

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна»**
Высшая школа технологии и энергетики
Кафедра дизайна и медиатехнологий

ОСНОВЫ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОМ ДИЗАЙНЕ

Текст лекций для студентов всех форм обучения
по направлению подготовки
54.03.01 — Дизайн

Составитель О. В. Ильина

Санкт-Петербург
2025

Утверждено
на заседании кафедры ДиМТ
11.02.2025 г., протокол № 5

Рецензенты:
А. Н. Стрепетов, А. Р. Эбзеев

Текст лекций «Основы материаловедения в промышленном дизайне» соответствует программам и учебным планам дисциплин «Основы материаловедения в промышленном дизайне» и «Материаловедение» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 54.03.01 «Дизайн».

Текст лекций охватывает весь объем материалов по дисциплинам. Издание предназначено для самостоятельной работы студентов.

Текст лекций предназначен для бакалавров очной и заочной форм обучения. Может быть использовано магистрами по направлению подготовки 54.04.01 «Дизайн».

Утверждено Редакционно-издательским советом ВШТЭ СПбГУПТД в качестве
текста лекций

Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=202016, по паролю.
- Загл. с экрана.

Дата подписания к использованию 17.09.2025 г. Рег. № 5062/22

Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД
198095, СПб., ул. Ивана Черных, 4.

© ВШТЭ СПбГУПТД, 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
РАЗДЕЛ 1. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ В ПРОМЫШЛЕННОМ ДИЗАЙНЕ. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ И СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ	6
ЛЕКЦИЯ 1. (Тема 1. Материаловедение в промышленном дизайне)	6
ЛЕКЦИЯ 2. (Тема 1. Материаловедение в промышленном дизайне)	10
ЛЕКЦИЯ 3. (Тема 2. Основные виды механических свойств материалов и их характеристики)	12
ЛЕКЦИЯ 4. (Тема 3. Свойства материалов в основных физико-химических процессах).....	14
ЛЕКЦИИ 5, 6. (Тема 3. Технологические и потребительские свойства материалов).....	15
РАЗДЕЛ 2. КОНСТРУКЦИОННЫЕ И ОТДЕЛОЧНО-ДЕКОРАТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	21
ЛЕКЦИЯ 7. (Тема 4. Конструкционные материалы).....	21
ЛЕКЦИЯ 8. (Тема 4. Конструктивно-тектоническая структура изделий в зависимости от материала).....	28
ЛЕКЦИЯ 9. (Тема 5. Отделочно-декоративные материалы. Полимерные пластические материалы. Пластмассы, их свойства, классификация и разновидности).....	30
ЛЕКЦИЯ 10. (Тема 5. Применение отделочных материалов в дизайн- проектировании).....	35
ЛЕКЦИЯ 11. (Тема 6. Бумажные и древесные материалы. Классификация бумажных материалов по виду сырья, по толщине и массе, по количеству слоёв).....	38
ЛЕКЦИЯ 12. (Тема 6. Декоративные свойства древесины. Способы облагораживания древесины).....	41
ЛЕКЦИЯ 13. (Тема 7. Классификация лакокрасочных и пластмассовых материалов. Органические покрытия из пластмасс. Группы лакокрасочных покрытий. Области их применения).....	44
ЛЕКЦИЯ 14. (Тема 7. Поливинилхлоридные, полиэтиленовые, поливинилбутиральные, полипропиленовые, полиамидные покрытия. Методы их нанесения и их применение при отделке промышленных изделий).....	47

РАЗДЕЛ 3. ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ И СТЕКЛОЭМАЛЕВЫЕ ПОКРЫТИЯ. МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА И СПОСОБЫ ОТДЕЛКИ МАТЕРИАЛОВ. ПОНЯТИЕ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ.....	49
ЛЕКЦИЯ 15. (Тема 8. Виды гальванических покрытий. Декоративные покрытия никелем, хромом, цинком, свинцом, оксидными плёнками, бронзой, серебром и их основные физические и химические характеристики).....	49
ЛЕКЦИЯ 16. (Тема 9. Способы и методы декоративной отделки. Способы нанесения различных металлопокрытий на металлы, силикаты, полимеры. Декоративная отделка – никелирование, хромирование, меднение, серебрение, золочение, цинкование, кадмирование, свинцевание, лужение, латунирование, бронзирование, оксидирование, стеклоэмалевые неорганические покрытия, анодирование, фосфатирование).....	52
ЛЕКЦИЯ 17. (Тема 10. Обработка давлением. Механические способы обработки. Понятие технологичности).....	57
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	62

ВВЕДЕНИЕ

«Основы материаловедения в промышленном дизайне» – это дисциплина, которая даёт знания о строении и структуре различных материалов, их физико-механических и технологических свойствах, методах получения и обработки. Также в рамках курса изучают классификацию современных материалов и их свойства.

Цель дисциплины – сформировать компетенции обучающегося в области знания основных материалов и взаимосвязи их свойств в области промышленного дизайна и ивент-дизайна.

Задачи:

- сформировать навыки рационального выбора материалов в создании объектов;

- раскрыть технические возможности применения конструкционных и финишных материалов;

- научить на основании исходных данных подбирать материалы с учётом технических характеристик объектов дизайн-проектирования.

Изучение материаловедения даёт возможность будущему дизайнеру сделать правильный выбор наиболее эффективного материала для конкретного изделия с учётом технологических методов его формообразования и производства.

РАЗДЕЛ 1. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ В ПРОМЫШЛЕННОМ ДИЗАЙНЕ. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ И СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ

ЛЕКЦИЯ 1. (Тема 1. Материаловедение в промышленном дизайне)

Дизайн – это в первую очередь творчество. Но не свободное творчество, а в ограниченных рамках. Рамки эти ставит время, финансы заказчика, нормы и правила регулирующих организаций, возможности поставщиков и субподрядчиков. Вкусы и художественные критерии людей постоянно меняются, и чтобы осуществить адресный дизайн и в то же время уникальный, с «изюминкой», надо хорошо знать рынок материалов, существующие тенденции в их развитии, чтобы фантазии было на что опереться.

Промышленный объект или элемент среды может быть в хорошем физическом состоянии, но уже не столь привлекательным с эстетической точки зрения. Особенно это присуще тем объектам, где применялись искусственные материалы, палитра которых меняется достаточно быстро. Поэтому дизайнеру помимо физической долговечности материалов необходимо учитывать и их моральное старение, которое связано с эстетическими предпочтениями того или иного времени. Номенклатура, ассортимент и качество массовой продукции промышленности материалов, направленных на удовлетворение требований дизайна, не только определяют реальность осуществления проекта, но и оказывают непосредственное влияние на технические и эстетические достоинства разрабатываемого объекта, долговечность его конструкций, сохранность достигнутого качества во времени. Чем более массовым становится производство того или иного материала или изделия, тем меньше его цена, а значит, оно становится более доступным для большего количества людей. В дизайне с его экспериментальным и творческим характером деятельности, постоянно выходящей за границы норм и правил, выбор материалов для изготовления изделия начинается с самого начала проектирования. Дизайнер не только стремится необычным образом применить уже существующие материалы и изделия, произведенные промышленностью, но и предлагает, а часто и принимает участие при разработке новых решений.

Основные виды материалов

В промышленном дизайне эстетическое проектирование неразрывно связано с конструктивным. Во время эскизирования образа изделия параллельно надо решать, как его исполнить конструктивно на практике и из каких материалов. Обязательное условие – соблюдение «тектоничности» изделия. Для этого необходимо хорошо знать материалы для изготовления объектов и свободно владеть современной информационной базой материалов и конструкций.

Все проектирование и строительство производится строго по стандартам. Стандарты делятся: на ГОСТы (Государственный стандарт), СНИПы (Строительные нормы и правила), ТУ (Технические условия).

ГОСТы обязательны на всей территории России и содержат требования к различным характеристикам материалов, методам их испытания, приемки, транспортировки и складирования. СНИПы действуют на всей территории России и содержат нормы и правила проектирования, строительства, характеристики используемых материалов, допуски. СНИПы обычно создаются для определенной отрасли. Технические условия (ТУ) содержат требования к качеству, метрологии, правилам приемки работ и т. д. ТУ действуют в пределах министерства.

Свойства материалов можно разделить на две условные группы: эксплуатационно-технические свойства и эстетические качества. Для каждой отрасли существует своя номенклатура материалов.

Номенклатура материалов – это перечень или список материалов, которые используются в определенной отрасли, предприятии или организации. Она имеет важное значение для планирования и управления складским хозяйством, закупкой и используется в учете и отчетности. Номенклатура материалов включает в себя информацию о названии материала, единицах измерения, характеристиках, а также его код и классификацию. Код является уникальным идентификатором материала, который упрощает поиск и отслеживание его движения.

Эксплуатационно-технические свойства

Истинная плотность материала – физическая величина, равная отношению массы материала к его объему в абсолютно плотном состоянии.

Средняя плотность материала – отношение его массы в естественном состоянии к его объему.

Насыпная плотность – определяется для сыпучих тел. В сыпучем теле присутствуют не только поры в самом материале, но и пустоты между зернами или его кусками.

Пористость материала – характеризуется степенью заполнения его объема порами.

Влажность – содержание влаги в материале, выраженное в %. Измеряется как разность массы образца во влажном и в сухом состоянии.

Водопоглощение – это способность материала впитывать влагу и удерживать ее.

Водостойкость – характеризуется коэффициентом размягчения.

Водопроницаемостью называют свойство материала пропускать воду под давлением.

Паропроницаемость – это способность слоя материала пропускать водяной пар в результате разности парциального давления водяного пара при одинаковом атмосферном давлении на обеих сторонах слоя строительного

материала. Эта способность характеризуется коэффициентом паропроницаемости или сопротивления паропроницаемости (μ).

Морозостойкостью называют способность материала в насыщенном водой состоянии выдерживать циклическое попеременное замораживание и оттаивание без значительного снижения прочности. Материалы, выдерживающие более 100 циклов, считаются обладающими высокой морозостойкостью, менее 10 циклов – низкой.

Теплопроводность материала определяется в лаборатории и измеряется коэффициентом (λ).

Прочностью материала называют его способность сопротивляться разрушению под действием внешних сил. Характеризуется максимальным напряжением, которое он выдерживает перед разрушением. Это напряжение называется пределом прочности.

Виды прочности: на сжатие, на растяжение, на изгиб. Предел прочности при сжатии – это максимальное напряжение, которое выдерживает образец при испытаниях на прессе.

Твердостью материала называется способность сопротивляться проникновению в него инородного тела. При определении твердости однородных каменных материалов используют шкалу Мооса.

Критерии твердости по **шкале Мооса**: легко чертится ногтем (тальк, мел); чертится ногтем (каменная соль); легко чертится стальным ножом (гипс, кальцит); чертится стальным ножом с небольшим нажимом (плавиковый шпат); чертится стальным ножом с нажимом, стекла не царапает (апатит); слегка царапает стекло (ортоклаз); легко царапает стекло (кварц, топаз, корунд, алмаз).

При определении твердости материалов из дерева используют **метод Бринелля**, в США – шкалу **Janka**. Суть этих способов заключается в способности древесины сопротивляться внедрению в нее более твердых тел. Древесные породы делятся на мягкие, твердые и очень твердые.

Упругостью называют способность материала после снятия нагрузки принимать первоначальную форму без остаточных деформаций.

Пластичностью называют способность материала изменять под действием нагрузки свою форму без признаков разрушения и сохранять эту форму после разгрузки.

Хрупкостью называют способность материала разрушаться под действием нагрузки без пластической деформации. У хрупких материалов сопротивление растяжению значительно меньше, чем сжатию.

Огнестойкостью материала называют его способность сохранять свои физико-механические свойства под воздействием высоких температур. Выделяют 3 группы: 1) негорючие материалы, например, металл, бетон, камень; 2) трудно сгораемые материалы – материалы, состоящие из сгораемых и негорючих составляющих, например, асфальтобетон; 3) сгораемые материалы, например, дерево, большинство строительных пластмасс.

Эстетические свойства материалов. К эстетическим свойствам материалов следует отнести их форму, цвет, фактуру, текстуру или рисунок.

Форма изделия и ее лицевая поверхность воспринимается визуально в процессе эксплуатации и непосредственно влияет на своеобразие дизайн-объекта. Важно, чтобы она была эстетически осмысленной, строгой, пропорциональной.

Цвет материалов – зрительное ощущение, возникающее в результате воздействия на сетчатку глаза человека электромагнитных колебаний, отраженных от лицевой поверхности в результате действия света. Все цвета делятся на две группы – ахроматические и хроматические. Человек способен различать до трехсот оттенков ахроматических и до десяти тысяч хроматических цветов. Основными характеристиками цвета являются цветовая тональность, светлота и насыщенность. Фактура – видимое строение лицевой поверхности материала, характеризующееся степенью рельефа и блеска. По степени рельефа выделяют гладкие, шероховатые (высота рельефа до 0,5 см) и рельефные (высота рельефа более 0,5 см) фактуры. По степени блеска различают блестящие и матовые фактуры. Рисунок – различные по форме, размерам, расположению, сочетанию, цвету линии, полосы, пятна и другие элементы на лицевой поверхности материала. Если упомянутые элементы создала природа, рисунок называют текстурой.

ЛЕКЦИЯ 2. (Тема 1. Материаловедение в промышленном дизайне)

Физические свойства материалов

Дизайнеру необходимы не только глубокие знания номенклатуры выпускаемых и осваиваемых материалов изделий, но и всестороннее понимание их свойств, формирующих качество продукции и определяющих рациональные области её применения. Условия эксплуатации материалов в изделиях чрезвычайно разнообразны. Они определяют сложный комплекс производственно-эстетических и экономических требований, которым должны соответствовать важнейшие свойства применяемых материалов и изделий. Современный дизайнер может обращаться как к традиционным, так и к новым конструкторским материалам. Использование того или иного материала определяется спецификой объекта разработки. К основным свойствам материалов относятся: физические, механические, электрические, технологические, потребительские.

Физические свойства – внутренние, присущие данному материалу или веществу особенности, обуславливающие его различие или общность с другими веществами или материалами, проявляющиеся как ответная реакция на воздействия внешних физических полей или сред. Физические свойства, определённые стандартными методами с указанием состава, строения и структуры, представляют собой стандартные справочные данные веществ и материалов (таблица 1).

Таблица 1 – Основные виды физических свойств

Наименование	Виды физических свойств
Физические свойства, характеризующие агрегатное состояние вещества	<i>Температура</i> – это физическая величина, характеризующая состояние равновесия систем. <i>Плотность</i> – мера количества вещества (m) в единице объёма $\rho = m / V$ кг/ м ³ . Средняя плотность – величина, определяемая отношением массы неоднородного вещества ко всему занимаемому им объёму, включая имеющиеся в нём поры и пустоты.

Физические свойства, характеризующие способность веществ и материалов взаимодействовать с потоками масс (воздух, газ, пар, вода) и излучений (свет, звук)	Всеобщими физическими свойствами, характеризующими способность веществ и материалов взаимодействовать с потоками масс (например, воздуха, газа, пара) и излучений (света, звука), являются их отражательная способность, проницаемость и поглощение. <i>Потоки воздуха, газа, пара, воды. Воздухо-, газо-, паро-, и водопроницаемость</i> – это свойство материала пропускать через свою толщину соответственно воздух, пар и воду при наличии перепада давления. Гигроскопичность – свойство материала поглощать влагу из окружающей среды. Гидрофильность – способность материала смачиваться водой (глина, силикаты). Гидрофобность – неспособность материала смачиваться водой (металл, воски, некоторые полимеры). Водопоглощение – свойство материала при непосредственном соприкосновении с водой впитывать и удерживать её в своих порах. Водопоглощение плотных материалов (сталь, стекло, битум) равно нулю. <i>Поток тепла.</i> Теплопроводность – способность материала передавать через свою толщину тепловой поток, возникающий вследствие разности температур. <i>Поток звука.</i> Звукопоглощение – свойство материала поглощать звук. Звукопроницаемость – способность материала пропускать через свою толщину звуковую энергию.
--	---

Вопросы для самоконтроля

1. Основные понятия материаловедения: материалы, сырые материалы, полуфабрикаты.
2. Понятие номенклатура материалов.
3. Комплекс требований, которым должны соответствовать свойства применяемых материалов при проектировании.
4. Перечислите и опишите эстетические характеристики основных материалов.
5. Перечислите и опишите основные характеристики эстетики цвета материалов и их влияние на восприятие объектов.
6. Количественные и качественные аспекты новой эстетики материалов, применяемых в дизайне.

ЛЕКЦИЯ 3. (Тема 2. Основные виды механических свойств материалов и их характеристики)

Механические свойства материалов

Механические свойства характеризуют способность материалов сопротивляться действию внешних сил. К основным механическим свойствам относятся прочность, твердость, ударная вязкость, упругость, пластичность, хрупкость.

Прочность – это способность материала сопротивляться разрушающему воздействию внешних сил. *Твердость* – это способность материала сопротивляться внедрению в него другого, более твердого тела под действием нагрузки. *Вязкостью* называется свойство материала сопротивляться разрушению под действием динамических нагрузок. *Упругость* – это свойство материалов восстанавливать свои размеры и форму после прекращения действия нагрузки. *Пластичностью* называется способность материалов изменять свои размеры и форму под действием внешних сил, не разрушаясь при этом. *Хрупкость* – это свойство материалов разрушаться под действием внешних сил без остаточных деформаций (таблица 2).

Таблица 2 – Основные виды механических свойств

Название	Характеристика
Упругость	Свойство материалов самопроизвольно восстанавливать свою форму и объем при прекращении внешних воздействий
Эластичность	Способность материала или изделия претерпевать значительные изменения размеров и формы без разрушения при сравнительно небольшой действующей силе
Жесткость	Способность материала или изделия к меньшему изменению размеров и формы при заданном типе нагрузки: чем больше жесткость, тем меньше изменения
Пластичность	Способность твердых материалов сохранять измененными форму и объем без микроскопических нарушений сплошности после снятия механических нагрузок, которые вызвали эти изменения
Механическая прочность	Это свойство сопротивляться разрушению, а также необратимому изменению формы при механических воздействиях
Хрупкость	Свойство твердых веществ разрушаться при механических воздействиях без существенных предварительных изменений формы и объема
Вязкость	Способность материалов сопротивляться действию внешних сил
Твердость	Свойство материалов оказывать сопротивления в поверхностном слое контактному воздействию

Технологическая обработка материалов

Технологические свойства определяют способность материалов подвергаться различным видам обработки. *Литейные свойства* характеризуются способностью металлов и сплавов в расплавленном состоянии хорошо заполнять полость литейной формы и точно воспроизводить ее очертания (жидкотекучестью), величиной уменьшения объема при затвердевании (усадкой), склонностью к образованию трещин и пор, склонностью к поглощению газов в расплавленном состоянии. *Ковкость* – это способность металлов и сплавов подвергаться различным видам обработки давлением без разрушения. *Свариваемость* определяется способностью материалов образовывать прочные сварные соединения. *Обрабатываемость резанием* определяется способностью материалов поддаваться обработке режущим инструментом. К физическим свойствам материалов относится плотность, температура плавления, электропроводность, теплопроводность, магнитные свойства, коэффициент температурного расширения. *Плотностью* называется отношение массы однородного материала к единице его объема. Это свойство важно при использовании материалов в авиационной и ракетной технике, где создаваемые конструкции должны быть легкими и прочными. *Температура плавления* – это такая температура, при которой металл переходит из твердого состояния в жидкое. Чем ниже температура плавления металла, тем легче протекают процессы его плавления, сварки и тем они дешевле. *Электропроводностью* называется способность материала хорошо и без потерь на выделение тепла проводить электрический ток. Хорошей электропроводностью обладают металлы и их сплавы, особенно медь и алюминий.

ЛЕКЦИЯ 4. (Тема 3. Свойства материалов в основных физико-химических процессах)

Старение и изнашивание материалов

Старение обычно обусловлено недостаточно стабильным состоянием материала и постепенным его переходом в стабильное. Старение материала может приводить как к улучшению, так и к ухудшению отдельных свойств материалов. Предусматриваются операции искусственного старения материалов с целью улучшения их свойств. В технике следует различать моральный и физический износ. Морально устаревшими считаются машины, конструкции, материалы, если они в результате общего технического прогресса оказываются малопригодными для удовлетворения нужд производства, хотя ещё вполне работоспособны. Физическое изнашивание материалов (изделия) может происходить при скольжении, ударе, качении, скольжении с качением, а также под воздействием среды (жидкость, газ, пар, холод, жара). При изнашивании внутри материала проходит целый ряд физико-химических процессов. При этом изменяются структура и химический состав материала, а, следовательно, и его свойства. Основными видами изнашивания являются: механическое, коррозионно-механическое и молекулярно-механическое (таблица 3).

Таблица 3 – Классификация видов изнашивания

Способы воздействия при изнашивании	Основные виды изнашивания
Механическое	<i>Абразивное</i> – в результате режущего или царапающего действия твердых частиц, попадающих в зону контакта <i>Адгезионное</i> – в результате связи между поверхностными слоями двух разнородных тел при их соприкосновении <i>Эрозионное</i> – под влиянием механических воздействий твердыми частицами в потоке жидкости или газа <i>Кавитационное</i> – в результате ударов жидкости при схлопывании парогазовых пузырей на поверхности детали <i>Усталостное</i> – под влиянием циклических контактных напряжений сжатия
Коррозионно-механическое	<i>Окислительное</i> – в результате химического взаимодействия материала с компонентами окружающей среды путем среза непрерывно возобновляющихся окисных пленок <i>Фреттинг-коррозия</i> – возникает при очень малых колебательных перемещениях сопряженных поверхностей, обусловленных деформациями и люфтами
Молекулярно-механическое	<i>Схватывание и заедание</i> – повреждение поверхностей в результате действия молекулярных сил и механического воздействия

ЛЕКЦИИ 5, 6. (Тема 3. Технологические и потребительские свойства материалов)

Технологические свойства материалов определяют возможность изготовления продукции при использовании данного материала (сырья). При этом материал должен удовлетворять требованиям минимальной трудоёмкости при изготовлении. Испытания технологических свойств (технологические испытания) относятся к самым старым видам испытаний материалов. К технологическим свойствам материалов относят свойства, определяющие возможности их литья, обработки давлением и резанием, свариваемости, упрочняемости, восприимчивости к закалке (таблица 4).

Таблица 4 – Основные технологические свойства

Свойства	Характеристика
Литейные свойства	Определяются совокупностью показателей, включающей: температуры плавления, кипения, заливки и кристаллизации; литейную усадку. Виды литья: в землю; в кокиль; под давлением; центробежное; электрошлаковое литье; литье по моделям
Обрабатываемость давлением	В горячем и холодном состояниях оценивают: различными технологическими пробами (на осадку, изгиб, вытяжку сферической лунки и др.); характеристиками пластичности, твердости и упрочнения материала при температуре обработки
Обрабатываемость резанием	Оценивается скоростью затупления резца при точении на заданных режимах резания с обеспечением необходимых параметров шероховатости поверхности и выражается в процентах от обрабатываемости стандартного материала
Обрабатываемость камня	Оцениваются их податливостью механическому, термическому, электрическому и другими воздействиям для придания камню необходимой формы, размеров и фактуры. В зависимости от вида воздействия выделяют конкретные характеристики обрабатываемости: пилимость, полируемость, истираемость. Общепринятого метода оценки не существует
Свариваемость	Способность материала образовывать неразъемные соединения с требуемыми механическими характеристиками. Её оценивают сравнением свойств сварных соединений со свойствами основного материала, количеством способов сварки, диапазоном допускаемых режимов.

Потребительские свойства материалов определяют возможность их использования при максимальной работоспособности в условиях эксплуатации или потребления. Потребительские и технологические свойства материалов нередко противоречат друг другу. Например, более прочные материалы менее технологичны, труднее обрабатываются при резании, холодной объёмной штамповке, сварке. Решение при выборе материала обычно основывается на компромиссе потребительских и технологических свойств. Перечень и величина потребительских свойств в обязательном порядке устанавливаются в государственных стандартах, что создаёт законодательные основы гарантии качества и безопасности используемых веществ и материалов. Перечень потребительских свойств для каждого материала, называемый номенклатурой, устанавливается в стандартах государственной системы «Система показателей качества». В номенклатуре показателей качества показатели распределены по следующим группам: назначение; надёжность; эргономичность и эстетичность; унификация; технологичность; стандартизация; патентно-правовые показатели; экологические показатели; безопасность; транспортабельность. Группой показателей качества, имеющей специальное и технико-экономическое значение, является надёжность. В группу показателей надёжности входят такие характеристики, как долговечность, сохранение, безотказность в работе и ремонт.

Надёжность – свойство объекта сохранять во времени и в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных рамках и условиях применения, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортирования. *Долговечность* – свойство материала сохранять работоспособность до предельного состояния, которое определяется степенью разрушения, требованиями безопасности или экономическими соображениями.

Потребительские свойства материалов, используемые для оценки их долговечности, делят на 2 группы. Для свойств первой группы в их наименованиях традиционно используется слово «стойкость». Свойства второй группы дают оценку работы материалов в условиях, максимально приближенных к условиям эксплуатации, т. е. с учетом различного рода механических воздействий (таблица 5).

Таблица 5 – Потребительские свойства материалов, используемые для оценки их долговечности

Группа свойств	Свойства	Основные виды изнашивания
Для свойств первой группы в их наименованиях традиционно используется слово «стойкость». Для оценки прочности и воздействия окружающей среды используются термины: атмосферо-, свето-, химическая, радиационная, водо-, огне-, жаро-, термо-, морозо-, холодо- и др., а для оценки твердости – красностойкость. Для оценки способности сохранять форму при воздействии окружающей среды используют термины «огнеупорность» и «теплостойкость»	Атмосферостойкость	Способность материала сопротивляться разрушающему действию солнечных лучей, дождя, мороза, снега, ветра и других атмосферных факторов, например, газов и пыли, загрязняющих нижние слои атмосферы
	Светостойкость	Способность материала сохранять свои физико-химические свойства под воздействием световых лучей
	Химическая стойкость	Способность материала сопротивляться воздействию кислот, щелочей, растворов солей и газов
	Радиационная стойкость	Способность материала сохранять свою структуру и свойства после воздействия ионизирующих излучений
	Водостойкость	Способность материала сохранять необходимые прочностные свойства при действии воды
	Огнестойкость	Способность материалов сохранять необходимые эксплуатационные свойства при действии высоких температур, пламени и воды в условиях пожара в течение определенного времени. Она зависит от сгораемости материала, т. е. от его способности воспламеняться и гореть. По огнестойкости материалы классифицируются на несгораемые (под действием огня или высокой температуры не горят и не обугливаются), трудносгораемые (под воздействием огня или высокой температуры тлеют, но после прекращения действия огня их горение и тление прекращаются) и сгораемые (горят открытым пламенем и продолжают гореть после удаления источника огня)

Группа свойств	Свойства	Основные виды изнашивания
Первая группа потребительских свойств материалов, используемых для оценки их долговечности	Жаростойкость	Для металлических материалов – это жароупорность, окалиностойкость – способность противостоять химическому разрушению поверхности под действием воздуха или другой окислительной газовой среды при высоких температурах. Для других конструкционных материалов – способность сохранять механические свойства при высоких температурах
	Термостойкость (термическая стойкость)	Способность хрупких материалов (чугунов, стекол и керамических изделий) противостоять, не разрушаясь, термическим напряжениям
	Морозостойкость	Свойство насыщенного водой материала выдерживать многократное число циклов попеременного замораживания и оттаивания без видимых признаков разрушения и без значительного понижения прочности
	Холодостойкость	Способность высокополимерных материалов противостоять низким температурам
	Красностойкость	Способность сплава сохранять при нагреве до температур красного каления (обычно 600 – 650 °С) высокую твердость и изностойкость
	Огнеупорность	Способность некоторых материалов (главным образом огнеупоров) противостоять, не расплавляясь и не деформируясь, воздействию высоких температур (от 1580 °С и выше). Материалы по степени огнеупорности подразделяют на огнеупорные (от 1580 °С), тугоплавкие (1350 – 1580 °С) и легкоплавкие (менее 1350 °С)

Группа свойств	Свойства	Основные виды изнашивания
Свойства второй группы дают оценку работы материалов в условиях, максимально приближенных к условиям эксплуатации	Теплостойкость	Определяется для инструментальных и высокомолекулярных полимерных материалов. Характеризуют температурой, при которой наступает ещё допустимое для данного изделия изменение формы
	Живучесть	Время существования изделия от момента зарождения первой микроскопической трещины усталости размером 0,5–1,0 мм до окончательного разрушения. Живучесть характеризует надежность материала при циклическом нагружении
	Длительная прочность	Способность материала разрушаться не тотчас после приложения нагрузки, а по истечении некоторого времени. Явление длительной прочности позволяет использовать конструкционный материал в течение ограниченного (может быть очень короткого, но достаточного для выполнения заданной функции) времени при больших нагрузках, существенно превышающих нагрузки, допустимые при длительной эксплуатации, а также определить время безопасного функционирования (ресурса) конструкции
	Жаропрочность	Способность конструкционных материалов (главным образом металлических) выдерживать без существенных деформаций механические нагрузки при высоких температурах
	Истираемость	Оценивают потерей первоначальной массы образца, отнесенной к площади поверхности истирания

Вышеуказанные свойства материалов учитываются при разработке конструкции, формообразовании и изготовлении промышленных изделий.

Вопросы для самоконтроля

1. Механические свойства материалов: упругость, эластичность и их свойства.
2. Механические свойства материалов: прочность, хрупкость, вязкость и их свойства.
3. Старение и изнашивание материалов.
4. Свойства материалов в основных физико- химических процессах.
5. Технологические и потребительские свойства материалов.

РАЗДЕЛ 2. КОНСТРУКЦИОННЫЕ И ОТДЕЛОЧНО-ДЕКОРАТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ЛЕКЦИЯ 7. (Тема 4. Конструкционные материалы)

Классификация конструкционных материалов

Конструкционными материалами называют материалы, из которых изготавливаются детали конструкций (машин и сооружений), воспринимающих силовую нагрузку. Определяющими параметрами конструкционных материалов являются механические свойства, что отличает их от других технических материалов (оптических, изоляционных, смазочных, лакокрасочных, декоративных, абразивных). К основным критериям качества конструкционных материалов относятся параметры сопротивления внешним нагрузкам: прочность, вязкость, надежность, ресурс (тема 2. Основные свойства материалов).

Конструкционные материалы подразделяются по природе материалов: на металлические, неметаллические и композиционные материалы, сочетающие положительные свойства тех и других материалов (таблица 6).

Таблица 6 – Классификация конструкционных материалов

Конструкционные материалы			
Металлы		Неметаллы	Композиты
Чёрные	Чугуны	Пластмассы	На металлической основе
	Стали	Керамика	На керамической основе
Цветные	Алюминий	Стекло	На полимерной основе
	Титан	Резины	
	Медь	Дерево	
	Никель		
	Цинк		
	Другие		

Металлические материалы

К ним относятся металлы и сплавы на их основе. Они в свою очередь подразделяются на несколько групп, отличающихся друг от друга по свойствам:

Чёрные металлы. Это железо и сплавы на его основе – стали и чугуны.

Цветные металлы. В эту группу входят металлы и их сплавы, такие как алюминий, титан, медь никель, цинк. К цветным металлам относятся и другие материалы: благородные металлы – золото, серебро, платина; редкоземельные металлы – лантан, неодим, празеодим (таблица 7).

Конструкционные материалы подразделяются: по природе материалов на металлические, неметаллические и композиционные материалы, сочетающие положительные свойства тех и других материалов (таблица 6).

Таблица 7 – Металлические и конструкционные материалы



По технологическому исполнению – на деформированные (прокат, поковки, штамповки, прессованные профили и др.), литые, спекаемые, формуемые, склеиваемые, свариваемые (плавлением, взрывом); по условиям работы – на работающие при низких температурах, жаропрочные, коррозионно-, окалино-, износо-, топливо-, маслостойкие; по критериям прочности – на материалы малой и средней прочности с большим запасом пластичности, высокопрочные с умеренным запасом пластичности.

Эстетические свойства металлических материалов весьма разнообразны. Так, медь и ее сплавы, окисляясь на воздухе, покрываются защитной пленкой – патиной, которая имеет множество цветовых оттенков. Цвет стали можно изменять после механической обработки путем шлифования или полировки, и термической обработки поверхности. Известны электролитические процессы окрашивания нержавеющей стали в оранжевый, красный, голубой, синий и зеленый цвета. **Анодирование** не меняет цвет лицевой поверхности и защищает металл от коррозии.

Технология улучшила первоначальные свойства металла. Анодированный алюминий применяется в самых разных областях техники и позволяет достичь разных целей, например, защита от коррозии архитектурных конструкций. Алюминиевые конструкции приобрели популярность в 60-х годах прошлого века, и вскоре анодирование вытеснило жидкую покраску. В зависимости от условий окружающей среды толщина слоя составляет 15–25 мкм. Процесс анодирования позволяет получить разные по цвету (включая имитацию бронзы, серебра, золота) покрытия. Это увеличивает привлекательность изделий, например, петель, ручек, балюстрад, и позволяет точнее вписать их в интерьер.

Многие металлы не нуждаются в специальной отделке. Черный цвет чугуна, темно-серый стали, серебристо-белый у алюминия, золотистый и зеленовато-коричневый у бронзы и меди, как правило, отвечают различным эстетическим требованиям. Фактура лицевой поверхности металлов может быть рельефной, шероховатой, гладкой, матовой или блестящей.

Неметаллические конструкционные материалы

Развитие техники предъявляет новые, более высокие требования к существующим конструкционным материалам, стимулирует создание новых материалов. С целью уменьшения массы конструкций летательных аппаратов используются, например, многослойные конструкции, сочетающие в себе лёгкость, жёсткость и прочность. Внешнее армирование металлических замкнутых объёмов – шары, баллоны, цилиндры стеклопластиком позволяет значительно снизить их массу в сравнении с металлическими конструкциями. Для многих областей техники необходимы конструкционные материалы, сочетающие конструкционную прочность с высокими электрическими, теплозащитными, оптическими и другими свойствами.

Неметаллические материалы подразделяются на несколько групп: пластиковые материалы, природные, древесные материалы (таблица 8).

Пластмассы. Это материалы на основе высокомолекулярных соединений – полимеров, в основном, с наполнителями.

Керамические материалы. Их основой являются порошки тугоплавких соединений типа карбидов, боридов, нитридов и оксидов. Например: TiC , SiC , Cr_7C_3 , CrB , Ni_3B , TiB_2 , BN , SiO_2 .

Металлокерамические материалы (металлокерамика). В этих материалах основой является керамика, в которую добавляется некоторое количество металла, являющегося связкой и обеспечивающего такие свойства, как пластичность и вязкость.

Стекло. Представляет собой систему, состоящую из оксидов различных элементов, в первую очередь, оксида кремния SiO_2 .

Резина. Материалы на основе каучука.

Дерево.

Таблица 8 – Неметаллические конструкционные материалы



Эстетические свойства пластмасс весьма разнообразны. Пластмассы предоставляют возможность создания формы любой сложности, имитации фактуры и рисунка любого материала. Они могут обладать практически неограниченной цветовой гаммой, включающей самые насыщенные цвета и яркие тона. Эстетические характеристики должны исходить из свойств и структуры пластмассы и их сочетания с другими материалами.

Эстетические свойства керамики связаны с видом и составом используемого сырья и технологией производства и обработки. Большинство глин содержат оксиды железа, поэтому изделия из них приобретают все оттенки красного цвета. При наличии в глинах извести они приобретают светло-коричневые и бежевые тона. Добавляя в глиняную массу минеральные красители, можно получить керамику разных цветов и оттенков. Используя марганцевые руды, получают все оттенки коричневого и хромистые – все оттенки серого. Материалы и изделия различного функционального назначения могут иметь разнообразные цвета, фактуры и рисунки лицевой поверхности.

Эстетические характеристики стекла. Еще в глубокой древности стекло применяли для имитации драгоценных камней, изготовления украшений, декорирования изделий из природного камня или керамики. В

Древней Греции широко применялась стеклянная мозаика и смальта, в Древнем Риме стекло широко использовали для заполнения оконных проемов, украшали стеклянными пластинами полы, стены, потолки и колонны общественных зданий. Особую роль в украшении интерьера играет витраж. Расцвет витражного искусства приходится на XII век во Франции. В Венеции начали использовать зеркальное стекло, производство которого стало массовым с XVII века. Со второй половины XIX века наступил принципиально новый этап применения материалов из стекла. Оптические, тепло- и солнцезащитные свойства, высокие прочностные и эстетические характеристики изделий из стекла представляют огромные возможности для выражения творческих замыслов дизайнеров.

Эстетические свойства камня очень высоки. Богатство расцветок, фактур и текстур наряду с различными способами обработки создают богатую палитру применения эстетических качеств природных каменных материалов. Фактура их лицевой поверхности может быть полированной – зеркальный блеск с четким отражением окружающих предметов; лощёной – гладкая матовая поверхность с выявлением рисунка камня; шлифованной – равномерно шероховатая поверхность; пиленой – неравномерно шероховатая поверхность; обработанной ультразвуком – с выявленным цветом и рисунком камня; термически обработанной – шероховатая поверхность со следами шелушения); точечной-поверхность с неровным рельефом.

Неметаллические конструкционные материалы

Понятие неметаллические материалы включает большой ассортимент материалов, таких как пластические массы, композиционные материалы, резиновые материалы, клеи, лакокрасочные покрытия, древесина, а также силикатные стекла, керамика.

Неметаллические материалы обладают высокой механической прочностью, низкой плотностью, термической и химической стойкостью, электроизоляционными характеристиками, оптической прозрачностью. Особо следует отметить технологичность неметаллических материалов.

Применение неметаллических материалов обеспечивает значительную экономическую эффективность. Основа данных материалов – полимеры (таблица 9).

Композиционные конструкционные материалы изготавливаются при помощи соединения наночастиц или наночастиц с наноматериалами. Готовые материалы активно используются в автомобилестроении, для возведения зданий, мостов, в стоматологии и дизайне. Композиты улучшают механические, термические и огнестойкие свойства при взаимодействии с другими веществами и материалами. В состав композиционных материалов могут входить как металлические, так и неметаллические составляющие.

Таблица 9 – Композиционные конструкционные материалы



Наноматериалы – это наноструктуры, материалы или химические соединения, созданные с помощью наночастиц. Размер их составляющих находится между 1 и 100 нанометрами. Наноматериалы могут быть представлены в виде дисперсий, кристаллов, пленок, частиц, трубок, волокон.

Выделяют четыре основных типа наноматериалов:

Материалы на основе углерода. Состоят в основном из углерода и представлены в виде трубок и полых сфер. Способны улучшать качество пленок и покрытий, с их помощью создаются более прочные и легкие материалы. Применяются в электронике и нанoeлектронике.

Полупроводники – основа современной электроники. Вся электроника от суперкомпьютера до бытовой техники основана на полупроводниках, из которых создаются чипы и микроконтроллеры.

Дендримеры. Это полимеры наноразмера, которые используются в химической промышленности в роли катализаторов.

Благодаря новым материалам и нанотехнологиям конструируют сложные электронные устройства, которые используются для сборки мощных компьютеров, видеотехники, в авиационной и космической сферах, помогают диагностировать медикам различные заболевания, а также быстро передавать

информацию. Проектировщик нанотехнологических материалов – это профессионал, занимающийся моделированием свойств и прогнозированием жизненного цикла нанотехнологических материалов с помощью цифровых моделей.

Наноматериалы применяются в технике и технологиях производства, например, наноактуаторы – подшипники или солнечные батареи.

Также дизайнер технологически формирует пространство, используя инновационную систему управления, например, «Умный дом». Благодаря данной системе можно полностью автоматизировать работу абсолютно всех инженерных коммуникаций, а также бытового оборудования. Умный дом (Smarthouse) наделен искусственным интеллектом, с помощью которого можно автоматизировать систему управления всех домашних Hi Tech устройств как локально, так и в онлайн режиме. За слаженную работу отвечает контроллер (хаб) – мозг умного дома. Он руководит всеми устройствами домашней сети, позволяет их добавлять, удалять и настраивать, также высылаёт хозяину отчет об их состоянии. К этой группе также относятся блоки питания, датчики, мультирум и другие устройства, которые рационально располагают при зонировании помещений и проектировании бытовых изделий. Хаб (шлюз) является основным компонентом для настройки и управления умным домом. Он, по сути, работает менеджером, способным связывать работу разных устройств и задавать сценарии их работы. В зависимости от вида к хабу подключают разное количество устройств. Но для активации необходимо вставить его в розетку. Далее он выполняет подключение к Wi-Fi, после чего может связываться с беспроводными датчиками и управлять ими.

ЛЕКЦИЯ 8. (Тема 4. Конструктивно-тектоническая структура изделий в зависимости от материала)

В основе тектонической сущности формы изделия всегда лежит неразрывность взаимосвязи свойств материала, конструктивной схемы объекта и способа его изготовления. Закономерности тектоники отражают логику работы конструкции и опираются на законы механики, статики, динамики, аэростатики, гидродинамики, сопротивления материалов. Понятие «тектоника» неразрывно связывает три важнейшие характеристики промышленного изделия: его конструктивную основу, форму во всех ее сложных проявлениях формообразования, взаимного расположения частей и целого (пропорциях, метрических повторях) и материала изготовления. Если материал выбран без учёта функции вещи, то эту вещь невозможно использовать по её прямому назначению.

Под конструктивной основой при этом понимают работу несущей части конструкции, характер распределения главных усилий, соотношение масс, организацию конструкционных материалов. Действующие усилия должны соответствовать той степени зрительной напряженности, которую выражает форма. Эти особенности конструктивной основы должны правдиво отражаться в форме. Тектоническое формообразование промышленных изделий и технических объектов представляет собой сложную задачу в связи с многообразием их типов, функций, конструкций, применяемых материалов. Дизайнеру приходится иметь дело с большими и маленькими изделиями, подвижными и неподвижными, статичными и динамичными и т. д. По своей тектонической структуре небольшое промышленное изделие может быть сложнее, чем, например, архитектурное сооружение. С известной долей условности можно говорить *о четырех основных тектонических системах*, с которыми приходится иметь дело дизайнеру [14].

Монолитные системы – системы, образованные на базе конструкций из одного определенного материала. Некоторые бытовые предметы, например, инструмент и посуда, имеют целостный объем и, как правило, монолитную конструкцию. Это сказывается на их форме. Она в максимальной степени пластична, поскольку используются преимущественно пластические, а не конструктивные свойства материала. Это позволяет образовывать форму, приспособленную к человеческой руке, и значительно варьировать ее в зависимости от эстетических требований.

Решетчатые системы и системы типа оболочки, основанные на пространственных несущих конструкциях. Решетчатые конструкции могут быть изготовлены из различных материалов, таких как металлы (сталь, алюминий), дерево, бетон или композитные материалы. В зависимости от материала и конкретной задачи, решетка может быть выполнена в разных формах и конфигурациях.

Каркасные системы, образуемые как монолитными, так и сборными конструкциями из различных материалов (дерева, металла, пластмассы). Объемно-пространственная структура таких объектов, как самолет, автомобиль, железнодорожный вагон, шкаф или даже холодильник, имеющих функционирующее внутреннее пространство, образуется, как правило, на основе каркасной конструкции. Различные свойства материала, специально отобранные и связанные определенным конструктивным решением и необходимой для этого технологией изготовления, позволяют создавать различные, иногда резко контрастные решения (несмотря на один и тот же используемый материал). На примере дизайна стула рассмотрим, как могут выражать себя в форме такие материалы, как дерево и пластик. Шедевр индустриального дизайна – стулья Михаэля Тонета – были созданы в XIX веке из гнутой древесины. Гибкие свойства дерева выражены в конструкции стула и создают ощущение изящества и простоты.

Самый известный из стульев Тонета — Model №14, состоит из шести стандартных элементов, скручиваемых металлическими винтами. Стулья поставлялись дилерам в разобранном виде по 36 штук в ящике и собирались на месте. Это значительно сократило издержки на хранение и транспортировку. Мебель Тонета была не только самой легкой и дешевой на мировом рынке, но еще и самой прочной: «тонетовский» стул оставался невредимым и после падения с Эйфелевой башни.

С деревом также работал шотландский дизайнер Чарльз Макинтош. Вещи, созданные им, были не только функциональны, они имели особенную геометричность, утонченные пропорции, но при этом не были обременены излишками декора. Собственно, в этой прямолинейности и простоте форм состоит стиль модерн. Именно к таким вещам относится стул «макинтош», несущий простоту и чистоту формы и в тоже время массивность и устойчивость. Это уже не просто стул – предмет, на котором сидят. Он выполняет функцию вешалки – на него можно повесить пиджак или шляпу, благодаря своим размерам он способен делить пространство помещения на зоны, и светового фильтра – свет проникает через отверстия между рейками спинки и параллельными полосами ложится на пол и сиденье стула.

Вопросы для самоконтроля

1. Конструкционные материалы.
2. Чёрные и цветные металлы. Сплавы.
3. Конструктивно-тектоническая структура изделий в зависимости от материала.

ЛЕКЦИЯ 9. (Тема 5. Отделочно-декоративные материалы. Полимерные пластические материалы. Пластмассы, их свойства, классификация и разновидности)

Полимерные пластические материалы – искусственные материалы, получаемые на основе природных или синтетических высокомолекулярных полимеров путем формования под давлением при нагреве в размягченном состоянии с последующим переходом в твердое состояние сформованной массы при дальнейшем ее нагревании (термореактивные) или охлаждении (термопластичные). В инженерной практике такие материалы получили наименование «пластмассы». Изделия из пластика также по-разному выражают свойства этого материала, наделяя знакомые предметы новыми качествами. Например, в 1960 году 35-летний дизайнер Вернен Пантон создаёт свой гениальный Pantonchair, чем показывает всему миру возможность сделать стул без ножек, спинки и подлокотников. Изготовленный из единого куска формованного пластика, Pantonchair стал самым знаменитым стулом XX века, в котором материал работает на пределе – мягкая текучесть, пластичность материала создает убедительный образ легкого, но одновременно устойчивого изделия, как бы созданного самой природой.

Пластиковый стул LouisGhost. Французский дизайнер Филипп Старк во многих своих проектах обращается к исторической памяти и размышлениях о том, как образы прошлого врастают в массовую культуру. Поэтому он использует историческую форму мебели (классическое кресло в стиле Людовика XVI) и самый «продвинутый», дешевый материал – прозрачный пластик, как бы намекая на призрачность всего того, что связано с былыми временами. Несмотря на кажущуюся эфемерность, пластиковый стул LouisGhost – «призрак» очень прочный.

Пластмассы их свойства, классификация и разновидности

Пластмасса – это искусственный материал (синтетические полимеры, получаемые из нефти), который способен менять свою форму при нагревании и под давлением, а при остывании сохранять новую форму. Другое название пластмассы – пластик. Считается, что пластмассу изобрел англичанин Александр Паркс в 1855 году. Главным компонентом пластмассы является **смола (полимер)**. Полимеры отвечают за целостность и единую форму изделия. **Полимер** – это высокомолекулярное вещество, состоящее из молекул с повторяющимися структурными звеньями (мономерами). Но смолу не используют в пластмассе самостоятельно по причинам дороговизны такого производства и потому, что изделия, состоящие только из нее, не будут обладать необходимыми свойствами, за которые так ценится пластмасса. Для достижения разных целей дополнительно к полимерам применяют необходимые добавки – композиты. **Композиты** – волокна, которые добавляют в пластмассу с целью армирования и увеличения ее прочности.

Пластификаторы – эфиры кислот. Их добавление позволяет усилить эластичность пластмассы. **Стабилизаторы** – позволяют увеличить срок использования готового пластикового изделия. Некоторые из стабилизаторов могут быть токсичны. **Антипирены** – эти вещества помогают снизить горючесть пластмассы. По происхождению полимеры классифицируются как – природные, искусственные, синтетические (таблица 10).

Таблица 10 – Классификация полимеров

Классификация полимеров по происхождению		
Природные полимеры, выделенные из природных материалов	Искусственные полимеры, полученные в результате обработки натуральных высокомолекулярных соединений	Синтетические полимеры, полученные путем синтеза из низкомолекулярных соединений
Крахмал	Вискоза	Полиэтилен
Целлюлоза	Целлулоид	ФФ Полимеры
Белок	Ацетатное волокно	Синтетические волокна
Натуральный каучук		Синтетические каучуки

Виды пластмасс

Пластмасса – высокопрочный эластичный материал, который при нагревании становится мягким и пластичным. В этот промежуток времени из нее можно слепить практически все, что угодно. После остывания изделие вновь становится твердым. Для дизайнеров и инженеров это тот материал, из которого можно изготавливать самые сложные конструкции. Материалы имеют ряд преимуществ при изготовлении и эксплуатации изделий: 1. Отличаются экономичностью в сравнении с аналогичными продуктами из других материалов. Малые энергетические затраты при производстве. Простота формовки. 2. Почти все виды пластика не нуждаются в покраске, так как они имеют свои различные цветовые гаммы. 3. У них небольшой вес. 4. Обладают высокой эластичностью. 5. Являются отличными диэлектриками (т. е. практически не проводят электрический ток). 6. Обладают низкой теплопроводностью (отличные теплоизоляторы). 7. У материалов высокий коэффициент шумоизоляции. 8. Не подвержены, в отличие от металлов, коррозии. 9. Имеют хорошую устойчивость к перепадам дневных и межсезонных температур. 10. У пластиков высокая стойкость ко многим агрессивным химическим средам. 11. Выдерживают большие механические нагрузки.

Области применения пластмасс

У пластмассы есть ряд преимуществ перед другими материалами, поэтому область ее применения практически безгранична. Пластмассы прекрасно могут заменять функции многих более дорогих в изготовлении металлических, бетонных или деревянных изделий. И в промышленности, и в быту этот материал используется повсеместно. На наземном, морском и авиационном транспорте применение пластмассовых частей и деталей машин существенно снижает их вес и стоимость. В машиностроении из пластика изготавливают: технологическую оснастку; подшипники скольжения; зубчатые и червячные колеса; детали тормозных устройств; рабочие емкости и прочее. В электротехнике многие виды пластмасс используют для производства корпусов приборов, изоляционного материала. В строительстве применяют сделанные из пластика несущие конструкции, отделочные и кровельные материалы, вентиляционные устройства, навесы, панели, двери, окна, рабочий инструмент. В сельском хозяйстве из пластиковых полупрозрачных листов сооружают теплицы. В медицине большинство аппаратов и приборов состоят из пластмассовых частей и деталей. А многие человеческие органы чаще всего заменяют их пластиковыми аналогами. В быту это – посуда, телевизоры, компьютеры, мобильные телефоны, обувь, одежда, тара и упаковка. (рисунок 1).



Рисунок 1 – Диаграмма «Области применения пластмассы»

Система маркировки пластмасс

Умение правильно расшифровывать буквенную маркировку пластика необходимо хотя бы для того, чтобы не нанести непоправимый вред здоровью при пользовании изделиями из этого материала. Некоторые виды пластика способны медленно разрушать организм человека. Отказаться от них полностью мы не сможем, но уменьшить отрицательное влияние вполне реально. Сами пластмассы не являются канцерогенами, но ими могут быть некоторые вещества, в них содержащиеся. Они добавляются производителями для получения тех или иных свойств материала. Определиться с типом пластика возможно, если на изделии имеется соответствующая маркировка. Обозначение часто наносят в виде треугольника, стороны которого состоят из трех стрелок. Под фигурой – аббревиатура, а внутри – цифра (таблица 11).

Таблица 11 – Международные универсальные коды переработки пластмасс

Символ, название	Свойства, безопасность. Применение
 ПЭТ, ПЭТФ Полиэтилен терефталат (лавсан)	Свойства, безопасность. Устойчивость к солнечному свету. Допустимое тепловое воздействие до +60°. При наличии специальной маркировки можно разогревать в микроволновках и духовках. Применение. Обычно используется в производстве тары для минеральной воды, безалкогольных напитков, фруктовых соков, блистеров, обивки. Имеет высокий потенциал для переработки
 ПЭВП, ПЭНД Полиэтилен высокой плотности, полиэтилен низкого давления	Свойства, безопасность. Высокая прочность к химическому воздействию. Допустимое тепловое воздействие до 90°. Применение. Производство бутылок, фляг, полужёсткой упаковки. Считается безопасным для пищевого использования. Имеет хороший потенциал для переработки
 ПВХ Поливинил-хлорид	Свойства, безопасность. Безопасен в использовании в бытовых и промышленных условиях. Химическая инертность, барьерные и антибактериальные свойства. Долгий срок эксплуатации. Устойчивость к низким температурам. Устойчивость к горению. Применение. Используется для производства труб, трубок, садовой мебели, напольных покрытий, оконных профилей, жалюзи, изоляторы, тары для моющих средств и клеёнки. Широко распространён в медицине и строительстве. Имеет высокий потенциал к переработке, но наблюдается нехватка мощностей для этого

 ПЭНП, ПЭВД Полиэтилен низкой плотности, полиэтилен высокого давления	Свойства, безопасность. Высокая прочность к химическому воздействию. Недопустимо использовать в микроволновках. Не рекомендуется нагревать. Не рекомендуется хранить горячую пищу. Применение. Производство брезентов, мусорных мешков, пакетов, плёнки и гибких ёмкостей. Считается безопасным для пищевого использования. Имеет хороший потенциал к переработке.
 ПП Полипропилен	Свойства, безопасность. Высокая прочность к химическому воздействию. Допустимо нагревать в микроволновке. Допустимо подвергать заморозке. Применение. Используется в автомобильной промышленности (оборудование, бамперы), при изготовлении игрушек, а также в пищевой промышленности, в основном при изготовлении упаковок. Распространены полипропиленовые трубы для водопроводов. Считается безопасным для пищевого использования. Имеет хороший потенциал к переработке.
 ПС Полистирол	Свойства, безопасность. Допустимо к многократному использованию с холодной пищей. Высокая ударопрочность и теплоизоляция. Недопустимо использовать в микроволновках. Не рекомендуется нагревать. Не рекомендуется хранить горячую пищу. Применение. Используется при изготовлении плит теплоизоляции зданий, пищевых упаковок, столовых приборов и чашек, коробок CD и прочих упаковок (пищевой плёнки и пеноматериалов), игрушек, посуды, ручек и так далее. Материал является потенциально опасным, особенно в случае горения, поскольку содержит стирол. Имеет ограниченный потенциал к переработке.
 OTHER или O Прочие	Свойства, безопасность. Сочетание разных видов пластика для улучшения его свойств, например, композитная или многослойная упаковка. Применение. К этой группе относится любой другой пластик, который не может быть включен в предыдущие группы. Используется для изготовления твёрдых прозрачных изделий, как, например, детские рожки. Часть материалов имеет низкий потенциал к переработке, но часть материалов вполне успешно перерабатывается, например, смесь LDPE и HDPE, а также смесь полиэтилена и полипропилена, некоторые акриловые материалы, большая часть биопластиков. Такие материалы часто используются в производстве труб, пакетов, наполнителя для асфальта, ящиков, конусов и других товаров

ЛЕКЦИЯ 10. (Тема 5. Применение отделочных материалов в дизайн-проектировании)

Современные отделочные материалы делятся на множество различных категорий. Например, это могут быть натуральные или искусственные материалы; изделия для работ по внешней или внутренней отделке помещений; жидкие – краски, лаки, клей или сухие – плитка, кирпич, панели из ПВХ; товары для работы по разным типам поверхностей – напольные, настенные или потолочные покрытия. По функциональному назначению отделочные материалы делятся на следующие типы.

Отделочные материалы – это товары, изделия и их комплектующие, направленные исключительно на декорирование поверхностей: краски, декоративная штукатурка, сухие смеси, обои.

Конструкционно-отделочные материалы – это товары, изделия и их комплектующие, которые помимо декоративной функции являются несущими элементами или укрепляют их. Это могут быть плиты из гипсокартона, блоки декоративного бетона, облицовочный кирпич, блоки из стекла.

Специальные материалы – это товары, изделия и их комплектующие, которые обеспечивают дополнительные защитные функции поверхностей и конструкций. Это могут быть средства или покрытия, повышающие показатели теплоизоляции и/или гидроизоляции помещения. Также строительные отделочные материалы делят по природе происхождения.

Камень. Под это определение попадают и кирпич, и бетон, и штукатурка, и сухие смеси, и керамическая плитка, плита из мрамора или плита из песчаника – все это каменные строительные материалы. Они широко используются как напольное покрытие, для отделки внешних и внутренних стен дома и потолка. Камень особенно широко используется при оформлении ванных комнат. Там располагается сантехника и прочее бытовое оборудование, характерное для мокрых зон – ванная, раковина, а также коммуникационные системы водоснабжения. Для безопасной и комфортной эксплуатации данных помещений им требуется повышенная теплоизоляция и гидроизоляция, с чем прекрасно справляется камень, особенно натуральный. Плита из мрамора или гранита никогда не начнет гнить под воздействием влаги или трескаться от перепада температур. Более доступными материалами в плане цены являются керамическая плитка плита.

Дерево. Сюда относятся как товары из цельных пород древесины, вроде паркетной доски, так и ламинат, стеновые панели из МДФ, деревянный сайдинг. Дерево практически никогда не используется в оформлении интерьеров без предварительной обработки – это встречается только при разработке и строительстве дорогих персональных проектов. В бытовой отделке помещений дерево используется чаще всего как напольное покрытие, особенно в городских квартирах. Тем не менее, дерево играет важную роль в

оформлении интерьеров, поскольку чаще всего мебель и межкомнатные двери в доме делаются именно из него.

Металл. Металл достаточно редко используется в отделке. Чаще всего металлические профили используются для быстрой, недорогой и долговечной облицовки производственных или торговых зданий – шиномонтажных мастерских, магазинов и т. д. В частном домостроении металл часто используется для обшивки кровли дома. В квартирах металлическими деталями интерьера зачастую выступают лишь входная дверь и отдельные предметы бытовой техники.

Стекло. Стекло широко используется в современном строительстве. Сегодня возводятся целые здания из стеклопрофилита, а стеклоблоки используют для создания перегородок внутри помещения еще с середины прошлого века. Если отойти от строительства и обратиться исключительно к декору – цветное стекло часто используется для оформления мозаик и витражей, или просто как элемент дизайна стен.

Пластик. Сюда относится ряд изделий из ПВХ или товары, в состав которых он входит. К первому случаю относится виниловый сайдинг, а ко вторым можно отнести, например, виниловые обои, которые создаются на целлюлозной основе, но с использованием пластика. Сегодня практически любой товар для декорирования помещений или внешней отделки может быть сделан из пластика – начиная от натяжных потолков и линолеума, заканчивая лепниной из полистирола. Отдельным плюсом ПВХ-элементов является то, что они могут имитировать практически любую текстуру. Например, внешняя облицовка дома может быть выполнена в различных цветах и текстурах, что позволяет использовать ее для создания различных дизайнерских решений. Что касается использования пластика внутри помещения, ламинат может имитировать различные виды дерева, что делает его подходящим для использования в индустриальном дизайне и интерьерах.

Новые тенденции в использовании отделочных материалов в современном индустриальном дизайне

В современном индустриальном дизайне отделочные материалы играют важную роль. Они помогают создать эстетически привлекательные и функциональные изделия, а также подчеркнуть индивидуальный характер стиля. Все большую популярность получают необычные отделочные материалы, которые добавляют интересные акценты и придают объектам особый характер. Новые технологии позволяют создавать материалы с уникальными свойствами и текстурами, которые раньше были недоступны. Материалы с необычными текстурами – рельефной поверхностью, имитирующие шерсть, бетон или кожу, создают интересный визуальный эффект и добавляют ощущение тактильности. Это позволяет создать уникальные детали и акценты. Еще одной особенностью отделочных материалов является их функциональность. Современные материалы могут

быть гидрофобными, огнестойкими, звукоизолирующими и прочными. Это позволяет использовать их в различных условиях и создавать комфортные пространства с учетом всех требований. Современные технологии позволяют создавать материалы, которые не содержат вредных веществ и не загрязняют окружающую среду.

Для отделки помещений на уровне современных технологий используются: светопрозрачный бетон, токопроводящий бетон, гибкая керамическая плитка, деревянные гвозди.

Вопросы для самоконтроля

1. Отделочно-декоративные материалы.
2. Полимерные пластические материалы.
3. Пластмассы, их свойства, классификация и разновидности.
4. Применение отделочных материалов в дизайн-проектировании.
5. Отделочные материалы. Порядок проведения отделочных работ.
6. Внутренняя отделка стен. Строительные смеси.
7. Лакокрасочные материалы.
8. Обои.
9. Материалы для декоративной отделки стен.
10. Полы. Требования к полам. Структурные части. Типы покрытий и их свойства.
11. Нормативные требования к полам. Материалы для лицевого покрытия пола: штучные материалы, рулонные материалы, монолитные полы, плиточные полы.
12. Основания – стяжки полов, теплые (обогреваемые) полы.
13. Подвесные потолки. Современный рынок подвесных потолков.
14. Подшивные потолки. Натяжные потолки. Клеевые потолки.
15. Керамическая плитка. Основные характеристики. Качественные характеристики керамической плитки.
16. Параметры классификации керамической плитки. Виды керамической плитки.

ЛЕКЦИЯ 11. (Тема 6. Бумажные и древесные материалы. Классификация бумажных материалов по виду сырья, по толщине и массе, по количеству слоёв)

Классификация бумажных материалов

Выпускаемую бумагу в зависимости от назначения можно разделить на одиннадцать классов:

- 1) бумага для печати: газетная, типографская, литографическая, офсетная, для глубокой печати, для печатания денежных знаков, документная, картографическая;
- 2) бумага для письма: писчая, почтовая, конвертная, карточная;
- 3) бумага чертежно-рисовальная: чертежная обыкновенная, чертежная прозрачная, чертежная калька, миллиметровая, рисовальная;
- 4) бумага электроизоляционная: конденсаторная, кабельная, телефонная, пропиточная;
- 5) бумага папиросная: папиросная, мундштучная, курительная и др.;
- 6) бумага, впитывающая: фильтровальная, промокательная, основа для фибры, для пергамента;
- 7) бумага для аппаратов: телеграфная лента, перфокарточная, бумага для кассовой ленты, монотипная, диаграммная, ротаторная;
- 8) бумага светочувствительная: фотоподложка, для светокопий;
- 9) бумага переводная (основа): копировальная, основа для восковки, переводная;
- 10) бумага промышленно-технического различного назначения: шпульная, патронная, наждачная, каландровая, диффузорная, светонепроницаемая, для звукозаписи, для пряжи, гофрирования;
- 11) бумага оберточная: общего назначения (для упаковки продуктов и изделий), специального назначения (фруктовая, чайная, мануфактурная, мешочная, спичечная), этикетно-упаковочная, жаронепроницаемая.

Основными характеристиками бумаги являются: масса 1 м^2 , толщина, механические свойства, степень проклейки, зольность, влажность, цвет, белизна, гладкость, впитывающая способность.

Картон представляет собой бумажную продукцию массой более 250 г/м^2 . По принятой классификации картоны выпускаются шести классов: переплетные, коробочные, электроизоляционные, промышленно-технические различного назначения, строительные, обувной (кожкартон, стелечный картон) (таблица 12).

Древесина считается самым популярным материалом, из которого возводятся дома, оформляются фасады и выполняется монтаж крыш. Также это сырье успешно используется в столярной отрасли. Из него изготавливаются уникальные скульптуры и интерьерные аксессуары. Свойства древесного материала зависят от параметров толщины его слоев и структурных особенностей. Пласты, которые относятся к позднему

образованию, обладают значительными прочностными характеристиками и отличной переносимостью негативных внешних проявлений. К ним относится заболонь. Такие слои имеют более продолжительный эксплуатационный период. Этот фактор касается не всех древесных пород. К примеру, лиственница по сравнению с елью обладает ядром, которое в несколько раз превосходит заболонь по твердости.

Данное качество древесины необходимо учитывать при возведении дома из оцилиндрованного бревна, так как при обработке стволовой части дерева на определенном оборудовании с нее вначале удаляется внешнее покрытие.

Таблица 12 – Классификация картона по назначению

Вид картона	Область применения
Технический	Используется в качестве конструкционного материала и может изготавливаться водонепроницаемый, обивочный, для радиотехнической промышленности, прокладочный, термоизоляционный прокладочный (в том числе, биостойкий), электроизоляционный, огнестойкий, циферблатный и др.
Строительный	В строительстве, кровле и облицовке
Фильтровальный	Пористый картон, предназначенный для очистки жидкостей и газов фильтрованием, например, противопыльный (для противопыльных респираторов), для фильтрования воздуха, нефтепродуктов и технических масел, дизельного топлива и др.
Тарный	Прочный картон, обладающий хорошей способностью к сгибанию, применяемый при изготовлении тары. Тарный картон делят на картон для плоских слоев гофрированного картона, собственно гофрированный картон, коробочный и термосвариваемый картоны
Полиграфический	Доведение поверхности металла до зеркального состояния, когда луч света не рассеивается, как на шлифовании поверхности, а полностью отражается. Различают ручное и механическое полирование. Ручное полирование применяется главным образом в области ювелирного производства при отделке изделий из драгоценных металлов, а также золоченых и серебряных изделий в тех случаях, когда необходимо придать блеск только отдельным участкам поверхности изделий. Механическое полирование осуществляется на тех же станках, на которых производится шлифование, но вместо войлочных кругов обычно применяются хлопчатобумажные круги (или шерстяные), на которых наносится специальная полировочная паста
Пескоструйная отделка	Делится на переплетный, цветной склеенный и билетный картоны, а также на картон для стереотипных матриц. Применяется в полиграфическом производстве

Вопросы для самоконтроля

1. Особенности конструкции упаковки для различных товарных групп.
2. Реализация связи дизайна упаковки с особенностями бренда.
3. Цели, задачи и принципы классификации тары и упаковки.
4. Основные функции упаковки и маркировки.
5. Современные требования, предъявляемые к таре и упаковке, маркировке товаров.
6. Законодательство в области упаковки и маркировки потребительских товаров.
7. Основные виды упаковочных материалов и требования, предъявляемые к ним.
8. Контроль качества тары и упаковки материалов.
9. Основные виды и категории стандартов на тару, упаковку и маркировку.
10. Виды и типы транспортной тары. Факторы, влияющие на вид упаковки.

ЛЕКЦИЯ 12. (Тема 6. Декоративные свойства древесины. Способы облагораживания древесины)

Следует знать, что разные древесные породы отличаются по своим механическим и физическим качествам.

Декоративные свойства древесины. Эстетические характеристики древесных материалов связаны с цветом, блеском и текстурой соответствующей породы дерева. Цвет древесины под воздействием воздуха и света со временем изменяется – становится менее ярким и приобретает более темный оттенок. Блеск различных пород древесины связан с их плотностью и видом обработки. Текстура древесины определяется характером макроструктуры хвойных или лиственных пород. У хвойных пород текстура хорошо заметна переходами по цвету от поздней к ранней древесине, у лиственных – наличием хорошо заметных сосудов и разнообразием сердцевинных лучей у свилеватой древесины. Текстура изделия из дерева, которая определяет внешний вид, зависит и от вида распила или разреза ствола. Он может быть радиальный, тангенциальный, полурadiальный, смешанный.

Древесные породы с четко выраженными, заметными на продольном разрезе широкими сосудами имеют так называемую штриховую текстуру, причем, если эти штрихи собраны в широкие полосы (как, например, у дуба и ясеня), то текстура называется полосоштриховой, а если штрихи расположены беспорядочно (например, у грецкого ореха и эвкалипта), то – рассеянно-штриховой. Породы древесины с четко различимыми сердцевинными лучами (дуб, бук, платан и др.), которые видны на радиальных разрезах как блестящие зеркальца – прерывистые полосы или пятна, характеризуются зеркальчатой текстурой. На тангенциальных разрезах этих пород видна чешуйчатая текстура древесины. Породы древесины со слабо различимым анатомическим строением (например, береза, самшит, груша) называют слаботекстурными. По декоративности зеркальчатая текстура выше чешуйчатой, поэтому для облицовки панелей и мебели применяют строганный радиальный шпон (таблицы 13, 14).

Таблица 13 – Виды рисунка древесины

Вид древесины	Характер текстуры древесины
Береза, липа, груша	Древесина без ясно выраженного рисунка со слабовидимым направлением волокон
Бук	Штриховой рисунок текстуры с мелкими однородными штрихами
Красное дерево, волнистый клен, береза	Муаровый рисунок, образующийся при радиальном разрезе

Хвойные породы, красное дерево, орех, палисандра	Полосатый рисунок с узкими и широкими темными и светлыми полосами образуется также при радиальном разрезе
Береза, клен, красное дерево, ясень и другие породы, имеющие неправильную форму ствола	Волнистый рисунок образуется на радиальном срезе свилеватой древесины
Хвойные породы, орех, дуб, ясень	V-образный рисунок текстуры характерен для тангенциального разреза, при котором выявляются годовые слои в виде параболических дугообразных линий
Орех, карагач и др.	Криволинейный рисунок текстуры образуется на тангентальном разрезе некоторых лиственных пород древесины при ненормальных условиях роста дерева. Хаотично переплетающиеся линии и пятна придают рисунку древесины декоративные качества
Сосна, ель, акация	Сучковый рисунок в виде пятен, сучков и концентрических окружностей имеет высокие декоративные качества

Таблица 14 – Сложные способы облагораживания древесины

Способ	Характеристика
Выжигание	Осуществляется при температуре 150 °С и выше. Древесина меняет свой цвет, приобретая коричневые тона. Непригодны для выжигания слишком темные и твердые породы, а также содержащие смолы и дубильные вещества. Наиболее приемлемы для выжигания липа, ольха, тополь, каштан. Древесина должна быть достаточно сухой, без сучков и других пороков и соответствующим образом подготовленной. Выжигание можно выполнять также кислотами. Для этого древесину покрывают воском или парафином, а места, подлежащие выжиганию, очищают от них и обрабатывают кислотой
Металлизация	Отделка древесины распылением металла (оловом, латуню, бронзой, алюминием) в виде порошка или в расплавленном состоянии. Этому виду отделки более всего поддаются липа, дуб, ясень, клен

Гравирование	Осуществляется сильной струей мелкого песка. Оно придаст изделию матовую фактуру. Особенно эффектна гравированная поверхность в сочетании с блестящей, гладкой, полированной поверхностью древесины
Тиснение	Выдавливание с помощью пресса на предварительно размягченной древесине неглубокого рельефного рисунка. Размягчение древесных волокон достигается пропаркой и последующей обработкой их соляной кислотой
Золочение и серебрение	Осуществляются отделкой поверхности деревянного элемента тончайшими листами золота или серебра (фольги). Наклеивание выполняют, покрывая поверхность клейким составом – полиментом

Вопросы для самоконтроля

1. Декоративные свойства древесины.
2. Способы облагораживания древесины.
3. Способы облагораживания древесины и их особенности.
4. Описать макроструктуру ствола дерева.
5. Области применения древесных материалов.
6. Дать характеристику основным порокам древесины.
7. Эксплуатационно-технические и эстетические свойства древесины.

ЛЕКЦИЯ 13. (Тема 7. Классификация лакокрасочных и пластмассовых материалов. Органические покрытия из пластмасс. Группы лакокрасочных покрытий. Области их применения)

Лакокрасочные материалы (ЛКМ) объединяют обширную группу смесей, которые выпускаются в жидком или порошкообразном виде и используются для отделки различных конструкций. Вещество распределяется по предварительно подготовленной поверхности и формирует прочную пленку в процессе высыхания. Помимо декоративных свойств, такие материалы защищают изделия от негативного воздействия внешних факторов (повышенная влажность, температурные скачки, осадки (таблица 15).

Таблица 15 – Классификация лакокрасочных и пластмассовых материалов

Номер группы	Название группы	Область применения
I	Атмосферостойкие	Для наружных покрытий изделий, которые используются в различных климатических условиях (вагоны городского транспорта, сельскохозяйственные машины, автомобили, железнодорожные металлические мосты, дорожные машины)
II	Стойкие	Внутри помещений – станочное оборудование, бытовые приборы, изделия из древесины
III	Стойкие к различным агрессивным средам	Оборудование химических цехов; емкости для нефтепродуктов, защищающие от воздействия минеральных масел; суда и т. п.
IV	Термостойкие	Изделия, подвергающиеся воздействию повышенных температур
V	Электроизоляционные	Изделия, подвергающиеся воздействию электрического тока

Таблица 16 – Методы нанесения лакокрасочных покрытий

Метод	Характеристика метода
Пневматическое распыление	Этот метод рекомендуется при окраске изделий из различных металлов любой конфигурации и размеров при серийно-массовом и индивидуальном производстве (за исключением внутренних недоступных плоскостей)

Распыление в электрическом поле	Этот метод рекомендуется для окраски наружных поверхностей различных изделий из металла, дерева, резины и др. при крупном и мелкосерийном производстве. Он особенно эффективен при окраске однотипных изделий, позволяет полностью автоматизировать процесс окраски и снизить потери краски на 30–40 % по сравнению с пневматическим распылением. Недостаток этого метода – для изделий особо сложной конфигурации с глубокими впадинами или экранируемыми поверхностями применяется дополнительная ручная подкраска
Окунание и обливание	Окраска окунанием и обливанием рекомендуется для изделий, окрашиваемых со всех сторон в одинаковый цвет, обтекаемой формы без углублений (где может задерживаться краска) различных габаритов, простой и средней сложности конфигурации при массовом производстве. Этот метод позволяет осуществить полную механизацию процесса. Окраска обливанием вместо окунания может рекомендоваться для крупногабаритных изделий. Способ окунания получил широкое распространение в сельхозмашиностроении и приборостроении. Качество при этом покрытии удовлетворительное. Недостаток этого метода – неравномерность пленки и наличие подтеков
Струйный облив с выдержкой изделия в парах растворителей	Этот метод рекомендуется для изделий, окрашиваемых в один цвет, любой конфигурации, но без углублений, препятствующих стоку краски. Рекомендуемые габариты изделий – не выше 4000 мм при серийном и массовом производстве. Особенно целесообразно внедрение этого метода для изделий сельхозмашиностроения, мебельной промышленности и др. Данный метод значительно экономичнее пневматического распыления и окраски окунанием
Безвоздушное распыление под большим давлением и с подогревом	Этот метод рекомендуется для окраски крупногабаритных изделий при серийном, массовом и индивидуальном производстве, он непригоден для автоматической окраски изделий сложной конфигурации. Окраску можно производить вне окрасочных камер, при хорошей вентиляции. Указанный метод применяется в машиностроении, авиации и других областях. Покрытия отличаются высоким качеством, хорошим ровным глянцем, равномерной толщиной и меньшим количеством слоев при отсутствии пористости

Газопламенный метод	Этим методом можно наносить покрытия на металлы, керамику, полимеры и другие (даже не очень теплостойкие) материалы. Сущность газопламенного напыления порошков состоит в том, что попадая в факел пламени, создаваемый воздушно-ацетиленовой струей, частицы полимера, имеющие размер 0,15–0,3 мм, оплавляются до пластичного состояния и при ударе о покрываемую поверхность конструкционного материала сцепляются с ней, образуя сплошное покрытие
Теплолучевой метод	Он заключается в том, что струя порошкообразного полимера подается сжатым воздухом в мощный поток тепловых лучей. Нагреватель состоит из нескольких параболических отражателей, в фокусах которых расположены кварцевые лампы. В комплект установки входит аппарат, где создается воздушно-порошковая смесь, поступающая по шлангу к распылителю
Вихревой метод в «кипящем слое»	Этот метод нанесения пластмасс используется преимущественно для изделий небольших габаритов. Метод вихревого напыления для нетеплостойких, легкодеформируемых материалов, непригоден. Находящаяся в движении взвесь порошка циркулирует вокруг предварительно нагретой детали и, оседая на ней, частично оплавляется. Окончательное оплавление полимерного порошка и формирование покровной пленки происходят в оплавительных печах, куда детали помещаются после извлечения их из вихревой камеры
Метод покрытия в ионизированном «кипящем слое»	Деталь погружается в сжиженный слой порошкообразного полимера, находящийся под воздействием электрического поля высокого напряжения и сжатого воздуха. Время оплавления полимера зависит от конструкционного материала и толщины наносимого слоя (0,5–20 с). Затем изделие перемещают в печь, где полимер плавится, образуя равномерное и плотное покрытие. Конструктивные формы оборудования для получения покрытий в ионизированном «кипящем слое» зависят главным образом от габаритов деталей, на которые наносят покрытие, и серийности производства. В крупносерийном производстве создают поточные линии с замкнутым конвейером

ЛЕКЦИЯ 14. (Тема 7. Поливинилхлоридные, полиэтиленовые, поливинилбутиральные, полипропиленовые, полиамидные покрытия. Методы их нанесения и их применение при отделке промышленных изделий)

Поливинилхлоридные покрытия наносят на фосфатированную или предварительно загрунтованную поверхность металлов. В качестве грунтовок применяют жидкие или твёрдые (порошковые) составы на минеральной или органической (полимерной) основе.

Полиэтиленовые покрытия (например, из полиэтилена высокого давления) образуют методом сплавления частиц. ПЭВД легче других полимеров образует покрытия и считается наиболее устойчивым к термоокислительной деструкции и **светостарению**.

Поливинилбутиральные покрытия образуют твёрдые покрытия с хорошей адгезией. Оптимальная толщина таких покрытий, обладающих минимальной пористостью и хорошей противокоррозионной стойкостью, находится в пределах 120–250 мкм. Поливинилбутиральные покрытия хорошо защищают изделия при эксплуатации внутри помещений.

Поливинилденфторид (ПВДФ) состоит из поливинилхлорида (80 %) и акрила (20 %). ПВДФ образует на деталях блестящий, устойчивый к выцветанию слой, поэтому часто используется в качестве декоративного покрытия. Материал может придать поверхности глянец, эффект «металлик», медный или серебристый оттенок. ПВДФ устойчив к механическому воздействию и обладает наибольшим сроком службы среди всех полимеров. ПВДФ используется для обработки металлических поверхностей, которые эксплуатируются под воздействием агрессивной окружающей среды.

Полипропиленовое покрытие – это заводское покрытие, оно подвержено механическим повреждениям, коррозии, температурному воздействию.

Полиамидное порошковое покрытие – это тип высокоэффективного покрытия, которое обычно используется для защиты и украшения металлических поверхностей. Он изготовлен из полиамидной смолы и обладает отличной износостойкостью, химической стойкостью и коррозионной стойкостью.

Методы нанесения полимерных покрытий включают подготовку поверхности (очистку от загрязнений и обезжиривание), предварительное грунтование изделия, нанесение самого покрытия и, при необходимости, лакирование. Все операции происходят в специальной закрытой камере, изолированной от проникновения пыли и других частиц.

Методы нанесения некоторых видов покрытий:

Метод псевдооживленного кипящего слоя. Твёрдые частицы краски удерживаются во взвешенном состоянии в специальной ёмкости за счёт постоянного восходящего потока воздуха. Заранее нагретая до рабочей температуры деталь погружается в эту ёмкость. Образование полимерного покрытия происходит прямо на детали за счёт сплавления частиц краски. Способ позволяет максимально автоматизировать процесс и подходит для конвейерной работы.

Метод с применением открытого пламени. Поток аэрозоля краски проходит через факел горящего пропана, расплавляется и попадает на деталь, где образует покрытие. Так как в этом случае не происходит непосредственный нагрев детали, то можно покрывать изделия из каучука, камня и других нетермостойких материалов.

Применение при отделке промышленных изделий:

Поливинилхлоридные покрытия наносят на фосфатированную или предварительно загрунтованную поверхность металлов. Они могут эксплуатироваться в атмосферных условиях любых районов.

Поливинилбутиральные покрытия обладают минимальной пористостью и хорошей противокоррозионной стойкостью. Они хорошо защищают изделия при эксплуатации внутри помещений.

Пурал производится на основе модифицированного полиамида и полиуретана. Это полимерное термостойкое покрытие имеет шелковистоматовую поверхность. Оно не выцветает, выдерживает резкие перепады температур и воздействие химически активных сред. Благодаря таким характеристикам оно широко применяется при производстве кровельных элементов (из оцинкованного металла).

Вопросы для самоконтроля

1. Классификация лакокрасочных и пластмассовых материалов.
2. Группы лакокрасочных покрытий.
3. Области применения лакокрасочных и пластмассовых материалов.
4. Органические покрытия из пластмасс.
5. Полипропиленовые, полиамидные, фторопластовые покрытия; методы нанесения и их применение при отделке промышленных изделий.

РАЗДЕЛ 3. ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ И СТЕКЛОЭМАЛЕВЫЕ ПОКРЫТИЯ МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА И СПОСОБЫ ОТДЕЛКИ МАТЕРИАЛОВ. ПОНЯТИЕ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ

ЛЕКЦИЯ 15. (Тема 8. Виды гальванических покрытий. Декоративные покрытия никелем, хромом, цинком, свинцом, оксидными плёнками, бронзой, серебром и их основные физические и химические характеристики)

1. *Защитные*: служат для изоляции металлических изделий от механических повреждений и воздействия агрессивных сред.

2. *Защитно-декоративные*: предназначены для защиты деталей от агрессивных и разрушающих внешних факторов, а также для придания им эстетичного внешнего вида.

3. *Специальные*: служат для улучшения определённых характеристик поверхностей, например, повышения износостойкости и твёрдости, электроизоляционных, магнитных свойств. В зависимости от используемых в качестве покрытий материалов выделяют следующие виды гальванизации: меднение, хромирование, цинкование, железнение, никелирование, серебрение и золочение, родирование, покрытие оловом.

Меднение. В данном процессе используется медный купорос. Получаемое покрытие увеличивает прочность металлических деталей и их проводящих свойств. Такие металлы используются на производстве электрических проводников. Но в чистом виде покрытие медью не используется, так как обработанные изделия подвержены коррозии и со временем окисляется. Поэтому меднение – это промежуточный процесс, после которого наносится слой другого покрытия.

Хром увеличивает прочность и стойкость металлов к агрессивному воздействию внешней среды. Он также улучшает внешний вид поверхностей и восстанавливает поврежденные детали до заводских параметров.

В зависимости от особенностей технологического процесса хромирование позволяет получить покрытия со своими характеристиками: блестящее усиливает твердость и износостойкость, серое матовое повышает твердость, но не придает износостойкости, молочное пластичное придает антикоррозионные свойства и эстетичный внешний вид, но не наделяет твердостью.

Покрытие металлов цинком – самая популярная разновидность гальванизации. Цинк придает поверхностям блеск и наделяет их высокими антикоррозионными свойствами. Особенно популярно цинкование в автомобильной промышленности и строительстве. Им обрабатывают различные емкости, опорные и кровельные конструкции, трубопрокатную продукцию, кузова автомобилей.

Железнение. Данный вид покрытий служит для повышения прочности легкоизнашиваемых изделий, например, изготовленных из меди. Железное гальваническое покрытие отличается очень высокой износостойкостью.

Никелирование. Благодаря данному методу обработки металлические поверхности получают высокую стойкость к агрессивным воздействиям окружающей среды. Слой никеля защищает детали от коррозии, возникающей вследствие воздействий агрессивной среды, а также солей, кислот и щелочей. Никелированные детали также устойчивы к истиранию и механическим повреждениям.

Латунные покрытия защищают металлические изделия от коррозии, а также улучшают их сцепление с резиной.

Золочение и серебрение. Такие покрытия в основном используются в ювелирном деле, радиоэлектронной и электротехнической промышленности. Серебро и золото придают поверхностям высокие отражающие свойства, предотвращают коррозию, повышают твердость, придают эстетичный внешний вид, а также усиливают токопроводящую функцию.

Родирование. Родий повышает стойкость металлов к агрессивным химикатам и механическим повреждениям. Родирование предотвращает потускнение и окисление серебра, а также придает изделиям декоративные свойства.

Покрытие оловом. Олово увеличивает прочность и твердость металлических изделий. Данный материал можно использовать для меди, цинка, алюминия и стали.

Совместимость материалов

Для проведения гальванизации очень важно помнить о совместимости материалов. Все металлы в соединениях корродируют. В некоторых случаях этот процесс протекает с низкой скоростью. Но существуют материалы, которые нельзя соединять вместе. Например, при работе с алюминием и его сплавами достаточно сложно работать, так как их поверхность покрыта окисной пленкой, затрудняющей нанесение гальванического покрытия.

Вопросы для самоконтроля

1. Виды гальванических покрытий.
2. Декоративные покрытия никелем, хромом, цинком, свинцом, оксидными плёнками и их основные физические и химические характеристики.
3. Декоративные покрытия бронзой, серебром и их основные физические и химические характеристики.
4. Что является катодом и анодом при цинковании?
5. Перечислите виды цинковых электролитов.
6. Перечислите особенности процесса хромирования.
7. Какие хромовые электролиты вы знаете?
8. Подготовка деталей к нанесению гальванических покрытий.
9. Механическая подготовка.

10. Обезжиривание.
11. Обезжиривание органическими растворителями.
12. Химическое обезжиривание.
13. Электрохимическое обезжиривание.
14. Травление.
15. Активирование и промывка деталей.

ЛЕКЦИЯ 16. (Тема 9. Способы и методы декоративной отделки. Способы нанесения различных металлопокрытий на металлы, силикаты, полимеры. Декоративная отделка – никелирование, хромирование, меднение, серебрение, золочение, цинкование, кадмирование, свинцевание, лужение, латунирование, бронзирование, оксидирование, стеклоэмалевые неорганические покрытия, анодирование, фосфатирование)

Для нанесения покрытий на поверхность металлических изделий обычно используются следующие методы: нанесение органических покрытий (краски, лаки, эмали), оксидирование, химическая обработка, диффузионная металлизация, погружение в расплав, металл, напыление и электролитическое осаждение. Металлические покрытия металла наносят не только на изделия из металла, но и на стеклянные, керамические, пластиковые и другие поверхности, что позволяет обеспечивать электрическую проводимость, надежную защиту от окисления, изнашивания, механических повреждений, а также придавать им эстетичный внешний вид. Чаще всего для этих целей применяют цинк, олово, свинец, никель, хром, золото или серебро.

Существует множество видов *металлических покрытий* металла, но все они могут быть анодными или катодными. В первом случае защитный слой является электроотрицательным относительно основного материала, а во втором – наоборот.

Специфика анодных покрытий металла заключается в том, что с их помощью обеспечивается электрохимическая защита. Подобный защитный слой вступает в реакцию с окружающей средой, медленно разрушаясь, но предохраняя от окисления основной материал изделия. Один из самых популярных видов такой обработки поверхности – цинкование, которое формирует относительно прочную самовосстанавливающуюся пленку.

Отличие катодных покрытий состоит в том, что они обладают положительным электрическим зарядом по отношению к основному материалу и создают только механическую защиту. Этой особенностью обусловлено их более редкое применение. При любом, даже незначительном внешнем повреждении металл, из которого выполнена деталь, становится незащищенным и быстро разрушается при контакте с влагой и кислородом из окружающего воздуха. Яркий пример – оловянный или медный слой на изделиях из железа.

Способы нанесения защитных покрытий на металл.

Гальванизирование. Нанесение покрытий на металл гальваническим методом основан на принципах электрохимии. Такой защитный слой препятствует коррозии и окислению, повышает прочность и износостойкость, а также придает поверхности изделий эстетичный внешний вид.

Гальваническое покрытие металла широко применяется в различных областях промышленности (в самолето- и машиностроении, радиотехнике, электронике, строительстве). Защитные слои, наносимые гальваническим

методом, препятствуют контакту основного материала изделий с повреждающими факторами окружающей среды. Возможность варьировать цвет покрытий металла позволяет широко применять их в качестве декоративных.

Благодаря гальванизированию можно улучшить характеристики поверхности металлического изделия, сделать ее более прочной, устойчивой к изнашиванию, создать электроизоляцию.

Чаще всего с помощью гальванизирования на металл наносят медное, хромовое, цинковое, железное, никелевое, латунное, родиевое, золотое и серебряное защитно-декоративные покрытия.

Газотермическое напыление

При использовании этого метода для формирования защитной пленки частицы расплавленного металла переносятся на поверхность изделия с помощью потока газа или плазмы. Отличительные черты таких покрытий – устойчивость к воздействию высокой температуры, износостойкость, отличные антикоррозионные, антифрикционные и противозадирные характеристики, электроизоляционная или электропроводная способность.

Материал для напыления используется в форме проволоки, шнуров, металлических порошков. Также применяют керамику и металлокерамику.

Погружение в расплавленный металл

Подлежащие обработке металлические детали погружаются в емкость с расплавом олова, цинка, алюминия, свинца и т. д. Для предварительной обработки поверхности используется смесь, в состав которой входят хлорид аммония (от 52 до 56 %), глицерин (от 5 до 6 %) и хлорид металла (основного в данном изделии). Такая подготовка предотвращает окисление расплавленного материала, а также удаляет оксидную и солевую пленку.

Эта технология не очень экономична – обработка заготовок сопровождается большим расходом наносимого металла. Кроме того, при использовании данного метода невозможно добиться равномерной толщины покрытия или сформировать его в узких зазорах и отверстиях, к примеру, на резьбе.

Термодиффузионное нанесение покрытий

Подобная технология применяется для нанесения цинковых защитных слоев, которые создают надежную электрохимическую защиту на поверхности изделий из железосодержащих сплавов. Такой пленке присущи высокая адгезия, коррозионная стойкость, устойчивость к механическим повреждениям.

Наносимые термодиффузионным методом защитные покрытия обладают равномерной толщиной даже на изделиях сложной конфигурации и отлично держатся на поверхности.

Плакирование

Этот термомеханический способ нанесения металлической пленки основан на пластичной деформации и сильном сжатии. Данная технология применяется для создания защитных, контактных или декоративных покрытий

на поверхности стальных, алюминиевых, медных заготовок и изделий из их сплавов.

Для нанесения защитного слоя методом плакирования применяются горячая прокатка, прессование, экструзия, штамповка или сваривание взрывом.

Неметаллические покрытия металла (декоративные)

Неметаллические защитные покрытия применяются для изоляции металлических изделий от воздействия внешней среды (в первую очередь, влаги) и придания им эстетичного внешнего вида.

Существуют два типа неметаллических покрытий металла – органические или неорганические, которые выполняют барьерные функции, препятствуя контакту основного материала с агрессивным воздействием внешних факторов (коррозия, механические повреждения и т. п.).

Неметаллические защитные покрытия металла формируются из полимерных или оксидных пленок, эмалей, лаков, красок, пластиков или резины.

Полимерные покрытия

Этот крайне популярный сегодня вид защитного слоя успешно конкурирует с оцинковкой и окраской специальными эмалями. Его наносят на поверхность в виде специального порошка или жидкого состава с помощью распылителя. Затем изделия проходят термическую обработку в специальных камерах. Пленка, полученная после спекания полимера, исключительно прочная, долговечная, обладает высокими электроизоляционными характеристиками, устойчива к воздействию высокой температуры и изнашиванию.

Составы и порошки для напыления изготавливаются из полиэстера, пластизоли, полиуретана, поливинилдефторид (PVDF) и других полимерных материалов. Самые современные и высокотехнологичные антифрикционные покрытия изготавливаются именно из полимеров.

Эмали

Эмалирование позволяет формировать на поверхности металла тонкую антикоррозионную пленку. На изделия наносится стекловидный порошок, смешанный с водой, который затем проходит высокотемпературную обработку.

Обжиг выполняют в специальных печах. Для локальной термообработки поверхности может использоваться газовая горелка. Температура обработки колеблется от +700 °С до +900 °С и зависит от вида и цвета покрытия. Полученная стекловидная эмаль довольно хрупкая, ее легко повредить, а значит, следует избегать грубых механических воздействий.

Оксидирование

В ходе окислительно-восстановительной реакции, во время которой основной металл изделий вступает с кислородом, раствором электролита или специальными кислотно-щелочными составами, он покрывается тонкой оксидной пленкой. Такая обработка делает поверхность более твердой,

защищает от коррозии, повышает устойчивость к изнашиванию и механическим повреждениям.

Различают анодное, химическое, термическое, плазменное, лазерное оксидирование.

Окрашивание

Покрытие металла краской – метод защиты поверхностей, наиболее распространенный в силу своей доступности. Недостаток подобной обработки заключается в низкой термо- и износостойкости получаемого защитного слоя.

Однако окрашивание выигрывает за счет низкой стоимости и простоты. Нанесение краски не требует высокой квалификации и особых навыков – необходимо правильно подготовить металл и соблюдать рекомендованную технологию покраски.

Долговечность ЛКП зависит от того, в каких условиях эксплуатируются изделия. Чаще всего этот метод используют для создания декоративных покрытий.

Резиновые защитные покрытия

Процесс нанесения каучуковых, пластиковых или эбонитовых защитных покрытий на металлические изделия, называемый гуммированием, широко применяется при изготовлении секций трубопроводных магистралей, химической аппаратуры, резервуаров, в которых хранятся и транспортируются агрессивные вещества.

Применяемая при гуммировании резина может иметь разную консистенцию, для регулировки которой в состав добавляют серу – в мягкой ее содержание от 2 до 4 %, а в твердой – от 30 до 50 %.

Покрытие, полученное с помощью гуммирования, обладает хорошо выраженными диэлектрическими свойствами, устойчиво к действию кислот и щелочей (за исключением сильных окислителей). Главный недостаток – постепенное старение защитного слоя.

Смазки и пасты

Длительное хранение и транспортировка изделий из металла требуют защиты их поверхности от воздействия внешних повреждающих факторов – влаги, атмосферного кислорода, грязи и т. п. Для консервации металлических заготовок пользуются различными смазками и пастами, которые наносятся с помощью кисти или распылителя.

Основой для изготовления консервационных составов служат минеральные масла (вазелиновое, машинное) и воскообразные вещества (воск, парафин, мыло). Широкое применение получила смазка, в состав которой входит парафин (5 %) и петролатум (95 %). Последний представляет собой смесь, включающую парафины, масла и минеральные воски – церезины.

Такие защитные составы имеют серьезный недостаток – они легко стираются с металла. По этой причине их часто заменяют антифрикционными твердосмазочными покрытиями.

Виды покрытия металла

Цинковое покрытие металла – самый широко распространенный метод защиты – недорогой, технологичный и позволяющий существенно увеличивать срок эксплуатации изделий. Защита, которую получает оцинкованный металл, основана на электрохимическом принципе. Контактируя с влагой и атмосферным кислородом, цинковый слой активно окисляется, формируя прочную оксидную пленку, которая препятствует коррозии основного материала изделий. Недостаток такого покрытия заключается в том, что его действие продолжается, только пока не окислится весь цинк, нанесенный на поверхность стали.

Фосфатные покрытия. Фосфатированием называют химическую обработку металлических изделий растворами фосфорнокислых солей щелочных металлов или аммония. Защитный слой толщиной от 2 до 5 микрон придает поверхности шероховатость. Его формируют труднорастворимые соли (фосфаты железа). Цвет фосфатной пленки – темно-серый или черный. Такие покрытия устойчивы к воздействию технических жидкостей (керосина, смазочных масел и т. п.), атмосферного кислорода, а также к нагреванию до + 5 000 °С и охлаждению до -750 °С, но не выдерживают контакта с кислотами и щелочами. Данную технологию часто применяют для грунтования заготовок перед покраской.

Оксидные покрытия. Оксидирование – специальный метод обработки поверхности изделий, позволяющий сформировать тонкую и прочную оксидную пленку, которая состоит из оксидов основного металла. На стальных сплавах и чугунах в ходе такой реакции образуется темное покрытие, толщина которого составляет несколько микрон. Это – оксид железа Fe_3O_4 .

Латунные покрытия. Для нанесения декоративных слоев на сантехнические изделия часто пользуются латунированием. Латунь, основой которой служит медь с добавлением цинка, – золотистого цвета. Для электролитического осаждения применяют сплав, содержащий от 60 до 70 % меди и от 30 до 40 % цинка.

ЛКП. Нанесение на металл порошкового покрытия позволяет создать надежную защиту от коррозии, придать изделию эстетичный внешний вид и существенно увеличить срок службы. Порошково-полимерные составы не «заливают» сложные шлицы на крепежных изделиях и отличаются высокой адгезией к основному материалу.

Нитрид-титанирование (TiN). Покрытия из нитрида титана чаще всего используются при изготовлении режущих инструментов и бит. Прочная и надежная защитная пленка увеличивает рабочий ресурс таких изделий.

Вопросы для самоконтроля

1. Способы и методы декоративной отделки.
2. Способы нанесения различных металлопокрытий на металлы, силикаты, полимеры.
3. Декоративная отделка – никелирование, хромирование, меднение, серебрение, стеклоэмалевые неорганические покрытия, анодирование.

ЛЕКЦИЯ 16. (Тема 10. Обработка давлением. Механические способы обработки. Понятие технологичности)

Обработка давлением – объёмная и поверхностная. Виды обработки давлением: прокатка, волочение, штамповка, прессование, ковка.

Механические способы обработки. Понятие технологичности. Способы обработки: крацевание, шабровка, шлифование, галтование, полирование, пескоструйная отделка. Связь технологичности с серийностью и масштабом производства. Обеспечение технологичности и взаимосвязи требований к материалам, технологии изготовления и эксплуатации объекта.

Металлообработка – технологические процессы, которые изменяют размер, форму и другие характеристики металлоизделий. Применяются различные виды обработки – литье, механические, электрические и термические виды обработки, сварка.

Под металлообработкой понимают совокупность технологических процессов, изменяющих размеры, форму и другие характеристики металлических заготовок. Условная классификация технологий обработки металлов: литье, механообработка (резанием и давлением), термическая, сварка, электрическая, художественная.

Литье – это процесс изготовления отливок путем заливки литейных форм расплавленным металлом. После отвердевания металлический расплав приобретает конфигурацию внутреннего пространства формы. Это один из наиболее древних способов обработки металлов. Современные технологии литья обеспечивают возможность изготавливать отливки сложных форм с минимально возможными допусками на дальнейшую механообработку.

Типы обработки металла литьем:

В песчаные формы. Это самая массовая и недорогая литейная технология, позволяющая изготавливать грубые заготовки. Отверстия и полости в них образуют с помощью стержней, помещаемых в форму для литья.

В кокиль – разборную, чаще всего металлическую форму. Методика позволяет получать качественные полуфабрикаты. Отвердевшее изделие извлекают из кокиля.

Под давлением в пресс-формах. Способ применяется в основном для цветных сплавов и некоторых марок стали.

По выплавляемым моделям. Этот метод позволяет изготавливать сложные по форме изделия. Для этого из стеарина и другого материала изготавливают высокоточную модель детали, а затем на нее наносят суспензию, формирующую оболочку. Высушенную и прокаленную оболочковую форму заполняют металлическим расплавом. Охлаждение – на открытом пространстве или в термостате.

Основные виды механической обработки металлов

Механообработка металлических заготовок включает процессы, в результате которых изменяются геометрические характеристики деталей. Ее

можно разделить на две основные категории. К первой группе, называемой обработкой давлением, относятся операции, происходящие без снятия поверхностного слоя металла. Это прокатка, ковка, штамповка, прессование. Вторая группа – технологические операции, называемые обработкой резанием. К ним относят токарную обработку, фрезерование, строгание, долбление, сверление.

Способы обработки металлов давлением (ОМД)

Задачи, решаемые различными видами ОМД: получение полуфабрикатов или изделий заданных геометрических параметров, улучшение микроструктуры металла, снижение усадочной пористости отливок, улучшение физико-механических характеристик заготовок. Существует два основных направления ОМД:

- холодные процессы – осуществляются при температурах ниже порога начала рекристаллизационных процессов;
- горячая ОМД – происходит выше температур рекристаллизации.

Основные виды обработки металлов давлением:

Горячая прокатка. Этот способ механической обработки применяется в производстве листового, трубного, сортового и фасонного проката. Горячекатаные полуфабрикаты могут служить исходным материалом для различных способов холодного деформирования.

Холодная прокатка. Ее цель – повышение точности размеров, улучшение качества поверхности и других характеристик горячекатаных полуфабрикатов.

Холодное и горячее волочение. Осуществляется протягиванием заготовки через отверстие заданной формы с целью получения требуемого поперечного сечения длинномерного проката. Площадь сечения отверстия всегда меньше площади сечения заготовки. Этот способ металлообработки применяется при производстве прутков (круглых, квадратных, многоугольных) и фасонного проката с малым размером сечения, тонкостенных труб небольшого диаметра.

Горячая и холодная штамповка. Этот вид ОМД известен на протяжении нескольких веков. А холодная штамповка длительное время была основным способом производства металлической посуды благодаря простой реализации и невысокой стоимости процесса. Штамповка бывает листовой и объемной. В результате объемной штамповки происходит пространственное изменение формы объемной заготовки. Обычно целью такой технологической операции является получение из заготовки простой формы (шара, цилиндра, параллелепипеда, куба) изделия более сложной конфигурации. Листовая штамповка – вид обработки металлов, с помощью которого получают как небольшие детали, так и корпуса различных видов транспорта.

Ковка. Осуществляется при нагреве заготовки. Бывает ручной (такой способ сейчас применяется в основном для создания художественных изделий) и механизированной.

Холодное и горячее прессование (экструдирование). Экструзия заключается в обработке заготовок путем их выдавливания через один или

несколько каналов. Без нагрева обычно прессуются мягкие цветные металлы (алюминий, медь) и сплавы на их основе. Для стальных заготовок обычно применяют горячее прессование. Экструдирование – современный метод металлообработки, позволяющий получать длинномерные профильные изделия.

Комбинированная обработка. Очень часто для получения необходимого результата комбинируют несколько технологий ОМД и/или ОМД сочетают с другими типами металлообработки.

Виды металлообработки резанием

Обработка резанием – совокупность процессов, подразумевающих срезание слоев металла с переходом их в стружку или разделение заготовок на части. Разделяют черновую, получистовую и чистовую обработку. Заготовками служат: отливки, все виды проката, штампованные, кованные, прессованные детали.

Основные методы обработки металлов резанием:

Токарная обработка (точение). Реализуется на станках токарной группы с помощью резцов. Точение позволяет создавать конические, цилиндрические и фасонные детали.

Сверление. Дополнительные операции, которые могут сочетаться со сверлением – растачивание, развертывание, рассверливание, зенкерование. Их цель – получение отверстий нужного диаметра и глубины – сквозных или глухих. Применяемое оборудование – сверлильные станки различных типов, токарные станки.

Фрезерование. Осуществляется на фрезерных станках с помощью дисковых, цилиндрических, торцевых, концевых, угловых фрез.

Шлифование. Эта операция относится к чистовым. С ее помощью снижают шероховатость поверхности до значения, указанного в чертежах на изделие. Рабочий орган шлифовальных станков – абразивные круги, ленты, хонинговальные головки.

Операции по разделению заготовок на части – резка и рубка. Резка осуществляется ручным или механизированным инструментом, как вариант – термическим воздействием. В серийном производстве для рубки проката применяют ножницы-гильотины, пресс-ножницы, механические и гидропрессы, угловысечные станки.

Для реализации скоростных методов резания используются металлообрабатывающие станки с ЧПУ, выполняющие все операции в автоматическом режиме в соответствии с заложенной в них компьютерной программой.

Термическая обработка металлов

Термообработкой металлов и сплавов называют совокупность операций нагрева до установленных температур, выдержки и охлаждения с различной скоростью и в различных средах. Их цель – получение микроструктуры и физико-механических характеристик, соответствующих запланированной технической задаче. Основные виды термообработки:

Отжиг I и II рода. Отжиг I рода для стальных заготовок обычно подразумевает нагрев до температур, при которых не происходят фазовые превращения стали. В зависимости от условий проведения этот вид т/о включает процессы гомогенизации, рекристаллизации, снятия остаточных напряжений и некоторого снижения твердости. Отжиг II рода для сталей сопровождается фазовыми превращениями. В результате такой т/о падают показатели прочности и твердости стали, повышается ее пластичность и ударная вязкость. Обычно отжиг II рода применяют для подготовки к различным видам механообработки.

Закалка. Применяется для металлов и сплавов, в которых в твердом состоянии при нагреве до высоких температур и охлаждении в воде или масле происходят фазовые превращения. Закалка всегда сочетается с отпуском, который уменьшает хрупкость и напряжения, характерные для закаленных сталей. После закалки и отжига повышаются прочность, твердость, износостойкость стальной заготовки.

Термомеханическая обработка (ТМО). Сочетает пластическую деформацию с термообработкой. Горячая пластическая деформация сочетается с закалкой, холодная – со старением. ТМО применяется для сталей, алюминиевых и магниевых сплавов.

Сварка металлов и сплавов

Сущность сварки заключается в нагреве кромок свариваемых деталей до температуры плавления и дальнейшем образовании между ними неразъемного соединения.

Существует несколько способов сварки:

Электрическая. Самый распространенный вид сварочного процесса. Электродуговая сварка осуществляется покрытыми плавящимися электродами, неплавящимися электродами в среде инертных газов, с использованием сварочной проволоки. Еще один вид электросварки – контактная сварка. Различают точечную и роликовую электросварку. В последнем случае токопроводящий ролик соединяет две детали сплошным швом.

Газовая. Окислителем в этом процессе является кислород, а функции горючего газа выполняют: ацетилен, его более экономичная альтернатива – МАФ (метилацетилен-алленовая фракция), природный газ, пропанобутановая смесь, водород и др.

Химическая. Для нагрева кромок используется тепло, выделяемое в результате химической реакции. Химическая сварка применяется в труднодоступных местах и даже под водой.

Электрическая обработка металлов и сплавов

Электрообработка металлических заготовок основана на способности металла разрушаться при подаче высокоинтенсивных электрических разрядов. Этот вид металлообработки применяется для изготовления отверстий в тонких металлических листах, работы с полуфабрикатами из твердых сплавов, заточки инструментов.

Помимо видов металлообработки, служащих для получения необходимых технических характеристик металлоизделий, существует художественная обработка металлических заготовок. Ее цель – создание декоративных предметов или украшение изделий, имеющих практическое применение. Для этой цели применяют литье, чеканку, ковку, сварку.

Обеспечение технологичности и взаимосвязи требований к материалам, технологии изготовления и эксплуатации объекта – это функция процесса подготовки производства, которая предусматривает взаимосвязанное решение конструкторских и технологических задач.

Цель обеспечения технологичности – повышение производительности труда, достижение оптимальных трудовых и материальных затрат и сокращение времени на производство, в том числе на монтаж вне предприятия-изготовителя, техническое обслуживание и ремонт изделия.

Некоторые мероприятия по обеспечению технологичности:

- подбор и анализ исходных материалов для оценки технологичности конструкции;
- уточнение объёма выпуска;
- анализ показателей технологичности аналогичных изделий;
- определение показателей производственной и эксплуатационной технологичности и сравнение их с показателями существующих конструкций;
- разработка рекомендаций по улучшению показателей технологичности, при этом необходимо учитывать передовой опыт и новые прогрессивные технологические методы и процессы.

Взаимосвязь требований к материалам, технологии изготовления и эксплуатации заключается в том, что при обеспечении технологичности учитывают методы получения заготовок, контроля и испытаний, возможность механизации и автоматизации, обеспечение материалами, оборудованием и технологической оснасткой, а также эксплуатационные свойства и расходы. К ним относятся производительность, КПД, удельный расход энергии и топлива, долговечность, удобство обслуживания и ремонта, безопасность работы и другие.

Вопросы для самоконтроля

1. Обработка давлением материалов – объёмная и поверхностная.
2. Виды обработки давлением: прокатка, волочение, штамповка, прессование, ковка.
3. Механические способы обработки. Понятие технологичности.
4. Способы обработки: крацевание, шабровка, шлифование, галтование, полирование, пескоструйная отделка.
5. Связь технологичности материалов с серийностью и масштабом производства.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Кочегаров, Б. Е. Промышленный дизайн / Б. Е. Кочегаров. – ДВТГУ. – Владивосток, 2006. – 297 с. – Текст: непосредственный.
2. Ильина, О. В. Эргономика и эргономические параметры в промышленном дизайне. Часть 1. Антропометрия: учебное пособие / О. В. Ильина. – ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб., 2018. – 70 с. – Текст: непосредственный.
3. Ильина, О. В. Принципы проектирования в промышленном дизайне: учебно-методическое пособие / О. В. Ильина. – ВШТЭ СПбГУПТД. – 3-е издание, испр. и доп. – СПб, 2017. – 32 с. – Текст: непосредственный.
4. Проектирование и моделирование промышленных изделий. – М.: Машиностроение, 2004. – 694 с. – Текст: непосредственный.
5. Анализ полигональных моделей прессовок полимерных материалов для оценки режимов твердофазного прессования / Т. В. Кожарина, С. В. Карпов, Д. О. Завражин, А. А. Чуприкова // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн. – Материалы VIII Международной научно-практической конференции. Выпуск 8. – Тамбов: Издательский центр ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», 2022. – С. 36-39. – Текст: непосредственный.