология конструкционных материалов: Учебник.* – Минск: Новое знание, 2009. – 671 с.
2. Дальский А.М. и др. *Технология конструкционных материалов: Учебник.* М.: Изд-во Машиностроение, 2004, 2005. – 512 с.
3. Фетисов Г.П. и др. *Материаловедение и технология металлов: Учебник.* – М.: Высшая школа, 2004-2008. – 862 с.
4. Арзамасов В.Б. и др. *Материаловедение и технология конструкционных материалов: Учебник.* – М.: Издательский центр «Академия», 2007, 2009. – 448 с.

Дополнительная литература

5. Солнцев Ю.П., Ермаков Б.С., Пирайнен В.Ю. *Технология конструкционных материалов: Учебник.* – СПб: ХИМИЗДАТ, 2006. – 504 с.
6. Дриц М.Е., Москалев М.А. *Технология конструкционных материалов и материаловедение.* – М.: Высшая школа, 1990.
7. Губарева Э.М. *Электрическая контактная сварка: Методические указания к лабораторной работе.* – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2004. – 30 с.
8. Федосеева Е.М. *Исследование структуры и свойств железоуглеродистых сплавов в равновесном состоянии: Методические указания для лабораторной работы.* – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012. – 14 с.
9. Куркин С.А., Ховов В.М., Рыбачук А.М. *Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций. Атлас.* – 1989.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

Каждое контрольное задание состоит из трех вопросов. Номер варианта выбирается студентом в соответствии с двумя последними цифрами номера шифра зачетной книжки следующим образом:

две последние цифры номера зачетной книжки	номер варианта
01 – 10	1 – 10
11 – 20	11 – 20
21 – 30	1 – 10
31 – 40	11 – 20

Например, 2 последние цифры 08, номер варианта – 8; 2 последние цифры 23, номер варианта – 3; 2 последние цифры 34, номер варианта – 14.

Контрольное задание выполняют в отдельной тетради объемом не более 18 листов. Задание следует выполнять в порядке ответов на поставленные вопросы варианта. Ответы должны быть краткими, точными и не повторять текст учебника или учебных пособий. Выполняя расчеты, вначале приведите буквенное выражение с указанием смыслового значения входящих в него параметров, а затем поставьте цифровые величины и выполните расчет с точностью до одного знака после запятой.

Графические работы выполняют карандашом с использованием чертежных инструментов. Прилагать к выполненным работам фотографии и другие копии из учебников не разрешается. Нумерация таблиц и рисунков должна быть сквозной по всему тексту, при этом в тексте должна присутствовать ссылка на соответствующий рисунок или таблицу. В конце выполненного контрольного задания приведите список использованной литературы, укажите дату выполнения работы и поставьте свой шифр и подпись.

На страницах текста заданий оставьте поля для замечаний рецензента. Страницы и рисунки пронумеруйте. В конце выполненного контрольного задания приведите список использованной литературы, укажите дату выполнения работы и поставьте свой шифр и подпись.

После рецензирования работы изучите замечания рецензента и приведите на них письменные ответы в конце тетради. Исправления в тексте рецензии не допускаются. Если работа не зачтена, то после ответа на замечания она посылается на повторное рецензирование.

Методические указания к выполнению контрольного задания

Первый вопрос задания относится к теме «Способы получения материалов»

Чтобы ответить на этот вопрос необходимо изучить методические указания и литературу по этому разделу. Сделать анализ способов производства стали, исходных материалов и способов разливки. Либо изучить способы получения пластмасс, резин и композиционных материалов.

Второй вопрос задания относится к теме «Способы получения заготовок литьем или обработкой давлением»

Чтобы ответить на этот вопрос необходимо изучить:

– Теоретические основы литейного производства. Сравнить технологические процессы способов литья. Подробно описать способ, указанный в вопросе.

– Теоретические основы обработки давлением. Подробно опишите способы обработки давлением и сравните технологии обработки.

Третий вопрос относится к теме «Получение неразъемных соединений»

Для ответа на этот вопрос изучите методические указания и литературу по этому вопросу. Проанализируйте способы сварки, пайки, а также процессы наплавки и напыления. Подробно опишите указанные в вопросе способы, физическую сущность.

Варианты контрольного задания

ВАРИАНТ 1

1. Сравнить производство стали в основной мартеновской и основной электропечах по составу и состоянию шихтовых материалов, периодам плавки, условиям удаления из металла фосфора и серы и степени раскисления ванны.
2. Сравните литье в разовые песчаные и оболочковые формы по качеству отливок и особенностям технологий. Дайте схемы.
3. Опишите и сравните лучевые способы сварки. Приведите схемы. Почему при электронно-лучевой сварке в сварных швах содержится меньше неметаллических включений и газов, чем в основном металле?

ВАРИАНТ 2

1. От чего зависит выбор способа изготовления изделия из пластмассы? Приведите два примера процессов со схемой и описанием.
2. Сравните литье в кокиль, под давлением, по выплавляемым моделям и в оболочковые формы по качествам отливок и особенностям их технологии.
3. Опишите сущность образования сварного соединения при механических способах сварки. Объясните увеличение прочности сварного соединения по сравнению с основным металлом. Опишите холодную сварку металлов, укажите ее особенности и приведите параметры режима.

ВАРИАНТ 3

1. Опишите преобразование руды красного железняка в жидкий чугун, начиная от колошника до лещади печи, и указать зоны соответствующих превращений, температурные интервалы, физико-химическую сущность.
2. Изложите сущность видов центробежного литья и указать его преимущества и недостатки сравнительно с литьем в разовые формы. Приведите схемы.
3. Опишите сущность процесса напыления. Приведите один из способов напыления со схемой, описанием и назначением. Укажите особенности процесса напыления по сравнению с наплавкой.

ВАРИАНТ 4

1. Почему термореактивные полимеры необратимо твердеют при определенных условиях, что изменяется в строении таких полимеров и на что влияет затвердевание полимеров? Опишите способ получения изделия из термореактивной пластмассы, приведите схему.
2. Сравните литье в разовые формы и в постоянные формы по качеству отливок и особенностям их технологии.
3. Опишите классификацию способов сварки. Сравните сварку плавлением и сварку давлением. Приведите способы сварки стальных труб диаметром 1020 мм и толщиной 10 мм.

ВАРИАНТ 5

1. Сравните производство сталей в конвертерах и мартеновских печах по составу шихтовых материалов, их состоянию, по ходу химических реакций, времени процессов и качеству получаемой стали.
2. Опишите факторы, влияющие на пластичность материала при обработке давлением. Сравните прокатку и прессование. Дайте схемы указанных способов обработки, укажите применяемый инструмент и оборудование.
3. Опишите особенности дуговой сварки. Опишите технологию получения спиралешовных труб. Укажите, каким способом получают спиралешовные трубы из листов, и приведите схему способа.

ВАРИАНТ 6

1. Объясните необходимость раскисления стали в металлургическом производстве, и укажите условия и методы проведения этой операции при разных способах производства стали.
2. Сравните холодную и горячую обработку давлением. Укажите, как выбирается температурный режим при горячей обработке давлением.
3. Опишите особенности способов сварки концентрированных источником нагрева. Покажите вид сварного шва. Назовите возможные дефекты в сварном соединении при рассматриваемых способах сварки, причины их образования.

ВАРИАНТ 7

1. Приведите примеры изготовления изделий из термопластичных пластмасс, приведите схемы получения изделий и обоснование выбора способа.
2. Указать причины возникновения внутренних напряжений и трещин в отливках и методы борьбы с ними.
3. Опишите свойства электрической дуги. Каковы технологические возможности и области применения ручной дуговой сварки? Как выбирают режим ручной дуговой сварки?

ВАРИАНТ 8

1. Сопоставьте поведение серы и фосфора в доменной плавке и в различных процессах передела чугуна в сталь.
2. Сравните литье в песчано-глинистые формы и под давлением по качеству, особенностям технологии, конструкции отливок и характерным видам брака. Дайте схемы процессов.
3. Опишите разновидности дуговой сварки под флюсом. Как выбрать режим сварки под флюсом? Опишите преимущества и недостатки сварки под флюсом по сравнению со сваркой в защитных газах.

ВАРИАНТ 9

1. Рассмотрите зависимость между особенностями различных видов передела чугуна в сталь и составом применяемой для них шихты.
2. Сравните способы получения отливок в песчано-глинистых и песчано-смоляных (оболочковых) формах. Укажите влияние способа на качество отливок. Дайте схемы.
3. Опишите сущность дуговой сварки в защитных газах. Укажите параметры режима при сварке в защитных газах и их влияние на форму и качество сварного шва.

ВАРИАНТ 10

1. Сопоставьте качество стали, полученной различными способами передела чугуна, и укажите причину различий.
2. Сравните способы получения отливок в песчано-глинистых формах и кокилях. Дайте схемы и опишите влияние способа на качество отливки.
3. Сравните дуговые способы сварки: ручную сварку покрытыми электродами, механизированную сварку в среде защитных газов, автоматическую сварку под флюсом.

ВАРИАНТ 11

1. Какими способами могут быть получены композиционные материалы на металлической основе? Приведите схемы процессов и укажите, какие материалы могут быть использованы в качестве матрицы.
2. Опишите процесс получения проволоки диаметром 1 мм (от слитка до мотка) с характеристикой устройства и промежуточных операций.
3. Опишите основные свойства электрической дуги. В чем заключаются преимущества автоматической дуговой сварки под флюсом по сравнению с ручной сваркой покрытыми электродами?

ВАРИАНТ 12

1. Рассмотрите способы разливки стали, описать строение слитка и указать его основные дефекты в зависимости от способа разливки.
2. В чем отличие вакуумного и пневматического формования пластмасс? Приведите схемы процессов и укажите, какие изделия и из каких пластмасс могут быть получены этими способами.
3. Опишите физическую сущность сварки давлением. Сравните холодную сварку и сварку трением. Нарисуйте схему. Опишите оборудование и область применения.

ВАРИАНТ 13

1. Опишите способы изготовления изделий из пластмасс в высокоэластичном состоянии, приведите примеры и схемы получения изделий из таких пластмасс.
2. Сравните способы получения заготовок обработкой давлением: прокатку, прессование, волочение. Дайте схемы указанных способов обработки, укажите применяемый инструмент и оборудование.
3. Опишите физическую сущность сварки давлением. Сравните диффузионную сварку и сварку взрывом. Нарисуйте схему. Опишите оборудование и область применения.

ВАРИАНТ 14

1. Охарактеризуйте дисперсно-упрочненные композиционные материалы, приведите примеры таких материалов. Опишите, какими способами могут быть получены изделия из дисперсно-упрочненных композиционных материалов.
2. Опишите факторы, влияющие на пластичность материала при обработке давлением. Сравните прокатку и прессование. Дайте схемы указанных способов обработки, укажите применяемый инструмент и оборудование.
3. Сравните сварку плавлением со сваркой давлением. Приведите по одному способу сварки со схемой и описанием. Опишите оборудование и область применения.

ВАРИАНТ 15

1. Что называется армирующим элементов в композиционных материалах. Укажите, какими могут быть армирующие элементы по геометрии. Укажите способы получения биметаллических материалов, приведите схему и дайте характеристику применяемым способам.
2. Сравните холодную и горячую обработку давлением. Укажите, как выбирается температурный режим при горячей обработке давлением.
3. Опишите способы электроконтактной сварки. По каким критериям оценивается качество сварного соединения. Выберите способ электроконтактной сварки для заготовок: пруток \varnothing 20 мм и 10 мм. Материал – Сталь 45.

ВАРИАНТ 16

1. Рассмотрите условия проведения и цели внепечной обработки стали. Опишите способы внепечной обработки, направленные на удаление газов, растворенных в сталях. Обратите особое внимание на условия, создаваемые для удаления газов.
2. Сравните прессование и волочение как способы получения машиностроительных профилей. Дайте схему принципиального устройства и опишите принцип работы применяемых волочильных станков.
3. Опишите разновидности дуговой сварки в защитных газах. Как выбрать режим сварки в защитных газах? Опишите преимущества и недостатки сварки в защитных газах по сравнению со сваркой под флюсом.

ВАРИАНТ 17

1. Рассмотрите сущность одной из операций порошковой металлургии – спекания. Какие необходимо создавать условия при спекании. Как при спекании можно повысить плотность получаемого изделия.
2. Сравните ковку и штамповку как способы получения поковок. Дайте схему процессов. Опишите разновидности штампов и дайте их сравнительную характеристику.
3. Опишите области применения дуговой сварки под флюсом. Укажите параметры режима при сварке под флюсом и их влияние на форму и качество сварного шва.

ВАРИАНТ 18

1. Рассмотрите сущность порошковой металлургии. Опишите, как можно повысить плотность порошкового изделия и каким образом это достигается.
2. В чем заключается сущность прессования, и каковы преимущества и недостатки прямого и обратного методов этого процесса?
3. Опишите технологические особенности сварки различных материалов. Какие виды сварки и сварочные материалы применяют для чугуна, алюминия и его сплавов?

ВАРИАНТ 19

1. Рассмотреть условия удаления серы из стали. Опишите способы выпечной обработки и переплава, направленные на удаление серы из стали.
2. Сравните холодную и горячую обработку давлением. Привести сравнительную характеристику устройств, работ и областей применения камерных и методических нагревательных печей.
3. Опишите сущность процесса и материалы для пайки. Всегда ли при пайке прочность соединения равна прочности припоя? Перечислите основные требования к припоям и флюсам.

ВАРИАНТ 20

1. Рассмотреть способы получения порошков в порошковой металлургии. Опишите, как и почему способы получения металлических порошков влияют на размеры и форму частиц порошка.
2. Описать основные преимущества и недостатки обработки металлов давлением по сравнению с производством литых деталей.
3. Какие источники тока применяют для дуговой сварки и особенности их внешних характеристик? Опишите металлургические процессы, протекающие в сварочной ванне при взаимодействии расплавленного металла со шлаком.