

**Белорусский национальный технический университет**

Архитектурный факультет

Кафедра «Архитектура жилых и общественных зданий»

**ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**АРХИТЕКТУРНОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**

для специальностей 7-07-0731-01 «Архитектура»

7-07-0731-02 «Архитектурный дизайн»

Автор: Молокович Г.Е., старший преподаватель кафедры  
«Архитектура жилых и общественных зданий»

**Минск ◊ БНТУ ◊ 2024**

**Ключевые слова:**

«Строительные материалы», «строительные изделия», «детали», «архитектурно-строительные требования», «стандартизация», «унификация», «типизация», «механические свойства», «физические свойства», «химические и биологические свойства», «эксплуатационно-технические свойства», «эстетические свойства», «декоративные качества», «цвет», «фактура», «текстура», «форма».

**Перечень материалов**

Электронный учебно-методический комплекс (далее ЭУМК) по дисциплине «Архитектурное материаловедение» состоит из разделов:

1. Теоретический раздел представлен конспектом лекций с иллюстративными материалами к лекциям
2. Практический раздел представлен тематикой научно-исследовательских работ и рефератов для самостоятельной подготовки.
3. Раздел контроля знаний содержит вопросы по дисциплине к экзамену для специальности 7-07-0731-01 «Архитектура» и дифференцированному зачёту для специальности 7-07-0731-02 «Архитектурный дизайн».
4. Вспомогательный раздел содержит учебные программы по дисциплине для специальностей 7-07-0731-01 «Архитектура» (регистр. №УД-АФ59-2), утверждённая 30.06.2023 и 7-07-0731-02 «Архитектурный дизайн» (регистр. №УД-АФ59-1) утверждённая 30.06.2023, список основной и дополнительной литературы.

**Пояснительная записка ЭУМК**

Электронный учебно-методический комплекс разработан в соответствии с утвержденным учебным планом высшего образования для специальностей 7-07-0731-01 «Архитектура» 7-07-0731-02 «Архитектурный дизайн» и является доступным и наглядным изложением базовой информации дисциплины.

**Цель преподавания дисциплины-** получение знаний о многогранной взаимосвязи архитектуры, дизайна и их материальной палитры; изучение строения и физической сущности материалов, классификации, основ производства и номенклатуры; освоение опыта применения строительных материалов и изделий в современной архитектурно-строительной практике и дизайне.

**Задачи преподавания дисциплины–** познание базовых положений теории строительных материалов и области их применения с учетом функциональных, технико-экономических и эстетических свойств; определение направлений развития современных технологий производства и номенклатуры строительных материалов и изделий; изучение архитектурно-строительных требований к

строительным материалам и изделиям применяемых в архитектурном и дизайн проектировании; формирование навыков работы со специальной литературой, посещение лекций, специальных выставок и объектов.

**В результате освоения дисциплины студент должен:**

- знать эксплуатационно-технические и эстетические свойства материалов и изделий, классификацию, основы технологии их производства, номенклатуру и рациональные области применения с учётом предъявляемых к ним требований;
- анализировать и предлагать пути решения проектных задач на основе научного и творческого подхода, с учётом функционального назначения и условий эксплуатации зданий и помещений, а также факторов, обеспечивающих целесообразность выбора строительных материалов и изделий в архитектурном творчестве;
- владеть нормативной и законодательной информацией по вопросам применения архитектурных материалов в процессе проектно-строительной деятельности, с учётом современных тенденций в архитектурном творчестве;

**Освоение данной учебной дисциплины обеспечивает формирование следующих компетенций:**

СК–3. Применять данные современных строительных материалов, их свойств и технологии производства, владеть методами оценки и выбора строительных и отделочных материалов.

**Особенности структурирования и подачи учебного материала**

Структура ЭУМК дисциплины «Архитектурное материаловедение» включает четыре раздела:

- теоретический раздел с изложением тем по разделам и подразделам, текстовой и иллюстративный материал в виде рисунков, фотографий, таблиц как в тексте, так и отдельными файлами;
- практический раздел с перечнем тем научно-исследовательских работ и рефератов для самостоятельной подготовки;
- раздел контроля знаний, с перечнем вопросов по дисциплине для текущего и итогового контроля (экзамен);
- вспомогательный раздел с представлением учебных программ по дисциплине для специальностей 7-07-0731-01 «Архитектура» (регистр. №УД-АФ59-2) и 7-07-0731-02 «Архитектурный дизайн» (регистр. №УД-АФ59\_1), списка основной, дополнительной литературы.

*Рекомендации по организации работы с ЭУМК*

ЭУМК содержит ссылки, позволяющие оперативно найти необходимый материал.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Часть I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ</b> .....	5
ВВЕДЕНИЕ.....	5
<b>Раздел 1. ОСНОВЫ АРХИТЕКТУРНОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ</b> .....	6
<b>1.1. Взаимосвязь архитектуры и строительных материалов (на примере исторического прошлого архитектуры)</b> .....	6
<b>1.2. Основные понятия, классификация материалов и изделий, методы стандартизации</b> .....	13
<b>1.3. Свойства строительных материалов и изделий</b> .....	19
<b>1.4. Эстетические свойства и декоративные качества строительных материалов и изделий</b> .....	26
<b>Раздел 2. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И АРХИТЕКТУРНОЕ ТВОРЧЕСТВО</b> .....	30
<b>2.1. Древесные материалы и изделия</b> .....	30
<b>2.2. Материалы и изделия из природного камня</b> .....	39
<b>2.3. Керамические материалы и изделия</b> .....	52
<b>2.4. Материалы и изделия из минеральных расплавов</b> .....	64
<b>2.5. Материалы и изделия на основе минеральных вяжущих веществ</b> .....	75
<b>2.6. Металлические материалы и изделия</b> .....	86
<b>2.7. Полимерные материалы и изделия</b> .....	98
<b>Приложение. СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ</b> .....	112
<b>Часть II. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ</b> .....	110
Темы научно-исследовательских работ и рефератов для самостоятельной подготовки	
<b>Часть III. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ</b> .....	111
Вопросы по дисциплине для текущего и итогового контроля (экзамен)	
<b>Часть IV. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ</b> .....	113
Учебные программы по дисциплине, список основной и дополнительной литературы	



## Часть I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### ВВЕДЕНИЕ

Архитектурное материаловедение является основой в материальной реализации задач архитектурного и дизайн-проектирования объектов различного назначения. Многогранная взаимосвязь архитектуры, реставрации и дизайна с материальной палитрой обеспечивает реализацию творческого замысла архитектора, дизайнера. Материалы формируют эмоциональное и эстетическое содержание объекта используя декоративные качества, такие как цвет, текстура, фактура и форма. Посредством материалов создаётся пространство жизнедеятельности человека, отвечающего условиям многофункциональности. Материалы обеспечивают надёжность, прочность и долговечность архитектурного объекта.

Современные материалы дают возможность воплотить в жизнь смелые архитектурные решения, качественно проводить реставрацию, реконструкцию, ремонт различных объектов. В республике Беларусь насчитывается порядка 1500 предприятий, объединённых по 16 направлениям и выпускающих различные стройматериалы, которые регулируется Министерством архитектуры и строительства республики. Производства на 85% обеспечиваются отечественным сырьем, которое добывают на местах естественных скоплений – на территории находятся месторождения глины, известняка, гравия, песка, керамзита, доломита, магматических и скальных пород, лесных массивов. После обработки сырьё становится основой для производства кирпича, цемента, ячеистого силикатного бетона, керамической и клинкерной плитки, стеновых, кровельных, облицовочных и отделочных компонентов, многочисленных пиломатериалов и деревянного бруса, стекла, сборного железобетона. Ассортимент выпускаемой продукции насчитывает несколько сотен наименований базовых и новейших стройматериалов. Вектор развития производств новых материалов требует подготовки специалистов архитекторов и дизайнеров способных ориентироваться в современной палитре материалов и уметь оценить возможность применения определенных материалов с учетом эстетических, эксплуатационно-технических и эстетических свойств. Дисциплина формирует в рамках подготовки специалиста архитектора, дизайнера систему знаний о строительных материалах и изделиях.

Архитектурное материаловедение рассматривает вопросы изучения строения, свойств материалов в их совокупности и определяет целесообразные области применения в функциональном, технико-экономическом и эстетическом отношении. Классификация свойств и материалов, архитектурно-строительные требования, особенности производства традиционных и новых материалов, номенклатура, декоративные качества материалов, современные тенденции использования материалов в архитектуре и строительстве определяют структуру дисциплины.

## Раздел 1. ОСНОВЫ АРХИТЕКТУРНОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

### 1.1 Взаимосвязь архитектуры и строительных материалов (на примере исторического прошлого архитектуры)

Учебное содержание темы	
<p><b><i>Роль строительных материалов в реализации основных свойств архитектуры;</i></b> <b><i>Свойства материалов – основа развития конструктивных систем и форм в архитектуре;</i></b> <b><i>Строительные материалы – средство осуществления творческого замысла.</i></b></p>	
Основные понятия	
<p><b><i>Архитектура</i></b> - строительное искусство, зодчество- многогранное искусство создавать материально организованную среду, необходимую людям для их жизни и деятельности.</p> <p><b><i>Свойства материалов</i></b> - характеристика материалов, проявляющаяся в процессе его переработки, применения и эксплуатации.</p> <p><b><i>Конструктивная система</i></b>- конструктивная система - это основа любого здания или сооружения, отвечающая за его прочность, устойчивость и безопасность.</p> <p><b><i>Стойечно-балочная система</i></b> – конструкция, в которой два стоящих вертикально элемента, стойки, поддерживают третий элемент, поперечную балку, положенную горизонтально поперек их верхних поверхностей. Самая распространенная тектоническая форма в архитектуре, известная еще с древнейших времен</p> <p><b><i>Обелиск</i></b>- каменный, гранёный, обычно монолитный, квадратного сечения, суживающийся кверху столб с пирамидальной, заостренной верхушкой.</p> <p><b><i>Арка</i></b> -криволинейное перекрытие различной форме в стене (окон, ворот, дверей,) или пролётов между двумя опорами.</p> <p><b><i>Купол</i></b> – пространственная несущая конструкция покрытий или само покрытие зданий и сооружений, имеющая форму, близкую к полусфере или другой поверхности вращения кривой (эллипса параболы и т.п.)</p> <p><b><i>Ордер архитектурный</i></b> - художественно оформленный порядок размещения несущих и несомых элементов каменной, стойечно-балочной конструкции, их структура и художественная обработка.</p>	
Теоретический материал	Иллюстративный материал
<p><b><i>Роль строительных материалов в реализации основных свойств архитектуры.</i></b> Архитектура является представлением материального мира человека, отражением уровня развития материально технической базы общества, воплощением собирательного образа, как осмысление функционального, конструктивного и эстетического её содержания. Строительные материалы, как одно из главных средств для решения выдвигаемых архитектурой задач, являются мощным стимулом для развития архитектуры.</p> <p>Наиболее точное и краткое осмысление того что такое архитектура и роли строительных материалов в</p>	

Рис.1.1.1 Древнеримский Архитектор Витрувий

реализации творческого замысла архитектора, дал древнеримский инженер Марк Витрувий (рис.1.1.1.). Он утверждал, что архитектура обладает тремя главными свойствами: прочностью, пользой и красотой, а строительные материалы являются палитрой творца – архитектора, «чернилами, которыми он вписывает своё творение на века». Под прочностью он подразумевал надежность конструкций, под пользой - соответствие сооружения его назначению, а красота означала выражение тех чувств, которые должно было вызвать у зрителей построенное здание.

Знание и учет физических и декоративных качеств материалов древними зодчими показывают, как самые смелые фантазии становились реальностью.

Прочность в архитектуре обеспечивалась пониманием того, что человек живёт в условиях силы земного притяжения, и чтобы он не делал, приходилось создавать архитектуру положенных друг на друга вещей. Каждая эпоха укладывала предметы по-своему, а учёт свойств, используемых материалов обеспечивал прочность конструкции. В прошлом архитекторы строили из естественного камня, дерева, кирпича - материалов способных выдерживать огромные сжимающие усилия. Это обозначило на многие тысячелетия вперёд выбор конструктивных решений зданий и сооружений.

Польза архитектурного творения определялась характеристиками функциональных процессов и условиями, которые обеспечивали их реализацию. Это касалось не только композиционного решения структуры здания, но и необходимости учёта декоративных и физических свойств материалов. Существовала достаточно устойчивая связь между назначением зданий, сооружений, и строительными материалами, применяемыми для их возведения и отделки. Монументальные сооружения должны были быть выполнены из массивного, прочного и долговечного материала. Кроме того, ряд функциональных процессов требовали от материалов определенных свойств для обеспечения режимов функционального процесса, связанных с сохранением тепла, защитой от влаги, ветра и др.

Красота в архитектуре достигалась целесообразностью сочетания первых двух свойств архитектуры, объединением конструктивных и художественных

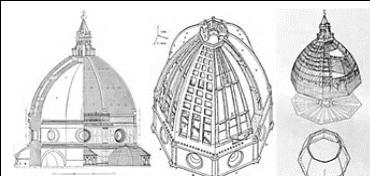


Рис.1.1.2. Флорентийский купол.

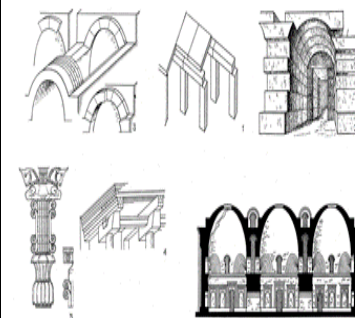


Рис.1.1.3. Конструкции в архитектуре Древнего Египта и Передней Азии (балочно-стоечная, арка, свод)



Рис.1.1.4. Обелиск Хатшепсут, Египет



Рис.1.1.5. Пирамиды Гизы, Египет



Рис.1.1.6. Пилон Храма Эдфу, Египет

свойств применяемых материалов. История древней архитектуры богата примерами возведения каменных культовых сооружений египетских фараонов и храмов греческой и римской знати, поливной керамики в архитектуре медресе и мавзолеев мусульманского мира, бревенчатых дворцов русских царей и палаточных ставок степных ханов.

Неотъемлемым впечатлением архитектуры было могущество и неприступность достигаемая простотой и лаконичностью объёмов, символикой цветового решения, живописной сложностью отдельных элементов, едино основанное и увязанное с эстетическими свойствами материалов.

В настоящее время значение каждого слагаемого понятия архитектура значительно расширилось.

*Прочность* - это соответствие конструкции и материала, используемых для строительства, с учётом различных нагрузок и условий эксплуатации, для обеспечения несущей способности в заданных временных периодах и безопасности людей.

*Полезьа* - это определение функционального назначения здания, которое характеризуется порядком размещения помещений, характером взаимосвязей и другими специальными требованиями к условиям освещённости, видимости, звукоизоляции и пр. Функции в объекте могут быть разделены на основные и вспомогательные.

*Красота* - это создание архитектурного и художественного образа, воплощающего в себе концепцию, основанную на ряде определяющих факторах, и признанного вызывать эстетические чувства, неся авторскую интерпретацию осмысления решаемых задач.

***Свойства материалов – основа развития конструктивных систем и форм в архитектуре.***

Строительными материалами древнего зодчества были природные материалы такие как камень, кирпич и дерево. Здания и сооружения, их размеры и форма воплощали собой уровень развития строительного производства. Используемые материалы обладали сравнительно невысокой прочностью при изгибе и растяжении. Зодчие учитывали эти свойства при создании архитектурных форм и использовали простые конструкции, где строительные элементы должны были лежать друг на друге, как этого требовало понимание условий работы строительных материалов. Какую бы конструкцию ни



Рис.1.1.7 Проход Гипостильного зала, Карнакский храм

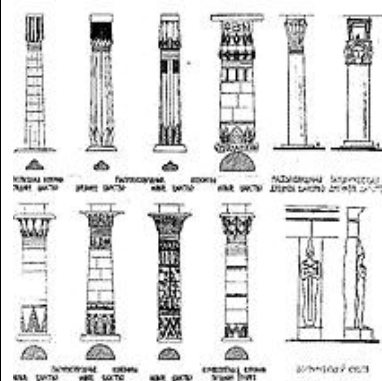


Рис.1.1.8. Колонны храмов Древнего Египта

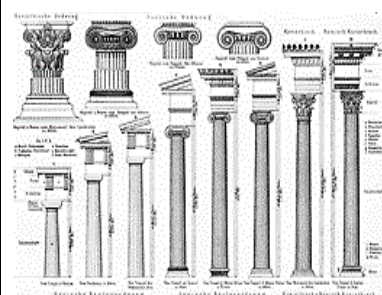


Рис.1.1.9. Ордерная система Древней Греции

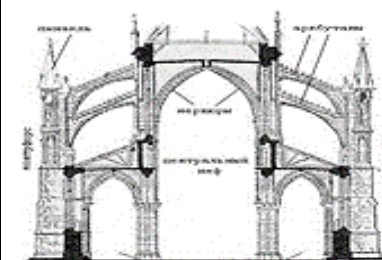


Рис.1.1.10. Конструкции готических храмов



Рис.1.1.11. Парижский собор Нотр-Дам во Франции



создавал архитектор: балочно-стоечную, арку, свод, купол - он каждый раз должен был так расположить строительные элементы, чтобы они примыкали друг к другу значительной стороной(рис.1.1.2-7.). В результате несложные по конструктивному решению сооружения были значительны по размерам и массе. Воплощая творческие замыслы были созданы такие архитектурные формы как пирамида, обелиск, пилон, гипостильный зал и др.

В процессе своего развития простейшие конструктивные системы на каждом этапе истории получали различную художественную разработку. В результате в стоечно-балочной системе сложилась определённая взаимосвязь конструкции и её художественного истолкования. Путём придания ей индивидуального характера, соответствующих пропорций, особых деталей, пластики и декоративных украшений была создана система, получившая название «архитектурный ордер» (рис.1.1.8-9.).

В желании преодолеть тяжесть камня и традиционный принцип конструктивного решения архитекторы на протяжении последующих периодов истории стремились расширить внутреннее пространство храмов, что предполагало облегчение конструкций. В поисках решения этой задачи появились дополнительные элементы для перераспределения нагрузки в конструкции, например, в храмах готического периода это нервюры, аркбутаны, контрфорсы (рис.1.1.10.). Это позволило достигнуть великолепных результатов как в инженерном, так и в эстетическом отношении. Вершиной зодчества из природного камня заслуженно считается готика (рис.1.1.11-16).

На протяжении многих тысяч лет свойства используемых материалов не позволяли архитекторам создавать конструкции, воспринимающие значительные изгибающие и растягивающие усилия. Только в 20-м веке с появлением новых технологий производства традиционных и созданием новых материалов, обладающих высокими прочностными характеристиками, существенно изменились конструктивные элементы частей зданий в таких, известных с древности конструкциях, как стеновая, стоечно-балочная, каркасная.

Под влиянием новых материалов и рационального их применения изменялись не только традиционные



Рис.1.1.12. Кёльнский кафедральный собор в Германии



Рис.1.1.13. Собор св. Вита в Праге



Рис.1.1.14. Собор Санта-Мария-дель-Фьоре во Флоренции

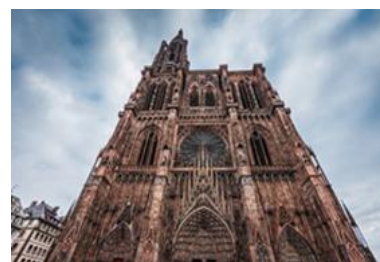


Рис.1.1.15. Страсбургский кафедральный собор



Рис.1.1.16. Шартрский Кафедральный собор

архитектурные формы, но и были созданы принципиально новые конструктивные системы. Примером может служить совершенствование технологии металла и использование железобетона в каркасных конструкциях. Новые качества этих материалов позволили строить современные здания и сооружения любых заданных размеров и форм.

Получили развитие традиционные формы античности. Например, обелиск, выполнявший функцию опоры, устойчивость которой обеспечивалась за счет собственного веса, теперь с использованием этих материалов и жесткой связи с основанием, может выполнять функции высотного сооружения, демонстрируя конструктивные возможности материала (радио и телевизионные башни).

Свойства новых материалов из металла предопределили пространственный каркас и вантовые конструкции, возможности которых обеспечивают перекрытие как больших площадей, так и пространств различных по своей форме.

Создание новых технологий по производству полимеров позволили использовать их в изготовлении строительных материалов. Это значительно расширило номенклатуру материалов, традиционно применяемых в строительстве новыми материалами с улучшенными свойствами. Использование полимеров в решении конструктивных задач, позволило применять их в оболочках конструкций воспринимающих значительные изгибающие и растягивающие усилия. Что сделало возможным получать формы иного содержания и размеров.

Нано материалы, созданные по современным нано технологиям, позволяют повышать эффективность материалов, проверенных веками: нано-бетон, нано-сталь, нано-стекло. Нано-добавки способны отталкивать загрязнения, уничтожать бактерии, предотвращать коррозию, повышать огнестойкость, пластичность и др.

Таким образом, процесс поиска новых форм традиционно основывался на знании и использовании свойств материала в направлении свойства-форма. Современные же технологии позволяют решать эту проблему в ином порядке, используя материалы с заданными свойствами следуя от формы к свойствам. Это

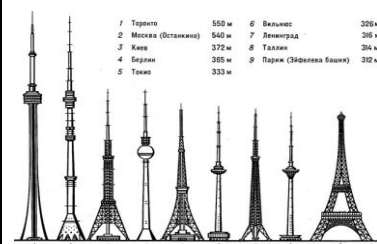


Рис. 1.1.17. Телебашни разных стран



Рис. 1.1.18. Башня инженера В. Г. Шухова, Россия (1899г) и Телебашня Гуанчжоу, Китай (2010)



Рис. 1.1.19. Металлический пространственный каркас в решении малых архитектурных форм, Морской Парк, Шанхай



Рис. 1.1.20. Пекинский национальный стадион



Рис. 1.1.21. Национальный плавательный комплекс в Пекине



создает неограниченные возможности в решении творческих задач архитектора.

**Строительные материалы – средство осуществления творческого замысла.**

Архитектура и строительные материалы, как вещественная палитра её творца, на протяжении многих тысяч лет истории материальной культуры транслировали содержание эпохи. Зодчий понимал необходимость учёта как физических, так и декоративных свойств используемых материалов при воплощении творческого замысла. Воспринимаемый архитектурный облик являлся «визуальным материалом» со всеми геометрическими, пластическими, цветовыми и фактурными характеристиками, которые выступали особым источником эмоционального воздействия. Например, цветовая символика архитектуры минувшего транслировала семантическую составляющую сущности религии, науки, искусства.

Архитектура Вавилонской башни (рис.1.1.22.), воздвигнутая в 7в. до н.э. из глины, является воплощением религиозных представлений, которые были основаны на культе небесных светил солнечной системы. Сооружение представляло собой семь ярусный зиккурат каждая ступень которого была окрашена в цвет символизовавший планету.

Полихромия средневековой архитектуры Древнего Китая и её формы, символизирует представления о мироздании: храм неба был по форме плана круглым и покрывался черепицей синего цвета (рис.1.1.25.), храм земли – квадратным и покрывался черепицей желтого цвета, как символ лессовой почвы Китая. Золотая черепица тронных залов символизировали солнце (рис.1.1.23.). Белокаменная дорога Пекина и красная кирпичная стена Пурпурного города символизировали вечность и силу (рис.1.1.24.). Великая китайская стена протяжённостью 5тыс. км., построенная в основном из глины многих районов, символизировала прочность и мощь государства, являясь по сути оборонительным сооружением.

Полихромия поливной керамики в архитектуре Медресе Тилля Кари (рис.1.1.27.) и мавзолея Гур Эмир в Самарканде (рис.1.1.28.) и других сооружений, выражала на языке цвета духовные ценности исторических эпох Средней Азии и Ближнего Востока. Запрет на изображение



Рис.1.1.22. Вавилонская башня(картина Питера Брейгеля Старшего)



Рис.1.1.23. Золотистые крыши Запретного города, Китай



Рис.1.1.24. Запретный город Императорский двор, Китай

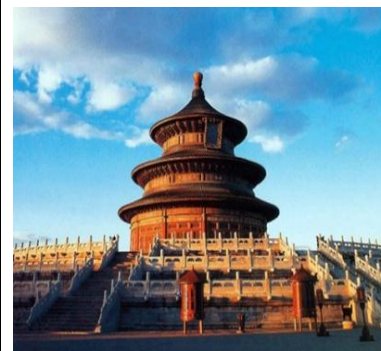


Рис.1.1.25. Храм Неба , Пекин

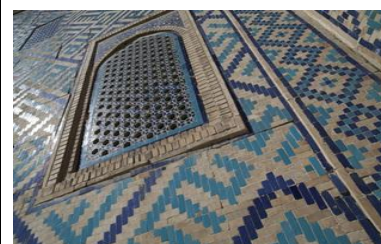


Рис.1.1.26. Техника орнаментального декорирования – арабески

живых существ дал основание для развития техники орнаментального декорирования – арабески (рис.1.1.26.), способной на поверхности стены образовывать бесконечный рисунок, вызывающий ощущение структурной упорядоченности и кристаллического строения объёма.

Цветовые сочетания использовались для выявления значимых элементов в композиции Древнеегипетской архитектуры, которая сооружалась из камня и довольствовалась покраской. В условиях исключительно сухого климата стенная живопись была достаточно долговечна. Храмы Амона в Хивах (рис.1.1.30.) и в Эдфу (в настоящее время деревни Карнак и Луксор) и храм-святилище богини Исида на о. Филе Храм Хатхор в Дендере (рис.1.1.29.), были оформлены скульптурами и многоцветными росписями, контрастность которых иллюзорно подчеркивала рельеф, создавала ощущение большей глубины фона, зрительно увеличивая пространство сооружения. Таким образом цвет использовался как композиционное средство для усиления размерных характеристик архитектурной формы.

Характеристики фактуры использовались для выявления тектоники зданий и сооружений, отражая технику работы с природным камнем. Созданные уникальные творения пережили своих создателей на века. Зодчие Древней Греции и Древнего Рима в архитектуре многоярусных композиций подчёркивали несущую способность стеновой конструкции используя природный камень с различной глубиной рельефа. Нарастание напряжения в нижней части стены усиливалось облицовкой камнем с грубо тесанной фактурой. Отличительные характеристики архитектуры храмов Индии, построенных в 1 тыс. н.э. в Бухуванешвара и Кхаджураха (рис.1.1.32.), имели оригинальную скульптурную форму объёма самого храма и тончайшую пластическую проработку всей поверхности стен, как внутри, так и снаружи. Это снимало необходимость использования цвета, демонстрируя понимание роли материала и декоративных его свойств в решении задач образа.

Знание декоративных свойств природных материалов позволяло использовать сочетания различных материалов в архитектуре фасада, создавая неповторимый образ. Храмы Индии периода влияния мусульманской культуры



Рис.1.1.27. Медресе Тилля Кари, Самарканд



Рис.1.1.28. Мавзолей Гур Эмир, Самарканд



Рис.1.1.29. Храм Хатхор в Дендере, Египте



Рис.1.1.30. Храмы Амона в Карнаке



Рис.1.1.31. Храм Аполлона Ликейского в Афинах



Рис.1.1.32. Храм в Кхаджурахо, Индия



демонстрируют декоративность фасадов, основанную на приёме инкрустации: в мавзолее Акбара в Сикандре (рис.1.1.33.) и Итимадуд-Дуалах в Агре это сочетание красного песчаника и белого мрамора; в мавзолее-мечети Тадж-Махал в Агре (рис.1.1.34.), построенного из белого мрамора, инкрустация выполнена из драгоценных и полудрагоценных камней.

Примеры истории архитектуры - это неоценимый опыт, который учит архитектора пониманию эстетических свойств материала, как динамичного и мощного средства в его руках, которое позволяет развить, усилить и акцентировать основную идейно-художественную задачу проекта.



Рис.1.1.33. Мавзолей Акбара в Сикандре, Индия



Рис.1.1.34. Тадж-Махал в Агре, Индия

## 1.2. Основные понятия, классификация материалов и изделий, методы стандартизации

### Учебное содержание темы

**Основная терминология, определение «строительные материалы», «строительные изделия», «детали» и др.**

**Общие сведения о структурных частях зданий и назначение строительных материалов и изделий.**

**Классификации строительных материалов и изделий.**

**Архитектурно-строительные требования к строительным материалам и изделиям: функциональные, эстетические и экономические.**

**Стандартизация и методы стандартизации: унификация, типизация. ГОСТы, СНиПы, ТУ, ВТУ. Модульная система координации размеров строительных материалов и изделий.**

### Основные понятия

**Строительные материалы** - это природные и искусственные материалы, используемые при строительстве, ремонте и реставрации (дерево, древесно-стружечная плита, краски и др.)

**Строительное изделие** - это изделие размеры и форма которого не могут быть изменены в процессе строительства (столярные, скобяные, электротехнические, санитарно-технические и др.)

**Строительные детали** – это элементы конструкций несущего остова (стеновые и фундаментные ж/б блоки, балки, плиты, колонны и др.)

**Структурные части здания** - это комплекс взаимосвязанных элементов конструкции здания, имеющих определённое назначение. Одни части воспринимают возникающие в здании и действующие на него извне нагрузки и передают их на грунт основания (вертикальные и горизонтальные) другие ограждают объём здания или разделяют его внутри на отдельные помещения.

Теоретический материал	Иллюстративный материал
<p>...<b>Основная терминология, определение «строительные материалы», «строительные изделия», «детали» и др.</b></p> <p>Данные понятия условны и используются в специальной литературе для обозначения специфики материалов, используемых в строительстве по назначению или готовности, без учета вида продукции стройиндустрии, которую они обозначают (рис.1.2.1.).</p> <p>Для определения материала как сырья, для изготовления полуфабриката или материала готового к применению используют понятие «строительные материалы» (рис.1.2.2.).</p> <p>Материалы, прошедшие обработку и готовые к применению, определяют, как изделие (рис.1.2.3.).</p> <p>Материалы, участвующие в структуре строительных конструкций для передачи нагрузок в различных частях зданий и сооружений, называют деталями (рис.1.2.4.).</p> <p><b>Общие сведения о структурных частях зданий и назначении строительных материалов и изделий.</b></p> <p>Конструктивная основа здания учитывается для более детальной классификации строительных материалов и изделий.</p> <p>Структурные части основы здания, имеют определённое назначение с учётом функций, которые они выполняют в конструктивной системе здания. Одни воспринимают нагрузки, другие ограждают объём здания или разделяют его внутри на отдельные помещения, обеспечивая защиту от атмосферных воздействий, температурно-влажностный и акустический режим и др. Некоторые части зданий одновременно выполняют функции несущих и ограждающих конструкций(рис.1.2.5-6.).</p> <p>Ввиду многообразия конструктивных схем, элементы частей зданий из которых они состоят, условно делят на несущие и ограждающие. Несущие в свою очередь разделяют на вертикальные (стены, колонны, фундаменты и т.п.) и горизонтальные (перекрытия, балки, марши и т.п.), а ограждающие на наружные и внутренние (наружные и внутренние стены и перегородки и т.п.) (рис.1.2.7.).</p> <p>В каждом здании есть отделочные или облицовочные покрытия, выполняющие защитные и декоративные функции, элементы инженерного и бытового оборудования зданий и др. (рис.1.2.8.).</p>	 <p>Рис.1.2.1. Палитра строительных материалов</p>  <p>Рис.1.2.2. «Строительные материалы» готовые к применению</p>  <p>Рис.1.2.3. Металлические «изделия»</p>  <p>Рис.1.2.4. Конструктивные «детали» здания</p>

Функциональное назначение строительных материалов и не всегда однозначно. Некоторые материалы одновременно обеспечивают выполнение нескольких функций.

### **Классификации строительных материалов и изделий.**

Для общей классификации, все строительные материалы и изделия делятся по назначению на две категории: общего (конструкционные, конструкционно-отделочные, отделочные) (рис.1.2.9.), применяемые в различных конструкциях и отделке зданий и сооружений, и специального назначения (акустические, герметизирующие, кровельные) (рис.1.2.10.). Многие материалы, применяемые в строительстве, имеют межотраслевое применение.

Классификация строительных материалов и изделий может производиться как по общим, так и по отдельным частным признакам, для удобства пользования в решении научно-технических задач. Например, в основе единого признака может быть принято: вид продукции (штучные, рулонные, мастичные и т.п.); способ производства и технологический признак (прессованные, экструзионные, без обжиговые, обжиговые и т.п.); происхождение (естественные и искусственные, минеральные и органические, и т.п.) и другое.

Наиболее удобна в творческой работе архитектора классификация по назначению и областям применения.

Согласно данной классификации материалы делят на конструкционные, конструкционно-отделочные, отделочные.

К конструкционным относятся: материалы, предназначенные для несущих конструкций; материалы для несущих ограждающих конструкций; тепло и звукоизоляционные материалы; кровельные; гидро- и пароизоляционные; герметизирующие; материалы для светопрозрачных ограждений, окон, дверей; материалы специального назначения.

К конструкционно-отделочным материалам относятся: материалы для лицевых слоёв типа сэндвич; для ограждения балконов и лоджий; для покрытия полов и лестниц; для сборно-разборных перегородок, для подвесных потолков; стационарного оборудования и мебели; дорожных покрытий

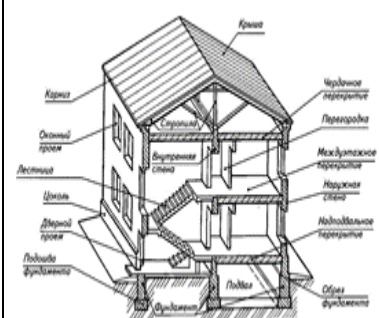


Рис.1.2.5. Конструктивные элементы малоэтажного здания



Рис.1.2.6. Конструктивные элементы многоэтажного здания



Рис.1.2.7. Конструкционные материалы в решении зданий



Рис.1.2.8. Конструкционно-отделочные материалы в решении зданий



К отделочным материалам относятся: материалы для наружной отделки зданий и сооружений; для внутренней отделки зданий и сооружений; для специальных декоративных и защитных покрытий

Распространённой классификацией по изучению курса материаловедение в частности для архитектурной специальности и дизайна, является классификация по видам сырья. Согласно этому признаку все строительные материалы, как искусственные, так и естественные можно разделить на:

-древесные материалы и изделия (лесоматериалы, фанера, столярные изделия и т.п.) (рис.1.2.11.);

-природные каменные (стенные блоки, бутовый камень и т.п.) (рис.1.2.12.);

-материалы и изделия из минеральных расплавов (оконное и облицовочное стекло, стеклоблоки, шлакоситаллы, и т.п.) (рис.1.2.13.);

-керамические материалы и изделия (кирпич, черепица, трубы, керамзит, облицовочные плитки, изделия из фаянса и фарфора и т.п.) (рис.1.2.14.);

-металлические материалы и изделия (стальной прокат, сплавы, и т.п.) (рис.1.2.15.);

-материалы и изделия на основе минеральных вяжущих (железобетон, цемент, силикатные кирпичи и камни, кровельные, асбестоцементные листы и т.п.) (рис.1.2.16.);

-природные и синтетические полимерные материалы, и изделия (линолеумы, бумажно-слоистый пластик, пенопласт, дегти, битум, рубероид, и т.п.) (рис.1.2.17.);

***Архитектурно-строительные требования к строительным материалам и изделиям: функциональные, эстетические и экономические,***

Требования, предъявляемые к строительным материалам и изделиям, представляют собой комплекс регламентирующих положений, определяющий области рационального применения строительных материалов и изделий с учётом технологичности, режима эксплуатации и технико-экономической эффективности, а также соответствия декоративных качеств строительных материалов и изделий по назначению и области применения, учитывая эстетические аспекты.

В процессе проектирования архитектор должен уметь сформулировать фактические требования в решении задач

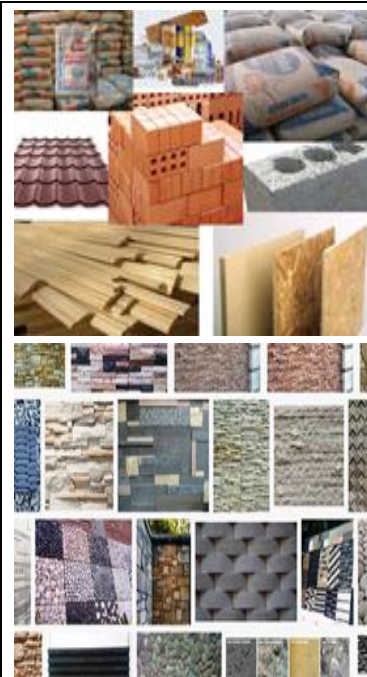


Рис.1.2.9. Материалы общего назначения



Рис.1.2.10. Материалы специального назначения



Рис.1.2.11. Древесные материалы и изделия

по выбору строительных материалов и изделий, наиболее удовлетворяющие из возможных вариантов (рис.1.2.18.).

Основные архитектурно-строительные требования условно делятся на три группы: функциональные, эстетические и экономические.

*Функциональные требования* обусловлены, в свою очередь, следующей подгруппой требований: общестроительными, эксплуатационными, санитарно-гигиеническими.

*Общестроительные требования* определяют назначение материала, его вид, удобство транспортирования, хранения и т.п., а также учитывают технологические свойства, которые обеспечивают применение строительных материалов и изделий в условиях индустриального строительства.

*Эксплуатационные требования* определяют пригодность материалов в данных эксплуатационных условиях, его эксплуатационное удобство и общую надёжность. Здесь актуальны свойства материалов, определяющие его стойкость к различным физико-механическим воздействиям в процессе эксплуатационного режима, после укладки в «депо».

*Санитарно-гигиенические требования* касаются обеспечения микроклимата в помещениях с учётом свойств материалов, таких как отсутствие вредных выделений и запаха, в том числе и при пожаре, возможности допускать легкую очистку, мытьё, обработку дезинфицирующими составами. Требования полной безвредности материала распространяется на весь срок его службы, а также безопасности людей, изготовляющих и применяющих их.

*Эстетические требования* применяются для отделочных материалов и изделий на соответствие декоративных свойств по форме, цвету, рисунку и фактуре поверхности при их изготовлении, а также на проектирование параметров для несущих и ограждающих конструкций, определяющих профиль сечения, характер лицевой обработки поверхности и другие декоративные качества, но в меньшей степени.

*Экономические требования* определяют технико-экономическую эффективность и целесообразность разработки, производства и применения того или иного материала, которая выражается в определении

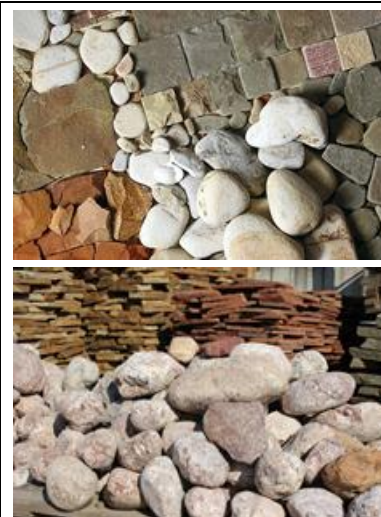


Рис.1.2.12. Природные каменные материалы

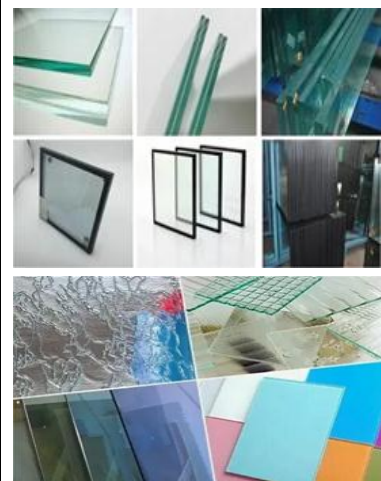


Рис.1.2.13. Материалы и изделия из минеральных расплавов



Рис.1.2.14. Керамические материалы и изделия



лимитированной цены строительной продукции, а также его долговечности. Смета по архитектурному проекту является основным документом, определяющим затраты под ассигнования на строительство. Долговечность учитывает место и роль в конструкции или отделки: физические, моральное старение, затраты на эксплуатацию и ремонт.

Качество строительных материалов и изделий начинаться с определения комплекса архитектурно-строительных требований, характеризующих оптимальные параметры качества этих материалов и изделий. При этом главное внимание уделяется разработке стандартов не только на материалы и изделия, являющиеся конечными продуктами отраслевого производства, но и на сырье, полуфабрикаты, методы испытаний и оценку качества(рис.1.2.19.).

*Стандартизация* - процесс установления комплекса нормативно-технических требований, норм и правил, утверждённых в качестве обязательных для потребителей и организаций-изготовителей указанной продукции.

В *Государственных стандартах (ГОСТ)* приведены требования к свойствам материалов, методам испытаний правилам приёмки, транспортирования и хранения для продукции массового применения. Кроме ГОСТов действуют и другие документы, регламентирующие деятельность в той или иной степени всех участников, вовлечённых в процесс проектирования, строительства и производства строительных материалов и изделий: СНиПы, ТУ, ВТУ.

*Строительные нормы и правила (СНиП)* - свод нормативных документов, регламентирующих проектирование объектов различного назначения и сложности, организацию и производство строительных работ, требования к качеству материалов и их расхода, обязательных для всех организаций и предприятий, действовавший. В настоящее время его дополнили СНБ (Строительные нормы Беларуси) и СПБ (Строительные правила Беларуси).

Есть документы, действующие в пределах ведомств или министерства – ТУ и ВТУ. Они содержат информацию на материалы, которых нет в ГОСТах.

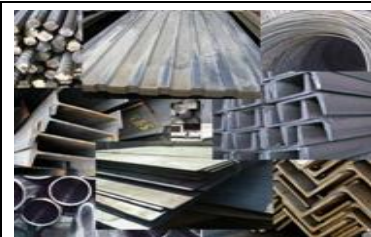


Рис.1.2.15.Металлические материалы и изделия



Рис.1.2.16. материалы и изделия на основе минеральных вяжущих



Рис.1.2.17. Полимерные материалы, и изделия

*Технические условия(ТУ)*, технические условия по показателям качества, методам испытаний, правилам приемки к определенным видам материалов.

*Временные технические условия(ВТУ)* содержат комплекс к показателям определенных видов материалов, которые не стандартизированы или применяются ограниченно.

Методы стандартизации являются унификация и типизация.

*Унификация*- приведение различных видов материалов к технически и экономически рациональному минимуму типоразмеров, марок, свойств, форм и т.п. Это позволяет осуществлять замену материалов одинакового функционального назначения без ухудшения качества.

*Типизация* – разработка типовых материалов и конструкций на основе общих технических характеристик, увязанных с единой модульной системой.

*Модуль*, как условная единица измерения равен 100мм и применяется для координации размеров, не только материалов, но и частей зданий, элементов оборудования. Укрупнённые модули (3М, 6М, 12М, 15М, 30М, 60М) и дробные модули (1/2М, 1/5М, 1/10М, 1/20М, 1/50М, 1/100М) пропорционально взаимосвязаны в систему, определяющую размеры материалов и элементов ограждающих и несущих конструкций, толщину плитных и листовых материалов. При проектировании конструктивные размеры принимаются с учётом величин швов и зазоров при монтаже, а также различных видов опирания и примыкания, определяющих отклонения от осевых размеров. При согласовании архитектурной формы с размерами типовых строительных материалов и инженерного оборудования архитектор пользуется пространственной сеткой с модульными ячейками(рис.1.2.20-21).



Рис.1.2.18. Факторы воздействия окружающей среды, определяющие требования к строительным материалам и изделиям

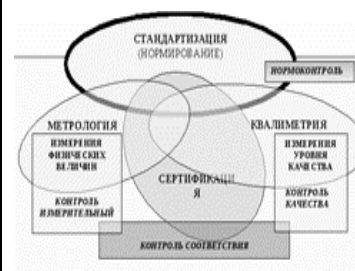


Рис.1.2.19. Взаимосвязь стандартизации, качества и квалиметрии

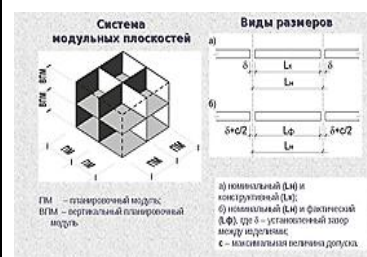


Рис.1.2.20. Координация размеров в строительстве

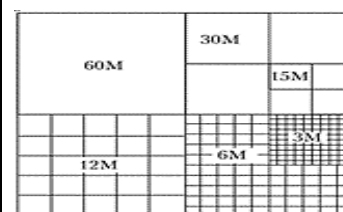


Рис.1.2.21. Модульная координация размеров

### 1.3. Свойства строительных материалов и изделий

#### Учебное содержание темы

**Основные понятия квалиметрии и классификация свойств. Взаимосвязь свойств материалов и рациональных областей их применения. Эксплуатационно-технические и эстетические свойства материалов.**

**Структура материалов и методы оценки структуры. Физические свойства материалов, определяющие отношение материалов к действию воды, пара, газа, холода, тепла, огня, электрического тока звуковых волн и излучений.**

**Механические свойства материалов, определяющие характеристики при действии статических и динамических сил, оценку деформаций, показатели прочности структуры**

**Химические и биологические свойства материалов, определяющие коррозионную стойкость. Комплексные свойства материалов**

#### Основные понятия

**Объект** - это то, что подвергается квалитметрическому анализу (строительные материалы и изделия), независимо от их вида, назначения, сырьевого состава.

**Свойство** - характеристика материала, проявляющаяся в процессе переработки, применения или эксплуатации.

**Простое свойство** – свойство материала, которое нельзя подразделить на другие. **Сложное свойство** - свойство материала, которое может быть подразделено на два и более свойств, менее сложных или простых свойств.

**Качество** – сложное свойство, совокупность всех функциональных и эстетических свойств материала, соответствующих требованиям и назначению применения материала или изделия.

**Интегральное качество** – количественная характеристика совокупность качества и экономичности материала.

#### Теоретический материал

**Основные понятия квалитметрии и классификация свойств. Взаимосвязь свойств материалов и рациональных областей их применения. Эксплуатационно-технические и эстетические свойства материалов.**

Квалитметрия – область науки, занимающаяся методами количественной оценки качества продукции. В терминологии квалитметрии для оценки свойств и классификации материалов использует такие понятия, как «свойство», «простое свойство», «сложное свойство», «качество», «интегральное качество». Эти понятия отражают общую характеристику материалов, для которых она актуальна.

На практике все материалы эксплуатируются в определённых условиях окружающей среды, проявляя те или иные свойства. В квалитметрии для определения совокупности свойств применения или эксплуатации строительных материалов и изделий используют термин «объект». Выражением свойства является показатель – конкретное числовое значение в определённых единицах измерения. Показатели определяются в результате необходимых методов и оценок, и обеспечивают единство, сравнимость результатов и их точность.

Для выполнения данных положений создан комплекс единых правил, требований и норм разработана и действует «Система единиц физических величин», которая является законодательным документом на международном и государственном уровне. В ней утверждены единицы физических величин (массы, расстояния, времени и др.), которые подразделяются на системные (применяемые в системе СИ: основные и производные) и внесистемные (допускаемые для применения в определённых областях знаний). Например, физическая величина измерения длины



для обозначения использует латинскую букву L-метр (м); для измерения массы-букву М-килограмм (кг) и т.д.

Для определения простых свойств существуют стандартизированные методы физических измерений или вычислений. Их показатели необходимы для расчёта показателей сложных и комплексных свойств, таких как экономичность, качество, интегральное качество и др.

Свойства по своей природе классифицируют на физические, механические, и химические. Кроме основных выделяют ещё и биологические свойства.

В эксплуатационных условиях строительные материалы подвергаются, как правило, одновременному действию физических, механических, химических, физико-химических, химико-биологических и других факторов.

Воздействие может быть единовременным, циклическим или постоянным, формируя более сложные свойства и характеризуя функциональную пригодность строительных материалов и изделий к применению и эксплуатации.

Есть группы свойств, характеризующие технологичность материала как в производстве, так и при укладке «в депо».

Все показатели свойств необходимы для определения качества продукции, соответствия материала данному функциональному назначению при осуществлении выбора.

Не менее важны свойства, определяющие эстетичность строительных материалов и изделий. К ним относятся цвет, фактура, форма и, текстура или рисунок на поверхности материала.

Архитектор для изучения свойств материалов пользуется общепринятой классификацией свойств материалов, которая выглядит следующим образом:

-эксплуатационно-технические (физические, механические, химические и биологические);

-эстетические (цвет, фактура, форма, текстура).

***Структура материалов и методы оценки структуры. Физические свойства материалов, определяющие отношение материалов к действию воды, пара, газа, холода, тепла, огня, электрического тока звуковых волн и излучений.***

Характеристики структуры и массы, такие как плотность пористость, пустотность и другие относятся к физическим свойствам и связаны с показателями всех свойств материалов.

***Структура*** (строение) представляет собой взаимное расположение в материале составных элементов, в виде веществ химических соединений и газовых фаз. Последние могут быть представлены в материале в виде пор, промежутков, полостей и иметь различные размеры и распределение в структуре материала. Выделяют открытые, закрытые, сквозные, сообщающиеся, микропоры, макропоры и другие.

Строение материала может быть однородным – гомогенным, и неоднородным – гетерогенным.

Различают уровни выявления структуры материала: микроуровень – это ионно-молекулярное представление с помощью оптического увеличения и макроуровень - визуальное представление невооруженным глазом.

К основным видам *макроструктуры* относят:

- конгломератную (представляет соединение разнообразных веществ в виде зерен, кусков разной величины, форм и размеров);
- ячеистую (характеризуется наличием пор, макропор (менее 1мм));
- волокнистую (формируется волокнами, расположенными в одном направлении, свойства таких материалов различны в вдоль и поперёк волокон);
- слоистая (представлена в виде слоев однородных или разнородных по составу веществ);
- рыхло-зернистая структура (характеризуется большим количеством не связанных зёрен или мелких частиц).

Существуют разные методы оценки структуры, которые направлены на решение конкретных задач. Например, люминесцентный анализ структуры основан на способности некоторых веществ, флуоресцировать при облучении ультрафиолетовым спектром, позволяя определить степень чистоты вещества. Спектральный анализ структуры позволяет определять химический состав вещества по излучаемой длине волны веществ, входящих в него. Для выявления особенностей состава материала есть и другие методы: рентгеноструктурный, термический, хроматографический и т.п.

Для изучения структуры материала на определение пор и их характера пользуются методами замещения пор жидкостями или газовой адсорбции и др.

Экспериментальные методы позволяют определить величину пористости, в то время как экспериментально – расчётный определяет показатель пористости в процентах, учитывая значения плотности и средней плотности вещества. Пористость- степень заполнения объёма материала порами  $\Pi = V_{\text{пор}}/V_0$ . По степени заполнения материала порами выделяют низко пористые материалы с показателем менее 30%, среднепористые материалы с показателем в пределах 30-50% и высокопористые с показателем более 50%. Высокая пористость обеспечивает низкую теплопроводность (при замкнутом характере пор) и высокое звукопоглощение (при сообщающихся порах). Открытые поры, обеспечивая контакт со средой, увеличивают водопоглощение, снижают морозостойкость и долговечность.

*Масса* - основная весовая характеристика материала ( $m$  (кг)). Материалы, состоящие из одинаковых веществ и объёмов, могут иметь разные массы.

Значение плотности материала показывает отношение массы к объёму:  $\rho = m$  (кг)/ $V$  (м. куб.) и различают истинную плотность, насыпную плотность и характерную. Материалы с плотностью  $\rho=2000$  (кг/ м. куб.) и более относят к тяжелым, менее  $\rho=1000$ (кг/ м. куб.) к легким.

*Физические свойства* материалы проявляют по отношению к различного рода воздействиям. Показатели этих свойств определяют различными способами и методами. К ним относятся свойства, определяющие отношение материалов:

- *к действию воды, пара, газа* (гигроскопичность, водопроницаемость, влажность, водостойкость, паро-проницаемость, газопроницаемость и др.).
- влажность-содержание влаги в материале отнесенное к массе материала в сухом состоянии (%): высокая-20% низкая-5%;

- гигроскопичность - способность материала поглощать водяные пары из воздуха и удерживать их вследствие капиллярной конденсации;
- водопоглощение - способность в непосредственном контакте с водой впитывать и удерживать её;
- водостойкость – характеризуется коэффициентом размягчения и выражается отношением предела прочности при сжатии материала, насыщенного водой к пределу прочности материала в сухом состоянии;
- водопроницаемость – способность материала пропускать воду под давлением (характеризуется количеством воды в течении часа через см. кв.);
- проницаемость - свойство пропускать сквозь себя газы или жидкости, измеряется количеством флюида, пропущенного сквозь единицу поверхности при заданном равномерном перепаде давления, и зависит от площади поверхности, перепада давления, пористости, размера и количества сквозных пор, вязкости флюида;
- *к действию тепла*, огня, холода, электрического тока звуковых волн и излучений (теплопроводность, термостойкость, огнестойкость, огнеупорность, хладостойкость, электропроводность, звукоизолирующая и звукопоглощающая способность, радиационную стойкость и др.);
- теплопроводность - способность материала передавать тепловой поток при разностях температур на поверхностях оценивается коэффициентом как отношение количества теплоты, прошедшей в течении одного часа через материал толщиной один метр при разнице температур один градус (Вт./м.\*С)- коэффициент воздуха-0,023, материалы с коэффициентом менее 0,17- относят к теплоизоляционным;
- огнестойкость - способность материала сохранять физико-механические свойства при воздействии огня и высоких температур в условиях пожара (Е I 30), по степени горючести материалы могут быть негорючие, трудно сгораемые, сгораемые;
- звукопоглощение - способность материалов поглощать звуковые волны, характеризуется коэффициентом звукопоглощения (высокий-более 0,8 низкий - менее 0,2);
- звукоизолирующая способность - снижения уровня ударных структурных воздушных звуковых волн при их проникновении через ограждающий конструкции;
- светопроницаемость - способность пропускать как прямой, так и рассеянный свет, не меняя направления распространения;
- радиационная стойкость - способность материала противостоять воздействию интенсивных потоков радиоактивного излучения, меняющего его структуру и свойства;
- морозостойкость способность материала в насыщенном водой состоянии при многократном действии знака переменных температур сохранять основные физико-механические свойства.

***Механические свойства материалов, определяющие характеристики при действии статических и динамических сил, оценку деформаций, показатели прочности структуры.***

В процессе эксплуатации в материале под действием внешних нагрузок возникают напряжения, которые могут изменять внешний вид, массу материала и

способствовать его разрушению. Значения этих свойств определяют место материала в работе конструкций, изделий, в технологии обработки и формировании лицевой поверхности конструктивно-отделочных и отделочных материалов.

- Прочность – способность материала сопротивляться разрушению или пластическому деформированию под действием внешних нагрузок. Предел прочности –напряжение, при котором фиксируется начало разрушения. Существуют показатели предела прочности при сжатии, растяжении и изгибе:
  - предел прочности при сжатии (Мпа) $R=P/A$ , где P-нагрузка, A - площадь сечения образца;
  - предел прочности при изгибе  $R=M/W$ , где M-изгибающий момент, W-момент сопротивления;
- Прочность материала при ударе (разрушающие и неразрушающие 100МПа-высокий, 10МПа-низкий), и кратковременной интенсивной нагрузке.
- Пластичность - способность материала изменять без разрушения форму и размеры под влиянием нагрузки или внутренних напряжений, не разрушаясь, устойчиво сохраняя образовавшуюся форму после прекращения этого влияния. Остаточная деформация называется пластической. Это свойство важно для противостояния эксплуатационным воздействиям, а также при изготовлении рельефа облицовочных элементов, художественной чеканки.
- Хрупкость - свойство твердых материалов разрушаться под действием механических напряжений хрупкие материалы - природный камень, бетон, стекло). Хрупкий материал может стать пластичным при изменении заданных условий, например, глина в сухом состоянии хрупкий материал во влажном пластичный.
- Упругость - свойства материала деформироваться и восстанавливать форму и объем после прекращения действия, деформирующих напряжений. Предел упругости – показатель, после которого возникают остаточные деформации.
- Твердость - способность материала сопротивляться проникновению в него другого более твердого материала. Это характеристика важна при выборе покрытия полов, дорожных покрытий.
- Истираемость - свойство материала уменьшаться в объеме и массе, вследствие разрушения поверхностного слоя под действием истирающих усилий.

***Химические и биологические свойства материалов, определяющие коррозионную стойкость. Комплексные свойства материалов***

*Химические свойства* материалов выявляют устойчивость материала по отношению к процессам воздействия внешней, химически агрессивной среды. При выборе материала архитектор должен сопоставлять эти свойства и последующие условия эксплуатации.

- Кислотостойкость, щелочестойкость - свойства материала сохранять способность противостоять разрушающему действию соответственно растворов кислот или их смеси и водных растворов щелочей. Материалы стойкие в одних средах могут быть нестойкими в других средах, например, известняки стойки по отношению к щелочам, но разрушаются под действием минеральных кислот.

- Коррозионная стойкость – свойство материала сопротивляться коррозии, в результате которой могут происходить изменения структуры и массы (например, разрушение структуры вследствие химического и электрохимического взаимодействия металлов с коррозионной средой). Коррозионная стойкость может быть физическая, химическая, физико-химическая, электрохимическая стойкость.

Биологические свойства определяют стойкость материала к некоторым агрессивным средам, которые создаются жизнедеятельностью бактерий, низших растений и других животных организмов.

- Биологическая стойкость – способность противостоять разрушающему воздействию биологической коррозии. Такие как заболотная, трухлявая плесень, белая и бурая гниль разрушают древесину, снижают механические свойства, меняют окраску, приводят к быстрому разрушению структуры материала. Однако, металлы, их сплавы, большинство пластмасс и другие неорганические материалы практически биостойки.

*Комплексные свойства* определяют качества материала сохранять основные физико-механические свойства во времени при комплексном воздействии нескольких сред и условий эксплуатации и др.

- Долговечность - способность материала сохранять требуемые свойства до предельного состояния, заданного условиями эксплуатации. Долговечность материала зависит от области и способа его применения интенсивности эксплуатационных нагрузок уровня ухода за ним в течение всего срока службы.
- Надежность - способность выполнять функции в течение заданного времени и при данных условиях эксплуатации (особенно важно для материалов, работающих в экстремальных условиях). Основное значение надежности состоит в исключении отказа работы материала из внезапного ухудшения свойств ниже уровня браковочного показателя, при котором обусловлена его работоспособность.
- Совместимость - способность материала к образованию прочных соединений.

Совместимость рассматривают в разных аспектах:

- физико- химическом - это обеспечение прочной связи в результате смачивания, схватывания в твердой фазе, или спекания, с целью предупреждения недопустимого взаимодействия
- физико- механическом - это предполагает возможность обеспечивать распределение и снижение внутренних напряжений термического и механического происхождения, формирование рационального соотношения между деформационным упрочнением компонента и тому подобное.

Эти аспекты учитывают при производстве искусственных строительных конгломератов, при создании конструкции типа сэндвич, при подборе материалов для наружной облицовки стен, при работе с клеями, мастиками, лакокрасочными материалами и так далее.

## 1.4. Эстетические свойства и декоративные качества строительных материалов и изделий

Учебное содержание темы
<p><i>Эстетические свойства и их значение в формировании архитектуры здания и последующей его эксплуатации. Декоративные качества строительных материалов: цвет, фактура, текстура и форма. Определение понятий.</i></p> <p><i>Цвет материала, психология его восприятия, возможности использования в архитектуре.</i></p> <p><i>Фактура материала: классификация, виды фактур и их определение. Особенности восприятия фактуры, использование ее в современной архитектуре.</i></p> <p><i>Текстура материала, связь с внутренним строением.</i></p> <p><i>Форма материалов и изделий в современной архитектуре.</i></p> <p><i>Понятие морального и физического износа.</i></p>
Основные понятия
<p><b>Цвет</b> – зрительное ощущение, которое зависит от спектрального состава светового потока, отраженного поверхностью материала.</p> <p><b>Фактура</b> – видимое пластическое строение материала, которое отражает способ его добычи изготовления либо последующей обработки этого материала.</p> <p><b>Текстура</b> – видимый рисунок на поверхности материала, который отражает особенности строения материала. В противном случае – это наносной рисунок поверхности материала имитирующий текстуру другого материала, обладающего превосходящими декоративными качествами.</p> <p><b>Форма</b> материала – это геометрия его размеров. Для плоских – квадрат, прямоугольник, круг и т.п., для – объемных изделий – куб, цилиндр, параллелепипед и т.д.</p>
Теоретический материал
<p><i>Эстетические свойства и их значение в формировании архитектуры здания и последующей его эксплуатации.</i></p> <p>Эстетические свойства определяют форму, цвет, фактуру и рисунок поверхности материалов. Эти качества в определённой степени учитывают назначение и область применения строительных материалов и изделий. Объективно эти свойства регламентированы и нормированы, субъективно вызывают эмоциональное впечатление и влияют на аспекты зрительного восприятия объекта, формируя его архитектуру, стилистические особенности, эстетику. Декоративные характеристики материалов определяют своеобразие фасадов зданий и интерьеров помещений различного назначения. Эстетические свойства материалов учитываются и в отношении условий эксплуатации, ухода и срока службы объекта.</p> <p><i>Цвет материала, психология его восприятия, возможности использования в архитектуре.</i></p> <p>Определение цвета зрительными анализаторами человека происходит в пределах видимого солнечного спектра 450-750 нм. Попадая на поверхность, свет частично отражается, частично поглощается и преломляется. Соответственно, цвет будет зависеть от качества поверхности, которая может быть матовой, глянцевой или</p>

шероховатой. Наличие естественного или искусственного источников цвета, который влияет на основные характеристики цвета: цветовой тон, насыщенность и светлота. Все цвета условно делятся на хроматические и ахроматические.

*Насыщенность цвета* определяется как степень отличия хроматического от хроматического той же светлоты.

*Цветовой тон* - это участок видимого спектра, к которому относится цвет материала.

*Светлота* - это относительная яркость поверхности.

Объективная оценка цвета базируется на установленном положении о том, что любой цвет можно получить при смешении определенных монохроматических колебаний.

Таким образом количественная оценка цвета может быть выражена через красный, зеленый и синий, взятых в соответствующих пропорции. В качестве стандартной, утвержденной международной осветительной комиссии (МОК) принята система координат. Основными цветами для воспроизведения любого цвета служат 3 реально невозпроизводимых цвета в соответствующей системе координат. Цвет определяемый 3 координатами воспринимается как единое целое. В результате характеристика цвета может быть представлена соответствующим графиком. Положение любого цвета определяют координаты цветности.

Методы оценки цвета могут быть инструментальными и визуальными.

Инструментальные методы позволяют точно определить показатели цвета. Спектрофотометры позволяют измерить спектральные коэффициенты отражения образца материала в видимой области спектра относительно стандартного образца белой поверхности и определить координаты цвета расчетным путем. С помощью компаратора измеряют отношение координат цвета испытуемого образца материала и образца с известными значениями упомянутых координат при стандартном источнике света. Координаты испытуемого образца и цвета материала определяют затем расчетным путем. Измерение координат цвета с помощью колориметра обеспечивает измерение в автоматизированной форме.

Зрительный орган человека обладает высокой чувствительностью при различии по основным характеристикам цвета поэтому рационально применять и визуальные методы определения. Визуальная оценка цвета ведется методом сравнения с использованием атласов цвета, картотеки цветовых эталонов, образцов материалов-эталонов.

Регулирование цвета материалов осуществляется с помощью пигментов - это тонко измельченные вещества неорганического и органического происхождения.

Цвет материала с точки зрения технологических особенностей его получения, можно охарактеризовать следующим образом: действительный - это цвет полученный в результате традиционного изготовления материала без добавления искусственных красителей (например цвет неокрашенного дерева); измененный - это цвет материала, полученный в результате обработки естественного материала специальным способом изготовления (например цвет декоративной штукатурки); наносной цвет - это цвет фактически облицовочного слоя, который полностью скрывает цвет материала (например окрашенное дерево).

Особенности восприятия и воздействия цвета учитываются при подборе материалов для проектируемого объекта. С помощью цвета можно влиять на масштаб, геометрическую оценку размеров архитектурного объекта, на восприятие его формы, на оценку фактуры его поверхности, на расположение этого объекта относительно наблюдателя, формировать пространство последовательной или обратной перспективы, если речь идет о нескольких объектах.

***Фактура материала: классификация, виды фактур и их определение. Особенности восприятия фактуры, использование ее в современной архитектуре.***

*Фактура* отражает многообразие пластики поверхности материала, которое можно свести к характеристике их по трем критериям: по степени рельефа (гладкие шероховатые и рельефные), по степени блеска (блестящие и матовые), по виду рельефа (организованные и не организованные).

Методы оценки фактуры могут быть как инструментальными, так визуальными. Инструментальный метод оценки предполагает использование измерительных приборов и инструментов, таких как металлические линейки, рулетки, угломеры, поверочные угольники, наборы щупов, индикаторные толщинометры, микрометры, блескометры. Оценивается количество элементов пластики на единицу площади, а также их величина, или степень отражённого светового потока.

Визуальный метод оценки характеризует фактуры поверхности материала следующим образом:

- гладкая фактура характеризуется настолько малой величиной элементов пластики, что они не воспринимаются глазом
- шероховатая фактура характеризуется достаточной величиной элементов пластики для восприятия, с возможным определением их количества на единицу площади и высотой рельефа, которая находится в пределах до 0,5 см
- рельефная фактура характеризуется значительной величиной элементов пластики, которые визуально воспринимаются поштучно, число их на единицу площади свободно определяется и высотой рельефа, как правило, более 0,5 см.

При выборе фактуры учитывают ряд факторов: расстояние с которого она будет восприниматься, цвет материала, параметры пространства, условия эксплуатации.

***Текстура материала, связь с внутренним строением.***

*Текстура* материала- это видимый рисунок на поверхности, который отражает особенности естественного строения материала или рисунок поверхности, который может быть наносным и имитировать по виду природные текстуры.

У природных и большинства искусственно созданных материалов текстура образуется на поверхности различными по форме, размеру, цвету и характеру пространственного расположения отдельными составными элементами.

Естественная текстура является важной характеристикой материала, которая позволяет распознавать породы минералов и древесины. У природного камня текстура формируется зернами минералов, прожилками, порами и другими элементами в зависимости от условий происхождения. Текстура древесины зависит от направления распила и представляет собой сочетание годичных слоёв, сердцевидными лучами, сосудами, волокнами. Текстура бетонной поверхности



имеет рисунок, состоящий из вкраплений мелкого и крупного заполнителя в цементную массу.

Рисунок на поверхности имитирующий, природную текстуру как правило используют для предания декоративности лицевой поверхности менее дорогих материалов.

### ***Форма материалов и изделий в современной архитектуре.***

Форма строительных материалов и изделий имеет функциональное и эстетическое значение, как при проектировании материалов, их профиля сечения, характера обработки поверхности и других параметров изделий для несущих и ограждающих конструкций, так и при формировании фасадов зданий и интерьеров. Параметры формы учитываются в технологии процесса изготовления материалов, при укладке материалов в «депо», их транспортировке и хранении.

Эстетичность формы материала определяется ее геометрией и пропорциональным соотношением основных размеров. Условно форма строительных материалов и изделий разделяется на объемные, соответственно это куб, цилиндр, параллелепипед и др., и плоские (когда один размер значительно преобладает над другим) - это квадрат, круг, прямоугольник. В классификации материалов и изделий по виду выделяют погонажные, профильные, штучные, рулонные и другие.

Благодаря типизации и унификации форма материалов и изделий подчиняется модульности, что дает удобство не только в период возведения здания, но и делает архитектуру объекта выразительной в результате ритмического строения.

Зодчими форма материалов задумывалась как эстетически осмысленной и пропорциональной, которая зрительно воздействует на формирование образа в целом.

### ***Понятие морального и физического износа.***

Моральное старение и износ объектов строительства может происходить по причине обесценивания их качеств, отвечающих за функциональное, техническое и эстетическое содержание. В силу изменения запросов общества и по причине обесценивания материалов, изделий, конструкций и зданий. В силу развития научно-технического прогресса, роста производительности труда, повышения эффективности оборудования, сырья и полуфабрикатов. В одном случае это моральное старение объекта, которое может происходить до наступления физического износа его конструкций и материалов, в другом это снижение потребительского запроса на производимые строительные материалы и изделия, конструкции.

В течении всего срока эксплуатации здания необходимо поддерживать его эстетический вид, проводить работы по восстановлению отделки и облицовки фасада, внутренние отделочные работы. Долговечность материалов для ограждающих конструкций и конструкционно-отделочных материалов (например, лицевой слой стеновой панели типа «сэндвич») равна сроку службы самой конструкции; для остальных конструкционно-отделочных и декоративно-отделочных материалов кратна нормативным срокам капитальных и текущих ремонтов зданий и сооружений.

## Раздел 2. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И АРХИТЕКТУРНОЕ ТВОРЧЕСТВО

### 2.1. Древесные материалы и изделия

Учебное содержание темы	
<p><i>Исторический обзор применения дерева в архитектуре. Общие сведения о древесине, породы, строение и ее свойства.</i></p> <p><i>Основы технологии изготовления материалов и изделий из древесины. Эксплуатационно-технические свойства древесных материалов. Защита древесины от гниения и возгорания.</i></p> <p><i>Номенклатура древесных материалов и изделий (круглые лесоматериалы, пиломатериалы, шпон, фрезерованные материалы, клееные полуфабрикаты, древесные материалы на основе отходов, обои бумажные, древесные пластики).</i></p> <p><i>Декоративные качества древесных материалов: цвет, фактура, текстура и форма. Формирование эстетических характеристик древесных материалов и изделий.</i></p> <p><i>Области применения древесных материалов в архитектурно-строительной практике и отделке интерьеров зданий.</i></p>	
Основные понятия	
<p><i>Древесные материалы</i>- это материалы различного назначения (конструкционные, конструкционно-отделочные, отделочные), получаемые в результате различных видов обработки натуральной древесины.</p> <p><i>Пороки древесины</i> – это особенности неправильного строения годовичных слоёв, волокон, деформации ствола, трещины, щели и другие изъяны, возникающие в процессе роста дерева.</p> <p><i>Защитная обработка древесины</i>-эффективные способы обработки материала антисептиками и антипиренами.</p>	
Теоретический материал	Иллюстративный материал
<p><i>Исторический обзор применения дерева в архитектуре. Общие сведения о древесине, породы, строение и ее свойства.</i></p> <p>Древесина является самым распространенным природным строительным материалом. Долгое время она являлась главным и почти единственным строительным материалом. Первые конструкции из дерева были примитивны (рис.2.1.1.). Применение срезанной древесины стало возможным с изобретением ручного каменного рубила, а затем и каменного топора (начало неолита). Постепенный расцвет бревенчатой архитектуры, связан с совершенствованием техники рубки. Техники сооружения стропильной кровли (односкатных и двухскатных) (рис.2.1.3.), возведения многоярусных строений (рис.2.1.4.), совершенствование плотницкого ремесла (рис.2.1.5.) и другие секреты деревянного</p>	 <p>Рис.2.1.1. Иллюстрации Пьера Жубера</p>  <p>Рис.2.1.2. «Стены деревянного города. Старая Москва» А.М. Васнецов</p>

зодчества позволили создавать непревзойденные шедевры из древесных материалов.

Преображенская церковь в Кижях (Россия) была построена в петровские времена без каких-либо чертежей, без единого гвоздя, с применением одного топора (рис.2.1.6.). В составе собора насчитывает 22 главы

Подлинной революцией в обработке древесины как строительного материала было применение пилы, изобретенной еще в каменном веке, но получившей широкое применение гораздо позже. Пиленый брус и доска становятся главными строительными материалами, а резко сократившиеся отходы при обработке бревна позволили применять дерево там, где оно было дефицитно. Дома с деревянным прочным «скелетом» строили еще в XII веке, и немецкое название «фахверк» вместе с технологией распространилось по всей Европе (рис.2.1.7.). Появляются деревянный нагель (из твердых пород дерева) и железный кованый гвоздь. Позже, в строительные деревянные конструкции пришли болтовые соединения, которые использовались в судостроительстве. Это позволило создавать сложные деревянные конструкции и с большим, чем прежде, пролётом (более 10м).

Следующий этап (конец 18в.- начало 19в.) связан с развитием механизированного процесса обработки древесины. Применение дисковой пилы, фанерострогальной и строгальной машины значительно увеличивало скорость пиления и позволило заменить в плотничном деле рубанки. Появление казеинового клея, более водостойкого, чем роговой и мездровый, создало возможность изготовления нового строительного материала - арболита (клееной высокопрочной фанеры).

Всевозрастающие масштабы деревообработки вызвали новую проблему, связанную с утилизацией большого количества отходов при лесопилении и изготовлении строительных деталей из древесины. Появляется новый материал - ксилолит, в котором опилки, были использованы как наполнитель для искусственного каменного материала на основе магнезиального вяжущего.

Параллельно совершенствуются известные с древних времен способы повышения биостойкости и огнестойкости деревянных конструкций. Осваиваются соляные и химические пропитки с различными составами, разрабатываются технологии для увеличения глубины пропитки древесины с использованием продуктов



Рис.2.1.3. Амбар, Заславль.



Рис.2.1.4. Ветряная мельница  
суздальский музей деревянного  
зодчества



Рис.2.1.5. Кижский погост  
часовня Михаила архангела



Рис.2.1.6. Архитектурный  
Ансамбль Кижского погоста



Рис.2.1.7. Фахверк городской  
застройки Честера, Англия



перегонки каменного угля. Внедряются в практику обмазка и окраска составами на основе растворимого натриевого и калиевого связующего.

В дальнейшем успехи химической технологии и промышленности позволили использовать новые эффективные огнезащитные средства – антипирены, расширить архитектурно-строительную практику с применением материалов на основе древесно-стружечных и древесноволокнистых отходов и полимерного клея (слоистые, бумажнослоистые пластики, древополимерные древометаллические детали и конструкции).

*Общие сведения о древесине, породы, строение и ее свойства.* Древесина - это единственный материал в природе, запасы которого могут возобновляться.

Древесные породы подразделяются на две группы: хвойную (сосна(рис.2.1.11.), лиственница, ель (рис.2.1.9.), пихта, кедр, тис, можжевельник и др.) и лиственную (твердые- дуб, бук, береза (рис.2.1.10.), граб; мягкие - ольха, осина, тополь)).

Широкое применение в архитектурно-строительной практике древесина получила благодаря целому комплексу положительных свойств: высокой прочности при небольшой средней плотности, малой теплопроводности, высокой морозостойкости и сопротивляемости действию химических реагентов, легкости в обработке. Вместе с тем древесина обладает и отрицательными свойствами, ограничивающими область ее применения. К числу недостатков древесины можно отнести неоднородность строения, наличие пороков, гигроскопичность и связанные с ней деформации и коробления, способность к загниванию и возгоранию. Свойства древесины в определённой мере зависят от породы дерева (приложение таб.1).

Строение древесины, её структура определяют свойства древесины. Текстура, как видимая невооруженным глазом структура (макроструктура) зависит от направления среза и может иметь разный рисунок (рис.2.1.13.). Различают рисунок среза торцевого направления (поперёк ствола-1), радиального (вдоль ствола-2) и тангенциального (вдоль ствола на некотором удалении от центра-3) (рис.2.1.12.).

В строении древесины выделяет следующие составные части ствола: сердцевину, сердцевинные лучи, ядро, заболонь, годовичные слои.



Рис.2.1.7. Фахверк, особняк, Англия

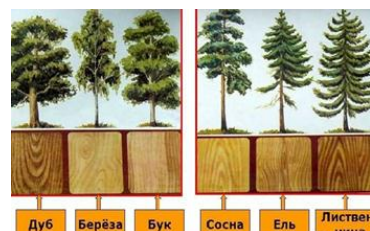


Рис.2.1.8. Хвойные и лиственные породы деревьев



Рис.2.1.9. Ель-хвойная порода



Рис.2.1.10. Берёза-лиственная порода



Рис.2.1.11. Сосна-хвойная порода

Сердцевина – представляет рыхлую ткань, состоящую из клеток с тонкими, слабосвязанными друг с другом стенками. Сердцевидная трубка имеет диаметр 10 миллиметров. Наличие сердцевины не допускается в досках и брусках для растянутых и изгибаемых конструкций, а также нежелательно наличие сердцевины в столярных изделиях.

Сердцевинные лучи – светлые, часто с блеском, линии, направленные от середины к коре ствола. Играют важную роль в создании текстуры.

Ядро – внутренняя часть ствола, образующаяся по мере роста дерева. Движение влаги в этой части ствола отсутствует, поэтому ядровая часть отличается прочностью и стойкостью к загниванию.

Заболонь – часть ствола, состоящая из клеток более молодой древесины. Это растущая часть ствола, поэтому имеет большую влажность и при сушке усиливается коробление материала.

Годичный слой – их образование связано с ежегодным приростом древесины. Один слой - 1 год жизни дерева. Слои различаются на позднюю –летнюю, так называемую, и раннюю - весеннюю зоны. Годичные слои определяет текстуру древесины.

Смоляные ходы или сосуды – это каналы различные по величине, и в зависимости от породы дерева также определяют текстуру дерева.

Структура древесины, наблюдаемая при сильном увеличении (микроструктура) – представлена живыми и отмершими клетками различной величины, формы и назначению. Их делят на проводящие, механические запасающие. Микро строение различных пород разнообразно.

**Основы технологии изготовления материалов и изделий из древесины. Эксплуатационно-технические свойства древесных материалов. Защита древесины от гниения и возгорания.** Основные технологические операции при производстве материалов из древесины это добыча и обработка. В процессе добычи производят валку, раскряжевку и окорку деревьев (рис.2.1.14-15.). Результатом процессов является выделение деловой и дровяной частей ствола(рис.2.1.17.). Следующие этапы производят на деревообрабатывающих предприятиях, где производятся технологические переделы:



Рис.2.1.12. Рисунок текстуры древесины в зависимости от направления среза  
1-торцевого, 2- радиального, 3 -тангенциального



Рис.2.1.13. Текстура древесины хвойных пород деревьев



Рис.2.1.14. Валка древесины



Рис.2.1.15. Раскряжевка и окорка деревьев



Рис.2.1.16. Раскрой бревен по заданным размерам.



Рис.2.1.17. Выделение деловой дровяной древесины частей ствола.



- распиловка - раскрой бревен по заданным размерам, он может быть индивидуальный либо групповой(рис.2.1.16.);
- строгание, лущение - снятие тонких слоев древесины;
- фрезерование - получение заданного профиля при помощи специальных ножей;
- сборка полуфабрикатов – соединение заготовок древесных материалов путём склеивания клеями на полимерной основе после вышеупомянутых операций для получения крупноразмерных элементов конструкций
- обработка отходов – процесс их сортировки, перемешивания со связующим и последующим формованием, различают мягкие отходы (опилки, стружка, волокна) и кусковые (ветки, кора, сучья);
- сушка - этап который повышает прочность материалов, удлиняет сроки эксплуатации, может осуществляться искусственная сушка (в специальных сушилках, в горячих жидкостях, в токах высокой частоты) и естественная (на складах) (рис.2.1.18.);
- защитная обработка – процесс обработки антисептиками (от загнивания древесины) и антипиренами (для повышения огнестойкости материалов), как правило используют медный купорос, кремния фтористый натрий, масляные антисептики, силикатные пасты (рис.2.1.19.).

И завершающим этапом является - этап отделки лицевой поверхности, формирование эстетических характеристик древесных материалов.

Древесные материалы, полученные в результате механической, либо технологической обработки обладают различными достоинствами. Механическая обработка (строгание, пиление, лущение и др.) - позволяет сохранять природную физическую структуру и химический состав, и такую древесину называют натуральной. Полученные таким способом лесоматериалы подразделяют на обработанные и необработанные.

Древесные материалы, получаемые в результате сложной технологической обработки (химической, термической, физико-механической) - называются композиционными, и обладают значительно улучшенными эксплуатационными свойствами, такими как повышенная прочность, огнестойкость, стойкость к гниению и другими. По способу изготовления выделяют: прессованную, пропитанную слоисто-клееную, древесные пластики и плиты.



Рис.2.1.18. Сушка древесины



Рис.2.1.19. Защитная обработка древесины



Рис.2.1.20. Круглые лесоматериалы



Рис.2.1.21. Брус



Рис.2.1.22. Бруски



Рис.2.1.23. Пиломатериалы



Рис.2.1.24. Шпон

**Номенклатура древесных материалов и изделий (круглые лесоматериалы, пиломатериалы, шпон, фрезерованные материалы, клееные полуфабрикаты, древесные материалы на основе отходов, обои бумажные, древесные пластики).**

*Круглые лесоматериалы* изготавливают из ствола дерева путем распиловки на отрезки разной длины. В строительстве используют главным образом бревна как в круглом виде, так и в качестве сырья для выработки пиломатериалов. В зависимости от толщины выделяют: мелкие (диаметр 6-8-13см для хвойных и лиственных пород); средние (диаметр 14-24см); крупные (диаметр 26см) (рис.2.1.20.).

*Пиломатериалы* могут быть обрезные, полуобрезные, необрезные. Они различаются по геометрической форме, размерам поперечного сечения и делятся на пластины, четвертины, брусья, доски, горбыль (рис.2.1.21-23).

*Шпон* – материал в виде тонкого слоя древесины (0,35-0,4мм), полученный в результате лущения или строгания. Декоративность шпона зависит от направления распила (рис.2.1.24.).

*Фрезерованные* (рис.2.1.26.) и *строганные материалы* (рис.2.1.25.) - элементы небольшого поперечного сечения, обработанные на станках. могут быть штучными (кровельные плитки типа гонт и другие) и погонажными (плинтуса, поручни, наличники, паркет, доски и бруски для полов).

*Клееные полуфабрикаты* – материалы, изготавливаемые на высокопрочных и водостойких полимерных клеях, отличаются меньшей массой, большей прочностью, водостойкостью, стойкостью к агрессивным воздействиям. К ним относятся: ДКК (древесно-клееные конструкции – балки, рамы, фермы, арки пролётом до 100м) (рис.2.1.28.); паркетные доски с различным количеством слоёв (двухслойные, многослойные); паркетные щиты; фанера (трехслойная и более слоёв шпона до 18 мм толщиной, может быть бакелизированная, декоративная) древесные плиты(рис.2.1.27.); пробковые покрытия; древесные блоки; оконные блоки.

*Материалы на основе цементного или полимерного связующего и отходов древесины* изготавливают путем соединения древесных стружек, волокон и других отходов со связующим. Древесностружечные плиты (ДСП) на полимерном связующем, могут быть одно-двух-



Рис.2.1.25. Строганая доска



Рис.2.1.26. Фрезерованные материалы



Рис.2.1.27. Клееные полуфабрикаты, 3-х слойная плита



Рис.2.1.28. Клееные древесноклееные конструкции



Рис.2.1.29. Древесностружечные плиты (ДСП)



Рис.2.1.30. Древесноволокнистые плиты (ДВП)



многослойными, а также сплошные или сплошные однослойными с внутренними экструзионными каналами (рис.2.1.29.).

ДСП производят с разными значениями плотности. Плиты средней и высокой плотности применяют как конструкционный и отделочный материал, плиты малой плотности служат в качестве тепло- и звукоизоляции.

Для плит на основе стружек (ЦСП) может использоваться минеральное связующее – цемент. ЦСП является экологически чистым материалом.

Древесноволокнистые плиты (ДВП) получают в результате горячего прессования волокнистой массы на основе терморезистивных полимеров в виде плит (рис.2.1.30.). ДВП могут быть различной твердости. Плиты применяют для устройства перегородок, подшивки потолков, настилки полов, для изготовления дверных полотен и встроенной мебели.

Фибролит и арболит – материалы на основе неорганического вяжущего (легкого бетона) и древесной шерсти и дроблёной щепы соответственно.

*Древесно-слоистые пластики* – листы или плиты, изготовленные из лущеного шпона, пропитанного и склеенного резольным фенолформальдегидным полимером. Пластик отличается от фанеры большей средней плотностью и обладает высокими механическими свойствами. Эти пластики стойки к действию масел, растворителей, моющих средств; хорошо сопротивляются истиранию (рис.2.1.31.).

***Декоративные качества древесных материалов: цвет, фактура, текстура и форма. Формирование эстетических характеристик древесных материалов и изделий.***

Декоративные свойства древесины очень разнообразны и зависят от многих факторов (рис.2.1.32.). Например, цвет и текстура зависят от возраста, места, климатических условий, влажности, породы дерева, времени и условий хранения. С другой стороны, выделяют ценные породы деревьев и породы, предназначенные для выработки деловой древесины.

Породы деревьев, произрастающие в жарком климатическом поясе, имеют более яркий и насыщенный цвет и выразительную текстуру. В умеренном климате окраска деревьев более светлая.



Рис.2.1.31. Древесный пластик



Рис.2.1.32. Декоративные свойства древесины



Рис.2.1.33. Сандал и бубинга



Рис.2.1.34. Амарант



Рис.2.1.35. Бакаут



Рис.2.1.36. Умнини



Рис.2.1.37. Эбеновое дерево



Цвет свежего среза или раскола большинства пород деревьев постепенно изменяется под влиянием воздуха и света, он становится менее ярким и приобретает темный оттенок. Поэтому определяют цвет по свежему сколу или срезу сравнивая с атласом.

К ценным породам деревьев относятся виды, считающиеся красным и черным деревом.

Красно-коричневый цвет имеют деревья – вишня, черешня, карагач, шелковица и др. Из более ценных в этой гамме - сандал (тропическая дерево темно красного цвета), бубинга (красное дерево из Африки и южной Америки с выраженной колоритной текстурой) (рис.2.1.33.), палисандр(рис.2.1.39.).

Розово-фиолетовым цветом обладают породы амарант (с оттенками от розового-фиолетового до ярко пурпурного) (рис.2.1.34.), умнини (древесина с цветом «розовой слоновой кости») (рис.2.1.36.).

К черным породам относится эбеновое дерево (редкая древесина насыщенных темных оттенков с названием «черное золото») (рис.2.1.37.), ольха, черный орех и другие.

Экзотическими по окрасу можно считать гренадил (черное дерево родом из Африки), бакаут (растет в лесах Австралии, Южной Азии, «дерево жизни») (рис.2.1.35.), зебрано (с необычным полосатым рисунком) (рис.2.1.38.).

Серо-коричневый цвет характерен для тика, туи, грецкого ореха.

Желтый - цвет самшита, желтой березы, жёлто-зеленый цвет - у белой акации. Желто-коричневым цветом обладают вяз, груша, дуб, белая ива.

Цвет древесины ели, пихты, осины, березы, клена, бука, граба, - светлый, с легким желтым или розовым оттенком.

Текстура деревьев, также как, и цвет зависит от породы дерева, его строения и более выразительна у лиственных. Рисунок текстуры одной породы дерева различен по характеру и зависит от направления среза в стволе (радиального тангенциального, поперечного). На радиальном срезе у некоторых пород может наблюдаться такой эффект как блеск. Это качество зависит от плотности древесины.

При оценке эстетических характеристик конкретных материалов из древесины обращают внимание на возможные недостатки отдельных участков древесины, снижающих качество и ограничивающих возможности



Рис.2.1.38. Гренадил и зебрано



Рис.2.1.39. Палисанд



Рис.2.1.40. Дефекты и пороки древесины (растрескивание)



Рис.2.1.41. Инкрустация



Рис.2.1.42. Интарсия



Рис.2.1.43 Резьба

использования материала (рис.2.1.40.). Это могут быть дефекты механического происхождения, возникшие в процессе добычи и обработки (инородные включения, деформации при сушке и хранении), или пороки строения, к которым относятся сучки, трещины, грибные поражения, засмолки, червоточина и др.)

Формирование эстетических характеристик поверхности древесных материалов как правило предполагает выполнение основных этапов: подготовка, создание основного слоя, облагораживание. Заключительный этап может быть по виду прозрачным и сохранять цвет и текстуру дерева, а может скрывать их.

Непрозрачную отделку применяют для хвойных и недорогих лиственных пород деревьев. Отделка защищает поверхность от физико-механических воздействий, она различна по виду и способу выполнения:

- при помощи нанесения краски на поверхность вручную кистями, распылителем, окунанием и др.;
- способом глубокого окрашивания для пород с крупными и проницаемыми полостями клеток, таких как береза, бук, липа, клен, ольха (на глубину до 5мм);
- методом напрессовывания пленочных и листовых материалов, шпона;
- нанесением рисунка текстуры имитируемой породы с помощью печатных форм - клише, фото шаблонов, с использованием специальных грунтов и красок.

Особым видом отделки древесных материалов является мозаика и резьба.

*Мозаика* - орнаментальное или сюжетное изображение из однородных либо различных материалов, которое может быть выполнена в виде:

- инкрустации (с использованием слоновой кости, металла, перламутра, и др.) (рис.2.1.41.),
- интарсии (вклеивание пластинок древесины различных пород в углубления на поверхность древесины) (рис.2.1.42.),
- маркетри (врезание элементов мозаики в шпон ценных пород древесины с последующей наклейкой на изделие),
- блочной мозаики (рисунок составляется из пластин среза бруса, который состоит из склеенных между собой брусочков).

*Резьба* – художественная фактурная обработка дерева, один из способов украшения домов, предметов быта и др. (рис.2.1.43.) Выделяют следующие типы резьбы по



Рис.2.1.44. Арочная ферма



Рис.2.1.45. Клееные конструкции



Рис.2.1.46. Пространственный каркас



Рис.2.1.47. Канада ЭКСПО 2010



Рис.2.1.48. Бревенчатый дом

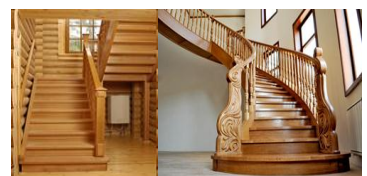


Рис.2.1.49. Лестницы в интерьере



Рис.2.1.50. Аквапарк в горнолыжном курорте, Башкортостан



характеру исполнения: плоскую, рельефную, скульптурную, крупномасштабную домовую и др.

**....Области применения древесных материалов в архитектурно-строительной практике и отделке интерьеров зданий.**

На основе древесины изготавливают различные изделия, используемые в архитектурно-строительной практике. Деревянные конструкции возводят преимущественно из хвойных пород, так как хвойная древесина содержит меньше пороков и в меньшей степени подвержена загниванию. Для изготовления мелких деталей и элементов конструкций (шпонок, нагелей и т.д.) применяют лесоматериалы из твердых лиственных пород. Мягкие лиственные породы используют в слабо напряженных зонах деревянных конструкций и в конструкциях временных зданий и сооружений.

Конструктивное и конструктивно-отделочное, отделочное применение древесины имеет широкое представление в современной архитектуре(рис.2.1.44-46.). Это малоэтажные дома из брёвен(рис.2.1.48.) и бруса, дома из сборных элементов на основе древесных материалов(рис.2.1.51-53.), многоэтажные сборные жилые здания из клееного бруса (рис.2.1.54.), здания с прямолинейными и пространственными типами клееных конструкций(рис.2.1.50.), интерьеры жилых и общественных зданий с использованием паркетных щитов и досок для покрытий полов, деревянных лестниц (рис.2.1.49.), сооружения малой архитектуры(рис.2.1.47.).



Рис.2.1.51. Дом Шнитцер-Бруха, Мюльграбен, Австрия



Рис.2.1.52. Конюшня для овец Алмере, Англия



Рис.2.1.53. Здание выставочного зала из деревянных сот в Университете Штутгарта, Германия



Рис.2.1.54. Многоэтажные сборные жилые здания из клееного бруса

## 2.2. Материалы и изделия из природного камня

### Учебное содержание темы

***История использования природного камня в архитектуре. Общие сведения о горных породах и породообразующих минералах их строение и свойства. Классификация горных пород по условиям образования.***

***Основы технологии добычи и обработки природных каменных материалов.***

***Номенклатура природных каменных материалов: по назначению (сырьевые, для производства других строительных материалов, для кладки фундаментов и стен зданий и сооружений, материалы для наружной и внутренней облицовки, для декоративно-художественных деталей и изделий ) и другие.***

**Декоративные качества природного камня. Виды фактурной обработки природного камня. Повышение долговечности и способы защиты материалов из природного камня.**

**Области применения каменных материалов в архитектурно-строительной практике и отделке интерьеров зданий.**

**Основные понятия**

**Природный камень** – это произвольной формы часть горной нерудной породы, состоящей из одного или нескольких минералов, характер сложения которых зависит от условий образования.

**Минералы** - это твердые природные тела, характеризующиеся кристаллохимической однородностью. Они слагают горные породы, входят в состав руд. Известно более 2000 минералов, но широкое распространение имеют всего несколько десятков, которые называются породообразующими

**Горные породы** - представляют собой природный агрегат одного или нескольких минералов, либо скопление минеральных обломков.

**Теоретический материал**

**История использования природного камня в архитектуре.**

Природный камень - один из древнейших конструктивных и отделочных строительных материалов. Строительные материалы и изделия из природного камня занимают одно из основных мест в ряду применяемых в архитектурно-строительной практике материалов. (рис.2.2.)

Одним из первых типов целостной каменной архитектуры считают менгиры, кромлехи, дольмены - сооружения из крупных диких или грубо обработанных камней.

**Менгиры** – одиночно вертикально стоящий камень (рис.2.2.1.).

**Кромлех** – группа вертикально поставленных камней, композиционно образующих круг или полукруг (рис.2.2.2.).

**Дольмены** - сложенные из нескольких каменных глыб, поставленных вертикально и покрытых одной или несколькими плитами сверху, сооружения (рис.2.2.3.).

Мегалиты (время сооружения около 3200... 1400 гг. до н.э.). - свидетельствует о том, что их создатели уже овладели началом архитектурной композиции, масштабом и ритмом, знакомы с стоечно-балочной системой. Для их постройки использовались местные природные камни - вулканическая лава, вулканический туф, песчаник, известняк (рис. 2.2.4.).

Древние мастера умело обрабатывали каменные глыбы, используя технику удара, а также попеременное нагревание огнем костра и охлаждение холодной водой.

**Иллюстративный материал**



Рис.2.2.1 Менгир Шан Долан, Бретань, Франция



Рис.2.2.2. Кромлех Стоунхендж, Солсбери, Великобритания



Рис.2.2.3. Дольмен, Ирландия



Рис.2.2.4. Дольмен, Пшада, Россия



Рис. 2.2.5. Пирамиды и храмы Др. Египта

Дальнейшая эволюция применения природного камня связана с освоением техники пиления, шлифовки и сверления.

Древнейшая примитивная пила была изготовлена из кремня. Благодаря пилению стали доступны правильные геометрические формы изделий.

Техника сверления позволяла делать отверстия в твердых и хрупких материалах. Древнее сверло представляло палку с каменным наконечником, вращение которой, в усовершенствованном виде, выполнялось лучковым способом. В дальнейшем наконечник заменили полой костью животного крупного диаметра, внутрь которого засыпался песок. Для ускорения сверления увеличивали силу нажима, позднее это стали искусственные утяжелители.

Дополнение технологии обработки камня техникой шлифовки, создало условия, когда камню можно было придать любую желаемую форму. Процесс шлифовки обеспечивался трением камня о камень, в последующем стали подсыпать кварцевый песок, а затем был освоен способ мокрой шлифовки. Зеркального блеска достигать позволяло использование мелкого пемзового порошка. Новые приёмы обработки камня позволили освоить более твёрдые породы: нефрит, Жадеит, яшму, базальт, диорит и др.

Природный камень оказал большое влияние на развитие архитектурных форм, формирование конструктивных систем, архитектурно-художественных решений в отделке. Простейшая стоечно-балочная конструкция в процессе своего развития получала различную художественную разработку, в результате чего на каждом этапе истории складывалась определённая система взаимосвязи конструкции и её художественного истолкования путём придания ей индивидуального характера, соответствующих пропорций, особых деталей, пластики и декоративных украшений. Эта система получила условное название ордера.

Значение природного камня как строительного материала особенно велико в архитектуре Древнего Египта, античной Греции, в романской и готической архитектуре, даже в те периоды, когда камень был преимущественно отделочным материалом (архитектура Древнего Рима, Ренессанса), неслучайно архитектуру называют каменной летописью мира.

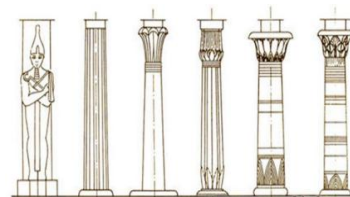


Рис. 2.2.6. Колонны египетских храмов



Рис. 2.2.7. Колоннады храмов Египта



Рис. 2.2.8. Храм Хатхор Дендера, Египет

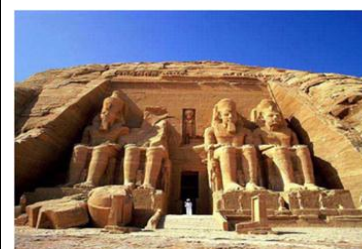


Рис.2.2.9. Большой храм в Абу-Симбеле. Египет (около 1250 г. до н.э.)

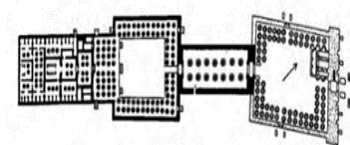


Рис. 2.2.10. План храм Амона в Луксоре, Египет 12-15вв до н.э.



Рис. 2.2.11. Храм Амона в Луксоре, Египет 12-15вв до н.э.



*Храмы и гробницы Древнего Египта* из природного камня демонстрируют характерные особенности сооружений того периода: масса материала преобладала над внутренним пространством сооружения (рис.2.2.6-8.). Внешний облик храмов лаконичен и монументален. Для строительства использовался материал каменоломен Нильской долины: гранит, диорит, базальт, порфиры, известняк, песчаник.

...*Скальный храм в Абу-Симбеле* (рис.2.2.9.) был вырублен в песчаниковых скалах на западном берегу Нила. Только ради строительства этого святилища пришлось вырубить в скальной толще около 10 000 м<sup>3</sup> горной породы.

*Храм Амона в Луксоре* (рис.2.2.10-11.), ученые полагают, что фараоны начали строить в период Нового царства (XVI—XI вв. до н. э.). Но самые ранние из дошедших до нас доказательств относятся к царствованию Аменхотепа III – он построил просторный двор с колоннами, изображающими связки тростника. величественных Колоннады, массивные пилоны и каменные стены, щедро покрыты изображениями, росписями и барельефами. Как и в других египетских сооружениях, использовался приём распространенной техникой как символизм, или иллюзионизм, который создавал визуальный и пространственный эффект, подчеркивающий высоту и масштаб скульптур. Строился из нубийского песчаника.

Массивные культовые сооружения в скалах Древней Индии (ступы и храмы) и цивилизаций Мезоамерики имели на поверхности строений разнообразную резьбу. Примером такой активной пластики фасадов, когда использование цвета становится излишним может служить *Храм Кайласа* (рис. 2.2.14.) - самый грандиозный из скальных святилищ, возведенных близ индийской деревни Эллора и священной горы Кайлас, расположенной в Гималаях. Весь храм, со всеми своими украшениями и архитектурными элементами, вырублен в толще скалы и уходит на 40 метров вглубь земли.

*Храм Боробудура* (рис.2.2.15.) (Индонезия) ьпредположительно был возведён в VII—IX вв. правителями государства Матарам из династии Сайлендра, и является отражением учения Будды. Все стены и террасы храма покрывают невероятные и замысловатые барельефы, скульптуры и буддийские символы, высеченные из камня (всего 2672 барельефа и 504 статуи), которые иллюстрируют истории жизни и



Рис. 2.2.12. Храм Кайласа. Индия (757-968)



Рис. 2.2.13. Храм Кайласа. Индия (757-968 гг.)



Рис. 2.2.14. Храмовый комплекс Боробудур, о. Ява, Индонезия (778-850 гг.)



Рис. 2.2.15. Храмовый комплекс Боробудур, о. Ява, Индонезия (778-850 гг.)

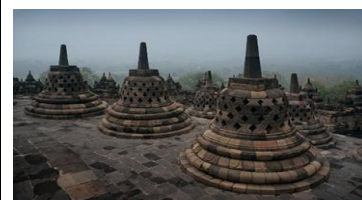


Рис. 2.2.16. Храмовый комплекс Боробудур, о. Ява, Индонезия (778-850 гг.)



Рис. 2.2.17. Ступенчатая пирамида, Храма1(Тикаль), Гватемала.

учения Будды. Центральная ступа является символом вечности и просветления. Объем всего сооружения составляет примерно 55000 м<sup>3</sup>. Для строительства храма были привлечены тысячи рабочих, ремесленников и скульпторов. По мнению исследователей, для насыпи искусственного холма, который стал основанием храма потребовалось около 75-80 лет. Изготовлено сооружение из темно-серого андезита, который на острове Ява называют «храмовым камнем». На сооружение всего комплекса использовано 2 млн. каменных блоков, сложенных без применения строительного раствора.

*Храм I (Тикаль)* - майяский пирамидальный храм (рис.2.2.17.), расположенный в древней столице Мутульского царства Тикале на территории современной Гватемалы, построенный в VIII веке н.э., является центральной частью этого древнего города. Храм был возведен в честь правителя Хасав Чан К'авиль I (Грозный Ягуар), который правил Тикалем с 682 по 734 год н.э., выстроен из известняка в типичном для Тикаля стиле: ступенчатая пирамида достигала в высоту 47м. и символизировала девять уровней загробного мира в мифологии майя. На вершине пирамиды находится храм-святилище, состоящее из одной комнаты. Вход в святилище украшен резными каменными панелями, изображающими сцены из мифологии майя и подвиги правителя Хасав Чан К'авиля I. Внутри святилища, находилась скульптура божества и алтари для жертвоприношений.

Среди джунглей Камбоджи затерялся город Ангкор. В X-XV вв. он был столицей Кхмерского царства. *Ангкор-Ват* (рис. 2.2.19-20) храм один из самых больших в мире. Он состоит из нескольких башен, соединенных между собой длинными галереями, стены которых пышно украшены рельефами. Эти галереи и башни расположены на трех возведенных одна на другой террасах, причем самая высокая находится посередине храма. Таким образом, Ангкор-Ват напоминает, скорее, гору или пирамиду. Он окружен прямоугольным каналом, заполненного водой, так что попасть в храм можно, лишь миновав плотину. Основным материалом для строительства служил песчаник и различные вулканические горные породы.

*Великая Китайская стена* считается величайшим достижением мировой цивилизации (рис. 2.2.21). Это



Рис. 2.2.18. Ступенчатая пирамида, Храм I (Тикаль), Гватемала.



Рис. 2.2.19. Храм Ангкор-Ват, Ангкор, Камбоджа (XII в.)



Рис. 2.2.20. Храм Ангкор-Ват, Ангкор, Камбоджа (XII в.)

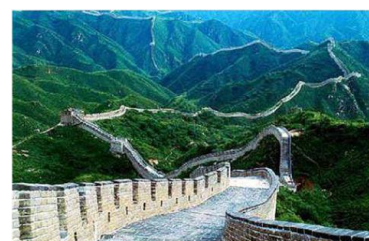


Рис.2.2.21. Великая Китайская стена



Рис.2.2.22. Парфенон, Афины, Греция



сооружение единственное из рукотворных земных объектов, которое четко просматривается из космоса. Общая длина стенного укрепления должна была составить более шести тысяч километров, и проходить от самого побережья Восточно-Китайского моря до труднодоступных отрогов Тибета. По проекту на расстоянии около семи метров напротив друг друга возводились две основные несущие стены толщиной чуть меньше метра из песчаника твердых пород. Образовавшийся промежуток засыпали грунтом с глиной и тщательно утрамбовывали. Ширина стены такова, что на ней свободно могут разъехаться шесть тяжеловооруженных всадников. Через равные промежутки длиной около полукилометра стена прерывается массивными сторожевыми башнями (всего около 25 000 шт.).

В главном храме Афинского Акрополя Парфеноне (447...436 гг. до н.э.) свободный пролет большинства балок не превышает 2,5 м, хотя кажутся они длиннее (рис.2.2.22.). Максимальный размер балки в Пропилеях достигал 5,43 м, а в храме Артемиды в Эфесе - 6,12 м.

Противоречия каменной кладки в работе на сжатие и растяжение, мешавшие преодолеть максимальный пролет в 4 м, были разрешены изобретением свода, в котором природный камень работает в основном на сжатие. Ярким примером применения каменных блоков в строительстве арок является акведук Пон-дю-Гар - Гарский мост (рис. 2.2.23-24.), построенный римлянами в 1 в. до н.э. во времена правления императора Августа. Мост переброшен через реку Гар, текущую на юге современной Франции. Акведук был частью целой инженерной системы длиной 48 км, по которой вода из источника текла в город Пим. Перепад высот в начале пути воды у источника и в конце пути в Ниме составляет 17 м. Сооружение состоит из трех ярусов, нижний ярус - из 6 арок, только одна из которых является несущей, второй ярус - из 11 арок. Вода текла по самому высокому ярусу, включающему 35 арок. Гарский мост идеальный образец кладки из тесаного камня. Тщательно подогнанные каменные блоки были уложены без известкового раствора. Самый большой из них весит 6 т. Высота акведука составляет 47 м, его общая длина - 275 м. До сих пор акведук используется как переправа через реку [9, 12].



Рис. 2.2. 23. Акведук Пон-дю-Гар, Франция



Рис. 2.2.24. Акведук Пон-дю-Гар, Франция

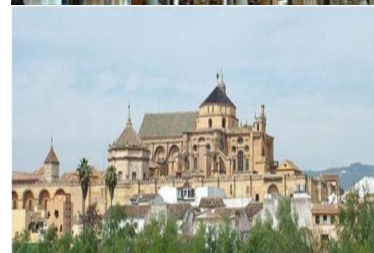


Рис. 2.2.25. Месquita, Кордова, Испания (VIII-X в.)



Рис. 2.2. 26. Исаакиевский собор. Санкт-Петербург, Россия (1818-1858 гг.)



Рис.2.2.27. Замок Нойшвайнштайн. Фюссен, Германия (1869-1892 гг.)



*Месquita в Кордове* (рис. 2.2.25.) является мечетью в Андалусии, области на юге Испании. Мечеть возведена в 784...786 гг. на площади, сравнимой по размерам с той, что занимает базилика святого Петра в Риме. В общей сложности здесь сооружено 860 расположенных параллельными рядами колонн, вырубленных из мрамора, гранита, порфира.

*Исаакиевский собор* (рис. 2.2.26.), строительство которого было начато еще при Петре I, а потом продолжено при Екатерине, Павле и Александре I, был сооружен из полированного Выборгского гранита. Из него выполнены 116 цокольных колонн и 48 колонн портика высотой 17 м, диаметром 1,8 м и массой около 100 т. Здание собора занимает территорию близкую по площади к 1 га. Для внутреннего убранства собора применена изумительная гамма разноцветных камней. Здесь был использован русский, итальянский и французский цветной мрамор, малахит и лазурит.

*Замок Нойшвайнталь* (рис. 2.2.27.), затаившийся в Баварских Альпах, был возведен по приказу Людвига II в конце XIX века. На его возведение только в 1878-1880 гг. было израсходовано 465 т мрамора, 1550 г песчаника, а также более 3600 м<sup>3</sup> песка. Помимо природного камня, при строительстве были использованы искусственные строительные материалы и изделия, такие как, цемент (свыше 600 т), известь и кирпич (более 400 000 шт.).

*Церковь Сен-Маклу* - римско-католическая церковь в Руане, считается одним из лучших примеров яркого стиля готической архитектуры во Франции (рис. 2.2.28.). Размеры собора впечатляют. Длина его составляет 137 м, ширина по фасаду 61,6 м, высота потолка под главной башней 51 м. Высота обеих фасадных башен изначально составляла 75 метров, однако после надстройки колокольни над башней Сен-Ромэн её высота возросла до 82 метров. На строительство использован местный известняк и частично на возведение Масленной башни использовался желтый камень из Уэльса.

**Общие сведения о горных породах и породообразующих минералах их строение и свойства. Классификация горных пород по условиям образования.**

Горные породы являются сырьем для производства материалов из природного камня и состоят из минералов. Минералы представляют собой природные тела, однородные по химическому составу и физическим

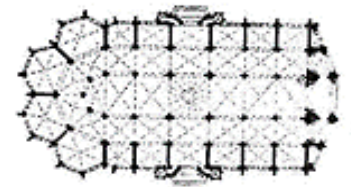


Рис. 2.2.28. Римско-католическая церковь Сен-Маклу в Руане, Франция

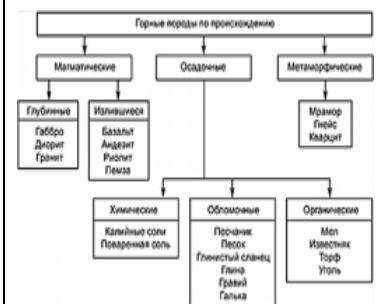


Рис. 2.2.29. Классификация горных пород

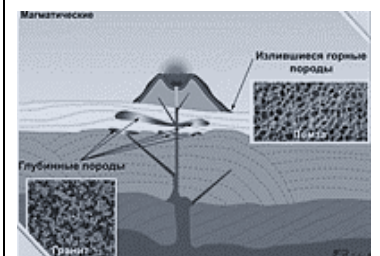


Рис. 2.2.30. Схема формирования горных пород.



Рис. 2.2.31. Образцы горных пород

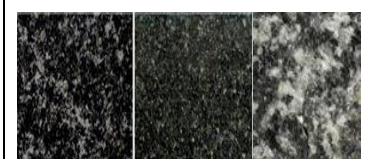


Рис. 2.2.32. Габбро

свойствам. Горные породы могут быть мономинеральными и полиминеральными. Большинство минералов по виду массивные и твёрдые, однако встречаются рыхлые и сыпучие, пластические и жидкие.

Свойства горных пород зависят от условий происхождения (приложение таб.2), и подразделяются на группы(рис.2.2.29.): изверженные или магматические (массивные и обломочные), осадочные (механические отложения, химические отложения, органогенные отложения), видоизменённые или метаморфические (изменённые изверженные, изменённые осадочные) (рис.2.2.31).

Образование пород происходило в течении длительного времени и сложных процессов, сопровождавшихся вулканической деятельностью(рис.2.2.30.).

*Изверженные породы* образовались в результате застывания магмы в глубине земной коры под значительным давлением, и на её поверхности. При медленном охлаждении, образовывались плотные глубинные породы с зернистым кристаллическим строением, которые обладают высокой плотностью, прочностью на сжатие, морозостойкостью и незначительным водо-поглощением (гранит, сиенит, габбро и др. (рис.2.2.32-34.)). При быстром остывании магмы, которая изливалась на земную поверхность в виде вулканической лавы образовались излившиеся горные породы (базальты, диабазы, порфиры и др. (рис.2.2.35-36.)). Часть продуктов вулканической деятельности выбрасывалась на поверхность земли в виде пепла, где и происходило формирование, так называемой, обломочной породы с рыхлой (вулканический пепел) или цементированной структурой (вулканический туф(рис.2.2.37.)).

*Осадочные породы* формировались в результате преобразования продуктов разрушения изверженных пород, морских и континентальных осадков в виде отдельных слоев и пластов на земной поверхности либо вблизи неё при относительно низком давлении и низких температурах с последующим уплотнением и цементацией. Механические отложения - это осаждение (глина, песок, гравий(рис.2.2.38-40.)) и цементирование (песчаник, брекчия, конгломерат(рис.2.2.41-43.)) ранее существовавших рыхлых пород. Химические отложения - это осаждение водных растворов минеральных веществ



Рис. 2.2.33. Диорит



Рис. 2.2.34. Сиенит



Рис. 2.2.35. Базальт



Рис. 2.2.36. Диабаз

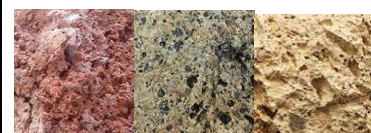


Рис. 2.2.37. Вулканический туф



Рис. 2.2.38. Глинистые породы

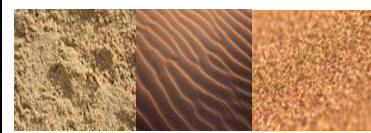


Рис. 2.2.39. Песок



Рис. 2.2.40 Гравий

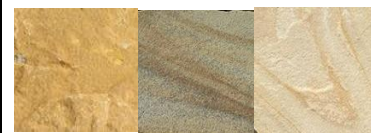


Рис. 2.2.41. Песчаник



Рис. 2.2.42. Брекчия



(гипс, доломит, ангедрит(рис.2.2.44-46.)). Органогенные образования – результат отложения и уплотнения остатков водорослей, организмов и продуктов их жизнедеятельности (известняк, диатомит, мел(рис.2.2.47.)).

*Видоизменённые или метоморфические породы,* формировались в толще земной коры, в результате, глубокого преобразования изверженных (гнейсы(рис.2.2.48.)) или осадочных (мрамор, кварцит, сланец(рис.2.2.49-51.)) пород при действии высоких температур и высокого давления, и отличаются от исходной породы структурой и свойствами.

Условия образования породы определяют целый комплекс его эксплуатационно-технических свойств: минералогический состав, прочность, твердость, истираемость, среднюю плотность, водопоглощение, пористость, морозостойкость, теплопроводность и др. Эти свойства учитывают для конструкционных и конструкционно-отделочных материалов из природного камня. Декоративные свойства учитывают при использовании природного камня в отделочных работах, особое внимание уделяется его структуре, текстуре, цвету, светлоте и насыщенности.

***Основы технологии добычи и обработки природных каменных материалов.***

Работы по разведке и извлечению или добыче полезных ископаемых относятся к горным работам.

Для изготовления каменных строительных материалов используют горные породы, которые называются твердыми полезными ископаемыми. Неиспользуемые сопровождающие их породы называют пустыми. В независимости от типа камня его структуры и ценности применяют различные методы добычи.

Добыча твёрдых пород ведётся открытым буровзрывным(рис.2.2.52.) способом, менее твёрдых, трещиноватых и слоистых или удароклиновым способом.

Мягкие породы разрабатывают более рациональным автоматизированным способом с помощью камнерезных машин специальными пилами с алмазным напылением на зубцах(рис.2.2.53-54.).

При добыче, породу распиливают на блоки. Отходы утилизируются и рационально используются в архитектурно-строительной практике.



Рис. 2.2.43. Конгломераты

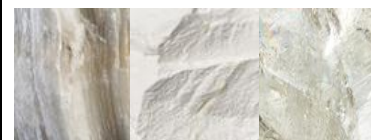


Рис. 2.2.44. Гипсы



Рис. 2.2.45. Доломиты



Рис. 2.2.46. Ангедриты



Рис. 2.2.47. Известняки

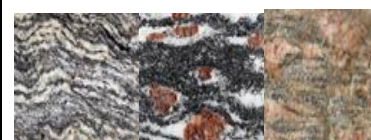


Рис. 2.2.48. Гнейсы



Рис. 2.2.49. Мрамор



Рис. 2.2.50. Кварциты

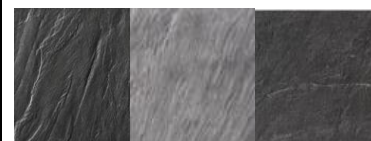


Рис. 2.2.51. Сланцы

Рыхлые горные породы также добывают открытым способом и используют преимущественно в качестве заполнителей для бетонных и железобетонных изделий.

Обработка камня производится на камне обрабатывающих предприятиях, где придают требуемую форму, размер и фактуру материалам и изделиям. Как правило обработка камня ведётся ручным, механизированным или высокотемпературным способом, получая большое разнообразие декоративных фактур и форм.

Виды обработки природного камня:

- *абразивная*, способом шлифования(рис.2.2.55.), фрезерования, распиловки можно формировать на поверхности камня гладкую, полированную, лощёную, шлифованную, бучардированную, пескоструйная и другие фактуры);

- *ударная*, производится механизированным или ручным способом с помощью ударных инструментов, позволяя создавать скальную, бугристую, рифлёную, бороздчатую, точечную, колотую фактуры) (рис.2.2.56-57.);

- *термообработка* ведётся с помощью специальных термоинструментов и даёт огневую фактуру) (рис.2.2.58.);

- *обработка* химическими составами (травление).

***Номенклатура природных каменных материалов по назначению (сырьевые, для производства других строительных материалов, для кладки фундаментов и стен зданий и сооружений, материалы для наружной и внутренней облицовки, для декоративно-художественных деталей и изделий) и другие.***

Номенклатура природных каменных материалов состоит из групп материалов, которые определяются следующим образом: по виду обработки, плотности, показателю предела прочности, по назначению.

По виду обработки выделяют грубо обработанные, необработанные, обработанные природные каменные материалы.

По плотности каменные материалы делят на: тяжелые (более 1800 кг/м<sup>3</sup>), легкие (1200-1800 кг/м<sup>3</sup>) особо легкие (менее 1200 кг/м<sup>3</sup>);

По показателю предела прочности при сжатии камни могут быть: прочные (более 10 Мпа), средней прочности (5-10 Мпа), мало прочные (менее 5 Мпа).

По назначению природные каменные материалы делятся на:



Рис. 2.2.52. Взрыв породы в карьере



Рис. 2.2.53. Машины для бурения шпуров



Рис. 2.2.54. Камнерезная машина

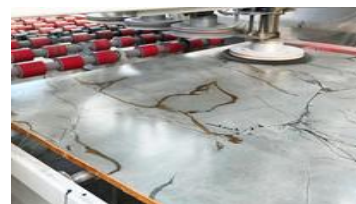


Рис. 2.2.55. Обработка способом шлифования



Рис. 2.2.56. Обработка способом фрезерования



Рис. 2.2.57. Обработка ударным способом



-сырьевые, для производства других строительных материалов: минеральных вяжущих, заполнителей бетонов и растворов, асбестоцементных, керамических и др. материалов (гравий, щебень, песок) (рис.2.2.59-61.);

-материалы для кладки фундаментов, стен зданий и сооружений (бутовый камень, валунный камень, стеновые камни (массой до 45кг) и блоки (массой до 100кг) из известняков, туфов и др. пород(рис.2.2.62-63.);

- каменные материалы специального назначения (плиты и камни для подземных и гидротехнических сооружений, мостов и дорожного строительства, для работы в условиях высоких температур и агрессивных сред и обладающие соответствующими свойствами-высокой прочностью, жаро- и химической стойкостью, морозостойкостью (гранит, диорит, габбро, диабаз и др. (рис.2.2.64-65.));

-материалы для наружной и внутренней облицовки и декоративно-художественных деталей и изделий (плиты для наружной облицовки из твердых пород- гранита, габбро, кварцита, сиенита, а также из мрамора, известняка, туфа; полоски, тонкие плиты и плитки для внутренней облицовки стен и колонн; элементы для лестниц, площадок и полов из твердых пород; отходы гранита, мрамора, туфа и других камней в виде фракционной крошки; кровельные плитки из глинистого сланца, в виде пластин прямоугольной и ромбовидной формы) (рис.2.2.66-68.);

- минеральные пигменты (охра, сиена, умбра, мела и другие составы, определяющие цвет лакокрасочных материалов) (рис.2.2.69.)

**Декоративные качества природного камня. Виды фактурной обработки природного камня. Повышение долговечности и способы защиты материалов из природного камня.**

Декоративные качества природного камня зависят от породы камня и определяются цветом, текстурой и качествами, которые приобретают материалы и изделия в результате последующей обработки – фактурой и формой.

Цветовая палитра природного камня достаточно богата и зависит от условий образования. Богатство расцветок определяется природным происхождением и имеет разное распределение по цветовому тону: зелёных минералов 40%, жёлтых-20%, красных и коричневых- 10%, черных-7%, синих-5%, фиолетовых и пурпурных-3%. При описании цветовых характеристик часто прибегают к



Рис. 2.2.58. Термообработка



Рис. 2.2.59. Щебень



Рис. 2.2.60. Материалы сырьевые



Рис. 2.2.61. Материалы сырьевые



Рис. 2.2.62. Валунный камень



Рис. 2.2.63. Стеновые камни

двойному сочетанию слов- «опалово- белый», «лимонно-жёлтый» и др. Объективная колористическая оценка определяется содержанием минералов и их расцветки.

Одноцветные и многоцветные камни делятся на ахроматические и хроматические. Для многоцветных природных камней важен «средний» преобладающий цвет, который при восприятии зависит от контрастности цвета, входящих в состав камня минералов, крупности зёрен. Критерием декоративности ахроматических природных камней является светлота.

*Колористическая оценка* камня связана с определением блеска и различают тусклый, жирный, перламутровый и яркий блеск. Цвет конкретного камня визуальнo определяют, сравнивая его с образцом- эталоном, имеющего полированную поверхность.

*Текстура* природных камней обусловлена неоднородной структурой и определяется условиями образования. Рисунок текстуры наиболее богат у метаморфических (мрамор), изверженных излившихся (порфиры) и некоторых осадочных (доломит, песчаник) пород чем у изверженных (гранит), и может характеризоваться как пятнистый, линейно-полосчатый, струйно-полосатый, пятнистый.

*Фактура*, как декоративная характеристика камня зависит от характера обработки, который определяется с учётом его твёрдости и задач. Выбор фактурной обработки камня должен учитывать изменение цвета: полированная фактура увеличивает насыщенность цвета, кованная и «скала» - снижают светлоту. Различают, в зависимости от способа обработки, следующие фактуры: пиленную, грубошлифованную, тонкошлифованную, лощёную, полированную, вскрытую, бугристую, рифлёную, бороздчатую, кованную.

*Форма* природных материалов и её геометрия и размеры зависят от задач, которые решают архитекторы и дизайнеры, тем не менее как эстетическая характеристика она контролируется с помощью измерительных инструментов для плоских изделий, а для профильных используют шаблоны. Грани, имеют допустимые отклонения по длине и ширине, толщине, тоже касается и углов. Качество, отсутствие дефектов и повреждений, сколов в конечном итоге определяют эстетичность изделий из природного камня.



Рис. 2.2.64. Каменные блоки



Рис. 2.2.65. Каменные материалы специального назначения



Рис. 2.2.66. Материалы для наружной и внутренней облицовки



Рис. 2.2.67. Каменные плитки



Рис. 2.2.68. Кровельные плитки из сланца



Рис. 2.2.69. Минеральные пигменты



Рис. 2.2.70. Природный камень в строительстве гидротехнических сооружений



### ***Повышение долговечности и способы защиты материалов из природного камня.***

Долговечность каменных материалов определяется первыми признаками разрушения и зависит от условий эксплуатации, особенностей агрессивного воздействия окружающей среды и структуры камня. Наиболее стойки плотные мелкозернистые однородные по структуре граниты, и другие породы. Полиминеральные менее стойки к воздействию сильного солнечного нагрева и мороза. Известняки активно разрушаются водой.

Большинство каменных материалов нуждается в защитной обработке. Применяет два способа защиты природных каменных материалов от разрушений: конструктивный и химический.

Первый предусматривает защиту каменных конструкций от сильного увлажнения, путем обеспечения отвода или хорошего стока воды, а также предание поверхности каменных материалов гладкости, например, зеркальная полировка. А также создание условий для проветривания, надежную герметизацию швов и высокое качество работ.

Суть химического способ защиты, в том, что стойкость пористых материалов повышают созданием на их поверхности плотного прозрачного водонепроницаемого и нерастворимого слоя. Например, флюорирование или кремнефторизация поверхности, либо гидрофобизация поверхности, которое заключается в пропитке или покрытии поверхности пористого камня водоотталкивающими жидкостями.

Мягкие породы, такие как мрамор, песчаник, туф, травертин, настолько пористы, что всегда требуют дополнительной обработки. Их назначение - это декоративные элементы интерьера: подоконники столешницы, камины, облицовки внутренних стен и полов. Поверхности полируют, передают глянцевый вид, покрывают специальными пропитками мастиками, которые препятствуют попаданию в толщу камня жидкостям, микроорганизмам.

Пористые породы туфов, травертина могут использоваться как внутри помещений, так и снаружи зданий. Для этого поры камня заделывают полимерной мастикой, после чего при необходимости создают различные виды фактур: полированную, брашированную,



Рис. 2.2.71. Природный камень в кладке стены.



Рис. 2.2.72. Облицовка наружной стены полированным природным камнем

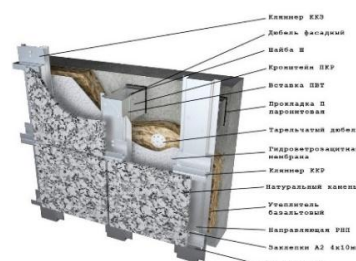


Рис. 2.2.73. Конструкция стены навесного фасада с каменной плиткой.



Рис. 2.2.74. Облицовка колонн и стены полированным гранитом



Рис. 2.2.75. Сланцевая черепица в решении кровли.



Рис. 2.2.76. Кровля из каменной плитки.

пиленую, «Антик», и в завершении наносят прозрачные защитные пропитки.

Более плотные породы такие как гранит не требует дополнительных способов защиты. Обработка гранита заключается в формировании фактуры поверхности, согласно задачам, для которых он используется. Например, для наружного мощения и брусчатки используется обработка бучардой, которая создаёт рельефную поверхность с эффектом антискольжения. Для вертикальных поверхностей делается полированная или комбинированная дополнительная обработка.

***Области применения каменных материалов в архитектурно-строительной практике и отделке интерьеров зданий.***

В настоящее время природные каменные материалы как долговечный и декоративно отделочный материал широко применяют в архитектурно-строительной практике как конструкционный, конструкционно-отделочный и отделочный материал(рис.2.2.70-81.):

- для кладки стен и фундаментов;
- для наружной и внутренней облицовки, а также покрытий полов;
- для мощения дорог;
- для изготовления облицовочных декоративных изделий со специально обработанной поверхностью
- для решения различных задач в ландшафтной архитектуре;
- для производства строительных бетонов и растворов, дорожного цементобетона, асфальтобетона и др.;

Новая технология скоростного сверхтонкого пиления облицовочного камня, почти полная утилизация отходов камнеобрабатывающих предприятий вернули этому материалу его достойное место в палитре современного архитектора и строителя.



Рис. 2.2.77. Природный камень в интерьере.



Рис. 2.2.78. Каменные детали для камина

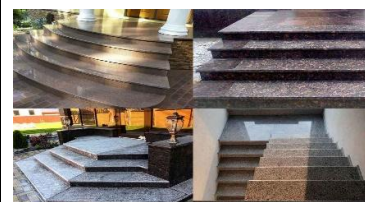


Рис.2.2.79. Облицовка лестниц природным камнем



Рис. 2.2.80. Природный камень в ландшафтной архитектуре.



Рис.2.2.81. Дом в Брисбене арх. Шона Локьера, Австралия2012г

### 2.3. Керамические материалы и изделия

#### Учебное содержание темы

***Определение, исторический обзор применения керамики в архитектуре.***

***Основы технологии и сырье для производства керамических материалов и изделий. Классификация керамических материалов и изделий.***



## **Эксплуатационно-технические свойства керамических материалов и требования к ним.**

**Номенклатура архитектурно- строительной керамики: стеновой, облицовочной, кровельной, санитарно-техническая керамика, дорожно-строительная и специальная керамика, архитектурно- и декоративно-художественная керамика.**

**Формирование декоративных качеств лицевой поверхности керамических материалов.**

**Области применения керамических материалов и изделий в современной архитектурно-строительной практике и отделке интерьеров зданий.**

### **Основные определения и понятия**

**Керамика** (от греч. *κεραμική τέχνη* – гончарное искусство, от *κέραμος* – глина), изделия и материалы, получаемые обычно спеканием глин и их смесей с минеральными добавками, а также оксидов и др. неорганических соединений

**Строительная и декоративно-художественная керамика** – это материалы, которые обладают поликристаллической структурой и, получаемые из глиняных масс путём формования, сушки и обжига.

**Сырцовый кирпич**- необожжённый кирпич из смеси глины, песка, ила и др. грунтовых материалов, затвердевание которого происходило при естественном высушивании на солнце.

**Саманный кирпич** - аналог сырцового кирпича, с добавлением в глиняную смесь соломы, опилок и любой другой растительности.

**Ангобы**- белые или цветные глины, которые наносятся тонким слоем для декорирования грубой фактуры черепка глиняного изделия

**Глазури**- смеси (состоящие из стеклообразующего (диоксида кремния), пигментов и добавок(флюсов), обеспечивающих оптимальный температурный режим плавления), которые наносятся на поверхность изделия и подвергаются обжигу, в результате чего формируется стекловидный слой, выполняющий декоративную и защитную функции.

### **Теоретический материал**

#### **Исторический обзор применения керамики в архитектуре.**

Керамика самый древний искусственный строительный материал. Кирпич из глины является самым древним искусственным строительным материалом.

Идея создания полноценной замены природному камню родилась в период неолита, нового каменного века, когда человечество изменило образ жизни с кочевого на оседлый, стали разводить скот, заниматься земледелием, строить небольшие поселения (2.3.1.).

Одними из первых примеров применения глины и керамики в строительстве являются дома и трипольской культуры, которые обжигали снаружи кострами и иногда расписывали (рис.2.3.2.), а также куполообразные дома поселений докерамического неолита на Ближнем Востоке, , которые состояли из округлых в плане построек на каменном фундаменте с каменным полом и стенами

### **Иллюстративный материал**



Рис.2.3.1 .Поселения трипольской культуры

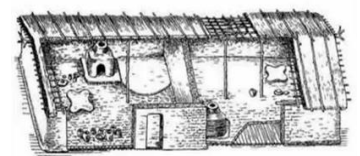


Рис.2.3.2. Жилище трипольской культуры



Рис.2.3.3 Куполообразный дом в Лотане, Израиль

из сырцового кирпича, обмазанных известью, обычно кремового или красного цвет (рис.2.3.3.) Из глины строились и традиционные жилища индейцев Навахо – хоганы (рис.2.3.4.).

Сырцовый кирпич из глины формовался вручную и сушился под солнцем. Там, где глина была в дефиците, её смешивали с соломой, получая саманный кирпич (рис.2.3.5.). Необожженные глиняные кирпичи имели низкую прочность, размокали от дождя. Для кладки высушенных на воздухе или обожженных кирпичей требовался раствор, в качестве которого часто использовалась глина, смешанная с навозом домашних животных. В древних культурах в качестве раствора использовались гипс, известь и битум, который после высыхания становился водоотталкивающим (рис.2.3.6.). Известь также применяли для приготовления штукатурки, которая наносилась на кирпичную поверхность стен. Защитную и декоративную цель имела и технология цветного глазурования кирпича, используемая для посуды ещё в древние времена (рис.2.3.7.).

Обжиг глиняных изделий с целью придания им водостойкости и прочности начали применять позже. Обожженные кирпичи отличались прочностью и водостойкостью. Благодаря этим качествам кирпич в Древние времена стал символом вечности и победы людей над временем, материалом, который можно было использовать только для строительства храмов и дворцов - местопребывания богов и резиденций царей.

*Стены Вавилона* - самые красивые, самые громадные и самые хитроумные стены, которыми когда-либо были обнесены города Древнего Востока. Вавилон был огражден двумя рядами стен, защищавших его. Внешняя стена шириной от 6,5 до 7,8 м была сложена из дорогого обожженного кирпича, отличавшегося большой прочностью и твердостью. Внутренняя стена шириной от 3,7 до 7 м была, наоборот, сооружена из необожженного кирпича. Кирпичи скрепляли между собой горячим асфальтом. Проем между стенами шириной от 9 до 12 м был засыпан галькой и щебнем. Колесница, запряженная четверкой лошадей, могла не только проехать по стене, но и свободно развернуться на ней. За внешней стеной пролегал ров с водой. Чтобы не допустить подмывания крепостных стен, жители Вавилона возвели перед городом еще одну защитную стену из обожженного кирпича. Ее



Рис.2.3.4. Хоган, жилище Индейцев



Рис.2.3.5. Саманный кирпич



Рис.2.3.6. Кирпич сырец Древний Египет



Рис.2.3.7. Фаянсовая керамика Древнего Египта



Рис. 2.3.8. Ворота Иштар и стены Вавилона, Пергамский музей, Берлин, Германия (VI в. до н.э.)



высота достигала 3 м, а ширина - 3,3 м. Вдоль стен высились более трех сотен смотровых башен. Внутри города вели великолепные ворота. Самые знаменитые из них - ворота Иштар в северной части метрополии, облицованные голубыми глазурованными изразцами, сегодня передней частью этих ворот, как и фрагментами самих стен, можно полюбоваться в Берлине в музее Пергамон (рис. 2.3.8.). Производство керамики для строительства и глазурованной мозаики издавна развивалось и у народов Востока (рис.2.3.9-10.).

В *Византии* обожженный кирпич многие века был основным строительным материалом. Кладка выполнялась на известковом растворе, в который добавляли толченую кирпичную крошку. Иногда ряды кирпича чередовались с рядами из природного камня (рис.2.3.11.).

*Великая Китайская стена* - протяжённостью 5тыс.км. образовалась уже в III веке н. э., а все главные укрепления появились в XIV–XVII веках при династии Мин. Народное название китайское стены «земляной дракон» связано со строительными материалами. Значительная доля стены строилась из самых примитивных материалов, в основном с помощью земли. При возведении стен использовались щиты из прутьев или тростника между которыми прессовали слои глины, гальки и других местных материалов. Большую часть материалов для таких стен можно было взять на месте. Из глины делали кирпичи, но не обожжённые, а высушенные на солнце. Размеры стены различались по участкам, средние параметры составляли: высота - 7,5м, высота с зубцами - 9м, ширина по гребню - 5,5м, ширина основания - 6,5м, общая протяжённость оборонительной линии составляет более 21 тысячи километров (рис.2.3.12.).

В *Древней Греции* и в *Древнем Риме* изготавливали черепицу (рис.2.3.14.), водопроводные керамические трубы, терракотовые архитектурные детали (рис.2.3.13.). Кроме того, в Древнем Риме было широко развито производство кирпича для кладки арочных и сводчатых конструкций, мостов, акведуков. Так, кирпич, наряду с природным камнем, использовали при постройке Колизея (рис. 2.3.15.) в I в. н.э.

Неточные размеры и формы кирпичей были их большим недостатком. Поэтому кладка велась с использованием толстых слоев раствора, имевшего значительно меньшую прочность, чем сами кирпичи. Изобретение пресс-формы -



Рис.2.3.9. Мозаика стены Красного храма в Урукке, 4в. до н.э., Месопотамия.



Рис.2.3.10. Плитка глазурованная 4в. до н.э., Месопотамия



Рис.2.3.11 Кладка стены с использованием плимфы и природного камня

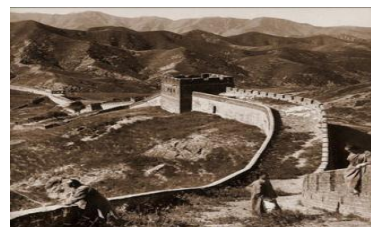


Рис.2.3.12. Великая китайская стена



Рис.2.3.13. Терракотовый архитектурный декор



Рис.2.3.14. Итальянская традиционная черепица

первая великая техническая инновация при производстве кирпича и значительный прогресс в строительной практике. Самые древние изображения форм для производства кирпича находятся в гробнице Рехмира в Фивах (Луксор), который занимал пост визиря во время правления Тутмоса III в Египте в 1450 г. до н. э. (рис.2.3.16.).

Между изобретением кирпича ручной лепки и его производством в формах существовала промежуточная ступень, когда глина лепилась руками, а края выравнивались дощечками. Такие кирпичи, не были прямоугольными и ровными, хотя и имели гладкие края. Они обнаружены в Южной Месопотамии и датируются 6300 г. до н. э.

Керамические изделия (кирпичи, облицовочная плитка и др.) широко использовались мастерами Востока для возведения и отделки зданий. Примером этого является *мавзолей Гур-Эмир* (рис. 2.20) - гробница великого азиатского завоевателя Тимура (Тамерлана) в Самарканде. Строительство этой усыпальницы, больше похожей на дворец, началось в 1400 г. Ее венчает громадный голубой рифленый купол (рис.2.3.18.). Поверхность купола полностью покрыта геометрическим орнаментом в виде ромбов, который выложен из разноцветных изразцов (рис.2.3.19.). Арка портала облицована резным кирпичом и разноцветной мозаикой. Стены украшены белыми и бирюзовыми изразцами на фоне неглазурованного кирпича. Монументальной и величественной композиции красочных архитектурных масс соответствует пышное решение интерьера (рис.2.3.20.). Архитектура мавзолея отличается своеобразием форм, величием масштабов и совершенством конструкции. Недаром Гур-Эмир занимает особое место в истории архитектуры Среднего Востока.

Одним из самых старых и хорошо сохранившихся до наших дней объектов с применением майолики является мечеть Куббат-ас-Сахра («Купол Скалы»), возведенная около 700 г. н.э. (рис. 2.3.21) в Иерусалиме. На отделку её фасадов было израсходовано 45 тыс. персидских плиток.

*Мечеть Дженне* (рис. 2.3.22.) - самая большая в мире мечеть, построенная из глины XIII-XXвв.). Строители смешивали глину с песком, соломой и водой, а затем прессовали из нее кирпичи, которые быстро высыхали под жарким африканским солнцем. Полученные кирпичи



Рис. 2.3.15. Колизей, Рим, Италия



Рис.2.3.16. Древние изображения форм для производства кирпича, Египет



Рис. 2.3.17 Мавзолей Гур-Эмир (1400 гг.), Самарканд, Узбекистан

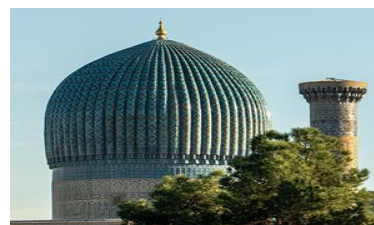


Рис. 2.3.18. Купол мавзолея Гур-Эмир



Рис. 2.3.19. Изразцы купола мавзолея Гур-Эмир

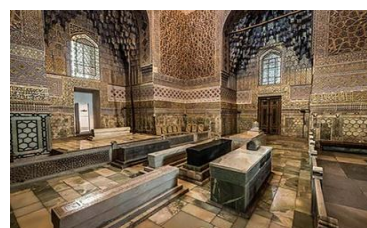


Рис.2.3.20. Внутреннее пространство мавзолея Гур-Эмир



скрепляли глиняным раствором и затирали швы шпатлевкой, тоже на основе глины. Мечеть Дженне имеет 3 минарета высотой по 50 м. Для укрепления минаретов и стен здания, а также для уменьшения разрушения от ливней и перепадов температур применены бруски пальмового дерева, повсюду торчащие из сооружения.

*Альгамбра* (рис.2.3.23.) - самая большая мавританская крепость на территории Испании. Для ее постройки использовался керамический кирпич. Снаружи дворец выглядит как обычная средневековая крепость. Внутри открываются изысканные, полные роскоши дворцовые постройки - шедевр мавританского зодчества. Весь архитектурный ансамбль Альгамбры сооружен в XIII...XIV вв.

Средневековые зодчие Европы продвинулись значительно дальше своих «древних» предшественников. Они использовали не только конструкционные возможности кирпича, но и декоративные. Наряду с узорной кладкой широкое применение получило ее сочетание с терракотовыми и майоликовыми деталями. Европа впитывала в себя опыт народов и тысячелетий. На территории Германии кирпич дал название целому стилю в архитектуре - кирпичная готика. Этот стиль господствовал здесь на протяжении XII-XVI веков((рис.2.3.24-26.)

В Западной Европе, где большинство зданий возводилось из камня, кирпич появился во времена крестовых походов. В сыром европейском климате долго прослужить мог только обожженный кирпич, поэтому местные мастера создавали вместительные печи для обжига, а потом и устройства для автоматической формовки.

Помимо керамического кирпича широко использовалась и черепица. При строительстве собора Санта-Мария-дель-Фьоре (рис. 2.3.27.) вся поверхность купола между восемью угловыми ребрами была покрыта черепицей. Чем ближе к вершине купола, тем легче становилась она. Для этого, по распоряжению архитектора проекта Филиппо Брунеллески, в глину, из которой изготавливали черепицу, добавляли солому.

Вместе с христианством, научными знаниями и основами живописи обожженный кирпич - плинфа появился на Руси из Византии. Князь Владимир, приняв христианство, начал строить церкви, храмы, соборы. Все



Рис. 2.3.21. Мечеть Куббат-ас-Сахра в Иерусалиме, Израиль



Рис. 2.3.22. Мечеть Дженне, Мали



Рис. 2.3.23. Альгамбра, Гранада, Испания



Рис. 2.3.24. Собор Святой Екатерины в Бранденбурге (13-14вв.), Германия



Рис. 2.3.24. Костёл Святой Анны в Вильнюсе (13-14вв.), Литва

передовое на Руси возникало в монастырях и распространялось по стране. Первые кирпичные мастерские тоже сооружались при монастырях. В первую очередь их продукция шла на нужды храма и братии. Считается, что первым кирпичным сооружением на Руси стала *Десятинная церковь* в Киеве (9-10 вв) (рис. 2.3.28.).

Кирпичные дома, в основном княжеские хоромы, стали сооружать в IX веке. Кирпич стал очень популярным сначала, среди знати и людей торговых.

Первые кирпичные заводы появлялись при гончарных мастерских, так как это ремесло существовало уже давно и в них имелись опытные мастера., которые умели обращаться с глиной. В 1475 г. был построен первый в России кирпичный завод.

Признанным памятником зодчества из керамического кирпича является храм *Василия Блаженного* (15 в) на Красной Площади в Москве. Неповторимые композиции и разнообразие архитектурных форм созданы путем применения 18 типоразмеров фасонного кирпича (рис. 2.3.29.).

Кирпичный дом в Санкт-Петербурге адмиралтейского советника *Кикина* (рис.2.3.30.), построенные в 1714-1720 гг. и *Меньшиковский дворец* (1710-1727 гг.) (рис. 2.3.31.) стали одними из первых и крупных строений своего времени и заложили культурный код в русской архитектуре.

В XVIII в., в России все производители керамики были обязаны ставить клеймо на свои кирпичи, так как, только этот способ позволял выявлять бракоделов.

До XIX века техника производства кирпича оставалась примитивной и трудоёмкой. Формовали кирпич вручную, сушили только летом, обжигали в напольных печах-временках, выложенных из высушенного кирпича-сырца. В середине XIX века были изобретены и построены кольцевая обжиговая печь и ленточный пресс, обусловившие переворот в технике производства кирпича. В это же время появились глинообрабатывающие машины: бегуны, камневыделительные вальцы, глиномешалки.

Весь дальнейший прогресс производства и применения строительной керамики, расширение ее ассортимента и совершенствование свойств изделий связан с развивающимися потребностями архитектурно-строительной практики и научно-техническими достижениями в области переработки сырья и внедрения



Рис. 2.3.26. Старая ратуша в Ганновере (12-13 вв) Германия



Рис. 2.3.25. Сент-Панкрас в Лондоне (19 век), Англия



Рис. 2.3.27. Собор СантаМария-дель-Фьоре, Флоренция, Италия



Рис.2.3.28. Десятинная церковь



Рис. 2.3.29. Храм Василия Блаженного, Москва, Росси



Рис.2.3.30. Кикины палаты в Санкт Петербурге.



новых технологических методов в керамическом и фарфорофаянсовом производствах.

Несмотря на то, что керамика имеет многовековую историю применения в различных областях, в том числе и в строительной практике, она и сегодня не утратила своих ведущих позиций по значимости и объемам производства среди других строительных материалов. Это объясняется следующим: из керамики можно получать широкую номенклатуру изделий с любыми заданными свойствами; наличием больших запасов повсеместно распространенного сырья; сравнительно простотой технологией; высокой долговечностью и экологической безвредностью керамических материалов.

***Основы технологии и сырье для производства керамических материалов и изделий. Классификация керамических материалов и изделий. Эксплуатационно-технические свойства керамических материалов и требования к ним.***

Глина - осадочная горная порода, состоящая из природных водных алюмосиликатов с различными примесями. Соединённая с водой глина образует тесто, обладающее связностью и пластичностью, а в процессе сушки и обжига образуется прочный искусственный камень.

Свойства глин зависят от состава и определяют их ценность в производстве различных видов керамики (рис. 2.3.32.). Содержание оксидов алюминия, свободного кремнезёма, водорастворимых солей, красящих оксидов, глинообразующего минерала тонкодисперсной фракции, определяют такие свойства как пластичность, степень спекания, механическую прочность и другие. К глинам с высокотехнологическими свойствами относятся керамические, кирпичные, бетонитовые, огнеупорные и другие.

Основа производства широкой номенклатуры керамических материалов включает следующие общие технологические процессы: обработка сырья, приготовление керамической массы, изготовление или формования сырца, сушка необожженного материала, обжиг изделия и при необходимости, обработка поверхности (ангобирование, глазурирование, нанесение рисунка механическое обработка) (рис. 2.3.34.).



Рис.2.3.31. Дворец Меншикова в Санкт Петербурге.



Рис.2.3.32. Глина



Рис.2.3.33. Туннельные печи для обжига

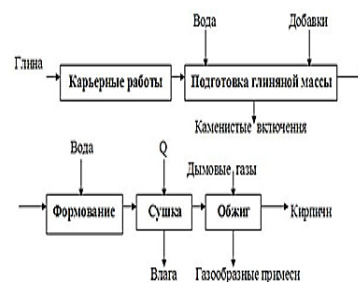


Рис.2.3.34. Схема технологического процесса производства керамических изделий



Рис.2.3.35. Терракотовая плитка



Рис.2.3.36. Черепица из терракоты



Технологическими видами современной керамики являются: терракота, майолика, фаянс, фарфор, каменная масса.

*Терракота* (от итал. *terra* -земля, *cotta* - обожженная) - неглазурованная однотонная естественно окрашенная керамика с характерным цветным (от светло-кремового до красно-коричневого и почти черного) черепком. Имеет утилитарное и художественное применение: скульптура, малые архитектурные формы, изразцы, облицовочные плитки, стеновые материалы, архитектурные детали, вазы и др. (рис. 2.3.35-36.).

*Майолика* - керамика из цветной обожженной глины с крупнопористым черепком, покрытая глазурью. Из майолики изготавливают фризy, оконные наличники, печные изразцы и др. (рис. 2.3.37-38.)

*Фаянс* - твердый мелкопористый керамический материал (обычно белого цвета), с большой пористостью и водопоглощением, покрытый тонким слоем легкоплавкой глазури. Фаянс используют в производстве посуды, глазурованных белых и цветных облицовочных плиток, санитарно-технических изделий (рис. 2.3.42.).

*Фарфор* - спеченный плотный водонепроницаемый керамический материал белого цвета (рис. 2.3.39-40.).

*Каменная масса* - близкий к фарфору материал, отличающийся от него цветом (серый или коричневый) и непрозрачностью. Покрытые прозрачной или матовой глазурью каменные массы используют для декоративных целей, а также для изготовления дорожных покрытий, плиток для химически стойкой облицовки.

Свойства керамических изделий зависят от состава и особенности производства того или иного изделия. Такие свойства структуры керамических материалов как пористость различны и могут достигать порядка 30%, и влияют на другие эксплуатационные свойства. Например, водопоглощение в зависимости от вида керамики находится в пределах от 1% до 20%, морозостойкость керамических материалов с плотной структурой более высокая, теплопроводность пористых в несколько раз ниже чем у плотных. Керамические материалы отличаются коррозионной стойкостью, твердостью, прочностью при изгибе и сжатии, истираемостью, термостойкостью и другими свойствами (приложение таб.3).

**Номенклатура архитектурно-строительной керамики: стеновой, облицовочной, кровельной.**



Рис.2.3.37. Изразцы майоликовые



Рис.2.3.38. Фасад со вставками майоликовой плитки



Рис.2.3.40. Фарфоровый умывальник



Рис.2.3.41. Декоративные элементы из фарфора



Рис.2.3.42. Фаянсовый умывальник



Рис.2.3.43. Кирпич пустотелый

**Санитарно-техническая керамика. Дорожно-строительная и специальная керамика. Архитектурно-и декоративно-художественная керамика.**

Разнообразная номенклатура керамических материалов и изделий позволяет широко применять их в несущих и ограждающих конструкциях зданий и сооружений, в облицовке и отделке, в монументальном и декоративно-прикладном искусстве.

*Стеновые изделия* - широкая группа материалов, в которую входят кирпич керамический обыкновенный, а также эффективные керамические материалы (кирпич пустотелый (рис. 2.3.43.), пористо-пустотелый, легкий кирпич (рис. 2.3.45.), кирпич фигурный (рис. 2.3.44.), камни).

Керамические кирпичи и камни применяют для кладки наружных и внутренних стен и других элементов зданий и сооружений. Пустотелый кирпич имеет сквозные пустоты, камни изготавливают только пустотелыми. Пористо-пустотелый кирпич получают аналогично пустотелому, но в состав керамической массы вводят выгорающие добавки. Легкие пористые сплошные и пустотелые кирпичи и камни изготавливают из диатомитов и трепелов. Применение эффективных стеновых керамических материалов позволяет уменьшить толщину стен, снизить материалоемкость, сократить транспортные расходы и нагрузки на основание.

*Керамические облицовочные изделия* применяют для наружной и внутренней отделки конструкций зданий и сооружений не только с целью декоративно-художественной отделки, но и повышения их долговечности.

К изделиям для внешней облицовки зданий относятся кирпич и камни лицевые, крупноразмерные облицовочные плиты (глазурованные и неглазурованные с гладкой, шероховатой или рифленой поверхностью), плитки керамические фасадные (рис. 2.3.47.) и ковры из них.

*Изделия для внутренней облицовки* представлены плитками для стен (квадратные, прямоугольные) и плитками для покрытия полов (квадратные, прямоугольные, четырех-, пяти-, шести- и восьмигранные) (рис. 2.3.47.).

*Керамические изделия для кровли и перекрытий.* В эту группу строительных материалов входит глиняная черепица (штампованная пазовая, ленточная пазовая,



Рис.2.3.44. Фигурные кирпичи



Рис.2.3.45. Кирпич облицовочный



Рис.2.3.46. Плитка для облицовки



Рис.2.3.47. Керамогранит



Рис.2.3.48. Черепица керамическая



Рис.2.3.49. Керамические блоки перекрытия



ленточная плоская и коньковая) (рис. 2.3.48.), а также пустотелые камни и плиты для перекрытий (рис. 2.3.49.).

*Керамические изделия для подземных коммуникаций* - это канализационные трубы, имеющие цилиндрическую форму и покрытые кислотоустойчивой глазурью, и дренажные трубы, имеющие цилиндрическую форму или форму шести- восьмигранника с глазурованной внешней поверхностью (рис. 2.3.50.).

*Санитарно-техническая керамика* представлена изделиями из фаянса, полуфарфора и фарфора (умывальники, унитазы, сливные бачки, раковины и др.) (рис. 2.3.51.).

*Дорожно-строительная керамика* применяется для покрытия дорог, мостовых, откосов, а также используют как кислотостойкий материал. Дорожным кирпич или клинкер выпускается также фигурным для мощения тротуаров. Получаемый путем пластического и полусухого формования кирпич обладает высоким пределом прочности, небольшим водопоглощением и высокой морозостойкостью, до пятидесяти - ста циклов.

*Специальная керамика* предназначена для особых условий эксплуатации и обладает соответствующими свойствами: огнеупорная, кислотоупорная, теплоизоляционная (рис. 2.3.52-53). Огнеупорная керамика способна длительно выдерживать высокие температуры от 1580 до 2000 градусов. Применяют для кладки и футеровки промышленных печей, обмуровки топков паровых котлов и т. п. Кислотоупорная керамика (прямой и клинообразный кирпич, плитки, трубы и фасонные части к ним) имеет черепок повышенной плотности, высокую механическую прочность и термостойкость, применяют в строительстве и оборудовании предприятий целлюлозно-бумажной промышленности, для кладки и футеровки аппаратов, настила полов и сточных желобов и т.п.

*Керамические краски* представляют собой минеральные вещества стойкие при высоких температурах, применяются для окраски керамики, стёкол, глазурей (рис. 2.3.54.).

*Архитектурно- и декоративно- художественная керамика* предназначена для внутренней и внешней отделки может быть одноцветной и многоцветной, иметь сложный рельеф поверхности (скульптуры, вазы, малые архитектурные формы) (рис. 2.3.55-56.).



Рис.2.3.50.Трубы канализационные



Рис.2.3.51. Санитарно-техническая посуда



Рис.2.3.52.Керамзит



Рис.2.3.53. Кирпич огнеупорный шамотный, шамотные плиты



Рис.2.3.54. Керамические краски



Рис.2.3.55. Керамические вазы



Рис.2.3.56.Парк глиняных скульптур в Таншань, Китай



**Области применения керамических материалов и изделий в современной архитектурно-строительной практике и отделке интерьеров зданий.**

Применение керамических материалов как конструкционного и конструкционно-отделочного материала достаточно широко в современной архитектурно-строительной практике (рис. 2.3.57-61.).

Использование кирпичной кладки в качестве самонесущей стеновой конструкции зданий различной этажности от одного до восемнадцати этажей. В конструкции навесного фасада в сочетании керамических декоративных элементов с другими материалами позволяет решать задачи энергоэффективности, экологичности и экономической выгоды.

Использование лицевого и фигурного кирпича в формировании фасадной плоскости позволяет создать выразительный и неповторимый образ. Форма керамического кирпича не только задает ритм построения рисунка фасада, но позволяет выполнить любую пластику геометрии стены и её элементов.

Керамическая черепица – актуальный кровельный материал в строительстве малоэтажных зданий.

Облицовка наружных стен школ, гостиниц, производственных и зданий другого назначения определяет использование керамической плитки как материала, с широкой палитрой декоративных качеств.

Керамическая плитка в интерьерах общественных и жилых зданий используется в облицовке внутренних стен помещений, ванных комнат, туалетов, бассейнов, для покрытия полов. Большой выбор размерного, цветового, фактурного ряда керамических декоративно-художественных изделий используется для настенных панно, декоративных вставок, создания объёмных композиций, решёток, элементов малых форм.

В последние годы развиваются новые направления в технологии получения конструкционной керамики: конструкционно-теплоизоляционной, армокерамики, пенокерамики, крупноразмерной стеновой, окисной.

Керамическая отрасль представляет собой наиболее развивающуюся отрасль промышленности, продукция которой востребована в современном строительстве и архитектуре.



Рис.2.3.57. Фасад особняка с декором из фарфоровых изразцов



Рис.2.3.58. Музей керамики в Китае



Рис.2.3.59. Черепица особняков в средиземноморском стиле



Рис.2.3.60. Мощение дворовой территории дорожным кирпичом



Рис.2.3.61. Клинкерная плитка в мощении

## 2.4. Материалы и изделия из минеральных расплавов

Учебное содержание темы	
<p><b>Определение, исторические сведения применения материалов из минеральных расплавов в архитектуре.</b></p> <p><b>Основы производства и классификация минеральных расплавов. Материалы из стеклянных расплавов, виды стекла (светопрозрачные и непрозрачные). Материалы из каменных и шлаковых расплавов.</b></p> <p><b>Номенклатура и эксплуатационно-технические свойства строительных материалов и изделий из минеральных расплавов.</b></p> <p><b>Эстетические характеристики материалов из минеральных расплавов, декоративное остекление (витражи, мозаика).</b></p> <p><b>Области применения стеклянных и других минеральных расплавов в архитектурно-строительной практике и отделке интерьеров зданий.</b></p>	
Основные определения и понятия	
<p><i>Минеральные расплавы</i> – это огненно-жидкие и вязкие массы расплавленного при высокой температуре природного неорганического сырья или промышленных шлаков.</p> <p><i>Стекло</i> - один из важнейших искусственных строительных материалов, представляет собой твердый, хрупкий, аморфный материал, полученный при охлаждении минеральных расплавов, содержащих стеклообразующие компоненты (оксиды кремния, бора, алюминия и др.) и оксиды металлов (лития, калия, магния, свинца и др.)</p> <p><i>Строительное стекло</i> - материалы и изделия из силикатного стекла, применяемые в строительстве для остекления световых проёмов, устройства светопрозрачных перегородок, ограждений, отделки зданий и др.</p> <p><i>Витраж</i> (от франц. vitrum - стекло) - вид декоративного искусства, при котором изобразительная или орнаментальная композиция из разноцветного стекла, размещается на сквозном освещении.</p>	
Теоретический материал	Иллюстративный материал
<p><b>Исторические сведения применения материалов из минеральных расплавов в архитектуре</b></p> <p>Стекло известно с древних времен: наконечники стрел, ножи и другие изделия из природного вулканического стекла обнаруживают археологи на разных континентах. Возникновение стеклоделия ученые связывают с развитием гончарного производства, где искусственное стекло было случайным сопутствующим продуктом (рис.2.4.1.)</p> <p>Производство простых изделий из стекла началось с 3-го тыс. до н. э в Древнем Египте (рис.2.4.2.), а в 4-1 вв. до н.э. там уже существовало относительно развитое стекольное производство. Стеклянные изделия из Египта вывозились во многие другие страны. В I в до н.э. в Египте была изобретена стеклодувная трубка (рис.2.4.3.). До этого стеклянные емкости делали, накручивая горячую вязкую стеклянную нить на мешок, заполненный песком, или</p>	 <p>Рис.2.4.1. Обсидиановые наконечники стрел</p>  <p>Рис.2.4.2. Египетские Бусины</p>  <p>Рис.2.4.3. Стеклодувное производство в Египте</p>



болванку из глины. Позднее был изобретён метод выдувания полых стеклянных изделий, который положил начало в развитии стекольной индустрии, и Египет стал его центром.

Свои секреты стеклоделия известны были в странах *Ближнего Востока и Причерноморья*. Для формования стекла во 2-м тыс. до нашей эры уже использовали технику прессования в открытых формах. Цветные стекла изготавливались в Китае (5-3 вв. до н.э.). Производством смальты (с 4-го в. до н.э.) и оконного стекла (с 2-1 вв. до н.э.) владели мастера Древнего Рима, определив тем самым новый центр стеклоделия.

Орнаментальными украшениями поверхностей стен с использованием более ста оттенков славилась *Византия* (5 в до н.э.). Византийская мозаика (рис.2.4.4.), как и Римская возникшая раньше (рис.2.4.5.), стали одним из основных приёмов отделки интерьеров, положив начало изготовления бесцветного прозрачного стекла. Византия становится новым центром стеклоделия и сохраняется вплоть до 13 в.

С 14 в. ведущая роль производства стекла перемещается в *Венецию*, которая использовала зеркальное стекло в украшении интерьеров (рис.2.4.6.-7.).

На *Руси* на период 11-13 вв. приходится расцвет монументальной мозаики из смальты.

В странах *Западной Европы* в средние века развивается искусство *витража*. Непревзойденными витражами из высококачественного и чрезвычайно разнообразного по цвету стекла славятся многие готические соборы

В 16 в. происходит усовершенствование стекловаренных печей и в качестве топлива начинают использовать уголь, что даёт возможность получать при высоких температурах тугоплавкое и термостойкое стекло. В 70-х годах 17 века в *Англии* в состав стекла добавляют окись свинца, что повышало показатель светопреломления, а внешний вид отличался блеском и радужной игрой.

Подлинной революцией в производстве стекла были изобретения XVIII столетия: промышленное производство оконного стекла, отливка зеркальных стекол на медных плитах и др.

Если в промышленности производства стекла преобладал ручной труд, то во второй половине XIX в. началась повсеместная механизация, а затем и автоматизация, а



Рис.2.4.4. Мозаика смальтовая Византийская



Рис.2.4.5. Католическая церковь Санта-Мария-Маджоре, Рим



Рис.2.4.6. Палаццо Полиньяк



Рис.2.4.7. Венеция палаццо интерьер



Рис.2.4.8. Софийский собор, мозаика Богоматери, Киев



также производство многочисленных разновидностей строительного стекла.

*Хрустальный Дворец* в Лондоне - первое публичное здание, возведенное из стекла и железа в 1851 г. (рис. 2.4.9.) по проекту Джозефа Пакстона на территории Гайд-парка. В середине XIX в. стекло и железо все еще считались грубыми промышленными материалами, с которыми не пристало иметь дело настоящему архитектору, художнику. Железные фермы, стеклянные купола - все это были приметы утилитарных построек: торговых галерей, рынков, вокзалов. Строительство Хрустального Дворца началось в августе 1850 г., и по истечении всего пяти месяцев он был завершен. Дворец представлял собой здание длиной 563 м и шириной 124 м, которое пересекалось тремя поперечными пристройками. Здание было спроектировано из сборно-разборных металлических конструкций. Площадь Хрустального Дворца включая помещения верхних этажей, составляла 90 тыс. м<sup>2</sup>.

Здание Хрустального Дворца было приурочено к первой Всемирной выставке проходившей в 1851г., на которой побывало свыше 6 млн посетителей. По окончании выставки Дворец был разобран и перевезен в лондонское предместье Сайденхем-Хилл, где был обустроен парк, для различных выставок и фестивалей. В 1936 г. здание Хрустального дворца было уничтожено пожаром.

*Сиднейский Оперный театр* (рис. 2.4.10.) считается одним из самых удивительных памятников мировой архитектуры. Возведенный в 1973 г. театр стал символом не только Сиднея, но и всей Австралии. Лондонская газета «Times» назвала Оперный театр «лучшим памятником архитектуры XX в.». Купола-паруса перекрыты, словно створками, стеклянными пластинами янтарного цвета. По замыслу архитектора, датчанина Йорна Утсона, эти двойные стекла должны идеально изолировать звук, чтобы зрители, расположившиеся в зале театра, не слышали уличных шумов. Каждое такое окно собрано из двух тысяч отдельных стекол самой различной формы. Всего здесь было использовано 700 различных типов стекол.

**Основы производства и классификация минеральных расплавов. Материалы из стеклянных расплавов, виды стекла (светопрозрачные и непрозрачные). Материалы из каменных и шлаковых расплавов.**



Рис.2.4.9. Хрустальный Дворец в Лондоне



Рис.2.4.10. Театр в Сиднее, Австралия



Рис.2.4.11. Схема производства стекла

Производство строительного стекла основывается на общих технологических процессах: подготовка сырьевых компонентов (сушка, очистка от примесей, дробление и пр.), приготовление шихты, варка и охлаждение стекломассы, формовка материала изделия, отжиг или релаксация напряжений и обработка (механическая, термическая, химическая и др. (рис.2.4.11.)). Основные компоненты - это стеклообразующие вещества, содержащие щелочные, земельные и кислотные окислы. Главный из них кремний, который вводят в виде кварцевых песков 60 – 75% по массе. В варки стекла используют глинозем, полевой шпат, сульфат натрия, известняк, доломит, уголь и другие добавки. Однородная порошковая шихта подается стекловаренную печь, где при температуре 1100-1200 градусов происходит варка стекла. Процесс варки делят на следующие стадии: силикатообразование, стеклообразование, осветление, гомогенизация, охлаждение или студка (доведение стекломассы до вязкости необходимой для формования). Формование материала или изделия может осуществляться разными способами: литьем с последующей прокаткой, вытяжкой, прессованием, дутьевым и центробежным способом и другими. Наиболее перспективное использование способа формования листового стекла методом флоат-процесса (рис.2.4.12.).

В зависимости от исходного сырья минеральных расплавов выделяют материалы из *стеклянных, каменных и шлаковых расплавов*.

*Стеклообразующие расплавы* характеризуются обратимым процессом перехода из жидкого расплава в твёрдое они имеют искусственную аморфную структуру. В зависимости от состава стеклообразующих компонентов различают многочисленные виды стекла. В строительстве применяют в основном силикатное стекло. Свойства строительного стекла определяются составом сырьевых масс, режимом термообработки, формой и размерами выпускаемой продукции. Для большинства строительных материалов и изделий из стекла характерны общие свойства такие как высокая светопрозрачность, хрупкость, прочность на сжатие, растяжение, изгиб, плотностью и теплопроводностью.

Материалы на основе стеклянных расплавов делят на светопрозрачные и непрозрачные. Первые – это материалы, предназначенные для устройства

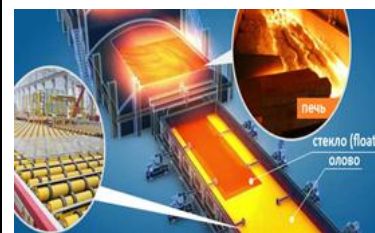


Рис.2.4.12. Методом флоат-процесса.



Рис.2.4.13. Материалы на основе стеклянных расплавов в решении фасадов зданий



Рис.2.4.14. Материалы на основе стеклянных расплавов для облицовки стен



Рис.2.4.15. Материалы на основе стеклянных расплавов для облицовки бассейна



Рис.2.4.16. Плитка базальтовая камнелитая

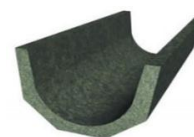


Рис.2.4.17. Желоб камнелитой



светопрозрачных и светопроницаемых ограждений. Вторые используют для облицовки стен полов, а также как тепло и звукоизоляционные материалы (рис.2.4.13-15.).

Материалы, получаемые из *каменных расплавов*, называют каменным литьём, они представляют собой материалы, синтезированные из расплавов горных пород и их смесей с различными добавками. Каменное литьё в зависимости от основного материалообразующего минерала подразделяют на пироксеновое, мелилитовое, корундовое и другие, которые отличаются свойствами и цветом. Материалы из пироксенового литья, в состав которого входят базальтовые, диабазовые, доломитовые и другие породы, имеют черный, зеленоватый, желтоватый и почти белый цвет. Мелилитовые материалы имеют серо-зеленый цвет, мулитовые - темно-серый, корундовые - светло-серый и светло-желтый.

По назначению каменные материалы делят на отделочные материалы для полов, огнеупорные и другие. Материалы из каменного литья характеризуются малой открытой пористостью, низким водопоглощением, высокой прочностью и твердостью, износостойкостью, стойкостью к действию агрессивных сред и высоких температур, атмосферостойкостью и долговечностью (рис.2.4.16-17.).

Материалы из *шлаковых расплавов* производят из отходов металлургической промышленности. В результате получают поликристаллические материалы ситаллы и шлакоситаллы. Эти материалы отличаются долговечностью, термостойкостью, отсутствием пористости, нулевым водопоглощением высокой прочностью на сжатие, изгиб, износостойкостью, стойкостью к действию различных агрессивных сред, что определяет их широкий диапазон применения

***Номенклатура и эксплуатационно-технические свойства строительных материалов и изделий из минеральных расплавов***

*Листовое стекло.* Основной вид стекла, используемый для остекления оконных и дверных проемов, витрин и внутренней отделки зданий (рис.2.4.18.). Разновидностями листового стекла являются:

-оконное (выпускается толщиной 2; 2,5; 3; 4; 5 и 6 мм в виде листов размерами от 750x1300 мм до 1600x2200 мм) (рис.2.4.19.);



Рис.2.4.18. Санитарно-технические изделия

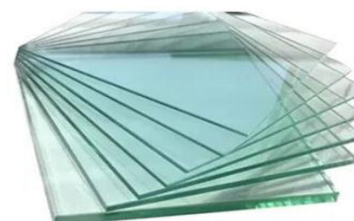


Рис.2.4.18 Листовое стекло



Рис.2.4.19. Оконное стекло



Рис.2.4.20. Витринное стекло



Рис.2.4.21. Узорчатое стекло



Рис.2.4.22. Армированное стекло



- витринное (изготавливается полированным и неполированным, толщиной 6,5... 12 мм и максимальных размеров 3000x6000 мм) (рис.2.4.20.);
- узорчатое (имеет на одной или обеих сторонах четкий рельеф) (рис.2.4.21.);
- армированное (рис.2.4.22.);
- закаленное (при разрушении распадается на мелкие осколки) (рис.2.4.23.);
- волнистое (рис.2.4.24.);
- матовое (рис.2.4.25.);
- цветное (рис.2.4.26.);
- теплопоглощающее, солнцезащитное; радиационно-стойкое (содержит большое количество свинца и бора) (рис.2.4.27.).
- увиолевое (пропускает 25...75 % ультрафиолетовых лучей); (рис.2.4.28.).

*Многослойное стекло.* Многослойные стекла применяют для устройства декоративных перегородок, витражей, ограждения балконов и в других случаях. Количество слоёв может быть различно и зависит от выполняемых задач: триплекс, пуленепробиваемое, электрохромное. Листы стекла прочно соединены между собой прозрачным эластичным веществом-плёнкой. Многослойные стёкла выпускают армированным и неармированным, они являются безопасными (рис.2.4.29.).

*Светопрозрачные изделия и конструкции из стекла*  
Изготавливают в виде стеклоблоков, стеклопрофилита, стеклопакетов и стеклянных труб.

*Стеклоблочные изделия* - пустотелые изделия квадратной (145x145, 220x220, 295x295 мм) или прямоугольной (245x296, 245x120 мм) формы, состоящие из двух прессованных полублоков сваренных или склеенных между собой. Применяются для устройства светопрозрачных элементов стен, перекрытий и перегородок, остекления лестничных клеток, шахт лифтов и др. (рис.2.4.30.).

*Профильное стекло (стеклопрофилит)* - представляет собой погонажные длинномерные светопрозрачные изделия, применяемые для устройства светопрозрачных ограждений и самонесущих стен, внутренних перегородок и прозрачных плоских кровель в зданиях различного типа. Профильное стекло изготавливается открытого (швеллерное, ребристое) и замкнутого (коробчатое, овальное,

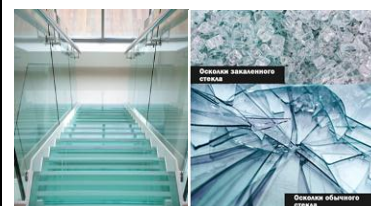


Рис.2.4.23. Закалённое стекло

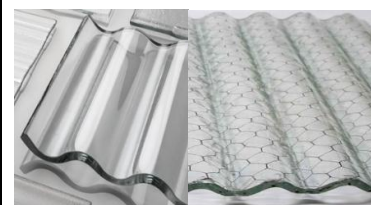


Рис.2.4.24. Волнистое неармированное и армированное стекло

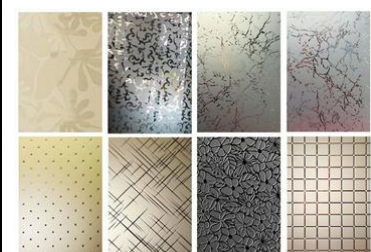


Рис.2.4.25. Матовое с рисунком стекло



Рис.2.4.26. Цветное стекло

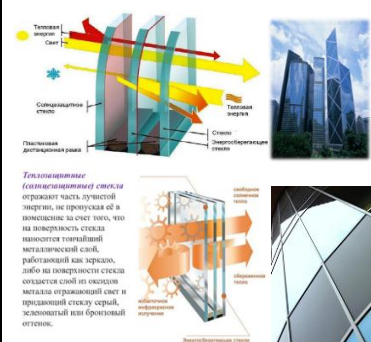


Рис.2.4.27. Солнцезащитное и энергосберегающее стекла

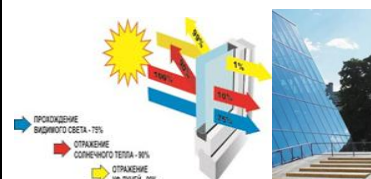


Рис.2.4.28. Увиолевое стекло

треугольное и т.д.) сечений, армированное и неармированное, бесцветное и цветное(рис.2.4.31.).

*Стеклопакеты* - изделия, состоящие из двух или более листов стекла, соединенные между собой по контуру таким образом, что между ними образуются замкнутая воздушная полость (вакуум). Стеклопакеты обладают хорошей тепло- и звукоизолирующей способностью, не запотевают. Они применяются для остекления окон и дверей, витрин, зенитных фонарей зданий различного назначения(рис.2.4.32.).

*Трубы стеклянные и фасонные* части к ним применяются для трубопроводов, используемых для транспортировки жидких, газообразных и твердых агрессивных сред при температуре от - 50 °С до + 120 °С. Стеклянные трубы производятся диаметром от 40 до 200 мм и длиной от 1500 до 3000 мм. Они хорошо сопротивляются коррозии, обладают достаточной механической прочностью, гигиеничны. Основными недостатками стеклянных труб является малое сопротивление изгибу и удару, значительная хрупкость (рис.2.4.33.).

*Облицовочные изделия из стекла* применяют для внутренней и наружной отделки зданий и сооружений. Эта группа строительных изделий из стекла представлена:

- зеркалами (полированное стекло с нанесением на него с одной стороны тонкого слоя алюминия или серебра) (рис.2.4.34.);

- цветным листовым стеклом (стекло, окрашенное по массе, может быть армированным и неармированным, однослойным и многослойным;

- марблитом (листовое, цветное, глушеное стекло толщиной 5...25 мм с полированной лицевой поверхностью и рифленой тыльной стороной) (рис.2.4.35.);

- облицовочными стеклами (в виде плит, плиток, ковровой мозаике из неокрашенного или цветного стекла с гладкой или рельефной поверхностью) (рис.2.4.36.);

- эмалированными плитками (изготавливается из отходов цветного оконного или узорчатого стекла путем его резки на требуемые размеры, нанесения на одну из поверхностей непрозрачной эмали и ее сплавления) (рис.2.4.37.);

- смальтой (кусочки глушеного цветного стекла неправильной формы) (рис.2.4.35.).

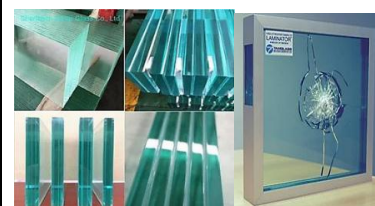


Рис.2.4.29. Многослойные стёкла



Рис.2.4.30. Стеклоблоки

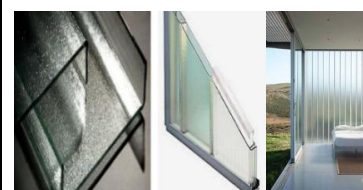


Рис.2.4.31. Стеклопрофилит



Рис.2.4.32. Стеклоблоки



Рис.2.4.33. Стеклянные трубки



Рис.2.4.34. Зеркала



Рис.2.4.35. Марблит и смальта



*Изделия из пеностекла.* Пеностекло выпускают в виде плит и блоков для тепла изоляции стен, покрытий кровли, оно может быть цветным, используют в качестве акустического и облицовочного материала. Получают путем вспучивания массы, состоящей из размолотого стекла, древесного угля, известняка или других материалов, выделяющих газ при температуре размягчения стекла. Пеностекло хорошо обрабатывается, склеивается, воздухопроницаемо и гигроскопично. Изготавливается в виде блоков и гранул. Блоки из пеностекла применяются для тепловой изоляции строительных конструкций, промышленного оборудования, холодильников (в интервале рабочих температур от -260 до + 430 С и относительной влажности до 97 %)(рис.2.4.38.).

*Гранулированное пеностекло* применяется в качестве особо легкого заполнителя в производстве легкого или теплоизоляционного бетона. Насыпная плотность гранулированного пеностекла 100... 150 кг/м<sup>3</sup>.

*Стекловолоконное*(рис.2.4.39.). Применяется в производстве композиционных строительных материалов в виде непрерывных нитей, холста, тканей, рубленого стекловолокна и стекловаты. Диаметр стекловолокон 5... 15 мкм, прочность их при растяжении достигает 4000 МПа. Непрерывное стекловолокно получают из расплава методами механического вытягивания из фильер плавильных ванн и намотки. Короткое волокно получают центробежным или дутьевым способами.

*Стекловолокнистый холст* представляет собой тонкий листовый материал из переплетенных непрерывных волокон, скрепленных синтетическим связующим. Применяется как полуфабрикат для изготовления гидроизоляционных и кровельных материалов, в частности стеклорубероида. Стеклоткани применяются для изготовления стеклотекстолитов на полимерном связующем, а также в строительстве при теплоизоляции трубопроводов. Рубленое стекловолокно получают резанием непрерывного стекловолокна и применяют для повышения прочности различных изделий на основе минеральных связующих и в производстве стеклопластиковых светопрозрачных плоских и волнистых листов для кровли и обшивок трехслойных панелей.



Рис.2.4.36. Облицовочные плитки из пеностекла



Рис.2.4.37. Эмалированные стеклянные плитки

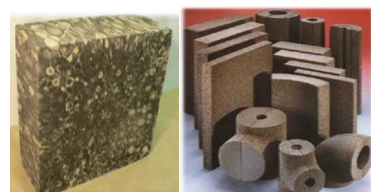


Рис.2.4.38. Пеностекло: теплоизоляционные блоки и фасонные изделия



Рис.2.4.39. Стеклоткань, стеклохолст, стекловолокно рубленое



Рис.2.4.40. Использование ситаллов



Рис.2.4.41. Растворимое стекло



*Ситаллы и шлакоситаллы* – применяют в производстве химической аппаратуры и труб, для транспортировки высоко агрессивных сред(рис.2.4.40.).

*Растворимое стекло*(рис.2.4.41.). - В отличие от обычных стекол растворимое стекло образует с водой клейкую жидкость (жидкое стекло), широко применяемое для склеивания элементов конструкций из картона, дерева, силикатных материалов, а также стекла и металла. На основе жидкого стекла изготавливают экономичные и долговечные силикатные краски для наружной и внутренней отделки стен. Жидкое стекло применяют для обработки древесины, тканей и других материалов с целью повышения их огне- и биостойкости. Используют также для силикатирования грунтов, для укрепления оснований под фундаментами и для защиты от грунтовых вод при прокладке туннелей и других работ. Жидкое стекло включают в состав при производстве специальных (быстротвердеющих, кислотостойких) цементов, огнеупорных замазок и бетонов.

Изделия на основе стекла обладают механическими и оптическими свойствами, химической стойкостью и звукоизолирующей способностью, биостойкостью, долговечностью, невозгораемостью, стойкостью к перепаду температур, влаге, солнечной радиации. Недостатками стекла являются хрупкость и низкая теплостойкость. Так, средняя плотность стекол может колебаться от 2,2 до 2,8 г/см<sup>3</sup>, предел прочности при растяжении 35... 100 МПа, а при сжатии 580... 1200 МПа. Твердость стекла по шкале Мооса - 5...7, коэффициент теплопроводности 0,7...0,8 Вт/(м °С) (приложение таб.5).

В настоящее время промышленность выпускает не только широкий ассортимент изделий из стекла, но и с помощью множества технологических приемов можно получить стекла с заданными свойствами.

*Эстетические характеристики материалов из минеральных расплавов, декоративное остекление (витражи, мозаика).* Эстетических характеристики материалов регулируются в широких пределах. В процессе формования либо после. К ним относятся: показатели пропускания света, его поглощения и отражения в зависимости от длины волны светового потока; цветовые эффекты при освещенности стекла; цвет; фактура. Для регулирования цвета прозрачного стекла используют молекулярные и коллоидные красители. Для



Рис.2.4.42. Гидроабразивная резка стекла



Рис.2.4.43. Сверление отверстий



Рис.2.4.44. Полировка кромки зеркала

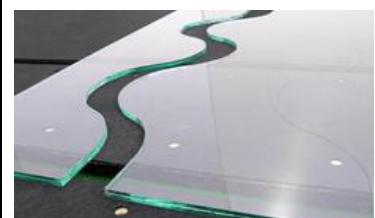


Рис.2.4.45. Фигурная резка стекла



Рис.2.4.46. Лазерная гравировка по стеклу

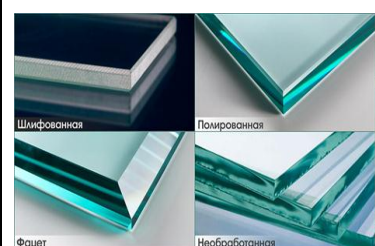


Рис.2.4.47. Обработка кромки стекла

непрозрачных цветных листов стекла используют наложение дополнительного слоя глушёного цветного стекла на обычный прозрачный слой.

Для формирования эстетических характеристик материалов из стекла также используют нанесение оксиднометаллических плёнок с целью препятствования проникновению тепловых и световых лучей.

Фактура и рисунок поверхности стеклянных материалов может быть различным и в большинстве случаев, формируется в процессе производства материалов или с последующим декорированием поверхности. Процесс формирования декоративных качеств может быть выполнен механической, тепловой или химической обработкой.

*Механическая обработка* включает резку, шлифование, гравирование, пескоструйную обработку, обработка ультразвуком и другие (рис. 2.4.42-49).

*Термической обработке* подвергают уже практически охлажденные изделия. В результате воздействия нагревом ниже температуры смягчения стекла происходит сплавление поверхностного слоя с нанесенным декоративным покрытием. Обработка шероховатой поверхности стекла может производиться также при высоких температурах методом огненной полировки.

*Химическая обработка* включает: травление и матирование (обработка поверхности парами фтористого водорода, плавиковой кислоты и другими веществами); химическое полирование, выщелачивание (для повышения светопропускания и получения радужного эффекта); декорирование цветными протравками и другие.

Способы практикуемы для облагораживания художественно-декоративного стекла - это *декоративные и отделочные покрытия* на поверхности стекол, которые могут наноситься в виде слоев эмали, муфельных и других красок, фактурных посыпок, люстров, силиконовых растворов солей и паров металлов. Однако все эти способы могут применяться и для обработки архитектурно-строительного листового стекла, стеклоблоков, профильных изделий, в современном витражном искусстве.

*Витражи*, изготавливаемые из стекла, могут быть выполнены: - из цветного стекла в виде мозаики, скрепленной двумя слоями прозрачного стекла, в металлической или деревянной оправе;



Рис.2.4.48. Пескоструйная обработка с нанесением рисунка



Рис.2.4.49. Гравировка по стеклу, по зеркалу



Рис.2.4.50. Витражи в технике холодной и горячей росписи



Рис.2.4.51. Витраж в стиле Тиффани



Рис.2.4.52. Витраж из цветного стекла



Рис.2.4.53. Здание департамента здравоохранения Бильбао, Испания, архитекторы Хуан Колл-Барро и Даниель Гутьеррес Сарса, 2008г.



- в технике клееного витража на стеклянной подложке с помощью синтетических клеев;
- с использованием техники горячей и холодной росписи (горячая роспись производится силикатными красками с последующим обжигом, холодная роспись выполняется анилиновыми красителями, масляными красками, тушью либо чернилами с добавлением желатина) (рис.2.4.50.);
- из смальты, на основе гипсового или цементного раствора;
- из цветных стекол в свинцовой пайке с последующей контуровкой в оправу из стального швеллера (рис.51-52).

Оценка внешнего вида стеклянных материалов, согласно требованию ГОСТа, проводят по оценке отклонений размеров, по дефекту лицевой поверхности на наличие пузырьков, инородных включений, царапин, по однородности структуры (в процессе формования может образовываться полосатость, оптические искажения). Способы оценки качества могут выполняться как визуально, так инструментально, с помощью микрометров, угольников, щупов.

***Области применения стеклянных и других минеральных расплавов в архитектурно-строительной практике и отделке интерьеров зданий.***

Строительные материалы из стекла оказали огромное влияние на современную архитектуру. Удивительна сочетаемость стекла практически со всеми строительными материалами (бетоном, камнем, деревом, пластмассой и др.). Такие свойства стекла, как прозрачность, высокая химическая стойкость и достаточная механическая прочность, позволяют применять его там, где затруднено, а порой и совершенно исключено применение других строительных материалов. Стекло используют для остекления, как конструкционный и конструкционно-отделочный, тепло- и звукоизоляционный материал, как свето- и теплоотражающий материал. Современное архитектурно-строительное стекло с его высокими прочностными и оригинальными эстетическими характеристиками предоставляет разнообразные возможности для выражения творческих замыслов архитектора. Все это убедительно доказывает, что в ближайшем и отдаленном будущем стекло будет являться наиболее перспективным строительным материалом (рис.2.4.53-58.).

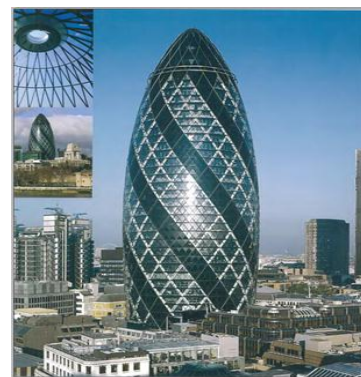


Рис.2.4.54. Небоскрёб Мэри-Экс в Лондоне, архитектор Норман Фостер. 2004г.



Рис.2.4.55. Небоскрёб в Абу-Даби, Марвана Згейба, ОАЭ (2010г.)



Рис.2.4.56. Павильон Нижегородской ярмарки, Россия



Рис.2.4.57. Центр исследований вакцин Слауи, Англия (2016г.)



Рис.2.4.58. Центр Ien Lye, Новая Зеландия (1980г.)



## 2.5. Материалы и изделия на основе минеральных вяжущих веществ

Учебное содержание темы	
<p><b>Определение, исторические сведения использования бетона в архитектуре.</b></p> <p><b>Основы технологии производства материалов на основе минеральных вяжущих. Эксплуатационно-технические свойства и классификация минеральных вяжущих (воздушные и гидравлические).</b></p> <p><b>Номенклатура материалов из минеральных вяжущих: строительные растворы и бетоны; железобетонные и армоцементные изделия и конструкции; асбестоцементные и другие каменные материалы.</b></p> <p><b>Архитектурно-художественная выразительность бетонной поверхности. Формообразующие возможности железобетона и конструктивные решения.</b></p> <p><b>Области применения материалов на основе минеральных вяжущих в архитектурно-строительной практике и отделке интерьеров зданий.</b></p>	
Основные определения и понятия	
<p><b>Минеральные вяжущие</b> - это тонко измельченные порошкообразные материалы, образующие при смешении с водой пластичное тесто, которое под влиянием физико-химических процессов постепенно затвердевает и переходит в камневидное состояние</p> <p><b>Бетон</b> – искусственно созданный каменный строительный материал, получаемый в результате затвердевания тщательно перемешанной и уплотнённой смеси, состоящий из вяжущего вещества, воды и наполнителя, взятых в определённых пропорциях.</p> <p><b>Цемент</b> (лат. caementum «щебень, битый камень») - искусственное неорганическое гидравлическое вяжущее вещество. Один из основных строительных материалов. При взаимодействии с водой, водными растворами солей и другими жидкостями образует пластичную массу, которая затем затвердевает и превращается в камневидное тело.</p> <p><b>Известь</b> (из греч. ἰσβεστός «неугасимый») - вяжущий материал, получаемый обжигом и последующей переработкой известняка, мела и других карбонатных горных пород. По составу известь представляет собой в основном оксид кальция СаО с небольшим количеством примесей оксидов магния, железа, кремния и др. Измельчённая известь образует с водой пластичную массу, затвердевающую в камневидное тело.</p>	
Теоретический материал	Иллюстративный материал
<p><b>Исторические сведения использования бетона в архитектуре.</b></p> <p>Древнейшим естественно вяжущим материалом являлась глина. Более прочные вяжущие стали получать путём обжига минеральных веществ. Такие вяжущие были известны ещё за 3 тыс. лет до н.э. И это были, как предполагают учёных, воздушная известь и гипс. Известковый раствор применялся в кладке египетских пирамид и других древних построек. Для водостойкости в кладочную смесь добавляли цементированные отложения вулканического пепла и толченый кирпич. Последнее применяли при строительстве <i>Софийского собора</i> в Киеве 11 в. (рис. 2.5.1.).</p>	 <p>Рис. 2.5.1. Софийского собора в Киеве 11 в.</p>  <p>Рис. 2.5.2. Пантеон, Рим, Италия (117-128 гг.)</p>

Бетон использовали еще в *Древнем Риме* при строительстве Пантеона в первом столетии нашей эры. (рис. 2.5.2.). Купол Пантеона представляет собой идеальную полусферу: его диаметр и высота составляют ровно 43,5 м. Фундамент Римского храма уходит вглубь земли на 4,5 м и представляет собой литую бетонную конструкцию толщиной 7 м. На нем высится двойная стена толщиной порядка 6 м. Тяжесть конструкции принимают на себя 8 мощных опор, а также система арок и ниш, позволяющая несколько снять нагрузку. Над этими громадными стенами нависает купольная оболочка, состоящая из двух слоев литого бетона.

Армирование теста минеральных вяжущих также имело место в строительстве древних храмов. В *Древнем Вавилоне* строения из глины армировали тростником и плетеными прутьями (рис. 2.5.3.). Различные вариации глины и «растительной арматуры» издавна применялись в монолитных сооружениях *Востока* и во всём мире. Глиняные кирпичи египтян, инков и майя при изготовлении армировались соломой. У английских строителей, например, был старый обычай добавлять в штукатурный раствор немного бычьего волоса. Железо в качестве строительной арматуры впервые стали применять греки, ещё в 470 г. до н.э. на острове Сицилия. Они использовали железные армирующие балки сечением 1230 см и длиной до 4,5 м. В *Афинском Акрополе* (рис. 2.5.4.), в 437 г. до н.э., строитель Мнесикл применил для армирования балок железные стержни длиной около 2 м, которые были замурованы в специально выдолбленных в массе мрамора канавах. Вслед за глиняными и мраморными прототипами железобетона появились металлические стяжки, противоборствующие распору арочных и сводчатых покрытий, примером могут служить собор *св. Софии в Константинополе*, 532 г., (рис 2.5.5.), купола римского собора *св. Петра* (XVI в.) и лондонского собора *св. Павла* (XVII...XVIII вв.) (рис. 2.5.6.).

Первое упоминание об армированной конструкции на основе минеральных вяжущих относится к 1849 г. Именно тогда французский садовник Жозеф Монье сделал кадки для апельсиновых деревьев, заложив в цементный раствор сетку из тонких железных прутьев. Это сочетание двух различных материалов сыграло революционную роль в будущем. Материал, который он использовал не содержал



Рис.2.5.3. «Вавилонский плен», авт.Тиссо Джеймс



Рис. 2.5.4. Афинский Акрополь



Рис. 2.5.5. Собор Святой Софии (Айя-София), Стамбул, Турция (532 г.)

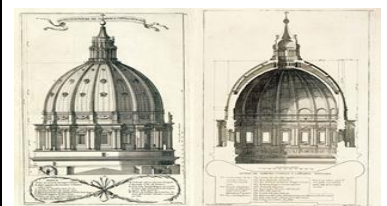


Рис. 2.5.6. Собор Святого Павла. Лондон. Англия



крупного заполнителя и уступал по своим свойствам бетону.

В 1864 г. английскому строителю из Ньюкасла, специалисту по штукатурным работам и изготовлению искусственного камня, В. Велкинсону был выдан Британский патент № 2293 на конструкцию огнестойких перекрытий в зданиях, изготовляемых из бетона, армированного параллельно расположенными рядами проволоочных тросов.

Во второй половине 18 в. в. английский инженер Дж. Смитон, начал производство искусственных цементов. Во второй половине XVIII в. француз Суффло предложил более общий подход к проблеме армирования, закладывая железные стержни в растянутые зоны кирпичной кладки. Однако коррозия металла не позволила достичь желаемого результата.

Широкое внедрение в первой половине 19 в. чугуна и сварочного железа в строительство, а также применение бетона на основе портландцемента, который обеспечивал хорошее сцепление с арматурой, и коррозия металла уже была не столь значительна, способствовали развитию архитектуры и строительной техники. Первыми строительными конструкциями, в которых совместно применялись бетон и сварочное железо - *текстильная фабрика в Манчестере*, 1801 г. (рис. 2.5.7.).

Что касается материалов и на основе извести и песка, то отдельно эти компоненты применялись в архитектурно-строительной практике уже давно. Использование их в качестве единого целого имеет не столь долгую историю. *Карлов мост* (рис. 2.5.8.), к строительству которого приступили в 1357 г и продолжалось до 15 в. Протяженность этого моста - 520 м, ширина - 10 м. Он покоится на шестнадцати арках, сложенных из блоков песчаника на известковом растворе с добавлением яиц и считается очень прочным.

На основе гидравлической извести, которую применяли с середины 17 века и более активно в 18-19 вв., были построены морские сооружения, гидротехнические конструкции, маяки. Одним из ярких примеров сооружений, построенных с применением гидравлической извести, является *Суэцкий канал* (рис. 2.5.9.), возраст которого 200 лет.

Свойства смеси извести и кварцевого песка и её твердение при тепловлажностной обработке в автоклаве,



Рис.2.5.7. Текстильная фабрика в Манчестере



Рис.2.5.8. Карлов мост в Праге, Чехия



Рис.2.5.9. Суэцкий канал, Египет



Рис.2.5.10. Архитектурные детали, лепнина



были обнаружены в 1880 г. немецким ученым В. Михаэлисом. Это послужило началом использования в строительстве нового материала.

Начиная со второй половины XIX в. все последующие совершенствования железобетона как прекрасного конструкционного материала с управляемыми свойствами целиком обязаны прогрессу строительной науки и техники.

***Основы технологии производства материалов на основе минеральных вяжущих. Эксплуатационно-технические свойства и классификация минеральных вяжущих (воздушные и гидравлические).***

Минеральные вяжущие образуют при смешении с водой пластичное тесто, которое под влиянием физико-химических процессов переходит в камневидное состояние. Минеральные вяжущие вещества получают путем обжига в печах природных каменных материалов (известняков, гипса, ангидрида, доломита, магнезита). Куски, полученные после обжига путем помола, превращают в тонкий порошок. Условия твердения, в зависимости от состава полученного материала различны и определяют их свойства (приложение таб.4). В зависимости от условий твердения минеральные вяжущие вещества подразделяют на воздушные гидравлические, кислотостойкие и вяжущие автоклавного твердения.

*Воздушные* вяжущие вещества твердеют и длительное время сохраняют свою прочность только на воздухе. К ним относятся воздушная известь, гипсовые вяжущие, жидкое стекло и кислотоупорный цемент. Во влажной среде они теряют свою прочность, поэтому их применяют только в сухих условиях эксплуатации (рис. 2.5.10-11.).

*Гидравлические* вяжущие вещества, после предварительного твердения на воздухе сохраняют и наращивают свою прочность в воде. К ним относят гидравлическую известь, портландцемент и его разновидности, глиноземистый цемент и так далее. Для эффективного твердения гидравлических вяжущих необходимо, чтобы в твердеющем материале постоянно присутствовала вода. Гидравлические вяжущие универсальны, поэтому их можно применять как в сухих, так и во влажных условиях, а также в воде (рис. 2.5.12.-13.).

*Кислотостойкие* вяжущие вещества после затворения их водным раствором силиката натрия (жидкого стекла)

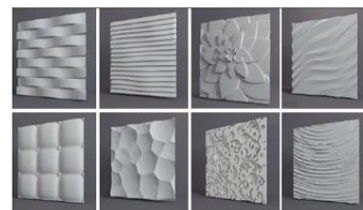


Рис.2.5.11. Декоративные плитки для отделки стен



Рис.2.5.12. Бетонные изделия для ландшафта и благоустройства



Рис.2.5.13. Декоративные элементы забора, ландшафтной архитектуры



Рис.2.5.14. Фундаментные опоры под ЛЭП, стеновые панели, сваи, плиты перекрытия многопустотная, вентиляционные блоки

затвердевают на воздухе, после чего длительно сохраняют прочность при воздействии некоторых кислот. Основным представителем является кварцевый цемент, применяемый для изготовления кислотостойких бетонов, растворов, замазок. Данные материалы теряют прочность в воде, а в едкой щелочи разрушаются.

Вяжущие вещества *автоклавно* твердения - разновидность гидравлических вяжущих, они затвердевают в среде насыщенного водяного пара, то есть при автоклавной обработке. В эту группу входят нефелиновый цемент, известково-кремнеземистые, известково-золяные, известково-шлаковые вяжущие и др. Свойство вяжущих веществ затвердевать в определённых условиях используют для приготовления на их основе растворов, бетона и железобетона и других безобжиговых искусственных каменных материалов и изделий - силикатного кирпича и силикатного бетона, асбестоцементные материалы, краски.

**Номенклатура материалов из минеральных вяжущих: строительные растворы и бетоны; железобетонные и армированные изделия и конструкции; асбестоцементные и другие каменные материалы.**

*Строительный раствор* - это искусственный каменный материал, состоящий из рационально подобранного по количеству и качеству вяжущего и мелкого заполнителя (песка) и воды. Некоторые растворы имеют определенное назначение: акустическое, декоративное и т.п. Могут содержать особый вид мелкого заполнителя, минеральные пигменты и различные добавки. В соответствии с назначением растворы классифицируют: *на кладочные* растворы (применяемые для кладки стен фундаментов из кирпича, бутового камня, бетонных и керамических блоков); *отделочные* растворы (используемые для штукатурных работ, нанесения декоративных тонкослойных покрытий, изготовление монолитных архитектурных деталей и рельефов); *специальные* растворы (к ним относят гидроизоляционные, кислотоупорные, жаростойкие, термоизоляционные, акустические и др.), монтажные (для заделки швов между сборными элементами). Основные свойства растворной смеси - это подвижность, удобоукладываемость, прочность затвердевший растворной смеси. Отделочные растворы делят на растворы для наружных и внутренних



Рис.2.5.15. Лестничные марши, фундаментные блоки, крышки для колодца



Рис. 2.5.16. Кольца колодцев, ригели, вентиляционные блоки



Рис.2.5.17. Рамы ж/б, балка-ферм



Рис.2.5.18. Плита балконная,

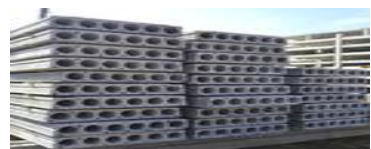


Рис.2.5.19. плиты перекрытия

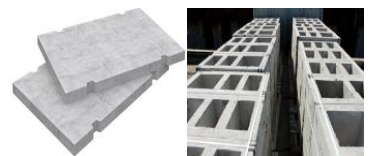


Рис.2.5.20. Плиты дорожные вентиляционные блоки



Рис.2.5.21. Плиты перекрытия по новой технологии



Рис.2.5.22. Фундаментные блоки



работ, которые в свою очередь делятся на обычные штукатурки и декоративно –отделочные.

*Бетон* представляет с собой искусственный каменный материал, получаемый в результате твердения рационально подобранной смеси вяжущего, воды, заполнителя и, при необходимости, специальных добавок. Полученную смесь называют бетонной смесью. Её тщательно гомогенизируют в бетоносмесителях, укладывают в формы или опалубку, уплотняют механизированным способом. Твердение отформованного бетона происходит в естественных или в созданных искусственно, более влажных и теплых условиях для ускорения процесса твердения. Бетоны классифицируют: по средней плотности различают особо тяжелые, тяжелые, облегченные, легкие и особо легкие; по прочности; по структуре - крупно пористые, поризованные, ячеистые(рис. 2.5.23.); по крупности заполнителя различают крупно и мелкозернистые; по виду вяжущего делят на цементные и силикатные; по назначению на общестроительные или обычные для несущих и ограждающих конструкций зданий и сооружений, и специальные - гидротехнические, дорожные, жаростойкие, химически стойкие, декоративные и иным признакам.

Свойства тяжелого и облегченного бетонов определяется составом смеси и применяются для изготовления конструктивных материалов: несущих сборных элементов колонн, балок, плит перекрытий и прочее (рис. 2.5.14-26.), а также для монолитных конструкций жилых, общественных, промышленных зданий и инженерных сооружений: мостов, дорожных покрытий, гидротехнических сооружений, башен (рис. 2.5.27-33.). Бетоны используют в монументальном искусстве. Особо тяжелые бетоны применяются для защиты от радиоактивного излучения рентгеновских лучей и других целей. Следует принимать во внимание свойства бетонов такие, как изменение объема в процессе твердения (усадка и набухание), отрицательное влияние высоких и низких температур, длительный срок для набора в прочности и прочность на растяжение и др.

Для улучшения прочностных характеристик и свойств бетона в несущих конструкциях, его усиливают стальной арматурой получая композиционный материал, отличающийся гетерогенной структурой с ярко выраженной анизотропией свойств.



Колонны, свая-колонны



Рис.2.5.22. Плиты перекрытия, ступени

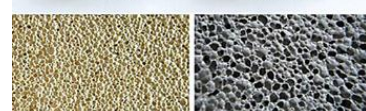
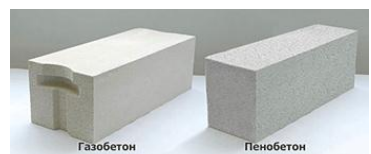


Рис.2.5.23. Блоки из газо- и пенобетона



Рис.2.5.24. Панель стеновая



Рис.2.5.25. Монтаж стеновой панели



Рис.2.5.26. Раскладка ленточного фундамента



Рис.2.5.27.. Опоры в конструкции моста и междуэтажного перекрытия



*Железобетон*, в зависимости от вида армирования делят на обычный и предварительно-напряжённый. По способу изготовления изделий и конструкций из железобетона различают сборный, сборно-монолитный и монолитный. Для изготовления железобетонных изделий применяют все виды бетонов и различают изделия из цементных бетонов, силикатных бетонов автоклавного твердения, и ячеистых бетонов (на цементе, извести или смешанном связующем) а также изделия из специальных бетонов (жаростойких, химически стойких и др.).

Номенклатура изделий для сборного метода возведений зданий представлена следующими материалами, широко применяемыми в строительстве: фундаментные блоки, фундаментные элементы под колонны, колонны, ригели каркасов, панели наружных стен, панели внутренних стен, панели и плиты для перегородок, стеновые блоки, плиты и панели перекрытий, плиты покрытий, фермы и балки, лестничные марши, а также теплоизоляционные плиты, сегменты и блоки.

*Силикатными* называют материалы и изделия, которые получают в результате формования и последующей тепловлажностной обработки смесей, и состоящие из извести, кварцевого песка и воды (рис. 2.5.34-35.). Производство силикатных автоклавных изделий и конструкций для сборного строительства по своим техническим и строительно-эксплуатационным качествам не уступают бетонным и железобетонным, так как для их изготовления требуется меньшее количество вяжущего. Регулируя количество и степень измельчения песка, а также соотношение кварцевого песка и извести можно получать изделия различной прочности (марки) и физико-механических свойств.

*Силикатный кирпич* изготавливают из смеси воздушной извести (6...8 %), кварцевого песка (92...94 %) и воды (7...9 %) путем прессования под большим давлением и последующего твердения в автоклаве. Основной цвет имеет светло-серый, однако при введении щелочестойких пигментов может быть и цветным (темного, синего, зеленого, розового и других цветов). Силикатный кирпич нельзя применять в конструкциях, подвергающихся систематическому действию воды (фундаменты) и высоких температур (печи, трубы и т.п.).

*Силикатный бетон* менее водостойкий и морозостойкий, чем цементные бетоны, однако этого



Рис.2.5.28. Мостовая опора



Рис.2.5.29. Возведение монолита с помощью переставной опалубки



Рис.2.5.30. Возведение опор



Рис.2.5.31. Конструкции лестничных маршей в монолитной конструкции стадиона



Рис.2.5.32. Лестница круглая



Рис.2.5.33. Монолитные элементы жилого дома



Рис.2.5.34. Силикатный кирпич

вполне достаточно для обеспечения требований к наружным ограждающим конструкциям гражданских и промышленных зданий. Изделия из силикатного бетона могут быть плотного и пористого строения. Широкое применение в качестве конструкционно-теплоизоляционных материалов получили силикатные пористые и газобетоны (ячеистые). Ячеистые силикатные бетоны получают путем смешивания технической пены с предварительно измельченной известково-кремнеземистой смесью и последующей обработки в автоклаве (пеносиликат) или путем смешивания известково-кремнеземистой смеси с газообразователем (газосиликат) (рис. 2.5.36.).

*Асбестоцементные материалы* представляют собой строительные изделия на основе смеси портланд цемента, армированного волокнами асбеста. Промышленностью выпускается большое количество данного вида материалов (рис. 2.5.37-41.): листы профилированные (двойкой кривизны и, волнистые, фигурные) и плоские (прессованные непрессованные), асбесто-перлитцементные; плиты акустические; панели асбестоцементные (со слоем теплоизоляционного материала между плоскими асбестоцементными листами).

*Гипсовые материалы* – это минеральные вяжущие, получаемые из гипсового теста и минеральных или органических тонкомолотых заполнителей. Материал могут армировать минеральными или органическими волокнами. Производят: гипсокартонные листы различной прочности и условий эксплуатации, гипсоволокнистые листы, гипсобетонные панели (рис. 2.5.42-44.). Применяются для устройства перегородок, отделки стен. Краски на основе минеральных вяжущих содержат щелочестойкие пигменты и небольшое количество добавок, улучшающих эксплуатационно-технические свойства. Различают: известковые краски, цементные, силикатные (рис. 2.5.45.).

**Архитектурно-художественная выразительность бетонной поверхности. Формообразующие возможности железобетона и конструктивные решения.**

Все уникальные сооружения из бетона и железобетона по праву считаются шедеврами мировой архитектурно-строительной практики. Выразительность бетона через пластику фасадов и решения самой фасадной плоскости,



Рис.2.5.35. Силикатный блок



Рис.2.5.36. Газо- и пеносиликатные блоки



Рис.2.5.37. Асбестоцементные листы

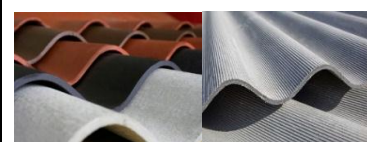


Рис.2.5.38. Шифер



Рис.2.5.39. Трубы асбестоцементные, муфты



Рис.2.5.40. Асбестоцементные ткань, картон



Рис.2.5.41. Асбестоцементный шнур, лист звукоизоляционный



Рис.2.5.42. Гипсокартон усиленный, гипсокартон влагостойкий, гипсоволокнистый лист



использование предварительно-напряженных железобетонных конструкций, применение технологии возведения из железобетонных панелей в решении задач формообразующего представления пространства зданий - всё это позволяет создавать в архитектуре образы высоких художественных достоинств.

*Саграда-Фамилия* (рис. 2.5.46.) является современным готическим кафедральным собором, возводимого в Барселоне с 1882г. Автор проекта Антонио Гауди, используя железобетон, стремился показать его пластические возможности. Создавая традиционную форму фасадной плоскости, пластикой он стремится подражать скалам и пещерам, имитируя природные формы.

*Церковь Нотр-Дам-Дю-О* (рис. 2.5.47.) возведена на холмистых просторах Бургундии (1950-1955 гг.). Ле Корбюзье создавал церковь в традициях, так называемого «нового пластицизма» Композиция церкви навеяна образами шатров - первых молитвенных домов ранних христиан. Железобетонная изогнутая плита перекрытия, как образ шатрового навеса, и нерегулярная форма наружных стен с кажущимися случайными по форме и расположению окнами, создаёт иррациональный внешний и внутренний облик пространства, отвечающего мистической программе храма.

Архитектурная конструкция *Останкинской телебашни* высотой 536,3 м и объемом помещений 70 000 м<sup>3</sup> – может показаться недостаточно прочной. Из-за соотношения высоты и опорной площади башни, которая заглублена в землю всего на 3,5..4,6 м, но масса «крошечного» фундамента - это четверть массы всей башни (14 500 т из 55 000 т). Фундаментная плита в плане представляет десятиугольник с толщиной 3 м и диаметром 70 м., который армирован 1040 предварительно напряженными проволочными пучками. Архитектурная форма самой башни в виде стрелы, изготовлена из монолитного железобетона, стянутого 150-ю мощными семижильными стальными канатами. В свое время она была одним из самых высоких зданий в мире и символизировала стремление человека к новому, напоминая космический корабль. В башне сосредоточено много функций для проведения различных мероприятий (рис. 2.5.48.).



Рис.2.5.43. Гипсокартон огнестойкий, перфорированный звукоизоляционный



Рис.2.5.44. Гипсобетонные панели



Рис.2.5.45. Краски на основе минеральных вяжущих



Рис.2.5.46. Собор Саграда-Фамилия, Барселона. Испания



Рис.2.5.47. Церковь Нотр-Дам-Дю-О. Роншане, Франци



## Оперный театр в Сиднее

архитектора Йорн Утзон задумывался как набор ракушек, изгибы которых одновременно будут напоминать волны океана. Кровлю театра образует серия «раковин» из несущей бетонной сферы диаметром 492 фута, их обычно называют «скорлупками». Эти скорлупки созданы из сборных бетонных панелей в форме треугольника, которые опираются на 32 сборные нервюры из того же материала (рис.2.5.49-50).

Технология монолитного возведения зданий с использованием различных видов опалубки позволяет создавать разнообразные архитектурные формы и конструктивные решения. Например, отдельно стоящая телевизионная башня *Си-Эн Тауэр* в *Торонто* (рис. 2.5.52). достигает высоты 553 м. и выполнена она методом непрерывной заливки бетона и при помощи скользящей опалубки. Фундамент, на котором стоит башня выполнен в виде буквы «У». На высоте 335 м от земли располагается семиэтажная шарообразная капсула, в которой размещаются вращающийся ресторан, ночной клуб и несколько смотровых площадок.

*Луис Кан* – величайший архитектор, сумевший превратить бетон в поэзию, как о нём пишут современники, использовал текстуру поверхности материалов и свет в интерьере, так чтобы получались особые образы, что исключало дополнительного использования декорирования для отделки голых поверхностей бетона. Правительственный центр Дакки в столице Бангладеш, где автор проекта через композицию и материал выразил свое отношение к «власти», которую он воспринимал как одну из фундаментальных основ социального порядка, и поэтому конструкция здания и его формы должны были в полной мере соответствовать данному порядку. Брутальные бетонные стены на мощном кирпичном основании, украшением которых являются лишь огромные прорезные проемы разной величины и формы создают единство внешнего и внутреннего пространств, впечатление простого, и даже сурового образа, подчиненного сложной иерархии ценностей и символов, в которых приоритетными являются стабильность и традиционность (рис. 2.5.52.). В *Художественном Музее Кимбелла в Форт-Уэрте* (штат Техас) Луис Кан использует уникальную форму сферических цилиндрических сводов музея. Окаймлённые



Рис. 2.5.48 Останкинская телебашня, Москва, Россия



Рис.2.5.49. Оперный театр в Сиднее

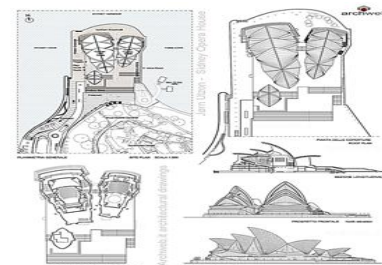


Рис.2.5.50. Проект оперного театра в Сиднее



Рис. 2.5.51. Башня Си-Эн Тауэр. Торонто, Канада



Рис.2.5.52. Правительственный центр Дакки в столице Бангладеш

тонкими световыми люками из плексигласа, они обеспечивают пространство второго этажа естественным светом. Чтобы рассеять его поток, внизу размещены перфорированные алюминиевые отражатели, которые перенаправляют его на гладкие поверхности бетонного свода, обеспечивая элегантный и очаровательный свет для освещения произведений искусства в безопасном режиме (рис. 2.5.53-54.).

Пространство библиотеки Эксетера Луиса Кана также наполнено светом, подчёркивая работу материала (рис. 2.5.55.).

***Области применения материалов на основе минеральных вяжущих в архитектурно-строительной практике и отделке интерьеров зданий.***

Достижения в архитектуре невозможны были бы без развития строительной науки и техники. Ускорение процессов твердения бетонных и железобетонных изделий за счет применения тепловлажностной обработки значительно повысило производительность предприятий стройиндустрии. Применение различных добавок, позволяет ускорять процессы твердения цемента, позволяя противостоять коррозии арматуры, пластифицировать бетонную смесь, уменьшать количество воды затворения и соответственно расход цемента. Применение комплексных добавок даёт наибольший технико-экономический эффект.

Бетон и железобетон являются самыми распространенными конструкционными строительными материалами (рис. 2.5.56-61.). Его применяют в гидротехническом (элементы плотин, облицовка каналов), дорожном (мосты, путепроводы, опоры) и аэродромном строительстве, из него изготавливают кислотостойкие и жаростойкие конструкции и многие другие функциональные и специальные строительные материалы.

Из железобетона изготавливают: элементы каркаса зданий; сборных конструкций (панели, блоки и другие); монолитных и сборно- монолитных конструкций; элементы жесткого каркаса рамного типа с фахверковым заполнением стен; железобетонные панели для бескаркасных зданий различных типов разных композиционных и пластических решений.

Ведётся строительство: из объёмных железобетонных блоков жилых и общественных зданий высотой 9 и более этажей и в зависимости от типа конструкции здания ж/б блоки применяют в сочетании с элементами каркаса,



Рис.2.5.53. Интерьер  
Художественного Музея  
Кимбелла в Форт-Уэрте (штат  
Техас)



Рис.2.5.54.  
Художественный Музей  
Кимбелла в Форт-Уэрте, (штат  
Техас) вид сверху



Рис.2.5.55. Интерьеры  
библиотеки Эксетера Луис Кан



Рис.2.5.56. Мост через  
Корабельный фарватер Санкт-  
Петербург, Россия(2013—  
2016гг.)



Рис.2.5.57. Арочный мост  
Ваньсянь мост через р. Янцзы в  
г. Чунцине, Китай,1997г.



Рис. 2.5.58. Плотина Итайпу в  
Парагвае, Бразилия (1975-1982  
гг.)



вантовыми и другими конструкциями; монолитных зданий и сооружений; сборно-монолитных зданий.

Железобетон используют в решении разнообразных висячих и пространственных покрытий – оболочек (призматических, цилиндрических, торовых, куполов, пологих, коноидальных, гиперболоидовых).

Бетон и железобетон позволяют создавать архитектуру, не имеющую ограничений по форме, при создании пластического решения фасадов и интерьеров зданий.

Широкое использование бетонов в современном строительстве объясняется наличием ряда преимуществ:

- большой сырьевой базой, поскольку запасы песка и щебня, занимающих до 90 % объема бетона, имеются практически во всех регионах;
- несложной технологией переработки сырья в конечный продукт с сравнительно малыми затратами энергии;
- широким диапазоном строительно-технических свойств затвердевшего бетона (средняя плотность 300...4500 кг/м<sup>3</sup>, предел прочности при сжатии 1,5... 100 МПа), что позволяет использовать его для несущих и ограждающих конструкций зданий и сооружений;
- возможностью изготовления изделий сложной конфигурации и крупноразмерных элементов;
- разнообразием обработки его поверхности, благодаря чему из бетона можно выполнять сооружения, обладающие большой архитектурной выразительностью.



Рис.2.5.59. Жилой дом Мирадор в Мадриде, Испания



Рис.2.5.60. Жилой комплекс Carabanchel housing в Мадриде, Испания



Рис.2.5.61. Жилой дом в Мадриде, Испания

## 2.6. Металлические материалы и изделия

### Учебное содержание темы

***Определение, исторические сведения применения металла в архитектуре.***

***Основы технологии и сырье для получения металлических материалов. Эксплуатационно-технические свойства чугуна и стали, цветных металлов. Способы защиты металлов от коррозии и огня.***

***Номенклатура материалов из черных и цветных металлов и их сплавов.***

***Декоративные качества и архитектурно-художественная выразительность материалов и изделий из различных видов металла.***

***Области применения металла в современной архитектуре зданий и сооружений. Конструктивные возможности металла в архитектуре и отделке интерьеров зданий.***

### Основные понятия



**Металлы** - это вещества, характерные свойства которых высокая прочность пластичность, тепло и электропроводность, имеют блеск, отличаются непрозрачностью, плавкостью.

**Сплав** — макроскопически однородный металлический материал, состоящий из смеси двух или большего числа химических элементов с преобладанием металлических компонентов.

**Цветные металлы**— это промышленное название всех металлов, кроме железа и элементов его группы. Обычно признаком цветного металла является его специфический цвет, отличный от темно-серого, например, белый (алюминий, серебро), желтый (золото), красный (медь) и т. д.

#### Теоретический материал

### **Определение, исторические сведения применения металла в архитектуре.**

История освоения металлов уходит в глубокую древность. Металлы использовали для изготовления орудий труда, украшений, одежды, предметов быта, посуды, оружия, монет, лекарственных инструментов (рис.2.6.1.) В век IV в. до н.э была известна металлургия меди, олова свинца. В III в. до н.э. плавил бронзу, во II в. до н.э плавил железо, из которого для строительства изготавливали скобы, штыри, закрепы, стяжки.

Древнейшим сооружением из железа является *Кутубова колонна в Дели V в. до н.э.*, высотой семь метров и весом в шесть с половиной тонн в Индии(рис.2.6.2.). В Средние века изготавливали железные затяжки для предания прочности каменным распорам свода. Такие затяжки, например, использованы в сводах *Успенского собора* во Владимире (1158...1161 гг.) (рис. 2.6.3.), в *соборе Святого Петра* работы Микеланджело (1506... 1626 гг.) (рис. 2.6.4.). В *храме Василия Блаженного*, в Москве (1555... 1560 гг.) (рис.2.6.5.) применены железные несущие конструкции, воспринимающие массу потолка. Металлическим является и каркас куполов *колокольни Ивана Великого*(рис.2.6.6.) в Москве, построенной в XVII в.

В Западной Европе и Древней Руси чугун первоначально считали отходом сыродутного процесса производства железа. Как металл для отливки различных изделий его начали выплавлять в конце XIII...XIV вв., а применять в строительных конструкциях лишь с середины XVIII в.

В середине XVII в. при строительстве Большого Кремлевского дворца в Москве были использованы железные стропила. В XVII...XVIII вв. на Руси широко развивается кузнечное дело, которое дало архитектуре множество замечательных изделий из ковального железа. Над знаменитыми кованными решетками Петербурга работали выдающиеся зодчие А.Н. Воронихин, В.П. Стасов, В.В. Растрелли, Дж. Кваренги, К.И. Росси и др.

#### Иллюстративный материал



Рис.2.6.1 Первые предметы орудий труда, оружия



Рис.2.6.2 Кутубова колонна в Дели, Индия



Рис.2.6.3. Успенский собор во Владимире



Рис. 2.6.4. Собор Святого Петра. Рим, Италия

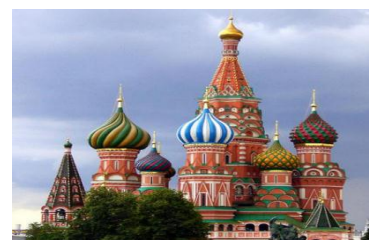


Рис.2.6.5. Храм Василия Блаженного в Москве

Одна из лучших декоративных оград мира *решетка Летнего сада* (рис.2.6.7.) была изготовлена тульскими кузнецами в 1772... 1778 гг., а медные детали к ней позднее выковали петербургские умельцы.

Покрытие купола *Исаакиевского собора* (Рис. 2.6.8.), имеющего диаметр 21,83 м, выполнено из чугуна и стали, что также свидетельствует о развитии техники и инженерии русской металлообработки.

Примером раннего применения чугуна в несущих конструкциях зданий является *хлопчатобумажная фабрика* в Манчестере (1801 г.) (рис.2.6.9.). Здесь была сделана первая попытка создания единого внутреннего каркаса здания из чугунных стоек и ригелей. Это строительство часто рассматривается как определенная веха в истории освоения металлоконструкций. Чугунная колонна, заменившая в конце XVIII в. деревянные стойки, прочно господствовала затем на протяжении всего следующего столетия. Из промышленного строительства она скоро перешла в гражданское.

В то же время архитектором А.Н. Ворониным был сооружен один из самых больших куполов с металлическим каркасом - купол *Казанского собора* в Санкт-Петербурге (1811 гг.), (рис. 2.6.10-11.).

К концу XVIII столетия производство изделий из чугуна было значительно усовершенствовано. Однако его прочность на растяжение и изгиб была очень низкой, и применять его можно было только в строительных конструкциях, работающих на сжатие (например, в арочных мостах), либо в несущих оградах (лестничных и балконных ограждениях, решетках, воротах и т.п.) и декоративных деталях. В строительстве арочных мостов чугун господствовал до середины XIX в., затем его постепенно вытеснила сталь

Первым крупным металлическим сооружением был арочный мост, построенный в Англии через реку Северн в 1779 г., известный как *Железный мост* (рис. 2.6.12). Как и первые каменные здания копировали формы и конструкции своих деревянных предшественников, так и первые металлические арочные мосты возводили из полых клиновидных литых чугунных «камней» подобно каменной кладке. На строительство Железного моста длиной 60 м, стрелой арки 15 м и пролетом 32 м было израсходовано 380 т чугуна.



Рис. 2.6.6. Колокольня Ивана Великого, Москва, Россия



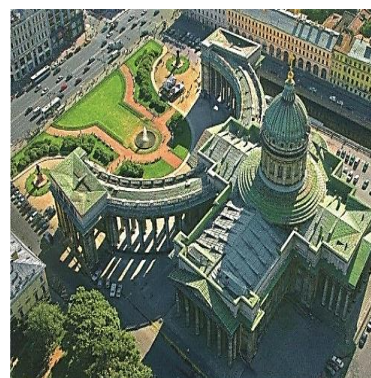
Рис. 2.6.7. Решетка Летнего сада, Санкт-Петербург, Россия



Рис.2.6.8. Исаакиевский собор, Санкт-Петербург, Россия



Рис.2.6.9. Хлопчатобумажная фабрика в Манчестере, Аншлия





Благодаря улучшению качества чугунных изделий, совершенствованию инженерного искусства и строительной техники, в 1814 г. инженер Ренни осуществил строительство чугунного Саутверского моста(рис.2.6.13.) через реку Темзу в Лондоне. Опоры у него были выполнены из камня, максимальный пролет между которыми составляет 73 м.

Внедрение железа и стали в строительство позволило освоить новые висячие конструкции мостов. В 1823-1824 гг был построен один из первых европейских висячих мостов так называемый Пантелеймоновский (рис.2.6.14.) мост в Петербурге, через реку Фонтанку.

Совершенствование промышленного производства стали относится ко второй половине XIX в. В 1855 г. Г. Бессемер запатентовал способ удаления избытка углерода и других включений потоком воздуха, продуваемого через расплавленный чугун. Год спустя Роберт Мюшет усовершенствовал этот процесс с предложением добавлять в конце продувки марганец, что позволило улучшить качество стали. В 1864 г., Пьером Мартеном, был предложен способ получения «литой стали».

Бурное развитие промышленного производства, освоение железа и стали как новых строительных материалов - все это отразилось на развитии архитектуры. Это позволило воплощать в жизнь самые смелые проекты: Хрустальный дворец Всемирной выставки в Лондоне (рис.2.6.15.), автор Джозеф Пакстон (1851 г.);

Галерея машин на Международной выставке в Париже (рис.2.6.16.) инженеры С. Кранц и Г. Эйфель (1867 г.); Эйфелева башня (рис. 2.6.17.) высотой триста метров.

Знаменитый Тауэрский мост (рис. 2.6.18), строительство которого было завершено в 1894 г., стал самым большим и наиболее сложным подъемным мостом в мире. Две его массивные опоры глубоко уходят в ложе реки, более 11 000 т. стали ушло на создание конструкций башен и пролетов. Снаружи стальные конструкции одеты в корнуэльский гранит и нортлендский камень. Длина моста составляет 850 м, высота - 40 м, а ширина -60 м.

В строительстве висячих мостов, начиная с 1815 г., происходит замена цепи на проволочные канаты, а позже на кабель. Канатные висячие мосты получили широкое распространение в США.

В 1883 г. завершается строительство *Бруклинского моста* через Ист-Ривер в Нью-Йорке пролетом 486 м,

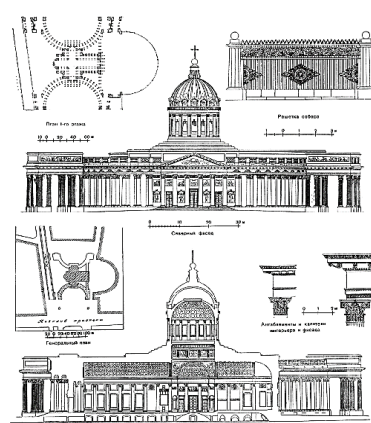


Рис.2.6.10. Казанский собор в Санкт-Петербурге



Рис.2.6.11. Купол Казанского собора в Санкт-Петербурге



Рис.2.6.12. Железный мост через реку Северн, Англия



Рис.2.6.13. Саутверский чугунный мост через реку Темзу, Лондон



Рис.2.6.14. Пантелеймоновский мост в Петербурге



протянутые через реку стальные тросы держат две гранитные башни-опоры высотой 66 м. (рис. 2.35).

Мост «Золотые Ворота» (рис.2.6.20.) в Сан-Франциско над проливом Голден-Гейтс г., соединяющий бухту Сан-Франциско с Северной Калифорнией был открыт в 1937г. Его железобетонный пролет составляет 1280 м. Башни удерживают два стальных кабеля, которые в свою очередь держат настил моста. Диаметр кабелей составляет 90 см, длина - 23 м. Каждый кабель сплетен из 27 572 стальных проводов диаметром 5 мм. Общая длина всех стальных нитей составляет 129 тыс. км.

Вантовый мост *виадук Мийо* (рис. 2.6.21.), построенный над долиной реки Тарн, является кратчайшим путем между Парижем и Барселоной. Стальные тросы-ванты поддерживают дорожное полотно и нижнюю часть конструкции. Один их конец крепится к высоким мачтам (пилонам), а другой - к середине моста, к разделительной полосе. Всего возведено 7 пилонов. От каждого пилона, веером отходят 22 стальных троса толщиной с человека. Расстояние между опорами составляет 345 м. Общая длина виадука 2,5 км, расстояние от земли до дорожного полотна в самой высокой точке составляет 270 м.

Успехи в технологии изготовления металлических конструкций и опыт предшественников создали условия для развития строительства высотных зданий - небоскребов(рис.2.6.22.).

Шедевром мировой строительной и архитектурной практики считается небоскреб *Эмпайр-стейт-билдинг* (рис. 2.6.23.), долгое время остававшийся самым высоким зданием в мире. Закладка небоскреба состоялась в октябре 1929 г., и в мае 1931 г. оно было уже завершено. Высота небоскреба 381 м. Несущий каркас небоскреба создают стальные брусья общей массой 60 000 т, а общий вес постройки достигает 365 000 т.

Самым высоким строением в мире до 2008 г. было здание *Тайбэй-101*. (рис. 2.6.24.), по форме напоминающее стебель бамбука. Высота от земли до вершины здания - 508 м. Фасад башни Тайбей 101 выполнен полностью из стали и стекла.

Небоскреб *Бурдж Дубай*(рис.2.6.25.) (Объединенные Арабские Эмираты -Дубай) был построен в 2010г. с отметкой высоты 688 м. Список небоскрёбов непрерывно

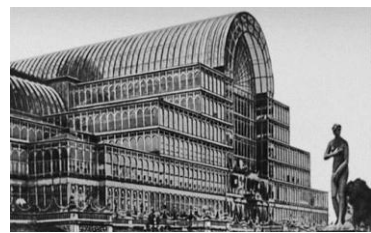
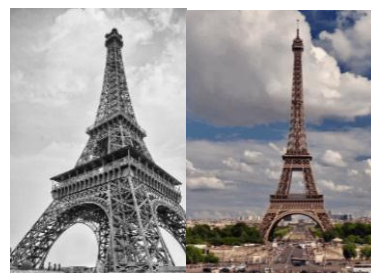


Рис.2.6.15. Хрустальный дворец, Лондон



Рис.2.6.16. Галерея машин в Париже, Франция



Эрис.2.6.17. Эйфелева башня в Париже, Франция



Рис. 2.6.18. Тауэрский мост в Лондоне, Англия



Рис.2.6.19. Бруклинский мост в Нью Йорке,США

пополняется, демонстрируя лучшие качества металлических конструкций.

Характерными чертами металлических сооружений прошедшего и настоящего времени являются изящество, оригинальность и смелость в осуществлении творческих замыслов и решений.

**Основы технологии и сырье для получения металлических материалов. Эксплуатационно-технические свойства, чугуна и стали, цветных металлов. Способы защиты металлов от коррозии и огня.**

Сырьём для получения металлических материалов и изделий являются *горные рудные породы* (рис.2.6.26.). Руда содержит различные химические соединения в том числе вредные такие как сера и фосфор, а также пустую породу. Для производства черных металлов используется (рис.2.6.28.) красный бурый железняк, магнитный, шпатовый железняк и др. Железо, как основной элемент в составе руды, широко распространен в природе, хотя в свободном состоянии встречается крайне редко. Это блестящий серебристо-белый металл пластичный, в холодном и нагретом состоянии, поддается прокатке, штамповке и другим способам механической обработки.

*Металлы делятся на черный и цветные* (рис.2.6.29.). Черные металлы представляет собой сплав железа и углерода. К черным металлам относятся чугун с содержанием углерода от 2 до 4,3% и сталь с содержанием углерода 2 %.

*Чугун* - сплав железа с углеродом (более 2 %), содержащий примеси кремния, марганца, фосфора и серы. Он обладает низкими механическими свойствами, легко отливается в изделия сложной формы. Чугуны делят по назначению на литейные (для отливки строительных деталей), переделные (для производства стали) и специальные (для добавок при производстве и литейного чугуна специального назначения) (рис.2.6.30.).

*Сталь* - сплав железа с углеродом (до 2 %) и другими элементами (рис.2.6.31.). Сталь получают из чугуна путем удаления из него части углерода и примесей.

Существуют три основных способа производства стали: конверторный, мартеновский и электроплавильный. По химическому составу стали делятся на углеродистые (спокойные, полуспокойные и кипящие, данное деление характеризует процесс застывания) и легированные (сталь



Рис.2.6.20. Мост Золотые Ворота в Сан –Франциско, США



Рис. 2.6.21. Виадук Мийо, Франция

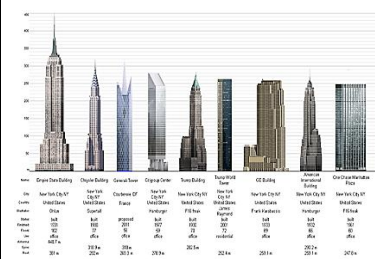


Рис.2.6.22. Небоскрёбы периода1931-1961гг



Рис.2.6.23. Эмпайр-стейт-билдинг



Рис.2.6.24. Тайбэй-101, Тайвань



Рис.2.6.25. Небоскрёб Бурдж Дубай, ОАЭ



с добавками никеля, хрома, вольфрама, молибдена, меди, алюминия).

*Легированная сталь*, благодаря содержанию легирующих элементов, обладает улучшенными свойствами: повышенной прочностью, жаростойкостью, коррозионной стойкостью и др. В строительстве сталь используют для изготовления конструкций, армирования железобетонных изделий, форм при изготовлении железобетонных изделий и т.д. По назначению стали делятся на конструкционные (для изготовления конструкции и деталей машин), специальные (характеризующейся высокой жаростойкостью и износостойкостью, коррозионной стойкостью) и инструментальные.

*Цветные металлы* - это как правило сплавы цветных металлов. Для производства цветных металлов используются бокситы, карбонатные, алюминиевые руды, и другие. К цветным металлам относятся: легкие (алюминий, магний и их сплавы); тяжелые (олово, свинец, цинк, медь и ее сплавы); редкие (титан, вольфрам, молибден, цирконий); благородные (серебро, золото, платина) металлы. Цветные металлы применяют для изготовления изделий и деталей, работающих в условиях агрессивной среды, подвергающихся трению, требующих большой теплопроводности, электропроводности и уменьшенной массы.

*Легкие сплавы на основе алюминия* (алюминиево-марганцевые, алюминиево-магниевые, алюминиево-кремнеземистые, дюралюминиевые) отличаются малой плотностью, высокой прочностью и коррозионной стойкостью, и другими свойствами.

*Алюминий* - легкий серебристый металл, имеющий самое широкое распространение в природе. Из-за высокой химической активности в свободном состоянии не встречается, содержится в бокситах, нефелинах, каолинах. Обладает высокой коррозионной стойкостью, пластичностью, легко обрабатывается.

*Алюминиевые сплавы* разделяют на группы: деформируемые, для изготовления листов, профилей, плит, труб, фольги и др., литейные для фасонных отливок и порошковые (рис.2.6.32.). В чистом виде алюминий применяют в виде алюминиевой пудры и для приготовления красок. В строительстве чаще применяют алюминиевые сплавы - силумин (сплав алюминия с



Рис.2.6.27. Metallurgical комбинат, подготовка сырья.



Рис.2.6.28. Руды черных металлов: магнитный бурый железняк, железняк красный, шпатовый железняк, железная руда, бокситы, известняк, доломит



Рис.2.6.29. Основные сплавы металлов



Рис.2.6.30. Чугун: классификация сплавов, изделия



кремнием до 14 %) и дюралюминий (сплав алюминия с медью, кремнием, марганцем, магнием и др.). Силумины обладают хорошими литейными качествами, малой усадкой, большой прочностью, твердостью при достаточно высокой пластичности. В последнее время алюминий и его сплавы применяют в качестве несущих и ограждающих конструкций большепролетных зданий и сборно-разборных конструкциях, эксплуатируемых в агрессивных средах.

*Тяжелые цветные сплавы производят на основе сплавов меди (рис.2.6.33.)* и подразделяют на латуни, бронзы и медно-никелевые сплавы. Добавляя легирующие добавки, улучшающие свойства основного состава, получают мельхиор, нейзильбер и другие.

Например, *бронзы* получают из сплава олова и меди. Бронзы отличаются высокой коррозионной стойкостью, прочностью, твердостью, хорошими литейными свойствами и применяются в изготовлении художественных изделий и реставрационных работах.

*Латунные сплавы* производят из меди и цинка. Они хорошо поддаются прокатке, штамповке, вытягиванию и используются в производстве листов для изготовления художественно-декоративных изделий.

*Медные сплавы* (рис.2.6.34.) - бронза и латунь, как и медь в чистом виде применяются в архитектурно-строительной практике как конструкционный, кровельный и декоративно-отделочный материал. Медь - металл красного цвета, обладающий высокой плотностью, теплопроводностью и стойкостью против атмосферной коррозии.

Среди других цветных сплавов, применяемых в тех или иных областях строительства можно выделить цинк и свинец, сплавы магния и титана.

*Цинк* применяют для кровельных и защитных покрытий, а свинец - для зачеканки стыков элементов конструкций, футеровки кислотостойких промышленных агрегатов.

*Сплавы магния* (в сочетании с алюминием, марганцем, цирконием и др.) характеризуются высокими значениями прочности, жаростойкостью, самыми малыми значениями плотности среди всех цветных металлов. Их целесообразно использовать в конструкциях с высокой стойкостью к вибрации, но необходимо защищать от коррозии.

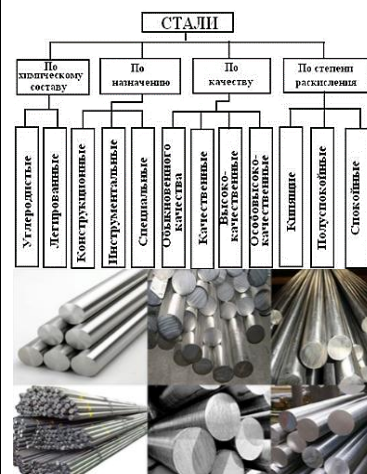


Рис.2.6.31. Стали: классификация, изделия

КЛАССИФИКАЦИЯ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

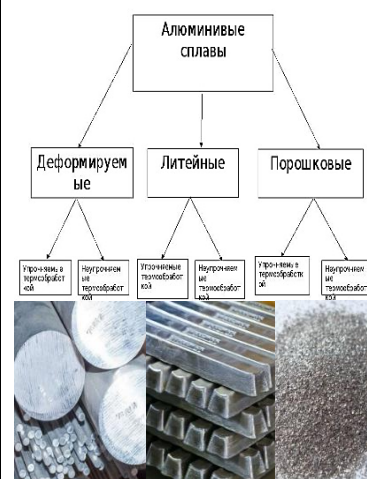


Рис.2.6.32. Алюминиевые сплавы: классификация, изделия



Рис.2.6.33. Медные сплавы: классификация, изделия

*Титан* используется в различных отраслях техники благодаря ценным свойствам: высокой коррозионной стойкости, меньшей плотности по сравнению со сталью, высокими прочностными свойствами, повышенной теплостойкостью.

Цветные тяжелые сплавы используют для архитектурных деталей санитарно-технической арматуры, легкие сплавы используют для ограждающих конструкций, оконных переплетов, для несущих конструкций таких как фермы, и др.

*Основы технологии.* Основными технологическими операциями при производстве металлических изделий и материалов является обработка сырья, дозировка, плавка, формование и улучшение декоративных и защитных свойств лицевой поверхности (рис.2.6.34.).

В процессе обработки сырья происходит дробление, промывка и обогащение железных руд.

В процессе плавки получают металлы. Для производства чугуна используются вертикальные шахты-печи, для стали используют печи кислородно-конвертерные (рис.2.6.35.), электроплавильные(рис.2.6.36.) и мартеновские(рис.2.6.37.).

Для производства цветных сплавов используют различные способы выделения чистого металла из руды: щелочным, кислотным, электротермическим, методом электролитического осаждения и рафинирования, комбинированным методом.

Формование металлов может осуществляться несколькими способами и зависит от назначения и вида сплава: литьём (для отливки специальной формы), прокатом (обжатие металла между вращающимися балками для изготовления листов, проволоки), штамповкой и прессованием (для получения рельефных облицовочных материалов и элементов оборудования), под давлением (используется для изготовления профильных материалов, труб из цветных металлов).

Существует также термическая и химическая обработка с использованием нагрева и последующего охлаждения в строго заданном режиме. Такая обработка используется для направленного изменения структуры и механических свойств металла таких как твердость, прочность, ударная вязкость, сопротивление износу.

При необходимости изменения эстетических характеристик лицевой поверхности применяют

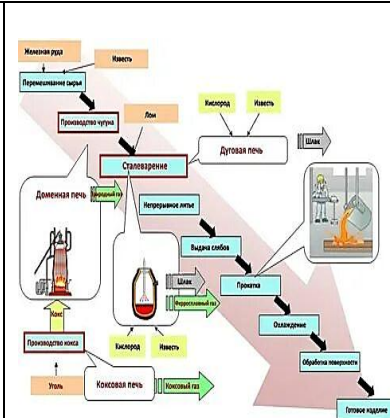


Рис.2.6.34. Технологические этапы производства металлов

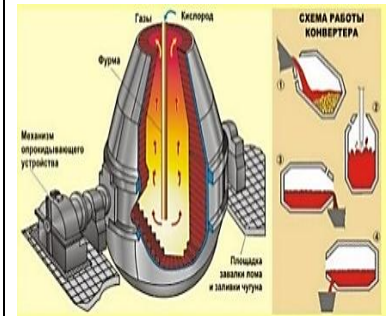


Рис.2.6.35. Схема работы кислородно-конвертерной печи

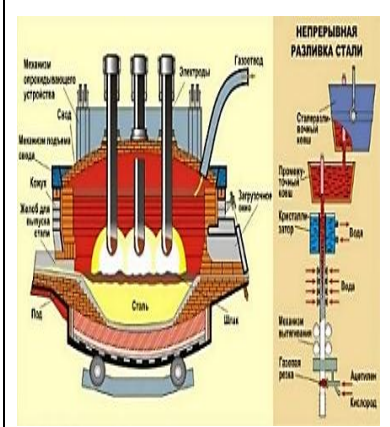


Рис.2.6.36.Схема работы электроплавильной печи

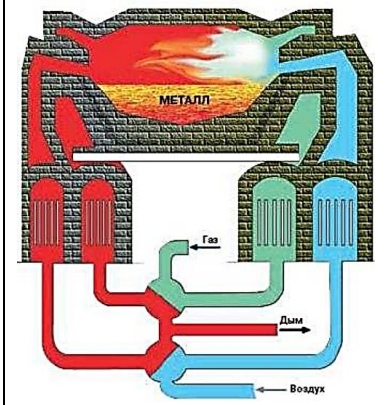


Рис.2.6.37. Схема работы мартеновской печи



механические и химические способы отделки, а также могут наноситься тонкие металлические и полимерные плёнки, лаки, краски.

Металлы и их сплавы обладают ценными свойствами, такими как прочность, твердость тепло- и электропроводность, пластичность, а также способностью работать при относительно низких и высоких температурах, стойкостью при динамических нагрузках, отсутствуют пористость, водопоглощение и гигроскопичность, и т.д. Наряду с положительными свойствами металлы обладают и существенными недостатками: имеют большую среднюю плотность, под действием различных газов, кислот и влаги разрушаются, а также подвержены электрохимической, биологической, и радиационной коррозии(рис.2.6.38.), при высоких температурах значительно деформируются(приложение таб.6)..

Большинство металлических материалов нуждаются в *мерах защиты* от коррозии(рис.2.6.39-43.). Защита основного металла и может быть выполнена металлическими и неметаллическими покрытиями.

Металлические покрытия наносят гальваническим, химическим горячим и другими способами, используя металлы, обладающие стойкостью к коррозии.

Защита не металлическими покрытиями предполагает выполнение покрытий эмалями или стеклом, создание высыхающих и не высыхающих пленок, обкладку листовыми пластиками или плитками, обмазку битумно-асбестовыми мастиками или обмотку рулонными гидроизоляционными материалами.

Существуют также и конструктивные мероприятия, в основе которых стоит исключение попадания влаги.

***Номенклатура материалов из черных и цветных металлов и их сплавов.***

Номенклатура строительных материалов из *чугуна* включает – опорные части колонн(подушки), тубинги (укрепляющие своды тоннелей), трубы, радиаторы, санитарно-технические изделия, детали оград, решёток, кронштейнов, фонарей, и др.,

Номенклатура из *стали* включает различные материалы для строительства на основе прокатной стали: стальные профили(рис.2.6.44.) с различным профилем сечения (блумс, квадратный, круглый, полосовой, треугольный, овальный, полукруглый, ромбовидный, угловой



Рис.2.6.38. Виды коррозии металлов



Рис.2.6.39. Способы защиты металлов



Рис.2.6.40. Нанесение защитной краски



Рис.2.6.41. Горячее цинкование металлических изделий



Рис.2.6.42. Битумно-полимерная изоляция труб



Рис.2.6.43. Антикоррозийная защита



неравнобокий и равнобокий, швеллер, двутавр, тавр, рельс и др.); фрагменты колонн, ферм (рис.2.6.46-47.), прогонов, арок (рис.2.6.48.), подкрановых и мостовых балок; листы, тросы, канаты, черепицу, закладные детали, декоративно-художественные изделия, оболочки, мембраны цилиндрических и шатровых покрытий и других несущих конструкций.

Материалы для строительства на основе *алюминия*: облегченные тонкостенные фасонные и другие профили (достаточно широкий сортамент наименований), листы, декоративно-художественные изделия.

Металлическая арматура в виде стержней, проволоки и канатов из углеродистых и низколегированных сталей для обычного и предварительно напряженного армирования железобетонных конструкций. Арматуру при проектировании железобетонных конструкций выбирают в зависимости от ее назначения, марки и вида бетона, свариваемости сталей, условий эксплуатации, характера нагружения и т.д.

Металлические трубы для строительства: горячекатаные бесшовные трубы (наружный диаметр 25...95 мм) и электросварные водогазопроводные трубы (внутренний диаметр от 6 до 150 мм).

Листовая сталь в виде листов и рулонов различной толщины и вида: толстую горячекатаную, тонкая горячее- и холоднокатаную, широкополочную универсальная горячекатаную с обработанными выровненными кромками, тонколистовую кровельную и оцинкованную, листовую с плоской, волнистой и рифлёной поверхностью.

**Декоративные качества и архитектурно-художественная выразительность материалов и изделий из различных видов металла.**

Эстетические характеристики металлических материалов оригинальны и регулируются в широких пределах. Цветовая палитра может обогащаться в процессе эксплуатации, например, сплав меди окисляясь воздухом приобретает цвет патины - защитной пленки.

Сам процесс коррозии металла в начальной стадии может использоваться для получения цветовых оттенков стали, после чего поверхность металла покрывают прозрачным защитным лаком(рис.2.6.49.).

Цвет стали можно менять термической обработкой поверхности, в результате чего на ней образуется пленка

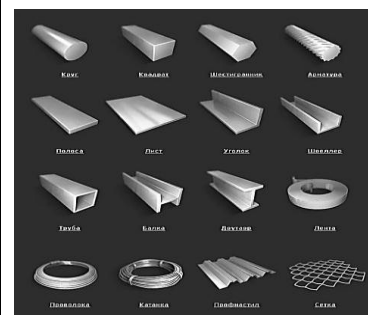


Рис.2.6.44. Металлические профили



Рис.2.6.46. Фрагменты металлоконструкции



Рис.2.6.47. Фермы металлические



Рис.2.6.48. Арочная ферма

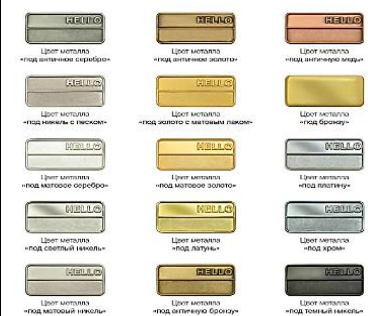


Рис.2.6.49. Цветовая палитра металла

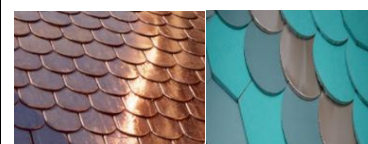


Рис.2.6.50. Естественный цвет медной черепицы и окрашенная металлочерепица

оранжевого и синеватого цвета, которая одновременно защищает металл от коррозии.

Известны способы изготовления стали золотистого и розового цвета. Используют также электрические процессы окрашивания нержавеющей стали в оранжевый, красный, голубой, синий и зеленый цвета.

Часто металлические материалы не нуждаются в отделке поверхности. С эстетической точки зрения черный цвет чугуна, темно-серый цвет стали, золотистый и зеленовато-коричневый цвет бронзы и меди, серебристо-белый цвет алюминия, как правило, отвечает эстетическим требованиям(рис.2.6.50-51.).

Защита металлических изделий лакокрасочными и металлическими (анодированием) покрытиями не только меняет цвет поверхности, но и защищает металл от коррозии. Фактуры лицевой поверхности металла могут быть рельефными, шероховатыми, гладкими, матовыми и блестящими(рис.2.6.52-54.).

**Области применения металла в современной архитектуре зданий и сооружений. Конструктивные возможности металла в архитектуре и отделке интерьеров зданий**

Современное применение металлов как конструктивного материала расширено благодаря новым технологиям и производству стали с усовершенствованными свойствами. Металлические конструкции из черных и цветных металлов широко применяют при строительстве зданий и сооружений, особенно при больших пролетах, высоте и нагрузках.

В современной архитектурно-строительной практике металлические материалы применяются для следующих основных типов конструкций зданий и сооружений:

- для сооружений с жёсткими связями (это разнообразные каркасы жилых и общественных зданий повышенной этажности 30 - 40 этажей и более, большепролетные покрытия, мосты и путепроводы, радио и телебашни) (рис.2.6.55.);

- для подвесных систем (рис.2.6.56.) (различные типы висящих мостов: кабельные, вантовые, мосты с одним опорным пилоном и др.), консольно-подвесные большепролетные покрытия и конструкции(рис.2.6.57.);

- для большепролетных конструкций с растянутыми ограждающими поверхностями (криволинейные ограждающие поверхности над сооружениями,

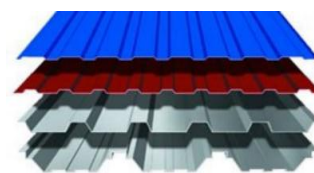


Рис.2.6.51. Наносной цвет металлопрофилированного листа

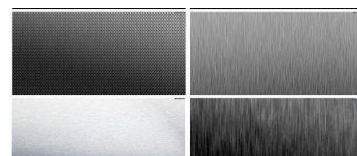
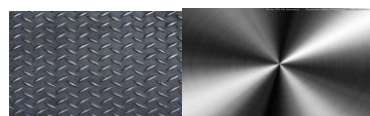


Рис.2.6.52. Шероховатые фактуры



Орис.2.6.53. Фактура металла: организованная рельефная, гладкая



Рис.2.6.54. Неорганизованная фактура поверхности металлов

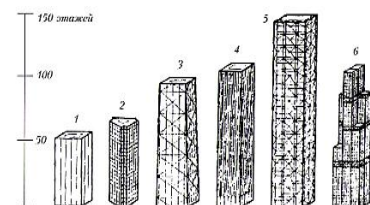


Рис.2.6.55. Принципиальные схемы каркасов высотных зданий

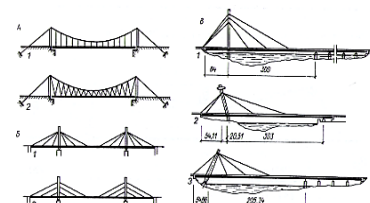


Рис.2.6.56. Схемы висячих мостов

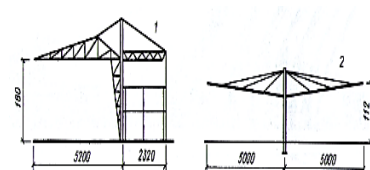


Рис.2.6.57. Консольно-подвесные конструкции

перекрестные тросовые системы (поверхности двоякой кривизны, отрицательной кривизны, гиперболического параболоида и другие), мембранные поверхности (совмещающие несущие и ограждающие функции); тентовые конструкции (мягкие оболочки из однослойной или двухслойной металлической ячеистой сетки с рёбрами оболочки из стальных тросов) (рис.2.6.58.);

- для динамических архитектурных форм (трансформирующихся конструкций);
- для кровельных стеновых ограждений промышленных жилых и гражданских зданий, оконных переплетов, дверных конструкций, сборно-разборных перегородок, - для подвесных потолков, для отделки стен(рис.2.6.59-60.);
- для ограждения лестничных маршей, декоративных решеток, светильников, санитарно-технических изделий, кухонного оборудования и фурнитуры.

Широкое распространение металлоконструкций, занявших одно из ведущих мест в архитектурно-строительной практике среди других конструкционных материалов в строительстве, обуславливается их высокой прочностью, надёжностью, индустриальностью и скоростью монтажа.

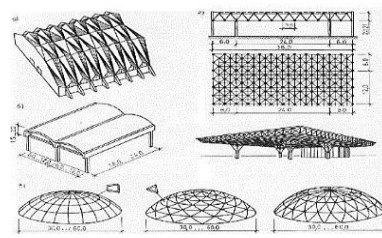


Рис.2.6.58. Большепролетные конструкции



Рис.2.6.59. Перфорированные металлические панели в решении фасадов



Рис.2.6.60. Здание Музея музыки и научной фантастики в Сиэтле. Френка Гэри, 2004, США

## 2.7. Полимерные материалы и изделия

### Учебное содержание темы

**Определение, исторические сведения применения полимерных материалов в архитектуре.**

**Основы производства полимерных материалов. Природные и искусственные полимеры, эксплуатационно-технические свойства.**

**Номенклатура полимерных материалов: рулонные для кровли и напольных покрытий, пленочные, гидроизоляционные, ковровые; материалы для обработки стыков и швов, для монтажа скрытой проводки, для крепления материалов различного назначения, герметики; декоративные листовые и плитные материалы для стен и пола, тепло-звуко-изоляционные, стеклопластики, стеклотекстолиты, стекловолокна, бумажно-слоистые пластики и др.; лакокрасочные материалы на различной полимерной основе для декоративной и защитной функции; монолитные материалы ( полимер-бетоны и полимер-цементы, мастики); санитарно-техническое оборудование и трубы.**

**Декоративные качества полимерных материалов.**



**Области применения полимеров в современной архитектуре и отделке интерьеров зданий. Материалы для несущих и ограждающих конструкций. Полимерные материалы для светопрозрачных ограждений. Экологические характеристики полимерных материалов.**

**Основные понятия**

**Полимеры** – это высокомолекулярные соединения (смолы) молекулы которых состоят из многократно повторяющихся структурных звеньев, по происхождению полимеры подразделяют на природные и искусственные (синтетические).

**Теоретический материал**

**Определение, исторические сведения применения полимерных материалов в архитектуре.**

Природные полимеры известны с давних времен, на протяжении многих тысяч лет они обеспечивают человека пищей, одеждой, теплом, кровом. Дерево относится к природным полимерам, поскольку состоит из высокомолекулярных соединений углерода водорода и кислорода, как и другие растительные волокна.

Природными полимерами являются белки, нуклеиновые кислоты и некоторые другие соединения. Для изготовления строительных материалов использовали битумы и дегти. За вязкость и водонепроницаемость его часто называют «земляной смолой», а его доступность и прочность, позволяли использовать в строительстве сооружений, как герметик. Существует гипотеза, что *Висячие сады Семирамиды* (рис.2.7.1.) - каскад многоуровневых садов с деревьями и кустарниками к западу от Евфрата, предположительно построенный за несколько столетий до нашей эры - были созданы с применением битума. В одном из греческих отчётов говорится, что сад опирался на своды из кирпича и битума.

Начало промышленного производства полимерных материалов относится к 1862 г., когда на Всемирной выставке в Лондоне специалист по художественной обработке металла А. Паркс продемонстрировал новый синтетический материал для формования декоративных элементов. В 1870 г. печатник Дж. Хайэт предложил в качестве заменителя слоновой кости для бильярдных шаров разработанный им целлулоид. Однако многие полимерные материалы были открыты задолго до этого: стирол – в 1831 г., меламин – в 1834 г., винилхлорид – в 1835 г., полиэфир - в 1847 г. и т.д. Но ни один из них не был внедрен раньше XX столетия.

Первые искусственные полимеры для производства строительных материалов стали получать со второй

**Иллюстративный материал**

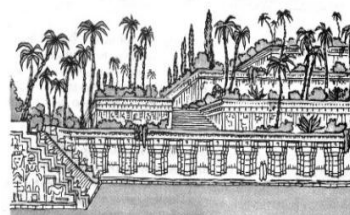


Рис.2.7.1. Сады Семирамиды

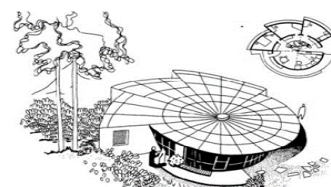


Рис.2.7.2. «Дом-улитка» из стеклопластика, Франция 1957г.

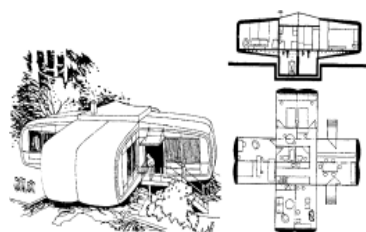


Рис.2.7.3. «Дом будущего», США, 1956г



Рис.2.7.4. Первый дом «Futuro» построен на берегу озера в Финляндии, 1968г.

половине 19-го века на основе различных видов сырья - каменного угля, нефтепродуктов, природного газа и др., путём переработки его на химических предприятиях методами полимеризации и поликонденсации. В США в 1907 г. организовано промышленное производство пластмасс.

Первые дома из пластмасс появились в конце 20-х в начале 30-х годов XX века в США. «Винилайт-хаус», представленный на Чикагской выставке 1933г., имел панели из поливинилхлорида толщиной 5см, размером 240\*70 см и полы из поливинилхлоридных плит.

Заметный количественный и качественный рост производства пластмасс отмечается в 1935-м году, когда был изобретен самый прочный материал на основе полимеров - стеклопластик.

В середине 50-х гг. в США, Японии, Великобритании, Франции, Швейцарии освоено выпуск каркасных зданий с панелями из пластмассы. Формообразующие возможности панелей были показаны при строительстве «Дома-улитки» (рис.2.7.2.) во Франции и «Дома будущего» в США, «Дома будущего» в Финляндии.

«Дом будущего» в США был предложен в ходе технологических экспериментов лаборатории Monsanto в 1954 г. мае и задумывался как «скачок в будущее», проект пластмассового дома (рис.2.7.3.), был использован как способ донести до общественности, что из пластика можно строить. Архитекторы Марвин Гуди и Ричард Гамильтон, решили в проекте отойти от привычных для того времени форм - виниловых панелей и колонн из стекловолокна. Они использовали пластик, который был дешевле стали, проще в формовке, не нуждался в обслуживании, мог противостоять коррозии и быть любого цвета.

«Дом будущего» Матти Сууронена из Финляндии в конце 1960-х гг. имел форму летающей тарелки(рис.2.7.4-8.), которая оказалась заманчивой диковинкой в лучших традициях эстетики атомного века. Дом был выполнен из пластика, по типу «конструктора» и состоял из 16 панелей и 16 окон, который можно было собрать за пару дней.

В отечественной архитектурно-строительной практике вопросами поиска формы жилища на основе применения материалов из полимеров занимались архитекторы А.Буров, Б.Иофан, В.Мунц, А.Криппа и другие. Уже к началу 1961 г. архитектор А. П. Щербенок и инженер Л. Г. Левинский разработали инновационный проект. Это был

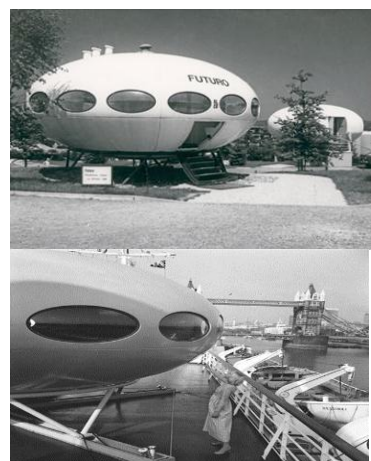


Рис.2.7.5. «Futuro» - на выставке Finnfocus в Лондоне

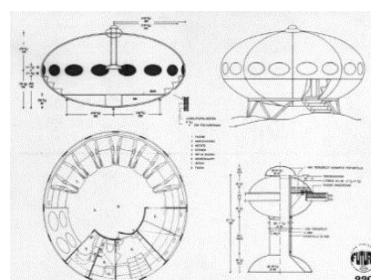


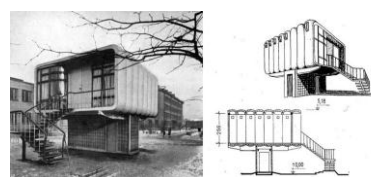
Рис.2.7.6. «Дом будущего» (Futuro) проект финского архитектора Матти Сууронен



Рис.2.7.7. Первый модульный дом теперь находится в музее Бойманса в Роттердаме



Рис.2.7.8. Нью-Джерси, США, 1972г.





небольшой коттедж, основным строительным материалом которого была выбрана пластмасса. Он устанавливался на бетонном каркасе цокольного этажа, где были спрятаны инженерные коммуникации. Дом располагался в Ленинграде, по ул. Торжковской (рис.2.7.9.).

. Большинство проектов в продолжении поиска «дома будущего», так и остались причудливыми фантазиями (рис.2.7.10.).

В те же 50-е в Париже было построено многоэтажное административное здание с наружными стенами из стеклопластика, в США строились бескаркасные дома с несущими стенами из пластмассы - эти постройки демонстрировали не только широкие технические, но и формообразующие возможности новых материалов и прежде всего конструкционных стеклопластиков. Они отличались высокой прочностью, малой плотностью, возможностью создавать пластические формы.

В последующие годы в ряде стран проектировались и изготавливались дома контейнерного и передвижного типа, в которых широко использовались полимерные и композиционные материалы, алюминиевые сплавы (рис.2.7.11.). Компактность и легкость таких конструкций позволяли осуществить их доставку в районы Крайнего Севера, использовать для экстренного расселения в районах стихийных бедствий и др.

**Основы производства полимерных материалов. Природные и искусственные полимеры, эксплуатационно-технические свойства.**

Основными сырьевыми компонентами для производства пластмасс являются полимеры и компоненты, обеспечивающие улучшение не только свойств конечного материала, но и процесса их формирования. В зависимости, от способа получения искусственные полимеры разделяет на две группы полимеризационные и поликонденсационные.

В результате реакции *полимеризации* происходит процесс соединения молекул низкомолекулярного вещества (мономера) без изменения его химического состава и выделения побочных продуктов. Для строительных пластмасс используют следующие полимеризационные полимеры: поливинилхлорид, полистирол, полиэтилен, полиакрилат, синтетические каучуки (рис.2.7.12.).

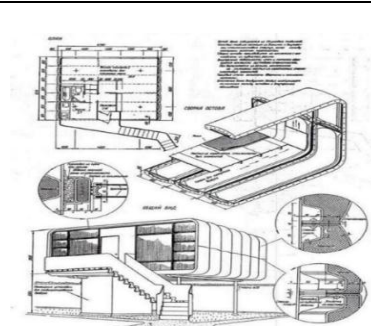


Рис.2.7.9. Проект дома А. П. Щербенок, Ленинград, 1961г.

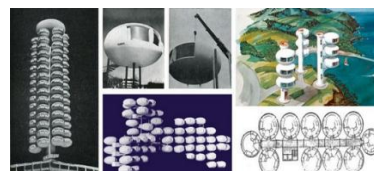


Рис.2.7.10. «Дома будущего» середины 50-х.



Рис.2.7.11. Дома контейнерного и передвижного типа.

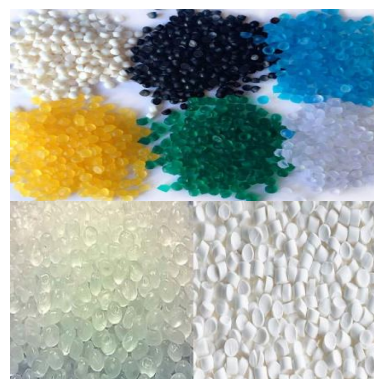


Рис.2.7.12. Полиэтилен и поливинилхлорид



В результате реакции *поликонденсации* образуются высокомолекулярные соединения с выделением побочных продуктов, а химический состав таких полимеров отличается от исходных продуктов. Для производства материалов (рис.2.7.13-19.) применяют следующие поликонденсационные полимеры: фенолоальдегидные, карбамидно- и меламиноформальдегидные полимеры, полиэфиры, полиуретаны, эпоксидные полимеры, кремнийорганические полимеры.

Дополнительными компонентами для производства полимерных материалов являются: пластификаторы, наполнители, катализаторы, стабилизаторы, красители и другие. Кроме перечисленных сырьевых компонентов используются антипирены, антистатика, отвердители, а при производстве газонаполненных пластмасс используют порообразователи.

*Наполнители* (органические - древесная мука, шпон, стружка, опилки, бумага; неорганические - кварцевая мука, каолин, тальк; волокнистые - асбест, стекловолокно, стеклоткань), которые способствуют уменьшению расхода связующего, снижению стоимости самих пластмасс, предотвращению усадки при отвердевании, повышению механической прочности. Однако, некоторые пластмассы (например, полиэтилен, оргстекло, полистирол) состоят только из синтетической смолы без наполнителя.

*Пластификаторы* (трибутилфосфат, трикрезилфосфат и др.), снижают хрупкость, увеличивают гибкость, эластичность и относительное удлинение.

*Стабилизаторы*, способствуют сохранению физико-механических свойств пластмасс во времени и снижающие скорость деструктивных процессов

*Пигменты* (органические - нигрозин; минеральные - охра, сурик, ультрамарин, белила), применяют для окрашивания пластмасс.

*Порообразователи* служат для получения газонаполненных пластмасс.

*Антипирены* повышают стойкость против возгорания.

*Антистатика* (сажа, графит, порошки металлов) уменьшают электризацию полимерных материалов в процессе их переработки и эксплуатации.

*Отвердители* ускоряют процессы отвердевания полимеров и образования пространственной трехмерной структуры.

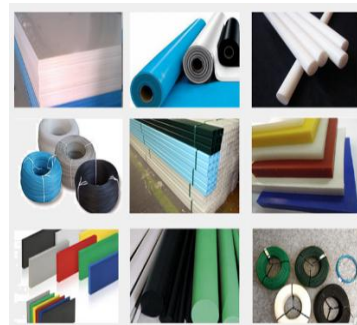


Рис.2.7.13. Продукция из ПВХ

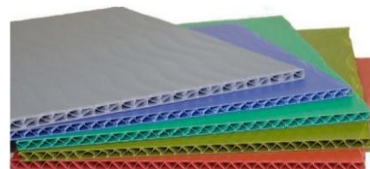


Рис.2.7.14. Сотовый полипропилен



Рис.2.7.15. Террасная доска



Рис.2.7.16. Стеклопластиковый композитный поручень

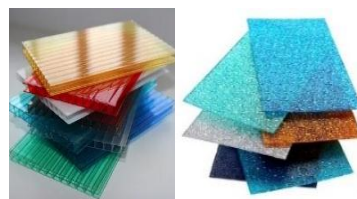


Рис.2.7.17. Сотовый поликарбонат



Рис.2.7.18. Строительные пластмассы

*Основные технологические операции* при производстве полимерных материалов следующие: дозирование, перемешивание, формование, отделка лицевой поверхности. Последние могут выполняться весьма разнообразными способами.

*Формование* пластмасс осуществляется – экструзионным способом, литьём под давлением, вакуум-формованием, каландрированием, прессованием.

*Отделка лицевой поверхности* полимерных материалов может выполняться различными способами, среди которых окрашивание (объемное и поверхностное), печатание, тиснение, аппликация, декалькомания, металлизация. Из перечисленных, на практике часто используют объемное окрашивание и печатание на лицевой поверхности тонких рулонных материалов (пленок). Большое количество современных строительных пластмасс имеют после формования готовую лицевую поверхность.

*Природные и искусственные полимеры.* Природные полимеры – это высокомолекулярное соединение углерода водорода и кислорода –к ним относятся битум, каучук, древесина, также волокна хлопка и джута, шелка и шерсти . При производстве искусственных полимеров методами полимеризации и поликонденсации для изготовления строительных материалов и изделий, используют различные виды сырья, такие как каменный уголь, нефтепродукты, газ и др.

....*Эксплуатационно-технические свойства* полимеров получаемые в результате полимеризации и поликонденсации зависят от исходного сырья, условий полимеризации, применяемых катализаторов и других факторов (приложение таб.7). Полимеры получаемые в результате реакции полимеризации: полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, полистирол, полиакрилаты, полиизобутилен и другие- являются термопластичными и способны размягчаться и приобретать пластичность при нагревании, а при охлаждении отвердевать. Чем выше температура, тем выше степень размягчения. Многократное нагревание не изменяет свойства термопластов.

Полимеры, получаемые поликонденсацией: полиэфиры, полиамиды, феноло-формальдегидные, мочевино-формальдегидные смолы, некоторые кремний-органические полимеры – обладают термо-реактивностью



Рис.2.7.19. Сетки ПВХ



Рис.2.7.20. Гидроизоляционные кровельные материалы



Рис.2.7.21. Полимерные мембраны для кровли



Рис.2.7.22. Кровельный «шифер»



Рис.2.7.23. Пластиковая черепица



Рис.2.7.24. Пуретановая черепица



Рис.2.7.25. Линолеумы на тканевой, вспененной, войлочной



и при нагревании переходят из расплавленного состояния в твёрдое, нерастворимое состояние. Таким образом теряя термопластичность они приобретают теплостойкость, химическую стойкость, твёрдость, жесткость и др.

### ***Номенклатура полимерных материалов.***

Обширная группа полимерных строительных материалов и изделий насчитывает значительное число наименований и находит применение во всех областях строительства.

Полимеризационные полимеры применяются для производства материалов покрытия полов, отделочных и гидроизоляционных плёнок, облицовочных листовых и плитных материалов, светопрозрачных материалов, красок, синтетических волокон и др.

Поликонденсационные применяют в производстве конструкционных и облицовочных материалов (стеклопластиков, бумажно-слоистых пластиков), эффективных теплоизоляционных материалов, для устройства монолитных покрытий полов и др.

Различают рулонные, погонажные, листовые и плитные, монолитные, мастичные и жидкотекучие лакокрасочные материалы.

*Рулонные материалы* для кровли и напольных покрытий, пленочные, гидроизоляционные, ковровые и другие выпускают в виде рулонов различной ширины, площадью покрытия и назначения

*Кровельные материалы* на основе битумов и дёгтей, такие как, пергамин, рубероид, стеклорубероид, фольгорубероид, гидроизол, стеклоизол, изол, гидробутил, толь - широко применяются в строительстве, а также к ним относятся рулонные наплавливаемые материалы, отличающиеся повышенной индустриальной готовностью - монобитэп, наплавливаемый рубероид, фольгобитэп и др. (рис.2.7.21-24.). Используемые синтетические полимеры, резиновые компоненты, антисептики и минеральные наполнители улучшают эксплуатационно-технические свойства и повышают долговечность кровельных и гидроизоляционных битумных материалов.

*Материалы для полов.* Полимерные составы применяются для изготовления линолеумов, которые выпускают безосновный и на теплоизоляционной основе (тканевой, войлочной, вспененной), изготавливают с гладкой и рельефной поверхностью, различных цветовых оттенков.



Рис.2.7.26. Линолеум с фактурной поверхностью



Рис.2.7.27. ПВХ профили



Рис.2.7.28. Плинтусы ПВХ



Рис.2.7.29. Порожки ПВХ



Рис.2.7.30. Жалюзи пластиковые



Рис.2.7.31. ПВХ панели для отделки стен



Он обладает стойкостью к истиранию, декоративностью, биостойкостью и служит 20...25 лет (рис.2.7.25-26.) .

*Погонажные материалы* для обработки стыков и швов, для монтажа скрытой проводки, для крепления материалов различного назначения, герметики изготавливают методом экструзии, и могут быть длиномерными, цветными, гибкими, эластичными, полужесткими и жесткими в виде элементов различного назначения с постоянным по всей длине профилем сечения. Погонажные материалы на поливинилхлоридной основе - это вспомогательные профили для крепления наличников, прокладки для стеклопакетов, плинтусы, порожки, солнцезащитные жалюзи и др. (рис.2.7.27-30.). Герметики на основе резиновых смесей изготавливают в виде пористых или пустотелых жгутов, эти материалы обеспечивают влагу и воздухопроницаемость стыковых конструкций и деталей.

*Листовые и плитные материалы* применяются в качестве конструкционных, конструкционно-отделочных и отделочных, теплоизоляционных и, реже, кровельных материалов – это декоративные листовые и плитные материалы для стен и пола, тепло-звуко-изоляционные, стеклопластики, стеклотекстолиты, стекловолокна, бумажно-слоистые пластики и др. (рис.2.7.31.).

*Стеклопластики* – композиционные материалы, изготавливаемые из стеклянных волокон или тканей, связанных полимером (эпоксидные, фенольные, полиэфирные и другие смолы). Выпускают следующие разновидности стеклопластиков: на основе ориентированных волокон, на основе нитей, на основе рубленых волокон и на основе тканей или матов. Эти материалы обладают большой прочностью, легкостью, низкой теплопроводностью, химической стойкостью и используются для строительных конструкций, емкостей и труб, соприкасающихся с агрессивной средой.

*Сверхтвердые древесностружечные плитки* из полиметилметакрилата, полипропилена, стеклопластиков. Эти изделия дешевле фаянсовых или чугунных, отличаются малой массой, высокой коррозионной стойкостью.

*Бумажнослоистые пластики* – изготавливают из нескольких слоев специальной бумаги, пропитанных полимером. Пластик выпускают в виде листов длиной 1...3 м, шириной 0,6...1,0 м, толщиной 1...5 мм с



Рис.2.7.32. Оргстекло цветное

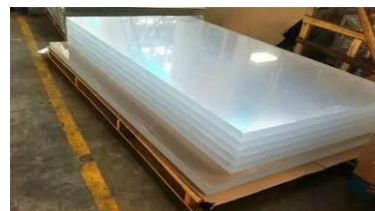


Рис.2.7.33. Оргстекло прозрачное листовое



Рис.2.7.34. Примеры наливных полов в интерьере



Рис.2.7.35. Широкая палитра красок на полимерной основе

разнообразными рисунками. Изделия хорошо пилятся, сверлятся и фрезеруются.

*Оргстекло* (полиметилметакрилат) почти полностью прозрачно (90 %), пропускает ультрафиолетовое излучение (75 %, обычное силикатное стекло – только 0,6 %), по сравнению с обычным стеклом обладает меньшей хрупкостью, лучшей обрабатываемостью. Изготавливается в виде прозрачных листов длиной до 1,5 м, шириной от 400 до 600 мм при толщине 0,8...24 мм. Применяется оргстекло в светопрозрачных покрытиях и стенах теплиц, карнизов, оранжерей, в световых фонарях и др. В последнее время на основе полимерных материалов изготавливают целые строительные конструкции и оболочки (рис. 2.7.32-33).

*Монолитные материалы* (полимербетоны и полимерцементы, мастики) используют для устройства различных монолитных покрытий, в том числе полов. Композицию на основе полиуретана в жидком виде, способную вспениться, применяют для теплоизоляции ограждающих конструкций.

*Полимербетоны* – композиционные материалы, в которых заполнителем является кварцевый песок, щебень из базальта и гранита, бой кислотоупорного кирпича, кокс, антрацит, графит, а роль связующего выполняют различные полимеры (полиэфирные, эпоксидные, фурановые и др.). Для уменьшения хрупкости полимербетона применяют волокнистые наполнители: асбест, стекловолокно. Полимербетоны обладают химической стойкостью, высокими прочностными показателями. Их применяют для химически стойких конструкций, износостойких покрытий, а также для ремонта железобетонных конструкций, так как полимербетон обладает хорошей адгезией. Полимербетонные наливные полы получают смешением связующего (полимер + пластификаторы, отвердители, стабилизаторы и др.) с порошкообразным наполнителем и заполнителем (песок, щебень или гравий). Применяют также составы на основе водоразбавляемой поливинилацетатной эмульсии. Наливные полы обладают химической стойкостью и способны выдерживать тяжелые нагрузки (рис.2.7.34.).

*Бетонополимеры* – затвердевшие бетоны, пропитанные полимером. В результате прочность бетонополимера на



Рис.2.7.36. Пластиковые канализационные трубы



Рис.2.7.37. Трубы из поливинилхлорида



Рис.2.7.38. Мойки для посуды из композита



Рис.2.7.39. Раковина из стеклопластика



Рис.2.7.40. Раковина из эпоксидной смолы





сжатие увеличивается в 2...10 раз, на растяжение – в 3...10 раз по сравнению с исходным бетоном.

*Мастики и клеи* – высоковязкие полимерные композиции, способные склеивать различные материалы, покрывать поверхность конструкции довольно толстым слоем для предохранения их от коррозии, заполнять щели, пустоты, отверстия для получения гладкой поверхности или обеспечения герметичности. Различают гидроизоляционные (битумно-полимерные, полиэтиленобитумные, эпоксидно-битумные) и герметизирующие. Полимерные клеи изготавливают из различных полимерных смол, каучуков и производных целлюлозы. Для регулирования свойств в клеи вводят растворители, наполнители, пластификаторы, отвердители. Полимерные клеи обладают хорошей адгезией и водостойкостью. С их помощью можно склеивать древесину, пластмассу, металлы, керамику, стекло, природные и искусственные камни. Широко применяются полимерные клеи для ремонта железобетонных конструкций.

*Лакокрасочные материалы* на различной полимерной основе для декоративной и защитной функции различают на лаки, синтетические лаки, масляно-смоляные лаки, нитролаки, спиртовые лаки, битумные лаки, битумно-масляные лаки, краски (водо-разбавляемые и водонеразбавляемые), поливинилацетатные краски, акрилатные краски, полимерцементные краски, эмалевые краски, масляные краски, каучуковые краски (рис.2.7.35.).

*Санитарно-технические и пластиковые трубы*, получаемые из поливинилхлорида, полиэтилена и полипропилена экструзивным способом, прессованием, сваркой или склеиванием листовых заготовок очень быстро и надолго вошли в строительную практику. Такие трубы в 3...6 раз легче стальных и чугунных, обладают высокой коррозионной стойкостью, легко пилятся, сверлятся. Их используют при сооружении канализационных и водопроводных сетей, вентиляционных каналов. Стеклопластиковые трубы (рис.2.7.36-37.) изготавливают из полиэфирных полимеров, стекложгута, стеклоткани центробежным методом. Стеклопластиковые трубы значительно прочнее других полимерных труб, они выдерживают температуру до 150 тепла.



Рис.2.7.41. Исследовательская медицинская лаборатория в Гронингене



Рис.2.7.42. Пневмо-конструкция павильона зоны празднования в Онтарио, Торонто, Канада(2015г.), архитектор Харири Понтарини



Рис.2.7.43 Центр новых технологий и инноваций Аризонского университета, Скоттсдейл, США (2007-2009гг.)



Рис.2.7.44. Арт-центр Дадонг, Гаосюн, Тайвань, Архитекторы МАЮ (2012г)



*Санитарно-технические изделия* в виде ванн, моек, раковин, сифонов, смывных бочков, смесителей и др. изготавливают из полиметилметакрилата, полипропилена, стеклопластиков. Эти изделия дешевле фаянсовых или чугунных, отличаются малой массой, высокой коррозионной стойкостью (рис.2.7.38-40.).

#### ***Декоративные качества полимерных материалов.***

Декоративные качества их весьма разнообразны (рис.2.7.41.). Пластмассы весьма могут обладать практически неограниченной цветовой гаммой, включающей самые насыщенные тона, быть одноцветной и полихромной. Пластмассы предоставляют возможность имитации фактуры и рисунка любого материала, в том числе природных материалов. Эстетические характеристики пластмасс сочетают в отделке с другими отделочными материалами. Качество отделки пластмасс оценивают визуально, обращая внимание на возможные дефекты лицевой поверхности, а также с помощью измерительных инструментов и специальных приспособлений.

При отделке печатью возможны непропечатки в отдельных местах оттиска, нечеткое изображение или пятна на пробельных местах, затекание краски по контуру элементов оттиска и т.д.

Отделка тиснением предполагает четкость краев изображения, достаточную адгезию переводной фольги.

Возможные дефекты аппликации – отслаивания, вздутия, растрескивание.

В зависимости от внешнего вида лакокрасочного покрытия определяют его устойчивость эксплуатации в атмосферных условиях по пятибалльной шкале. Оценка возможных дефектов внешнего вида и размеров материалов на основе полимеров предусматривает учет их размеров и возможных дефектов и производят визуально или с помощью измерительных инструментов.

Внешний вид пластмасс с учетом цветоустойчивости отделки, равномерности окраски и светлоты. основывается на соответствующих измерениях при определении координат образцов-талонов и испытываемых образцов. При оценке цветоустойчивости устанавливают световые различия между образцами до и после светового облучения, при оценке равномерности краски учитывают различия между участками материала или изделия.



Рис.2.7.45. Вентфасады HPL панели в зданиях различного назначения



Рис.2.7.46. Мобильный арт-павильон Chanel Гонконг, 2008г.

Светлота оценивается коэффициентом отражения. Для указанных определений используют компараторы цвета.

При оценке внешнего вида полимерных лакокрасочных покрытий после сравнительно длительной эксплуатации в атмосферных условиях фиксируют следующие возможные виды разрушений: потерю блеска, изменение цвета, белесоватость, загрязнения, выветривания, растрескивание, отслаивание, пузыри и так далее.

#### **Области применения полимеров.**

Материалы из полимеров получили большое распространение в современной архитектуре и отделке интерьеров зданий благодаря прочности, огнестойкости, стойкости к атмосферным воздействиям и агрессивным средам.

В качестве конструкционных и конструкционно-отделанных материалов полимеры используются для несущих и ограждающих элементов основных типов конструкций: в линейно-плоскостных, жестких пространственных покрытиях, пневматических (рис.2.7.42.), сооружениях и тентовых покрытиях конструкций зданий(рис.2.7.43-44.), в стеновых панелях.

Применение в ограждающих конструкциях малоэтажных зданий в конструкции фасадов из пластмассовых панелей позволяет строить бескаркасные здания, при этом прочность конструкции обеспечивается внутренним каркасом самих панелей.

Панели, предназначенные для отделки фасадов зданий, имеют богатую цветовую палитру и рисунок, и применяются с системой вентилируемого фасада. Например, HPL-панели (high pressure laminate, что означает «ламинация при высоком давлении») - это плиты, созданные из спрессованных древесных волокон и термореактивных смол, с последующей ламинацией декоративного покрытия (рис.2.7.45.).

Панели пространственного типа (складчатые, многогранные, оболочковые, мембранные) могут быть значительных размеров.

Примером применения в отделке фасада стеклопластиковых панелей является здание Захи Хадид. В 2008 году по ее проекту был сооружен передвижной павильон для выставок современного искусства *Chanel Contemporary Art Container*. На его отделку ушло 400 стеклопластиковых панелей, каждая со своей уникальной геометрией. Многие из них имеют двойную изогнутость,



Рис.2.7.47. Центр движения и танцев Laban в Депфорд-Крик, Лондон,2002г.



Рис.2.7.48. Проект «Эдем», Великобритания





быстро переходя от выпуклой части к вогнутой (рис.2.7.46.).

Здание *Центра движения и танцев Laban* в Депфорд-Крик, Лондон (архитекторы Herzog & de Meuron, Jacques Herzog, Pierre De Meuron) отличается эффектными фасадами (рис.2.7.47.). С помощью разноцветных поликарбонатных панелей, фасады не сохраняют постоянный цвет, а меняют его в зависимости от уровня солнечного света, становясь светло-зелёными, бирюзовыми, жёлтыми и пурпурными. Применение панелей служит защитой от солнечных бликов и способствуют экономии энергии.

Стремление применить строительные пластмассы для жестких пространственных покрытия связано с возможностью свести к минимуму массу конструкции. Проект «Эдем» (ботанический сад, год строительства 1998-2001 годы) в графстве Корнуолл в Великобритании, представляет оранжерею, состоящую из нескольких геодезических куполов (рис.2.7.48.). Купола изготовлены из сотен шестиугольников и нескольких пятиугольников, соединяющих всю конструкцию. Каждый из шести- и пятиугольников изготовлен из прочного светопрозрачного пластика.

Весьма многочисленны примеры применения в современной архитектурно-строительной практике отделочных материалов на основе полимеров: рулонных, листовых и плиточных, монолитных, погонажных материалов

Пленки для внутренней отделки выпускают поливинилхлоридные, полиэтиленовые, полиэфирные, меламиновые. Декоративные пленки из мягкого поливинилхлорида устойчивы к истиранию, не царапаются, не подвержены действию влаги, трудно загораются и технологичны при использовании.

Для покрытия полов в зданиях различного функционального назначения широко применяют линолеумы и ковровые покрытия. При выборе соответствующих материалов многие архитекторы и дизайнеры считают, что полы, особенно в коридоре и холлах, должны быть спокойного цвета и рисунка, нескользкие, эластичные, не требующие трудоемкого ухода (рис.2.7.49.).

Индустриализация работ по устройству полов в ряде общественных и промышленных зданий достигается при



Рис. 2.7.49. Примеры применения линолеума и ковровых покрытий в интерьерах общественных зданий





широком внедрении монолитных покрытий на основе эпоксидных, полиуретановых и полиэфирных полимеров заводского изготовления; пропитанных полимерными составами; эластичных мастик на основе полиуретанов (рис.2.7.50.). Снижение трудозатрат по сравнению с традиционными покрытиями полов (цементными, бетонными и асфальтовыми материалами) достигается также при использовании сборных плит из полимерцементных бетонов, армированных полимеррастворов и полимербетонов.

Эффективность многих современных несущих конструкций связана с применением полимерных материалов специального назначения - тепло- и гидроизоляционных, герметизирующих, звукопоглощающих.



Рис.2.7.50. Примеры монолитных покрытий в зданиях различного назначения

## Приложение. СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ

Таблица 1. Свойства древесины

Древесные породы	Свойства								
	Плотность кг/м <sup>3</sup>	Предел прочности				Торцовая твёрдость МПа	Ударная вязкость кДж/м <sup>2</sup>	Теплопроводность $\lambda$ , Вт/м·°С (вдоль волокон)	Средняя влажность %
		Сжатие	Статический изгиб	Скалывание вдоль волокон					
радиальное	тангенциальное								
<b>Хвойные</b>									
Лиственница	660	65	110	10	9	45	50	0,13	92
Ель	450	45	80	7	7	25	40	0,11	81
Сосна	500	48	85	8	7	30	40	0,15	88
<b>Твердолиственные</b>									
Ясень	680	59	127	14	13	80	90	0,193	38
Дуб	690	58	105	10	12	65	80	0,2	70
Бук	670	56	109	12	14	61	80	0,197	64
<b>Мягколиственные</b>									
Берёза	630	55	110	9	11	45	90	0,15	78
Осина	495	40	75	6	9	25	85	0,18	90

**Таблица 2. Свойства природного камня**

Порода природного камня	Свойства					
	Плотность г/см <sup>3</sup>	Пористость, %	Прочность на сжатие, МПа	Теплопроводность, (Вт/м К)	Кислотность	Цвет
Гранит	2,63-2,75	0,1-1,0	100-250	2,0-4,0	Высокая	Серый, розовый, черный
Мрамор	2,5-2,9	0,2-0,7	70-200	1,5-3,0	Умеренная	Белый, зеленый, розовый
Песчаник	2,0-2,25	5-30	30-80	1,0-2,0	Низкая	Желтый, красный, серый
Известняк	2,3-2,7	10-15	10-40	1,5-3,0	Низкая	Серый, бежевый, белый
Сланец	2,7-2,8	0,5-1,0	30-60	1,6-3,4	Высокая	Черный, белый, зеленой
Базальт	2,8-3,0	0,5-2,0	100-400	1,2-2,5	Высокая	Черный, темно-серый



**Таблица 3. Свойства керамики**

Виды керамики	Свойства					
	Пористость, %	Прочность, МПа	Плотность, г/см <sup>3</sup>	термостойкость	Химическая стойкость	Электрические свойства
Грубая керамика	Высокая 10-45%	Низкая прочность при сжатии 10-30 МПа	1,5-2,5	Хорошая, выдерживает температуры до 1000°С	Устойчива к агрессивным хим. веществам, но менее устойчива к кислотам	Проводит электричество с необходимыми добавками или при повышенной температуре
Тонкая керамика	Низкая Ниже 5%	Высокая прочность при сжатии 100-400 МПа	2,5-3,0	Отличная, выдерживает 1300°С и выше	Высокая хим. стойкость	Применяется как диэлектрик, хорошая изоляция

**Таблица 4. Свойства материалов на основе минеральных вяжущих веществ**

Виды минеральных вяжущих веществ	Свойства					Специальные свойства
	Прочность, МПа	Плотность, %	Время схватывания (мин)	Устойчивость к кислотам	Пористость, %	
<b>Воздушные вяжущие</b>						
Ангридитовый цемент	30-50	2,9-3,1	30-90	Высокая	0,1-0,5	Устойчив к влаге и агрессивным средам
Кислотостойкий цемент	25-65	2,9-3,3	30-120	Очень высокая	0,2-1,0	Применяется в условиях сульфатного и кислотного воздействия
Строительная воздушная известь	5-15	2,2-2,6	15-60	Умеренная	5-15	Хорошая пластичность и прочность при нормальных условиях
<b>Гидравлические вяжущие</b>						
Портландцемент	20-60	3,1-3,2	30-90	Низкая	0,1-1,0	Высокая прочность и универсальность применения
Романцемент	30-80	2,9-3,1	40-120	Средняя	0,2-0,6	Улучшенные механические свойства, применяется в тяжелых конструкциях
Гидравлическая известь	10-25	2,3-2,7	30-120	Средняя	5-10	Устойчивость к влаге и возможность строительства под водой

**Таблица 5. Свойства материалов из минеральных расплавов**

Виды материалов из минеральных расплавов	Свойства				
	Прочность на сжатие (Мпа)	Плотность (г/см <sup>3</sup> )	Устойчивость к кислотам	Теплопроводность (Вт/(м• К))	Температура плавления °С
Стекло	50-100	2,4-2,6	Низкая	0,8-1,5	1400-1600
Керамика	30-800	1,8-3,0	Средняя	1,0-2,0	1200-1600
Клинкер	30-70	1,6-2,5	Низкая	1,2-1,5	1300-1450
Заварочная керамика	40-200	2,0-2,8	Средняя	1,1-1,6	1200-1600
Силикатные материалы	70-150	2,5-3,0	Высокая	1,0-1,5	1200-1400
Слабоалкализованные стекла	30-80	2,5-2,7	Высокая	0,5-1,0	1300-1400
Минералы на основе расплавов	50-150	2,5-3,3	Умеренная	1,0-2,0	1250-1400



**Таблица 6. Свойства металлов**

Виды металлов	Свойства						
	Плотность (г/см <sup>3</sup> )	Прочность на сжатие (МПа)	Прочность на растяжение (МПа)	Модуль упругости (ГПа)	Температура плавления °С	Коррозионная стойкость	Электропроводность (Siemens м/м)
<b>Черные металлы</b>							
Железо	7,87	250-400	370-540	210	1538	Низкая (ржавеет)	10 <sup>6</sup>
Чугун	6,5-7,5	300-700	200-600	90-200	1100-1200	Низкая (коррозирует)	10 <sup>5</sup>
Сталь	7,85	250-700	400-2000	200-210	1425-1540	Умеренная (в зависимости от сплавов)	10 <sup>6</sup>
<b>Цветные металлы</b>							
Алюминий	2,7	70-300	90-450	69	660.3	Высокая (не ржавеет, но окисляется)	10 <sup>6</sup>
Медь	8,96	200-500	210-370	110-130	1083	Высокая (устойчива к коррозии)	10 <sup>6</sup>
Латунь	8,5-8,7	200-500	300-600	100-120	900-940	Умеренная (устойчива к коррозии, но может окисляться)	10 <sup>5</sup>

**Таблица 7. Свойства полимеров**

Вид полимера	Свойства					
	Плотность (г/см <sup>3</sup> )	Температура плавления °С	Упрочнение (МПа)	Устойчивость к хим. веществам	Устойчивость к ультрафиолету	Применение
Полиэтилен	0,91-0,96	105-130	10-30	Устойчив к слабым кислотам и щелочам	Низкая	Упаковка трубы, упаковочные пленки
Поливинилхлорид	1,3-1,5	75-105	40-60	Устойчив к кислотам, уязвим к органическим растворителям	Умеренная	Трубы, окна, полы, обивка
Полипропилен	0,9-0,92	160-170	30-50	Устойчив к большинству кислот и щелочей	Высокая	Упаковка, текстиль, бытовые изделия
Полиамид	1,1-1,2	220-260	80-100	Устойчив к концентрированным кислотам	Умеренная	Волокна, детали машин, упаковка
Полиэстер	1,3-1,4	250-260	50-70	Устойчив к кислотам и щелочам	Низкая	Пластиковые бутылки, текстиль
Поликарбонат	1,2-1,4	150-160	60-80	Устойчив к химическим веществам	Высокая	Оптика, защитные стекла, детали
Силикон	0,9-1,1	200-300	15-30	Устойчив ко всем химическим веществам	Высокая	Уплотнение, герметика, сварка

## Часть II. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....

### **Темы научно-исследовательских работ и рефератов для самостоятельной подготовки**

Тема реферата формируется исходя из индивидуальных предпочтений студента в более углубленном освоении определенного им раздела лекционного курса, при этом тема ориентируется на реалии исторической или современной практики строительства Республики Беларусь

#### ***Примеры тем рефератов:***

1. Древесные строительные материалы.
2. Строительные материалы из природного камня.
3. Керамические строительные материалы.
4. Строительные материалы из стекла и других минеральных расплавов.
5. Металлические строительные материалы.
6. Изделия на основе минеральных вяжущих материалов.
7. Строительные материалы на основе полимеров.
8. Строительные материалы специального назначения.
9. Экологическая безопасность строительных материалов.
10. Строительные материалы в архитектуре РБ.
11. Материалы для наружной отделки и облицовки зданий.
12. Современные конструкционные материалы.
13. Материалы на основе органического сырья.
14. Палитра современного архитектора.

.....



## **Часть III. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ.....**

### **Вопросы по дисциплине**

#### **для текущего и итогового контроля (экзамен)**

1. Материаловедение, определение, цели и задачи дисциплины.
2. Классификация свойств строительных материалов и изделий.
3. Физические свойства строительных материалов.
4. Механические свойства строительных материалов и изделий.
5. Химические и биологические свойства строительных материалов
6. Структура материала, характеристики структуры и методы оценки структурных характеристик материала.
7. Требования предъявляемые к качеству строительных материалов и изделий: функциональные, эстетические, экономические.
8. Классификация строительных материалов по происхождению, видам основного сырья, способам производства, по назначению.
9. Стандартизация и унификация строительных материалов и изделий.
10. Техничко-нормативные акты в строительно-архитектурной практике.
11. Декоративные качества строительных материалов: цвет, фактура, текстура, форма материалов.
12. Декоративные качества и технология производства строительных материалов.
13. Цвет материала, психология его восприятия, возможности использования в архитектуре.
14. Фактура материала: классификация, виды фактур и их определение.
15. Текстура материала и ее связь с внутренним строением материала.
16. Форма строительных материалов и ее связь с тектоникой здания.
17. Определение, исторические сведения использования древесины в качестве строительных материалов.
18. Эксплуатационно-технические свойства древесины и эстетические качества материалов из дерева.
19. Номенклатура строительных материалов из дерева.
20. Декоративные качества и технология лицевой отделки материалов из дерева.
21. Области применения строительных материалов из дерева в современной архитектуре.
22. Определение, исторические сведения применения природного камня в архитектуре.
23. Классификация природного камня по происхождению.
24. Механические свойства строительных материалов и изделий. Эксплуатационно-технические свойства природного камня.
25. Декоративные свойства природного камня и приемы фактурной обработки камня.
26. Области применения природного камня в архитектуре.
27. Определение, исторические сведения о применении керамики в архитектуре.

28. Основные виды керамических материалов.
29. Основы производства и номенклатура керамических материалов.
30. Декоративные свойства и обработка лицевой поверхности керамических материалов.
31. Эксплуатационно-технические свойства материалов из керамики.
32. Номенклатура материалов из керамики.
33. Области применения керамики в архитектуре.
34. Определение, исторические сведения материалов из стекла и минеральных расплавов.
35. Основы производства и виды минеральных расплавов.
36. Номенклатура материалов из стекла и других минеральных расплавов.
37. Декоративные свойства материалов из стекла и других минеральных расплавов, технология получения декоративных свойств.
38. Эксплуатационно-технические свойства стекла и др. минеральных расплавов.
39. Применение материалов из минеральных расплавов в архитектуре.
40. Определение, исторические сведения о применении металла в архитектуре.
41. Основы технологии производства металлических материалов.
42. Металлы и их виды и свойства.
43. Эксплуатационно-технические свойства металлов и способы его защиты от коррозии.
44. Эстетические характеристики металлических материалов.
45. Алюминий, возможности технологии анодирования.
46. Архитектурно-строительная практика применения материалов из металла.
47. Номенклатура металлических строительных материалов и изделий.
48. Определение, история использования минеральных вяжущих материалов в архитектуре.
49. Основы технологии производства минеральных вяжущих и виды материалов на основе минеральных вяжущих.
50. Номенклатура материалов на основе вяжущих материалов.
51. Эксплуатационно-технические свойства материалов на основе минеральных вяжущих.
52. Области применения материалов на основе минеральных вяжущих в современной архитектуре.
53. Декоративные свойства бетонной поверхности.
54. Железобетон и архитектурная форма.
55. Определение, исторические сведения применения полимеров в архитектуре.
56. Основы технологии производства материалов основе полимеров.
57. Номенклатура материалов на основе полимеров.
58. Эксплуатационно-технические свойства полимеров.
59. Эстетические характеристики полимеров, отделка лицевой поверхности.
60. Области применения полимеров в современной архитектуре.

## **Часть IV. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ**

**Учебные программы по дисциплине,  
список основной и дополнительной литературы**

**Белорусский национальный технический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе  
Белорусского национального  
технического университета

\_\_\_\_\_ Ю. А. Николайчик

\_\_\_\_\_ /уч.  
Регистрационный № УД-\_\_\_\_\_ /уч.

## **АРХИТЕКТУРНОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**

**Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности  
7-07-0731-01 «Архитектура»**

Минск 2023 г.



Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 7-07-0731-01-2023 и учебного плана специальности 7-07-0731-01 «Архитектура» (рег. № АФ 59д-1/уч. утв.31.03.2023)

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

Г.Е.Молокович, старший преподаватель кафедры «Архитектура жилых и общественных зданий» Белорусского национального технического университета

*РЕЦЕНЗЕНТЫ:*

**А. А. Литвинова**, зав. кафедрой «Дизайн архитектурной среды» Белорусского национального технического университета, доцент

**Т. Г. Горанская**, директор филиала «Института искусствоведения, этнографии и фольклора им. К. Крапивы» ГНУ «Центр исследований белорусской культуры, языка и литературы» Национальной академии наук, кандидат искусствоведения, доцент

*РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:*

Кафедрой «Архитектура жилых и общественных зданий» Белорусского национального технического университета  
(протокол № \_\_ от \_\_\_\_\_ 2023г.)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Н. А. Лазовская

Методической комиссией архитектурного факультета Белорусского национального технического университета (протокол №\_\_ от \_\_\_\_\_ 2023 г.)

Председатель методической \_\_\_\_\_ А. В. Мазаник  
комиссии

Научной библиотекой БНТУ \_\_\_\_\_ Т.И. Бирюков

Научно-методическим советом Белорусского национального технического университета (протокол № \_\_\_\_\_ секции №\_\_ от 30.06.2023 г.)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по дисциплине «Архитектурное материаловедение» разработана для специальностей 7-07-0731-01 «Архитектура».

Целью изучения учебной дисциплины является получение знаний о многогранной взаимосвязи архитектуры, дизайна и их материальной палитры; изучение строения и физической сущности материалов, классификации, основ производства и номенклатуры; освоение опыта применения строительных материалов и изделий в современной архитектурно-строительной практике и дизайне.

Основными задачами учебной дисциплины являются:

- изложение базовых положений теории строительных материалов и области их применения с учетом функциональных, технико-экономических и эстетических свойств;
- определение направлений развития современных технологий производства и номенклатуры строительных материалов и изделий;
- представление норм архитектурно-строительных требований в архитектурном и дизайн проектировании;
- работа со специальной литературой, посещение лекций, специальных выставок и объектов.

Дисциплина формирует в рамках подготовки специалиста архитектора, дизайнера систему знаний о строительных материалах и изделиях, умение оценить возможность их применения на стадии проектирования, с учетом, их эксплуатационно-технических и эстетических свойств.

Знания и умения, полученные студентами при изучении данной дисциплины, необходимы для освоения последующих специальных дисциплин, связанных с дизайнерским и архитектурным проектированием.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать:**

- эксплуатационно-технические, эстетические свойства материалов, их классификацию;
- основы технологии производства, номенклатуру и рациональные области применения строительных материалов и изделий;
- требования, предъявляемые к строительным материалам и изделиям с учетом функционального назначения и условий эксплуатации зданий и помещений;
- факторы, обеспечивающие целесообразность выбора строительных материалов и изделий в архитектурном творчестве;

**уметь:**

- применять на практике архитектурного проектирования полученные знания;
- обоснованно выполнять выбор строительных материалов и изделий с учетом функционального назначения и условий эксплуатации зданий и помещений;
- учитывать современные тенденции развития технологий производства новых строительных материалов и изделий в архитектурном творчестве;

**иметь навык:**

- использование методов обоснованного выбора строительных материалов и изделий с учётом рациональной области применения и знаний номенклатуры;
- аналитического подхода в комплексном решении проектных задач при формировании базы строительных материалов и изделий архитектурных объектов различного назначения;
- работы с нормативной и законодательной информацией по вопросам применения архитектурных материалов в процессе проектно-строительной деятельности.

Освоение данной учебной дисциплины обеспечивает формирование следующих компетенций:

СК–3. Применять данные современных строительных материалов, их свойств и технологии производства, владеть методами оценки и выбора строительных и отделочных материалов.

Согласно учебному плану для очной формы получения высшего образования на изучение учебной дисциплины отведено всего 72 ч., из них аудиторных – 30 часов.

Распределение аудиторных часов по курсам, семестрам и видам занятий приведено в таблице 1.

Таблица 1.

Очная(дневная) форма получения высшего образования			
Курс	Семестр	Лекции, ч.	Форма текущей аттестации
2	3	30	экзамен



# СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

## Раздел 1. ОСНОВЫ АРХИТЕКТУРНОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

### Тема 1.1 Введение в архитектурное материаловедение

Цели и задачи учебной дисциплины. Взаимосвязь архитектуры и строительных материалов (на примере исторического прошлого архитектуры): роль строительных материалов в реализации основных свойств архитектуры; свойства материалов – основа развития конструктивных систем и форм в архитектуре; строительные материалы – средство осуществления творческого замысла.

### Тема 1.2 Основные понятия, классификация материалов и изделий, методы стандартизации

Основная терминология, определение «строительные материалы», «строительные изделия», «детали» и др. Общие сведения о структурных частях зданий и назначение строительных материалов и изделий. Классификации строительных материалов и изделий.

Архитектурно-строительные требования к строительным материалам и изделиям: функциональные, эстетические и экономические.

Стандартизация и методы стандартизации: унификация, типизация. ГОСТы, СНиПы, ТУ, ВТУ. Единицы измерения, модульная система координации размеров строительных материалов и изделий.

### Тема 1.3 Свойства строительных материалов и изделий

Основные понятия квалиметрии и классификация свойств. Взаимосвязь свойств материалов и рациональных областей их применения. Эксплуатационно-технические и эстетические свойства материалов.

Структура материалов и методы оценки структуры. Физические свойства материалов, определяющие отношение материалов к действию воды, пара, газа, холода, тепла, огня, электрического тока звуковых волн и излучений.

Механические свойства материалов, определяющие характеристики при действии статических и динамических сил, оценку деформаций, показатели прочности структуры.

Химические и биологические свойства материалов, определяющие коррозионную стойкость. Комплексные свойства материалов.

### Тема 1.4 Эстетические свойства и декоративные качества строительных материалов и изделий

Эстетические свойства и их значение в формировании архитектуры здания и последующей его эксплуатации. Декоративные качества строительных материалов: цвет, фактура, текстура и форма. Определение понятий. Цвет материала, психология его восприятия, возможности использования в архитектуре. Фактура материала: классификация, виды фактур и их определение.

Особенности восприятия фактуры, использование ее в современной архитектуре. Текстура материала, связь с внутренним строением. Форма материалов и изделий в современной архитектуре.

Понятие морального и физического износа.

## **Раздел 2. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И АРХИТЕКТУРНОЕ ТВОРЧЕСТВО**

### **Тема 2.1 Древесные материалы и изделия**

Исторический обзор применения дерева в архитектуре. Общие сведения о древесине, породы, строение и ее свойства.

Основы технологии изготовления материалов и изделий из древесины. Эксплуатационно-технические свойства древесных материалов. Защита древесины от гниения и возгорания.

Номенклатура древесных материалов и изделий (круглые лесоматериалы, пиломатериалы, шпон, фрезерованные материалы, клееные полуфабрикаты, древесные материалы на основе отходов, обои бумажные, древесные пластики).

Декоративные качества древесных материалов: цвет, фактура, текстура и форма. Формирование эстетических характеристик древесных материалов и изделий.

Области применения древесных материалов в архитектурно-строительной практике и отделке интерьеров зданий.

### **Тема 2.2 Материалы и изделия из природного камня**

История использования природного камня в архитектуре. Общие сведения о горных породах и породообразующих минералах их строение и свойства. Классификация горных пород по условиям образования.

Основы технологии добычи и обработки природных каменных материалов.

Номенклатура природных каменных материалов: по назначению (сырьевые, для производства других строительных материалов, для кладки фундаментов и стен зданий и сооружений, материалы для наружной и внутренней облицовки, для декоративно-художественных деталей и изделий).

Декоративные качества природного камня. Виды фактурной обработки природного камня. Повышение долговечности и способы защиты материалов из природного камня.

Области применения каменных материалов в архитектурно-строительной практике и отделке интерьеров зданий.

### **Тема 2.3 Керамические материалы и изделия**

Определение, исторический обзор применения керамики в архитектуре.

Основы технологии и сырье для производства керамических материалов и изделий. Классификация керамических материалов и изделий.

Эксплуатационно-технические свойства керамических материалов и требования к ним.

Номенклатура архитектурно-строительной керамики: стеновой, облицовочной, кровельной. Санитарно-техническая керамика. Дорожно-строительная и специальная керамика. Архитектурно- и декоративно-художественная керамика.

Формирование декоративных качеств лицевой поверхности керамических материалов.

Области применения керамических материалов и изделий в современной архитектурно-строительной практике и отделке интерьеров зданий.

#### **Тема 2.4 Материалы и изделия из минеральных расплавов**

Определение, исторические сведения применения материалов из минеральных расплавов в архитектуре.

Основы производства и классификация минеральных расплавов. Материалы из стеклянных расплавов, виды стекла (светопрозрачные и непрозрачные). Материалы из каменных и шлаковых расплавов.

Номенклатура и эксплуатационно-технические свойства строительных материалов и изделий из минеральных расплавов.

Эстетические характеристики материалов из минеральных расплавов, декоративное остекление (витражи, мозаика).

Области применения стеклянных и других минеральных расплавов в архитектурно-строительной практике и отделке интерьеров зданий.

#### **Тема 2.5 Материалы и изделия на основе минеральных вяжущих веществ**

Определение, исторические сведения использования бетона в архитектуре.

Основы технологии производства материалов на основе минеральных вяжущих. Эксплуатационно-технические свойства и классификация минеральных вяжущих (воздушные и гидравлические).

Номенклатура материалов из минеральных вяжущих: строительные растворы и бетоны; железобетонные и армоцементные изделия и конструкции; асбестоцементные и другие каменные материалы.

Архитектурно-художественная выразительность бетонной поверхности. Формообразующие возможности железобетона и конструктивные решения.

Области применения материалов на основе минеральных вяжущих в архитектурно-строительной практике и отделке интерьеров зданий.

#### **Тема 2.6 Металлические материалы и изделия**

Определение, исторические сведения применения металла в архитектуре.

Основы технологии и сырье для получения металлических материалов. Эксплуатационно-технические свойства цветных металлов, чугуна и стали. Способы защиты металлов от коррозии и огня.

Номенклатура материалов из черных и цветных металлов и их сплавов.



Декоративные качества и архитектурно-художественная выразительность материалов и изделий из различных видов металла.

Области применения металла в современной архитектуре зданий и сооружений. Конструктивные возможности металла в архитектуре и отделке интерьеров зданий.

### **Тема 2.7 Полимерные материалы и изделия**

Определение, исторические сведения применения полимерных материалов в архитектуре.

Основы производства полимерных материалов. Природные и искусственные полимеры, эксплуатационно-технические свойства.

Номенклатура полимерных материалов: материалы для кровли и напольных покрытий, пленочные, гидроизоляционные, ковровые; материалы для обработки стыков и швов, для монтажа скрытой проводки, для крепления материалов различного назначения, герметики; декоративные листовые и плитные материалы для стен и пола, тепло-звуко-изоляционные, стеклопластики, стеклотекстолиты, стекловолокна, бумажно-слоистые пластики и др.; лакокрасочные материалы на различной полимерной основе для декоративной и защитной функции; монолитные материалы ( полимер-бетоны и полимер-цементы, мастики); санитарно-техническое оборудование и трубы.

Декоративные качества полимерных материалов.

Области применения полимеров в современной архитектуре и дизайне. Материалы для несущих и ограждающих конструкций. Полимерные материалы для светопрозрачных ограждений. Экологические характеристики полимерных материалов.

### **Тема 2.8 Заключение**

Комплексная оценка строительных материалов и изделий. Взаимозаменяемость и ранжирование свойств. Номенклатура взаимозаменяемых строительных материалов и изделий. Материалы для несущих и ограждающих конструкций. Материалы для наружной и внутренней отделки зданий и сооружений. Материалы специального назначения. Лакокрасочные материалы. Материалы для ландшафтной архитектуры и дорожного строительства. Современные технологии в создании новых строительных материалов и направления их использования в архитектуре. Материалы и современные технологии информационного моделирования в проектировании зданий.

# УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

очная(дневная) форма получения высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний	
		Лекции	Практи- ческие занятия	Семинарск ие занятия	Лабораторные занятия	Иное			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
3 семестр									
<b>1.</b>	<b>Основы архитектурного материаловедения</b>								
1.1	Введение в архитектурное материаловедение	2							
1.2	Основные понятия, классификация материалов и изделий, методы стандартизации	4							
1.3	Свойства строительных материалов и изделий	4							
1.4	Эстетические свойства и декоративные качества строительных материалов и изделий	2							
<b>2.</b>	<b>Строительные материалы и архитектурное творчество</b>								
2.1	Древесные материалы и изделия	2							
2.2	Материалы и изделия из природного камня	2							
2.3	Керамические материалы и изделия	2							
2.4	Материалы и изделия из минеральных расплавов	2							
2.5	Материалы и изделия на основе минеральных вяжущих веществ	2							
2.6	Металлические материалы и изделия	2							
2.7	Полимерные материалы и изделия	2							
2.8	Заключение	4							
<b>Итого за семестр</b>		30						экзамен	
<b>Всего аудиторных часов</b>		30							

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Список литературы

#### Основная литература

1. Широкий, Г.Т. Строительное материаловедение: учеб. пособие / Г.Т. Широкий, П.И. Юхневский, М.Г. Бортницкая; под ред. Э.И. Батяновского. – 2-е изд., испр. – Минск: Высшая школа, 2016. – 460с.: ил.
2. Бондаренко, Г.Г. Основы материаловедения: учебник / Г.Г. Бондаренко, Т.А. Кабанова, В.В. Рыбалко; под ред. Г.Г. Бондаренко. – 3-е изд., электрон. – М.: Лаборатория знаний, 2014. – 763 с.
3. Байер, В.Е. Архитектурное материаловедение: учебник / В.Е. Байер; под ред. И.В. Попова. – М.: Архитектура-С, 2012. – 264 с.
4. Байер, В.Е. Материаловедение для архитекторов, реставраторов, дизайнеров: учеб. пособие / В.Е. Байер. – М.: Астрель: АСТ: Транзиткнига, 2005. – 250 с.
5. Электронный учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Типология зданий и сооружений. Раздел I. Типология жилых зданий» для специальности первой ступени высшего образования 1 - 69 01 01 «Архитектура» [Электронный ресурс] / Белорусский национальный технический университет, Кафедра "Архитектура жилых и общественных зданий"; сост. Г. Е. Молокович. – Минск: БНТУ, 2021.
6. Электронный учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Социальные основы архитектурного проектирования» для специальности I ступени высшего образования 1-69 01 01 «Архитектура» [Электронный ресурс] / Белорусский национальный технический университет, Кафедра «Архитектура жилых и общественных зданий»; сост. А. В. Мазаник. – Минск: БНТУ, 2022.

#### Дополнительная литература

1. Айрапетов, Д.П. Архитектурное материаловедение: учеб. пособие для вузов/Д.П. Айрапетов. – М.: Стройиздат, 1983. – 310 с., ил.
2. Пылаев, А.Я. Архитектурно-дизайнерские материалы и изделия. Ч. 1. Основы архитектурного материаловедения: учебник / А.Я. Пылаев, Т.Л. Пылаева. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного фед. ун-та, 2018. – 294 с.
3. Дворкин, Л.И. Строительное материаловедение: учеб. практ. пособие / Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин. – М.: Инфа-Инженерия, 2013. – 832 с.
4. Архитектурное материаловедение. Применение строительных материалов в архитектуре: метод. пособие по русскому языку для студентов-иностранцев архитектурно-строительных специальностей / Л.В. Богданович, Л.Ф. Гербик, Н.В. Девочко, Е.Е. Чириков, Г.П. Чирикова ; Бел. гос. политех. акад., каф. бел. и рус. яз. – Минск : БГПА, 1995. – 21 с.



### **Средства диагностики результатов учебной деятельности**

Оценка уровня знаний студента производится по десятибалльной шкале в соответствии с критериями, утвержденными Министерством образования Республики Беларусь.

Для оценки достижения студента используется следующий диагностический инструментарий:

- выступление студента на конференции по подготовленному реферату;
- сдача экзамена.

### **Тематика рефератов**

Тема реферата формируется исходя из индивидуальных предпочтений студента в более углубленном освоении определенного им раздела лекционного курса, при этом тема ориентируется на реалии исторической или современной практики строительства Республики Беларусь

Примеры тем рефератов:

15. Древесные строительные материалы.
16. Строительные материалы из природного камня.
17. Керамические строительные материалы.
18. Строительные материалы из стекла и других минеральных расплавов.
19. Металлические строительные материалы.
20. Изделия на основе минеральных вяжущих материалов.
21. Строительные материалы на основе полимеров.
22. Строительные материалы специального назначения.
23. Экологическая безопасность строительных материалов.
24. Строительные материалы в архитектуре РБ.
25. Материалы для наружной отделки и облицовки зданий.
26. Современные конструкционные материалы.
27. Материалы на основе органического сырья.
28. Палитра современного архитектора.

### **Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов**

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- подготовка рефератов по индивидуальным темам;
- подготовка сообщений, тематических докладов, презентаций по заданным темам;
- поиск аргументов для участия в дискуссиях;
- проработка тем (вопросов), вынесенных на самостоятельное изучение.

**Белорусский национальный технический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе  
Белорусского национального  
технического университета

\_\_\_\_\_ Ю. А. Николайчик

Регистрационный № УД-\_\_\_\_\_ /уч.

**АРХИТЕКТУРНОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**

**Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности  
7-07-0731-02 «Архитектурный дизайн»**

Минск 2023 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 7-07-0731-02-2023 и учебного плана специальности 7-07-0731-02 «Архитектурный дизайн» (рег. № АФ 100д-1/уч. утв.31.03.2023)

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

Г.Е. Молокович, старший преподаватель кафедры «Архитектура жилых и общественных зданий» Белорусского национального технического университета

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

**А. А. Литвинова**, зав. кафедрой «Дизайн архитектурной среды» Белорусского национального технического университета, доцент

**Т. Г. Горанская**, директор филиала «Института искусствоведения, этнографии и фольклора им. К. Крапивы» ГНУ «Центр исследований белорусской культуры, языка и литературы» Национальной академии наук, кандидат искусствоведения, доцент

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой «Архитектура жилых и общественных зданий» Белорусского национального технического университета  
(протокол № \_\_ от \_\_\_\_\_ 2023г.)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Н. А. Лазовская

Методической комиссией архитектурного факультета Белорусского национального технического университета (протокол №\_\_ от \_\_\_\_\_ 2023 г.)

Председатель методической \_\_\_\_\_ А. В. Мазаник  
комиссии

Научной библиотекой БНТУ \_\_\_\_\_ Т.И. Бирюков

Научно-методическим советом Белорусского национального технического университета (протокол №\_\_\_\_\_ секции №\_\_ от 30.06.2023 г.)



## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по дисциплине «Архитектурное материаловедение» разработана для специальностей 7-07-0731-02 «Архитектурный дизайн».

Целью изучения учебной дисциплины является получение знаний о многогранной взаимосвязи архитектуры, дизайна и их материальной палитры; изучение строения и физической сущности материалов, классификации, основ производства и номенклатуры; освоение опыта применения строительных материалов и изделий в современной архитектурно-строительной практике и дизайне.

Основными задачами учебной дисциплины являются:

- изложение базовых положений теории строительных материалов и области их применения с учетом функциональных, технико-экономических и эстетических свойств;
- определение направлений развития современных технологий производства и номенклатуры строительных материалов и изделий;
- представление норм архитектурно-строительных требований в архитектурном и дизайн проектировании;
- работа со специальной литературой, посещение лекций, специальных выставок и объектов.

Дисциплина формирует в рамках подготовки специалиста архитектора, дизайнера систему знаний о строительных материалах и изделиях, умение оценить возможность их применения на стадии проектирования, с учетом, их эксплуатационно-технических и эстетических свойств.

Знания и умения, полученные студентами при изучении данной дисциплины, необходимы для освоения последующих специальных дисциплин, связанных с дизайнерским и архитектурным проектированием.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать:**

- эксплуатационно-технические, эстетические свойства материалов, их классификацию;
- основы технологии производства, номенклатуру и рациональные области применения строительных материалов и изделий;
- требования, предъявляемые к строительным материалам и изделиям с учетом функционального назначения и условий эксплуатации зданий и помещений;
- факторы, обеспечивающие целесообразность выбора строительных материалов и изделий в архитектурном творчестве;

**уметь:**

- применять на практике архитектурного проектирования полученные знания;
- обоснованно выполнять выбор строительных материалов и изделий с учетом функционального назначения и условий эксплуатации зданий и помещений;
- учитывать современные тенденции развития технологий производства новых строительных материалов и изделий в архитектурном творчестве;

**иметь навык:**

- использование методов обоснованного выбора строительных материалов и изделий с учётом рациональной области применения и знаний номенклатуры;
- аналитического подхода в комплексном решении проектных задач при формировании базы строительных материалов и изделий архитектурных объектов различного назначения;
- работы с нормативной и законодательной информацией по вопросам применения архитектурных материалов в процессе проектно-строительной деятельности.

Освоение данной учебной дисциплины обеспечивает формирование следующих компетенций: СК–3. Применять данные современных строительных материалов, их свойств и технологии производства, владеть методами оценки и выбора строительных и отделочных материалов.

Согласно учебному плану для очной формы получения высшего образования изучение учебной дисциплины отведено всего 72 ч., из них аудиторных – 34 часов.

Распределение аудиторных часов по курсам, семестрам и видам занятий приведено в таблице 1.

Таблица 1.

Очная (дневная) форма получения высшего образования			
Курс	Семестр	Лекции, ч.	Форма текущей аттестации
1	1	34	Дифференцированный зачёт

## **СОДЕРЖАНИЕ**

### **учебного материала**

#### **Раздел 1. ОСНОВЫ АРХИТЕКТУРНОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ**

##### **Тема 1.1 Взаимосвязь архитектуры и строительных материалов и изделий**

Цели и задачи учебной дисциплины. Взаимосвязь архитектуры и строительных материалов (на примере исторического прошлого архитектуры):

роль строительных материалов в реализации основных свойств архитектуры; свойства материалов – основа развития конструктивных систем и форм в архитектуре; строительные материалы – средство осуществления творческого замысла.

##### **Тема 1.2 Основные понятия, классификация материалов и изделий, методы стандартизации**

Основная терминология, определение понятий «строительные материалы», «строительные изделия», «детали» и др. Общие сведения о структурных частях зданий и назначение строительных материалов и изделий. Классификации строительных материалов и изделий.

Архитектурно-строительные требования к строительным материалам и изделиям: функциональные, эстетические и экономические.

Стандартизация и методы стандартизации: унификация, типизация. ГОСТы, СНИПы, ТУ, ВТУ. Единицы измерения, модульная система координации размеров строительных материалов и изделий.

##### **Тема 1.3 Свойства строительных материалов и изделий**

Основные понятия квалиметрии и классификация свойств. Взаимосвязь свойств материалов и рациональных областей их применения. Эксплуатационно-технические и эстетические свойства материалов.

Структура материалов и методы оценки структуры. Физические свойства материалов, определяющие отношение материалов к действию воды, пара, газа, холода, тепла, огня, электрического тока звуковых волн и излучений.

Механические свойства материалов, определяющие характеристики при действии статических и динамических сил, оценку деформаций, показатели прочности структуры.

Химические и биологические свойства материалов, определяющие коррозионную стойкость. Комплексные свойства материалов.

##### **Тема 1.4 Эстетические свойства и декоративные качества строительных материалов и изделий, особенности их формирования**

Эстетические свойства и их значение в формировании архитектуры здания и последующей его эксплуатации. Декоративные качества строительных материалов: цвет, фактура, текстура и форма. Определение понятий. Цвет материала, психология его восприятия, возможности использования в архитектуре. Фактура материала: классификация, виды фактур и их



определение. Особенности восприятия фактуры, использование ее в современной архитектуре. Текстура материала, связь с внутренним строением. Форма материалов и изделий в современной архитектуре. Понятие морального и физического износа.

### **Тема 1.5 Декоративные качества строительных материалов и изделий в практике дизайн проектирования интерьеров**

Декоративные качества и технология производства строительных материалов, система эталонирования, контроль качества. Современная практика применения строительных материалов и изделий в проектировании интерьеров жилых и общественных зданий.

## **Раздел 2. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И АРХИТЕКТУРНОЕ ТВОРЧЕСТВО**

### **Тема 2.1 Древесные материалы и изделия**

Исторический обзор применения дерева в архитектуре. Общие сведения о древесине, породы, строение и ее свойства.

Основы технологии изготовления материалов и изделий из древесины. Эксплуатационно-технические свойства древесных материалов. Защита древесины от гниения и возгорания.

Номенклатура древесных материалов и изделий (круглые лесоматериалы, пиломатериалы, шпон, фрезерованные материалы, клееные полуфабрикаты, древесные материалы на основе отходов, обои бумажные, древесные пластики). Декоративные качества древесных материалов: цвет, фактура, текстура и форма. Формирование эстетических характеристик древесных материалов и изделий.

Области применения древесных материалов в архитектурно-строительной практике и отделке интерьеров зданий.

### **Тема 2.2 Материалы и изделия из природного камня**

История использования природного камня в архитектуре. Общие сведения о горных породах и породообразующих минералах, их строение и свойства.

Классификация горных пород по условиям образования.

Основы технологии добычи и обработки природных каменных материалов.

Номенклатура природных каменных материалов: по назначению (сырьевые, для производства других строительных материалов, для кладки фундаментов и стен зданий и сооружений, материалы для наружной и внутренней облицовки, для декоративно-художественных деталей и изделий).

Декоративные качества природного камня. Виды фактурной обработки природного камня. Повышение долговечности и способы защиты материалов из природного камня.

Области применения каменных материалов в архитектурно-строительной практике и отделке интерьеров зданий.

### **Тема 2.3 Керамические материалы и изделия**

Определение, исторический обзор применения керамики в архитектуре.

Основы технологии и сырье для производства керамических материалов и изделий. Классификация керамических материалов и изделий.

Эксплуатационно-технические свойства керамических материалов и требования к ним.

Номенклатура архитектурно- строительной керамики: стеновой, облицовочной, кровельной. Санитарно-техническая керамика. Дорожно-строительная и специальная керамика. Архитектурно- и декоративно- художественная керамика.

Формирование декоративных качеств лицевой поверхности керамических материалов.

Области применения керамических материалов и изделий в современной архитектурно-строительной практике и отделке интерьеров зданий.

### **Тема 2.4 Материалы и изделия из минеральных расплавов**

Определение, исторические сведения применения материалов из минеральных расплавов в архитектуре.

Основы производства и классификация минеральных расплавов. Материалы из стеклянных расплавов, виды стекла (светопрозрачные и непрозрачные).

Материалы из каменных и шлаковых расплавов.

Номенклатура и эксплуатационно-технические свойства строительных материалов и изделий из минеральных расплавов.

Эстетические характеристики материалов из минеральных расплавов, декоративное остекление (витражи, мозаика).

Области применения стеклянных и других минеральных расплавов в архитектурно-строительной практике и отделке интерьеров зданий.

### **Тема 2.5 Материалы и изделия на основе минеральных вяжущих веществ**

Определение, исторические сведения использования бетона в архитектуре.

Основы технологии производства материалов на основе минеральных вяжущих. Эксплуатационно-технические свойства и классификация минеральных вяжущих (воздушные и гидравлические).

Номенклатура материалов из минеральных вяжущих: строительные растворы и бетоны; железобетонные и армоцементные изделия и конструкции; асбестоцементные и другие каменные материалы.

Архитектурно-художественная выразительность бетонной поверхности.

Формообразующие возможности железобетона и конструктивные решения.

Области применения материалов на основе минеральных вяжущих в архитектурно-строительной практике и отделке интерьеров зданий.

### **Тема 2.6 Металлические материалы и изделия**

Определение, исторические сведения применения металла в архитектуре.

Основы технологии и сырье для получения металлических материалов.  
Эксплуатационно-технические свойства цветных металлов, чугуна и стали.  
Способы защиты металлов от коррозии и огня.

Номенклатура материалов из черных и цветных металлов и их сплавов.

Декоративные качества и архитектурно-художественная выразительность материалов и изделий из различных видов металла.

Области применения металла в современной архитектуре зданий и сооружений.  
Конструктивные возможности металла в архитектуре и отделке интерьеров зданий.

### **Тема 2.7 Полимерные материалы и изделия**

Определение, исторические сведения применения полимерных материалов в архитектуре.

Основы производства полимерных материалов. Природные и искусственные полимеры, эксплуатационно-технические свойства.

Номенклатура полимерных материалов: рулонные для кровли и напольных покрытий, пленочные, гидроизоляционные, ковровые; материалы для обработки стыков и швов, для монтажа скрытой проводки, для крепления материалов различного назначения, герметики; декоративные листовые и плитные материалы для стен и пола, тепло-звуко-изоляционные, стеклопластики, стеклотекстолиты, стекловолокна, бумажно-слоистые пластики и др.; лакокрасочные материалы на различной полимерной основе для декоративной и защитной функции; монолитные материалы ( полимер-бетоны и полимер-цементы, мастики); санитарно-техническое оборудование и трубы.  
Декоративные качества полимерных материалов.

Области применения полимеров в современной архитектуре и отделке интерьеров зданий. Материалы для несущих и ограждающих конструкций. Полимерные материалы для светопрозрачных ограждений. Экологические характеристики полимерных материалов.

### **Тема 2.8 Методические основы рационального применения строительных материалов и изделий, их взаимозаменяемость и эффективность применения**

Комплексная оценка строительных материалов и изделий. Взаимозаменяемость и ранжирование свойств. Номенклатура взаимозаменяемых строительных материалов и изделий. Материалы для несущих и ограждающих конструкций. Материалы для наружной и внутренней отделки зданий и сооружений. Материалы специального назначения. Лакокрасочные материалы. Материалы для ландшафтной архитектуры и дорожного строительства. Современные технологии в создании новых строительных материалов и направления их использования в архитектуре. Материалы и современные технологии информационного моделирования в проектировании зданий.

### **Тема 2.9 Строительные материалы и архитектурное творчество**

Современная практика применения строительных материалов и изделий в творчестве известных архитекторов.



## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

очная (дневная) форма получения высшего образования

Номер раздела,	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний	
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1 семестр									
<b>1.</b>	<b>Основы архитектурного материаловедения</b>								
1.1	Взаимосвязь архитектуры и строительных материалов и изделий	2							
1.2	Основные понятия, классификация материалов и изделий, методы стандартизации	4							
1.3	Свойства строительных материалов и изделий	4							
1.4	Эстетические свойства и декоративные качества строительных материалов и изделий, особенности их формирования	2							
1.5	Декоративные качества строительных материалов и изделий в практике дизайн проектирования интерьеров	2							
<b>2.</b>	<b>Строительные материалы и архитектурное творчество</b>								
2.1	Древесные материалы и изделия	2							
2.2	Материалы и изделия из природного камня	2							
2.3	Керамические материалы и изделия	2							
2.4	Материалы и изделия из минеральных расплавов	2							
2.5	Материалы и изделия на основе минеральных вяжущих веществ	2							
2.6	Металлические материалы и изделия	2							
2.7	Полимерные материалы и изделия	2							
2.8	Методические основы рационального применения строительных материалов и изделий, их взаимозаменяемость и эффективность применения	4							
2.9	Строительные материалы и архитектурное творчество	2							
<b>Итого за семестр</b>		34						диф.зачет	
<b>Всего аудиторных часов</b>		34							

## **Информационно-методическая часть**

### **Список литературы**

#### **Основная литература**

7. Широкий, Г.Т. Строительное материаловедение: учеб. пособие / Г.Т. Широкий, П.И. Юхневский, М.Г. Бортницкая: под ред. Э.И. Батыновского. – 2-е изд., испр. – Минск: Высшая школа, 2016. – 460с.: ил.
8. Бондаренко, Г.Г. Основы материаловедения: учебник / Г.Г. Бондаренко, Т.А. Кабанова, В.В. Рыбалко; под ред. Г.Г. Бондаренко. – 3-е изд., электрон. – М.: Лаборатория знаний, 2014. – 763 с.
9. Байер, В.Е. Архитектурное материаловедение: учебник / В.Е. Байер; под ред. И.В. Попова. – М.: Архитектура-С, 2012. – 264 с.
10. Байер, В.Е. Материаловедение для архитекторов, реставраторов, дизайнеров: учеб. пособие / В.Е. Байер. – М.: Астрель: АСТ: Транзиткнига, 2005. – 250 с.
11. Электронный учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Типология зданий и сооружений. Раздел I. Типология жилых зданий» для специальности первой степени высшего образования 1 - 69 01 01 «Архитектура» [Электронный ресурс] / Белорусский национальный технический университет, Кафедра "Архитектура жилых и общественных зданий"; сост. Г. Е. Молокович. – Минск: БНТУ, 2021.
12. Электронный учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Социальные основы архитектурного проектирования» для специальности I степени высшего образования 1-69 01 01 «Архитектура» [Электронный ресурс] / Белорусский национальный технический университет, Кафедра «Архитектура жилых и общественных зданий»; сост. А. В. Мазаник. – Минск: БНТУ, 2022.

#### **Дополнительная литература**

5. Айрапетов, Д.П. Архитектурное материаловедение: учеб. пособие для вузов/Д.П. Айрапетов. – М.: Стройиздат, 1983. – 310 с., ил.
6. Пылаев, А.Я. Архитектурно-дизайнерские материалы и изделия. Ч. 1. Основы архитектурного материаловедения: учебник / А.Я. Пылаев, Т.Л. Пылаева. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного фед. ун-та, 2018. – 294 с.
7. Дворкин, Л.И. Строительное материаловедение: учеб. практ. пособие / Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин. – М.: Инфа-Инженерия, 2013. – 832 с.
8. Архитектурное материаловедение. Применение строительных материалов в архитектуре: метод. пособие по русскому языку для студентов-иностранцев архитектурно-строительных специальностей / Л.В. Богданович, Л.Ф. Гербик, Н.В. Девочко, Е.Е. Чириков, Г.П. Чирикова ; Бел. гос. политех. акад., каф. бел. и рус. яз. – Минск : БГПА, 1995. – 21 с.

### **Средства диагностики результатов учебной деятельности**

Оценка уровня знаний студента производится по десятибалльной шкале в соответствии с критериями, утвержденными Министерством образования Республики Беларусь.

Для оценки достижения студента используется следующий диагностический инструментарий:

- выступление студента на конференции по подготовленному реферату;
- сдача дифференцированного зачета

### **Тематика рефератов**

Тема реферата формируется исходя из индивидуальных предпочтений студента в более углубленном освоении определенного им раздела лекционного курса, при этом тема ориентируется на реалии исторической или современной практики строительства Республики Беларусь

Примеры тем рефератов:

29. Древесные строительные материалы.
30. Строительные материалы из природного камня.
31. Керамические строительные материалы.
32. Строительные материалы из стекла и других минеральных расплавов.
33. Металлические строительные материалы.
34. Изделия на основе минеральных вяжущих материалов.
35. Строительные материалы на основе полимеров.
36. Строительные материалы специального назначения.
37. Экологическая безопасность строительных материалов.
38. Строительные материалы в архитектуре РБ.
39. Современные конструкционные материалы.
40. Палитра современного архитектора.
41. Строительные материалы и изделия в интерьерах помещений различного назначения.
42. Строительные материалы и изделия в решении фасадов зданий различного назначения.

### **Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов**

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- подготовка рефератов по индивидуальным темам;
- подготовка сообщений, тематических докладов, презентаций по заданным темам;
- поиск аргументов для участия в дискуссиях;
- проработка тем (вопросов), вынесенных на самостоятельное изучение.