

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Полоцкий государственный университет»

Ю. И. Киреева  
В. Г. Лукьяненко

# **МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ В ДИЗАЙНЕ**

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь  
в качестве учебного пособия  
для студентов учреждений высшего образования  
по специальности «Дизайн (по направлениям)»*

Новополоцк  
Полоцкий государственный университет  
2021

УДК 620.2(075.8)  
ББК 30.3я73  
К43

Одобрено и рекомендовано к изданию  
советом инженерно-строительного факультета (протокол № 4 от 28.04.2021)

Кафедра архитектуры

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

доц., д-р искусствоведения, зав. каф. теории и истории дизайна Белорусской государственной академии искусств Я. Ю. ЛЕНСУ;  
доц., канд. пед. наук, доц. каф. декоративно-прикладного искусства и технической графики, проректор по воспитательной работе Витебского государственного университета им. П.М. Машерова Ю. П. БЕЖЕНАРЬ;  
доц., канд. техн. наук, зав. каф. декоративно-прикладного искусства и технической графики Витебского государственного университета им. П.М. Машерова И. А. СЫСОЕВА

**Киреева, Ю. И.**

К43 Материаловедение в дизайне : учеб. пособие / Ю. И. Киреева, В. Г. Лукьяненко. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т, 2021. – 200 с.

ISBN 978-985-531-755-6.

Настоящее пособие подготовлено в соответствии с образовательным стандартом высшего образования по специальности «Дизайн (предметно-пространственной среды)» специализации «Дизайн интерьеров», «Ландшафтный дизайн». Основное внимание уделено анализу технических, эксплуатационных, эстетических свойств материалов и изделий, способам их целенаправленного регулирования в зависимости от назначения, предполагаемых условий эксплуатации и выбранного стиля. Примеры применения материалов в строительстве, дизайне интерьера и ландшафтном дизайне представлены цветными иллюстрациями.

Предназначается для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности «Дизайн (предметно-пространственной среды)».

**УДК 620.2(075.8)**  
**ББК 30.3я73**

**ISBN 978-985-531-755-6**

© Киреева Ю. И., Лукьяненко В. Г., 2021  
© Полоцкий государственный университет, 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	5
Введение.....	7
<b>Глава 1</b>	
<b>ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ .....</b>	<b>7</b>
1.1. Стандартизация в строительстве. Контроль качества строительных материалов.....	7
1.2. Классификация, состав и структура строительных материалов .....	8
1.3. Физические, технические и эстетические свойства строительных материалов.....	9
Вопросы для самоконтроля .....	26
<b>Глава 2</b>	
<b>ОРГАНИЧЕСКИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....</b>	<b>28</b>
2.1. Свойства и применение древесины .....	28
2.1.1. Общие физико-технические свойства.....	28
2.1.2. Эстетические свойства древесины. Виды декоративной отделки .....	31
2.1.3. Материалы и изделия из древесины .....	32
Вопросы для самоконтроля .....	38
2.2. Полимерные материалы и изделия .....	39
2.2.1. Получение и свойства полимерных материалов .....	39
2.2.2. Применение полимерных материалов и изделий .....	41
Вопросы для самоконтроля .....	48
<b>Глава 3</b>	
<b>НЕОРГАНИЧЕСКИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....</b>	<b>50</b>
3.1. Природные каменные материалы .....	50
3.1.1. Материалы и изделия из горных пород.....	51
Вопросы для самоконтроля .....	58
3.2. Керамические материалы и изделия.....	59
3.2.1. Сырье и общая технология получения керамических материалов.....	59
3.2.2. Применение керамических материалов в дизайне интерьера и ландшафтном дизайне.....	65
Вопросы для самоконтроля .....	67
3.3. Материалы и изделия из стеклорасплавов.....	67
3.3.1. Общая технология получения изделий из стекла. Свойства стекол.....	68
3.3.2. Материалы и изделия из стеклорасплавов .....	69
3.3.3. Способы декорирования стеклянных изделий.....	74
3.3.4. Витражи. Применение изделий из стекла в интерьере и ландшафтном дизайне.....	76
3.3.5. Материалы специального назначения .....	78
Вопросы для самоконтроля .....	81
3.4. Металлические материалы и изделия.....	81
3.4.1. Состав, структура и свойства металлов.....	82
3.4.2. Технологии получения изделий из металла .....	85
3.4.3. Свойства, применение железоуглеродистых сплавов и сплавов цветных металлов.....	87
3.4.4. Способы декорирования металлических отделочных материалов.....	88

3.4.5. Применение изделий из металла в интерьере и ландшафтном дизайне.....	89
Вопросы для самоконтроля .....	91
<b>Глава 4</b>	
<b>ИСКУССТВЕННЫЕ КАМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ .....</b>	<b>92</b>
4.1. Минеральные вяжущие вещества .....	92
4.1.1. Жидкое стекло, кислотостойкий цемент.....	93
4.1.2. Магнезиальные вяжущие вещества .....	93
4.1.3. Гипсовые вяжущие .....	94
4.1.4. Известковые вяжущие.....	96
4.1.5. Портландцемент и его разновидности.....	97
4.2. Заполнители, химические добавки .....	99
4.3. Красочные составы, растворные строительные смеси и асбестоцементные изделия.....	101
4.4. Бетон. Свойства и виды бетона.....	103
4.4.1. Свойства бетона.....	103
4.4.2. Классификация и виды бетона .....	105
4.4.3. Технологии получения железобетонных изделий и конструкций.....	107
4.4.4. Применение минеральных вяжущих для выполнения отделочных работ и изготовления элементов декора .....	108
Вопросы для самоконтроля .....	112
<b>Глава 5</b>	
<b>СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....</b>	<b>114</b>
5.1. Конструкционные материалы .....	114
5.1.1. Материалы, применяемые для возведения фундаментов.....	114
5.1.2. Стеновые материалы для возведения многоэтажных зданий .....	114
5.1.3. Конструкционные схемы, материалы и изделия, применяемые в малоэтажном строительстве .....	115
5.1.4. Материалы и изделия для ограждающих оконных и дверных конструкций .....	116
5.1.5. Материалы и изделия конструкций покрытия и внутреннего разграничения объема здания .....	117
5.2. Отделочные материалы .....	118
5.2.1. Материалы для внутренней отделки стен.....	118
5.2.2. Материалы и изделия, применяемые для устройства полов .....	121
5.2.3. Материалы для выполнения и отделки потолков.....	123
5.2.4. Применение отделочных материалов в дизайне интерьеров разных стилей .....	125
5.2.5. Интерьеры офисных помещений .....	128
5.3. Теплоизоляционные материалы.....	128
5.4. Акустические материалы.....	130
5.5. Защитные и защитно-декоративные покрытия .....	132
5.6. Материалы и творческий процесс в дизайне предметно-пространственной среды .....	133
Иллюстрации .....	135
Литература .....	197

## Предисловие

Учебное пособие «Материаловедение» предназначено для студентов специальности 1-19 01 01 «Дизайн» по направлению 1-19 01 01-02 «Дизайн (предметно-пространственной среды)» специализации «Дизайн интерьеров», «Ландшафтный дизайн». Дисциплина изучается студентами на втором и третьем курсах, является компонентом государственного экзамена и представляет собой базовую для таких последующих, как «Конструирование» и «Дизайн-проектирование». Изложенный материал содержит основы материаловедения. Основное внимание уделено анализу технических, эксплуатационных, эстетических свойств материалов и изделий, способам их целенаправленного регулирования в зависимости от назначения, предполагаемых условий эксплуатации и выбранного стиля. Учебное пособие состоит из 5 основополагающих глав: «Основные свойства строительных материалов», «Органические строительные материалы», «Неорганические строительные материалы», «Искусственные каменные материалы на основе минеральных вяжущих веществ», «Строительные материалы различного назначения» (конструкционные, отделочные, теплоизоляционные, акустические, защитные и защитно-декоративные покрытия). Примеры конкретного применения материалов в строительстве, дизайне интерьера и ландшафтном дизайне, представленные 102 иллюстрациями, а также вопросы для самоконтроля пройденного материала помогут студентам лучше понять, усвоить теоретический курс дисциплины при подготовке к профессиональной деятельности.

В оформлении четвертой страницы обложки использованы снимки авторских дизайн-объектов доцента В.Г. Лукьяненко в экстерьере внутреннего дворика Полоцкого государственного университета (бывшего Полоцкого колледжума): «Университетский колодец», 2012; «Университетские часы», 2012, а также реконструкции проекта Габриэля Грубера «Механическая голова» в аудитории XVIII в.

## Введение

**Материаловедение** – наука, изучающая состав, строение, структуру материалов, их влияние на физико-технические, эстетические свойства, а также применение материалов, изделий с учетом их назначения и условий эксплуатации.

**Дизайн** – деятельность по проектированию эстетических свойств промышленных изделий, внутреннего пространства помещений различного назначения – интерьеров, а также ландшафтного пространства садов и парков.

Задача **ландшафтного дизайнера** – создание гармоничной зеленой зоны заданного стиля, в котором сочетаются красота и удобство.

**Интерьер** – архитектурно-художественно оформленное внутреннее пространство жилого или общественного помещения, обеспечивающее эстетическое восприятие и комфортные условия жизнедеятельности человека. Специалисты по дизайну предметно-пространственной среды проектируют интерьеры жилых и общественных зданий, административных и культурно-развлекательных помещений, выставочных и спортивных комплексов, торговых центров и т.д. **Основная задача дизайнера** интерьера – объединить в единое целое множество элементов, деталей и, главное, конструкционно-отделочные материалы, используемые для разграничения пространства (перегородки), и отделочные материалы, покрывающие поверхности ограждающих конструкций (пол, стены, потолок), в соответствии с назначением помещения и выбранным стилем. **Стиль** интерьера определяется единством художественного направления в отделке внутреннего пространства, используемой мебели и прежде всего отделочно-конструкционными и отделочными материалами, их техническими и эстетическими свойствами, а также материально-художественными деталями и элементами (скульптуры, картины, камины, витражи, лепнина, росписи, зеркала, кованые металлические, стеклянные и керамические изделия). Физико-технические и эстетические свойства материалов зависят от их состава, строения и структуры, которые определяют их применение.

В результате изучения дисциплины «Материаловедение» студенты дизайнеры должны знать: основы стандартизации строительных материалов и изделий; общефизические и технические свойства строительных материалов; эстетические свойства материалов, их влияние на дизайн интерьера и ландшафтный дизайн; органические и неорганические строительные материалы, их свойства и применение в строительстве и дизайн-проектировании; способы декоративной обработки материалов; основополагающие стили интерьера и ландшафтного дизайна, их материалообеспечение.

# Глава 1

## ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 1.1. Стандартизация в строительстве. Контроль качества строительных материалов

В строительной отрасли материалы и изделия должны соответствовать утвержденным государственным стандартам, разработанным на основании унификации и типизации материалов и изделий.

Под **унификацией** понимают приведение различных видов материалов одинакового функционального назначения к технически и экономически рациональному минимуму типоразмеров, марок, форм, что создает возможность замены одного материала другим без ухудшения качества строительного объекта в целом.

**Типизация** предусматривает выпуск материалов, размеры которых выражены в условной единице измерения – модуль. Единая модульная система создана на базе основного модуля, равного  $1M = 100$  мм. Установлены также укрупненные модули (3M, 6M, 12M, 15M, 30M, 60M) и дробные ( $1/2 M$ ,  $1/5M$ ,  $1/10M$ ,  $1/20M$ ,  $1/50M$ ,  $1/100M$ ), которые определяют размеры элементов и материалов для несущих и ограждающих конструкций, дробные – толщину плитных, листовых и рулонных изделий. Модульная координация размеров в проектировании, изготовлении строительных изделий, конструкций и при возведении строительных объектов позволяет унифицировать и сократить число типоразмеров строительных изделий из разных материалов, которые могут быть использованы в зданиях различного назначения.

**Качество** строительных материалов и изделий регламентируют такими основными государственными стандартами, как ГОСТ, СТБ, и оценивают по сумме свойств, определяющих их пригодность для применения по определенному назначению.

Различают три вида контроля качества: входной, технологический и приемочный. **Входной** – предусматривает проверку соответствия требованиям стандартов исходных материалов, которые будут использованы для получения материала или изделия. **Технологический контроль** включает проверку соответствия технологических параметров (влажность, температура, время и т.д.) в технологическом процессе получения материала. **Приемочный** контроль – определение соответствия полученного материала (изделия) требованиям стандарта (ГОСТ, СТБ).

**Стандарт** – утвержденный нормативный документ, обязательный как для предприятий изготовителей, так и потребителей продукции, в котором предусмотрены основополагающие данные по свойствам материалов, номенклатуре и сортности выпускаемых изделий, области применения, условиям хранения и транспортировки.

Требования по свойствам выражаются маркой. Марка – средняя величина по результатам испытаний трех и большего количества образцов. Показателем качества продукции является количественная характеристика одного или нескольких свойств. Номенклатура показателей качества зависит от назначения продукции. Показатели могут быть количественными (в числовом выражении) и качественными (цвет, текстура, фактура, форма изделия, наличие защитно-декоративного покрытия). Особенно важны эстетические характеристики материалов во внутренней отделке зданий. Выбор цвета, фактуры, текстуры поверхности отделочных и конструкционно-отделочных материалов должен быть связан с функциональным назначением помещения, его размерами, общей композицией и стилем интерьера.

## **1.2. Классификация, состав и структура строительных материалов**

Все строительные материалы и изделия классифицируют по назначению, виду материала и способу получения.

По **назначению** подразделяют на конструкционные, отделочные, гидроизоляционные, теплоизоляционные, акустические, антикоррозионные, герметизирующие.

По **виду материала**: природные каменные, лесные, полимерные, металлические, керамические, стеклянные, искусственные каменные и т.д.

По **способу получения**: природные и искусственные. **Природные строительные материалы** добывают в местах их естественного образования (горные породы), обычно в верхних слоях земной коры или роста (древесина). Их используют в строительстве, применяя преимущественно механическую обработку. Состав и свойства этих материалов в основном зависят от происхождения исходных пород. **Искусственные строительные материалы** изготавливают из природного минерального и органического сырья (кирпич из глины, портландцемент из мергелей, полимеры из нефти и газа), промышленных отходов (шлаковый щебень, шлакоситаллы), а также из нескольких исходных материалов (бетон – щебень, песок, цемент, вода). Полученные искусственные материалы приобретают новые свойства, отличные от свойств исходного сырья.



Каждый вид продукции обладает определенными свойствами, представляющими интерес для потребителей. Для строительных материалов – это прочность, плотность, теплопроводность, морозостойкость, стойкость по отношению к действию воды, агрессивных сред, а также эстетические свойства, которые особенно важны для отделочных материалов, используемых в дизайне интерьеров. Сумма свойств, определяющих пригодность материала и изделия для использования по назначению, называется **качеством**. Например, для кровельных материалов оценка их качества проводится по сумме таких свойств, как водостойкость, водонепроницаемость, морозостойкость, термостойкость, прочность на изгиб, стойкость к ультрафиолетовым лучам. Для отделочных материалов важны технические свойства, связанные с условиями эксплуатации, а также такие декоративные свойства, как форма изделия, фактура и текстура поверхности, цвет.

### **1.3. Физические, технические и эстетические свойства строительных материалов**

Свойства любого искусственного материала можно регулировать в широких пределах путем изменения его состава и структуры.

**Состав материала:** химический, минералогический, фазовый (твердый, жидкий, газообразный), зависит в большей степени от сырья, которое было использовано; **структура** – от технологии изготовления изделий.

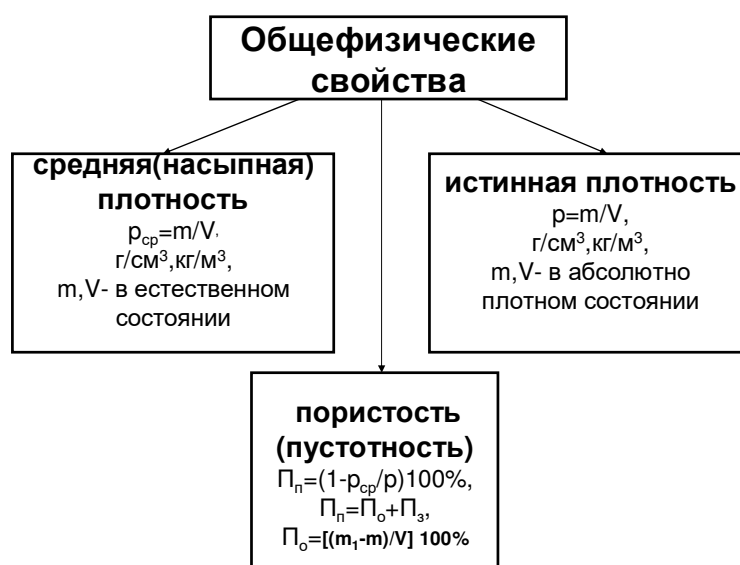
**Структуру материала** изучают на микроуровне при помощи микроскопов и на макроуровне с использованием стандартных методов. В зависимости от состава микроструктура может быть аморфной, кристаллической и нестабильной коагуляционной (вязкой, пластичной – клей, лакокрасочные материалы, пластичное глиняное или цементное тесто), которая с течением времени и под действием атмосферных факторов переходит в аморфную (стекло) или в более устойчивую кристаллическую (большинство горных пород, металлы, искусственный цементный камень). Форма и размер кристаллов оказывают большое влияние на свойства материалов, в состав которых они входят. Мелкокристаллические материалы, по сравнению с крупнокристаллическими, обычно более однородны и стойки против внешних воздействий. Большое влияние на свойства и область применения материалов оказывает взаимное расположение кристаллов. Так, например, слоистое расположение (природные глинистые сланцы) обеспечивает легкое раскалывание по плоскостям и получение отделочных плит и плиток. Материалы с однородной кристаллической структурой (гранит, известняк), обладающие высокой прочностью, целесообразно использовать в качестве заполнителя для высокопрочных бетонов, блоков для кладки фундаментов.

**Макроструктура материалов:** плотная (стекло), искусственная ячеистая (пеносиликат), мелкопористая (кирпич), слоистая (пластики), рыхлозернистая (песок, щебень, гравий), зависит от технологии получения материала и изделия. Состав и структура определяют свойства материалов, которые не остаются постоянными, а изменяются во времени в результате механических, физико-химических, иногда и биохимических воздействий среды, в которой эксплуатируется изделие или конструкция. Эти изменения состава и свойств материалов могут протекать медленно (разрушение каменных пород) или относительно быстро (вымывание из материала растворимых веществ; колебание температуры, которые приводят к появлению внутренних разрушающих напряжений в бетоне; солнечный свет вызывает изменение цвета, повышение хрупкости отделочных полимерных материалов). Следовательно, каждый материал должен обладать не только свойствами, позволяющими применять его по назначению, но и определенной стойкостью, обеспечивающей долговечность отдельной конструкции и всего сооружения в целом. Все свойства строительных материалов можно условно разделить на **физические, химические, механические и технологические.**

### Физические свойства

**Физические свойства** подразделяют на **общезфизические, гидрофизические, теплофизические и акустические.**

К **общезфизическим свойствам** относятся: истинная плотность, средняя плотность и пористость материала (рисунок 1.1).



**Рисунок 1.1. – Общезфизические свойства строительных материалов**

**Истинная плотность** ( $\rho$ ) – масса единицы объема вещества в абсолютно плотном состоянии, без пор, пустот и трещин:

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (1)$$

где  $\rho$  – истинная плотность, кг/м<sup>3</sup>;

$m$  – масса, кг;

$V$  – объем, занимаемый веществом, м<sup>3</sup>.

Истинная плотность большинства строительных материалов больше единицы (за единицу условно принимают плотность воды при  $t = 4$  °С). Для каменных материалов плотность колеблется в пределах 2200–3300 кг/м<sup>3</sup>; органических материалов (дерево, битумы, пластмассы) – 900–1600, черных металлов (чугун, сталь) – 7250–7850 кг/м<sup>3</sup>.

**Средняя плотность** ( $\rho_{cp}$ ) масса единицы объема материала (изделия) в естественном состоянии с пустотами и порами:

$$\rho_{cp} = \frac{m}{V}, \quad (2)$$

где  $\rho_{cp}$  – средняя плотность, кг/м<sup>3</sup>;

$m$  – масса материала (изделия) в естественном состоянии, кг;

$V$  – объем материала (изделия), м<sup>3</sup>.

Если образец имеет правильную геометрическую форму, то его объем определяют путем вычислений по измеренным геометрическим размерам; если образец неправильной формы – по объему вытесненной жидкости (закон Архимеда).

Для сыпучих материалов (песок, цемент, щебень, гравий) определяют насыпную плотность. **Насыпная плотность** ( $\rho_n$ ) – масса единицы объема сыпучих материалов в свободном (без уплотнения) насыпном состоянии. Формула расчета и размерность показателя те же, что и в (1) и (2). Объем таких материалов включает не только поры в зернах материала, но и пустоты между ними. Количество пустот, образующихся между зернами материала, выраженное в процентах по отношению ко всему занимаемому объему, называют **пустотностью**. Этот показатель важен для песка, щебня, керамзита при изготовлении растворов и бетона. Средняя плотность природных и искусственных материалов колеблется в широких пределах – от 10 кг/м<sup>3</sup> (полимерный материал «мипора») до 2500 кг/м<sup>3</sup> у тяжелого бетона и 7850 кг/м<sup>3</sup> у стали. Данные средней плотности используют при подборе материала для изготовления строительных конструкций, расчетах

транспортных средств, подъемно-транспортного оборудования. При одинаковом вещественном составе средняя плотность характеризует прочностные свойства. Чем выше средняя плотность, тем прочнее материал. Для большинства строительных материалов истинная плотность больше средней. Только для абсолютно плотных (металлы, стекла, лаки, краски) показатели средней и истинной плотности численно равны. По величине истинной и средней плотности рассчитывают **общий объем пор** ( $\Pi_n$ ) материала, %:

$$\Pi_n = \left( 1 - \frac{\rho_{cp}}{\rho} \right) \cdot 100. \quad (3)$$

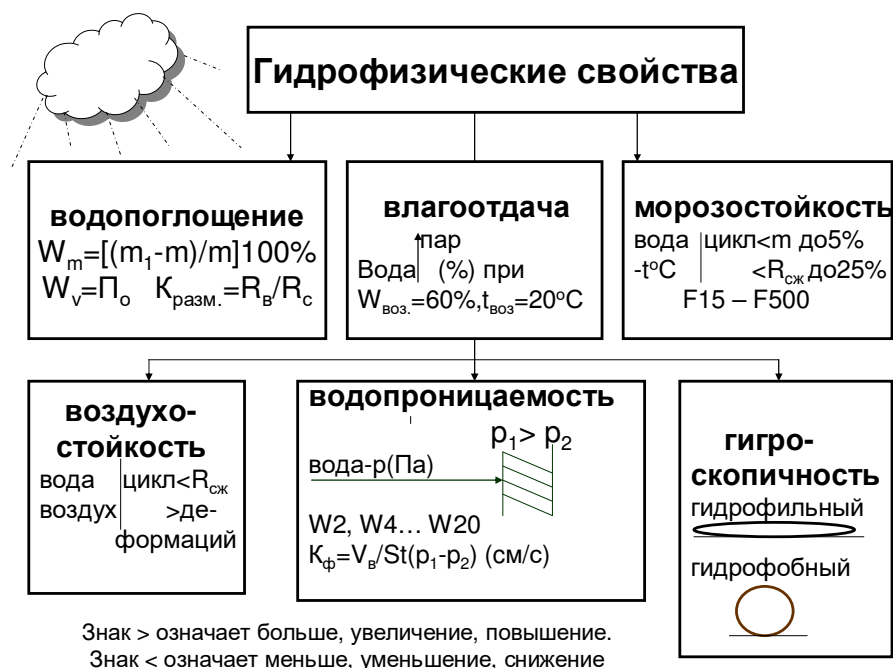
Поры в материале могут иметь различную форму и размеры. Они могут быть открытыми, сообщающимися с окружающей средой, и замкнутыми, заполненными воздухом. При погружении материала (изделия) в воду открытые поры полностью или частично, что зависит от размера пор, заполняются водой. В замкнутые поры вода проникнуть не может. **Открытую ( $W_o$ ) пористость** ( $\Pi_o$ ), %, определяют по водонасыщению материала под вакуумом или кипячением в воде:

$$(W_o) \Pi_o = \frac{m_1 - m}{V} \cdot 100, \quad (4)$$

где  $m$  – масса образца в сухом состоянии, г;  
 $m_1$  – масса образца в водонасыщенном состоянии, г;  
 $V$  – объем образца, см<sup>3</sup>.

Общая пористость различных по назначению материалов колеблется в широком интервале. Так, для тяжелого, прочного конструкционного бетона – 5–10%; кирпича, который как стеновой материал должен обеспечить прочность, легкость стеновой конструкции и пониженную теплопроводность, – 25–35%; для эффективного теплоизоляционного материала пенопласта – 95%. Большое влияние на свойства материалов оказывает не только величина пористости, но и размер пор, их характер. При увеличении замкнутых пор повышается морозостойкость материала и снижается теплопроводность. Наличие открытых пор делает материал проницаемым для воды, неморозостойким, но в то же время он приобретает акустическое свойство – звукопоглощение.

**Гидрофизические свойства** проявляют материалы и изделия при контакте с водой. Наиболее важные из них – **гигроскопичность, водопоглощение, водостойкость, водопроницаемость, морозостойкость, воздухоустойчивость** (рисунок 1.2).



**Рисунок 1.2. – Гидрофизические свойства строительных материалов**

**Гигроскопичность** – свойство материала поглощать водяные пары из воздуха и удерживать их на своей поверхности. Чем мельче поры, тем больше общая площадь поверхности (при условии равной общей пористости и одинакового вещественного состава) и, следовательно, гигроскопичность выше. Этот процесс является обратимым и зависит от влажности воздуха. При снижении влажности часть гигроскопичной влаги испаряется. В зависимости от вещественной природы материала гигроскопичность различна. Одни материалы притягивают к своей поверхности молекулы воды и называются **гидрофильными** – бетон, древесина, стекло, кирпич; другие, отталкивающие воду, – **гидрофобными**: битум, полимерные материалы. Характеристикой гигроскопичности служит отношение массы влаги, поглощенной материалом из воздуха, к массе сухого материала, выраженное в %.

**Водопоглощение** – способность материала впитывать и удерживать воду. Характеризуется это свойство количеством воды, поглощенной высушенным до постоянной массы материалом, полностью погруженным в воду, выраженным в % от массы (водопоглощение по массе), или в % от объема (водопоглощение по объему)  $W_o$ :

$$W_{ног} = \frac{m_1 - m}{V} \cdot 100. \quad (5)$$

Водопоглощение по объему рассчитывают по формуле (4). Оно зависит от объема, природы пор (замкнутые, открытые) и степени гидрофильности материала. Так, водопоглощение гранита составляет 0,02–0,7%, тяжелого бетона – 2–4%, кирпича – 8–15%. В результате насыщения водой свойства материалов значительно изменяются: увеличиваются средняя плотность, теплопроводность, а для некоторых (древесина) и объем изделий – они разбухают. Вследствие нарушения связей между частицами материала проникающими молекулами воды прочность снижается. Отношение предела прочности при сжатии материала, насыщенного водой,  $R_B$  к пределу прочности при сжатии в сухом состоянии  $R_c$  называют коэффициентом размягчения  $K_p$ :

$$K_p = \frac{R_B}{R_c}. \quad (6)$$

Этот коэффициент характеризует водостойкость материалов. Для глины, гипса он равен нулю, металла, стекла – единице. Материалы с  $K_p > 0,8$  водостойки; с  $K_p < 0,8$  – не водостойки и применять их в конструкциях, испытывающих постоянное действие воды (фундаменты при наличии грунтовых вод, дамбы, плотины), запрещено.

**Влагоотдача** – способность материала отдавать влагу при снижении влажности воздуха. Скорость влагоотдачи зависит от разности влажности образца и окружающей среды. Чем она выше, тем интенсивнее идет высушивание изделия. Крупнопористый гидрофобный материал отдает воду быстрее, чем мелкопористый гидрофильный. В естественных условиях влагоотдачу строительных материалов характеризуют интенсивностью потери влаги при относительной влажности воздуха 60% и  $T = 20$  °С.

**Водопроницаемость** – свойство материала пропускать воду под давлением. Водопроницаемость оценивают по коэффициенту фильтрации  $K_f$  (см/с), который равен количеству воды, прошедшей в течение 1 ч через 1 м<sup>2</sup> площади испытуемого материала при постоянном давлении. Особенно важно это свойство при строительстве гидротехнических сооружений (дамбы, плотины, молы, мосты), резервуаров, возведении стен подвалов при наличии грунтовых вод. Коэффициент фильтрации непосредственно связан обратной зависимостью с водонепроницаемостью материала, по которой ему присуждают марку. Чем ниже  $K_f$ , тем выше марка по водонепроницаемости. Водонепроницаемость (например, бетона) оценивается маркой W2, W4 ... W12, показывающей величину максимального односто-

ронного гидростатического давления в МПа (0,2; 0,4 ... 1,2), при котором образец не пропускает воду в условиях стандартных испытаний. Испытания проводят на специальной установке.

**Морозостойкость** – способность материала сохранять свою прочность при многократном попеременном замораживании в водонасыщенном состоянии и оттаивании в воде. Для материалов, эксплуатируемых в условиях знакопеременных температур наружного воздуха, морозостойкость является одним из важнейших свойств, обеспечивающих их долговечность (дорожные покрытия, бордюрные камни, стеновые материалы). Разрушение материалов при их замораживании в водонасыщенном состоянии связано с образованием в порах льда, объем которого примерно на 9% больше объема замерзшей воды. Поэтому если все поры в материале будут заполнены водой, то разрушение должно было бы произойти после первого цикла замораживания. Способность материала противостоять морозному разрушению обусловлена в первую очередь присутствием в его структуре определенного объема замкнутых пор, в которые и отжимается часть воды под действием давления растущих кристаллов льда. Таким образом, главными факторами, определяющими морозостойкость материала, являются показатели структуры его порового пространства, от которых зависят степень насыщения водой и интенсивность образования льда в порах.

В строительстве, в соответствии со стандартом, морозостойкость материала количественно оценивают маркой  $F$  – числом циклов попеременного замораживания и оттаивания, которые выдерживают образцы материала без снижения прочности на 5–25% и массы на 3–5%. Установлены следующие марки по морозостойкости: тяжелый бетон –  $F50$ – $F500$ , легкий бетон –  $F25$ – $F500$ , кирпич, стеновые керамические камни –  $F15$ – $F35$ .

**Воздухостойкость** – способность материала длительно выдерживать многократное увлажнение и высушивание без деформаций и потери механической прочности. Природные и искусственные хрупкие каменные материалы (бетон, керамика), сжимающиеся при высыхании и расширяющиеся при увлажнении, разрушаются вследствие возникновения растягивающих напряжений. В подобных условиях работают дорожные покрытия, надводные части гидротехнических сооружений.

К основным **теплофизическим свойствам**, оценивающим отношение материала к тепловым воздействиям, относятся **теплопроводность, теплоемкость, термостойкость, жаростойкость, огнеупорность и огнестойкость** (рисунок 1.3).

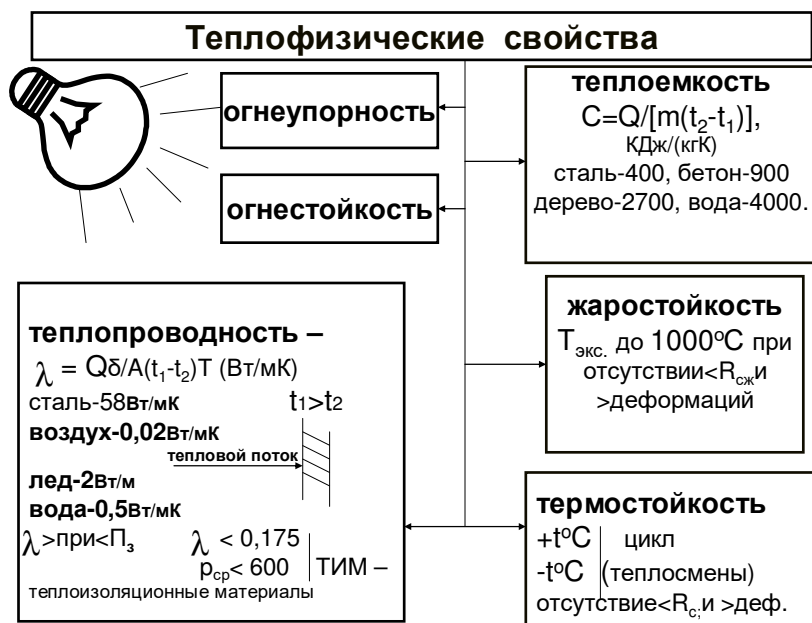


Рисунок 1.3. – Теплофизические свойства строительных материалов

**Теплопроводность** – способность материала пропускать тепловой поток при условии разных температур поверхности. Степень теплопроводности материалов характеризует коэффициент, который равен количеству тепла, проходящего через стену из испытуемого материала толщиной 1 м площадью 1 м<sup>2</sup> за 1 ч при разности температур противоположных поверхностей стены 1 К. Коэффициент теплопроводности измеряют в Вт/(м К).

$$\lambda = \frac{Q \cdot \delta}{A(t_1 - t_2) \cdot T}, \quad (7)$$

где  $Q$  – количество тепла, Дж;

$\delta$  – толщина материала, м;

$A$  – площадь сечения, перпендикулярного направлению теплового потока, м<sup>2</sup>;

$(t_1 - t_2)$  – разность температур, К;

$T$  – продолжительность прохождения тепла, ч.

Теплопроводность материала зависит от вещественного состава, строения и характера пористости, температуры и влажности материала. Особенности структуры оказывают значительное влияние на теплопроводность. Например, если материал имеет волокнистое строение, то тепло вдоль волокон передается быстрее, чем поперек. Так, теплопроводность древесины вдоль волокон равна 0,30, а поперек – 0,15 Вт/(мК). Мелкопористые материалы менее теплопроводны, чем крупнопористые; материалы



с замкнутыми порами имеют меньшую теплопроводность, чем материалы с сообщающимися порами. Это объясняется тем, что в крупных и сообщающихся порах возникает движение воздуха, облегчающее перенос тепла и вызывающее повышение теплопроводности. Наличие воды в порах материала повышает его теплопроводность, поскольку вода имеет значительно более высокий коэффициент теплопроводности 0,50 Вт/(м·К), чем воздух – 0,02 Вт/(м·К). При замерзании влажных материалов коэффициент теплопроводности еще больше повышается, т.к. коэффициент теплопроводности льда равен 2, т.е. в 100 раз больше, чем у воздуха.

**Теплоемкость** – свойство материала поглощать при нагревании определенное количество тепла. При охлаждении материалы выделяют тепло, причем тем больше, чем выше их теплоемкость. Коэффициент теплоемкости равен количеству тепла (Дж), необходимого для нагревания 1 кг материала на 1 К:

$$C = \frac{Q}{m(t_1 - t_2)}, \quad (8)$$

где  $Q$  – количество тепла, Дж;

$m$  – масса материала, кг.

Теплоемкость неорганических строительных материалов (бетон, кирпич, природные каменные материалы) изменяется в пределах 0,75–0,92 кДж/(кг К); древесины – 0,7 кДж/(кг К); вода имеет наибольшую теплоемкость – 4 кДж/(кг К). Поэтому с повышением влажности материалов их теплоемкость возрастает.

**Термостойкость** – свойство материала выдерживать без разрушений определенное количество резких колебаний температуры. Единицей измерения этого свойства является количество теплосмен, определяемое для многих теплоизоляционных и огнеупорных материалов.

**Жаростойкость** – устойчивость материала при температуре эксплуатации до 1000 °С.

**Огнеупорность** – способность материала работать длительное время при воздействии высоких температур без деформаций и разрушения. По степени огнеупорности материалы подразделяют на **огнеупорные**, работающие без снижения свойств при температуре свыше 1580 °С, **тугоплавкие** – 1580–1350 °С, **легкоплавкие** – ниже 1350 °С. К этим материалам специального назначения относят **шамотные** (обоженная глина), **динасовые** (состоящие в основном из оксида кремния) и **высокоглиноземистые** (содержащие преимущественно оксид алюминия), которые применя-

ют в виде мелкоштучных кирпичей для внутренней футеровки промышленных тепловых агрегатов (доменные, сталеплавильные, стекловаренные печи, автоклавы и т.д.).

**Огнестойкость** – свойство материала сопротивляться действию огня при пожаре в течение определенного времени. Ко всем материалам, используемым в строительстве, и особенно к тем, из которых выполняют несущие конструкции: стены, колонны, перекрытия, предъявляют требования по огнестойкости, которые зависят от категории здания и сооружения по пожарной безопасности, определяемой нормативным документом СНиПом. Для оценки огнестойкости введен **показатель возгораемости**, основанный на трех признаках предельного состояния: потере несущей способности (снижение прочности и увеличение деформаций), теплоизолирующих свойств и сплошности. **Предел огнестойкости** конструкций и материалов **характеризуется временем** (в часах) с начала теплового воздействия и до появления одного из признаков предельного состояния. По возгораемости строительные материалы подразделяют на негорючие, трудногорючие и горючие. К **негорючим** относят бетон, кирпич, сталь, природные каменные материалы. **Трудногорючие** – материалы, которые под действием огня с трудом воспламеняются, тлеют или обугливаются, но после удаления источника пламени их горение и тление прекращаются (фибробетон, состоящий из древесных стружек и цементного камня, асфальтобетон, некоторые полимерные материалы). **Горючие** – материалы, которые при контакте с огнем загораются и горят открытым пламенем даже в случае ликвидации источника огня (древесина, битум, полимерные материалы).

При действии звука на материал проявляются его **акустические свойства**. По назначению акустические материалы делят на четыре группы: звукопоглощающие, звукоизолирующие, виброизолирующие и вибропоглощающие (рисунок 1.4).



Рисунок 1.4. – Акустические свойства строительных материалов

**Звукопоглощающие** материалы предназначены для поглощения падающего на их поверхность шумового звука. Основной акустической характеристикой является величина коэффициента звукопоглощения, равная отношению количества поглощенной материалом звуковой энергии к общему количеству падающей на материал в единицу времени. Звукопоглощающими материалами называют те, у которых коэффициент звукопоглощения больше 0,2. Эти материалы обладают открытой пористостью или имеют шероховатую, рельефную поверхность, поглощающую звук.

**Звукоизолирующие** материалы применяют для ослабления ударного звука, передающегося через строительные конструкции здания из одного помещения в другое. Оценку эффективности звукоизоляционных материалов проводят по двум основным показателям: динамическому модулю упругости и относительной сжимаемости под нагрузкой.

**Виброизолирующие и вибропоглощающие** материалы предназначены для устранения передачи вибрации от машин и механизмов на строительные конструкции зданий.

### **Химические свойства**

Химические свойства характеризуют способность материала к химическим взаимодействиям. Возможность химических и физико-химических процессов определяется наличием у строительных материалов таких свойств, как **химическая активность, растворимость, способность к кристаллизации адгезии** (рисунок 1.5). **Химическая активность** может быть положительной, если процесс химического взаимодействия приводит к упрочнению структуры (образование цементного, гипсового камня), и отрицательной, если протекающие реакции вызывают разрушение материала (коррозионное действие кислот, щелочей, солей).

**Химическая, или коррозионная, стойкость** – это свойство материалов противостоять разрушающему действию жидких и газообразных агрессивных сред. Химическую стойкость оценивают специальным коэффициентом, который рассчитывают по отношению прочности (массы) материала после коррозионных испытаний (в случае кислот и щелочей образцы в течение двух часов кипятят соответственно в концентрированном растворе кислоты или щелочи) к прочности (массе) до испытаний. При коэффициенте 0,90–0,95 материал признается химически стойким по отношению к исследуемой среде. Органические материалы, такие как древесина, битумы, пластмассы, при обычных температурах относительно стойки к действию кислот и щелочей слабой и средней концентрации. Свойства

неорганических материалов зависят от их состава. Действие солей приводит к накоплению кристаллических продуктов в порах материала, вызывающему рост деформаций и разрушение изделия.

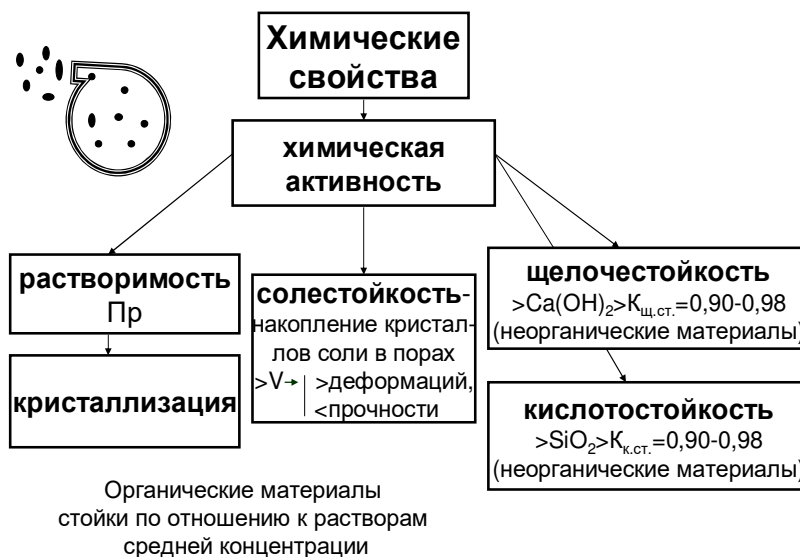


Рисунок 1.5. – Химические свойства строительных материалов

### Механические свойства

Механические свойства характеризуют поведение материалов при действии нагрузок различного вида (растягивающей, сжимающей, изгибающей и т.д.) (рисунок 1.6).

В результате механических воздействий материал деформируется. Если внешние усилия невелики, деформация является упругой, т.е. после снятия нагрузки материал возвращается к прежним размерам. Если нагрузка достигнет значительной величины, кроме упругих деформаций появляются пластические, приводящие к необратимому изменению формы. Наконец, при достижении некоторой предельной величины происходит разрушение материала. В зависимости от того, как материалы ведут себя под нагрузкой, их подразделяют на пластичные (изменяют форму под нагрузкой без появления трещин и сохраняют изменившуюся форму после снятия нагрузки) и хрупкие. Пластичные – это, как правило, материалы однородные, состоящие из крупных, способных смещаться относительно друг друга молекул (органические вещества), или состоящие из кристаллов с легко деформируемой кристаллической решеткой (металлы). Хрупкие материалы (бетон, природный камень, кирпич) хорошо сопротивляются сжатию и в 5–50 раз хуже растяжению, изгибу, удару (стекло, гранит).

Прочность строительных материалов характеризуется пределом прочности, под которым понимают нагрузку, вызывающую разрушение материала.

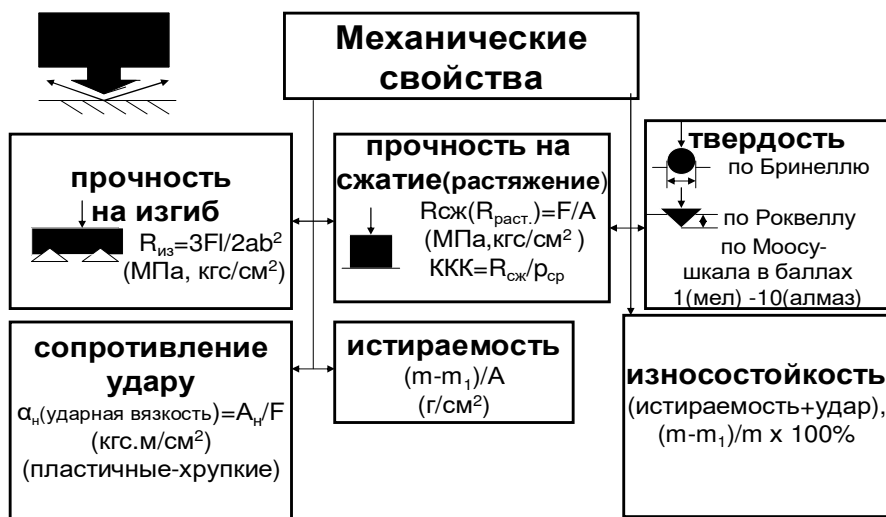


Рисунок 1.6. – Механические свойства строительных материалов

Предел прочности на сжатие или растяжение определяют по формуле

$$R_{сж} = \frac{F}{A}, \text{ (МПа), (кгс/см}^2\text{)}, \quad (10)$$

где  $F$  – разрушающая нагрузка, Н, кгс;

$A$  – площадь поперечного сечения образца до испытания, мм<sup>2</sup>, см<sup>2</sup>.

Определение предела прочности на сжатие строительных материалов проводят путем испытания образцов кубов на механических или гидравлических прессах. Прочность зависит от структуры материала, вещественного состава, влажности, направления приложения и скорости подачи нагрузки.

Связь между пределом прочности на сжатие и величиной средней плотности используют для оценки эффективности материала в конструкциях, вычисляя коэффициент конструктивного качества (ККК) по формуле

$$ККК = \frac{R_{сж.}}{\rho_{ср}}. \quad (11)$$

Например, ККК для стали равен 0,5–1,0; древесины – 0,7; пластмасс – 0,5–2,5; кирпича – 0,06–0,15.

**Предел прочности** на изгиб определяют по формулам:

– при одной сосредоточенной нагрузке и балке прямоугольного сечения

$$R_{изг} = \frac{3Fl}{2ab^2}, \text{ (МПа), (кгс/см}^2\text{);} \quad (12)$$

– при двух равных нагрузках, расположенных симметрично оси балки,

$$R_{изг} = \frac{3F(l-h)}{ab^2}, \text{ (МПа), (кгс/см}^2\text{).} \quad (13)$$

где  $F$  – разрушающая нагрузка, Н, кгс;

$l$  – пролет между опорами, мм, см;

$a$  и  $b$  – ширина и высота поперечного сечения балки, мм, см;

$h$  – расстояние между грузами, мм, см.

В расчете строительных материалов на прочность допускаемые напряжения должны составлять лишь часть их предела прочности. Создаваемый запас прочности обусловлен неоднородностью строения большинства строительных материалов, недостаточной надежностью полученных результатов при определении предела прочности, отсутствием учета многократного переменного действия нагрузки и старения материалов и т.д. Запас прочности и величину допускаемого напряжения определяют и устанавливают в соответствии с нормативными требованиями в зависимости от вида и качества материала, долговечности строящегося сооружения.

**Твердость** – способность материала сопротивляться проникновению в его поверхность другого более твердого тела правильной формы. Для определения твердости существуют несколько методов. Твердость каменных материалов, стекла оценивают с помощью минералов шкалы твердости Мооса, состоящей из 10 минералов, расположенных по степени возрастания их твердости: 1 (тальк или мел) – 10 (алмаз). Показатель твердости испытуемого материала находится между показателями двух соседних минералов, из которых один чертит, а другой сам чертится этим минералом. Твердость металлов и пластмасс рассчитывают по диаметру отпечатка вдавливаемого стального шарика определенной массы и размера (метод Бринелля). Твердость материалов определяет возможность их использования в конструкциях, подвергающихся истиранию и износу (полы, дорожные покрытия).

**Истираемость** характеризуют величиной потери первоначальной массы материала (г), отнесенной к единице площади (см<sup>2</sup>) истирания. Истираемость определяют на специальных кругах. Сопротивление истиранию определяют для материалов, предназначенных для полов, дорожных покрытий, лестничных ступеней. Некоторые материалы испытывают также на износ.

**Износ** – разрушение материала при совместном действии истирающей и ударной нагрузок. Сопротивление износу определяют, испытывая образцы материала в специальном вращающемся барабане с металлическими шарами. Прочность при износе оценивают по потере массы образцов, выраженной в процентах. Износу подвергаются покрытия дорог, аэродромов и полов промышленных предприятий.

**Сопротивление удару, или хрупкость**, имеет большое значение для материалов, применяемых для покрытия пола в цехах промышленных предприятий. Предел прочности материала при ударе характеризуется количеством работы, затраченной на разрушение образца, отнесенной к единице объема. Испытание материалов проводят на специальном приборе – маятниковом копре.

### **Технологические свойства**

Технологические свойства характеризуют способность материала подвергаться тому или иному виду обработки. Так, например, к технологическим свойствам древесины относятся: хорошая гвоздимось, легкость обработки различными инструментами. Технологические свойства некоторых полимерных материалов включают способность обтачиваться, сверлиться, легко склеиваться, свариваться. Бетонные, растворные, глиняные, асфальтобетонные и другие смеси обладают пластичностью, вязкостью, которые обеспечивают заполнение определенного объема и получение изделий заданной формы.

Пластично-вязкие материалы по своим физическим свойствам занимают промежуточное положение между жидкими и твердыми материалами и при определенных условиях могут как бы совмещать свойства твердого тела и жидкости. Так известно, что глиняное или иное тесто можно разрезать ножом, чего нельзя сделать с жидкостью, но вместе с тем это же тесто под действием внешних сил может принимать форму сосуда, т.е. ведет себя как жидкость.

**Пластичность** – способность материала деформироваться без разрыва сплошности под влиянием внешнего механического воздействия и сохранять полученную форму, когда действие внешней силы прекраща-

ется. Пластичность – важное свойство, влияющее на технологию производства бетонов, строительных растворов, керамических и других строительных материалов, а также на свойство готовых изделий. При высокой пластичности смеси ускоряются и удешевляются операции смешивания и формования, повышается однородность готовых изделий, что благоприятно сказывается на их физических и механических свойствах, химической стойкости.

**Вязкостью**, или **внутренним трением**, называют сопротивление жидкости передвижению одного ее слоя относительно другого. Когда какой-либо слой жидкости приводится в движение, то соседние с ним слои тоже вовлекаются в движение и оказывают ему сопротивление. Величина этого сопротивления различна для разных жидкостей и зависит от их природы и температуры. Для количественной характеристики вязкости служит **коэффициент динамической вязкости**, измеряемый в Па·с. Эти свойства имеют большое значение при использовании органических вяжущих материалов, синтетических и природных полимеров, клеев, масел, красочных составов. Вязкость этих материалов снижается при нагревании и резко повышается с понижением температуры.

### **Эстетические свойства материалов. Стили интерьера**

При разработке дизайна интерьера конструкционно-отделочные и отделочные материалы оценивают по двум основополагающим архитектурно-художественным характеристикам: эстетические свойства (форма, цвет, текстура, фактура) и эстетическая совместимость применяемых материалов, их физическое восприятие человеком. Оценку эстетических свойств материалов проводят по установленным определяющим показателям и визуально по эталонам.

**Форму** изделия оценивают по геометрии поверхности: объемные (кубическая, цилиндрическая, округлая, многогранная) и плоские (квадратная, прямоугольная, многоугольная), а также по соотношению основных размеров.

**Цвет** характеризует зрительное восприятие поверхности изделия в диапазоне видимой части спектра светового потока, отраженного поверхностью или прошедшего через него. Цвета подразделяют на **ахроматические** (бесцветные) и **хроматические** (цветные). Ахроматические (белый, серый, черный) оценивают по **светлоте**, хроматические – по **светлоте, насыщенности и цветовому тону**. Так, за 100% принимают чистый тон, за 0% – белый или черный. **Яркость** (светлота) цвета характеризуют коэффициентом отражения, который для белого цвета прини-



мают за 100%, черного – 0%. В дизайн-проектах указывают требуемые значения цветового тона, насыщенности и светлоты. Если применяемые отделочные материалы имеют многоцветный рисунок (**полихромный**), то их светлоту ориентировочно определяют по определяющему цвету. Восприятие пространства помещения во многом зависит от цвета отделочных материалов стен и пола, стен и потолка. При едином цветовом решении стен и потолка зрительно увеличивается высота помещения. В зависимости от насыщенности теплого (оранжевый, желтый) или холодного (серый, голубой) цвета можно визуальное изменить восприятие пропорций помещения, соответственно уменьшая или удлиняя его. При отделке интерьера – замкнутого объема – отделочными материалами для исключения дисгармонии, которая возможна при использовании материалов разного цвета, взятых в пропорции 1:1, нужно придерживаться **«правила золотого сечения»**, которое рекомендует пропорцию 3:5, т.е. отделочные фоновые материалы – 5, а композиционные, которые имеют другие цвет, фактуру, текстуру, – 3. В результате многолетних исследований установлено следующее влияние цвета на человека: зеленый снижает глазное давление и обостряет слух; красный возбуждает и приводит к быстрому утомлению; при действии оранжево-желтого может возникнуть головокружение; черный – угнетает.

Рисунок, или **текстура** поверхности, характеризует особенности строения таких природных материалов, как древесина, горные породы. Текстура этих материалов усиливается при полировке и прозрачной отделке поверхности. При производстве искусственных отделочных материалов текстуру поверхности получают путем сочетания печатного рельефного рисунка с цветным окрашиванием. Текстура поверхности может быть ароматической (черно-белой) или хроматической (цветной).

**Фактура** – видимое строение лицевой поверхности материала, которое характеризуется степенью рельефа и блеска. По степени рельефа фактуры подразделяют на **гладкие**, **шероховатые** (высота рельефа до 0,5 см) и **рельефные** (высота рельефа более 0,5 см). По степени блеска фактуры могут быть **блестящими** – зеркальными и гладкими, **лощеными** – матовыми. Фактуру оценивают визуальное и инструментально с использованием специальных приборов. Гладкие и блестящие – полированные поверхности (камень, стекло, металл, шелк) – «холодные», увеличивают объем помещения, подчеркивают торжественность и официальность. Бархатистые и шероховатые – слабее отражают свет и создают атмосферу уюта и спокойствия (шерсть, кожа, мех, дерево). При дизайне интерьера необходимо также учитывать, что чем светлее покрытие, тем отчетливее видна фактура

материала; чем рельефнее поверхность стен, тем меньше визуальное помещение. Блестящие поверхности придают нарядность и увеличивают объем, но при большой площади могут вызвать психологический дискомфорт. Гладкие и шероховатые фактуры получают искусственно путем механической обработкой разной интенсивности. Рельефные – используя специальные механические и термические методы обработки.

Мебель, вид и эстетические свойства применяемых отделочных материалов создают определенный стиль интерьера. **Стили интерьера** в зависимости от времени возникновения, этнических особенностей, достижений научного прогресса в области создания новых материалов с заданными эксплуатационными и эстетическими свойствами подразделяют на классические, этнические и современные. К **классическим стилям** относят такие, как античный, ампир, барокко, готика, рококо, модерн и др. Классические стили определяют наличие просторных помещений с высокими потолками и применение только натуральных материалов. Для этих стилей характерно использование массивной элитной деревянной мебели, украшенной резьбой с обшивкой из натуральных дорогих материалов, наличие камина из природного камня, а также применение в качестве декора изделий из благородных металлов (серебро, золото), гипсовой лепнины, картин, гравюр, ваз, скульптур, настенных и потолочных росписей. **Этнические стили** называют по стране возникновения: английский, индийский, марокканский, скандинавский, славянский, японский и др. Для этих стилей предпочтительно наличие деталей декора, подчеркивающих национальный характер интерьера. Основная особенность **современных стилей** – использование пространства, комфортного для проживания людей с максимальной функциональностью. В качестве отделочных применяют такие современные искусственные материалы, как бетон, пластик, стекло, металл, кирпич и изделия из камня, древесины. Приветствуется наличие в интерьерах бытовых приборов и электроники. Это ар-деко, китч, лофт, минимализм, техно, хай-тек и др.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Стандартизация в строительстве. Назначение и содержание государственных стандартов.
2. Классификация строительных материалов: по назначению, виду материала и способу получения (примеры).
3. Виды микро- и макроструктуры, их влияние на свойства материала (примеры).

4. Общефизические свойства материалов.
5. Гидрофизические, теплофизические и акустические свойства материалов, влияние характера структуры и состава (примеры).
6. Химические свойства материалов, влияние вида агрессивной среды, состава и плотности материала на химическую стойкость (примеры).
7. Механические свойства, влияние направления действия нагрузки, микро- и макроструктуры материала (примеры).
8. По каким эстетическим показателям оценивают декоративные свойства отделочных материалов?
9. В чем отличие текстуры от фактуры поверхности материалов?
10. Классификация фактуры по степени рельефа и блеска.
11. Классификация и характерные особенности стилей интерьера каждого класса.

## Глава 2

### ОРГАНИЧЕСКИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В зависимости от химического состава все строительные материалы можно условно разделить на органические и неорганические. К органическим относятся материалы на основе древесины и растительного сырья, а также полимерные материалы, полученные промышленным путем в результате переработки нефти на основе высокомолекулярных смол.

#### 2.1. Свойства и применение древесины

Дерево состоит из ствола, кроны и корней. Ствол – основная и наиболее ценная часть, из него получают от 60 до 90% деловой древесины. По своему строению древесина является волокнистым пористым материалом, состоящим из живых и мертвых клеток. По назначению клетки подразделяют на проводящие питательные вещества, запасующие их и механические. На поперечном сечении у хвойных пород имеются годовые кольца. Каждое кольцо состоит в свою очередь из светлого кольца ранней древесины и более темного – поздней. Ранняя древесина образовалась весной или в начале лета, она состоит из крупных тонкостенных клеток, склонна к загниванию, имеет большую пористость и низкую прочность. Древесина, образовавшаяся летом и в начале осени (поздняя), имеет темный цвет вследствие насыщения смолянистыми веществами, большую плотность и прочность. Следовательно, чем больше образовалось поздней древесины, тем выше прочность, плотность и стойкость по отношению к воде. Вследствие волокнистого строения древесина относится к анизотропным материалам, т.е. все ее физические и механические свойства в разных направлениях (вдоль и поперек волокон) различны, что учитывают при изготовлении изделий и их применении.

##### 2.1.1. Общие физико-технические свойства

Истинная плотность древесины, состоящей в основном из целлюлозы, составляет  $1540 \text{ кг/м}^3$  и практически не зависит от породы дерева. Средняя плотность колеблется от  $450 \text{ кг/м}^3$  (кедр, пихта) до  $900 \text{ кг/м}^3$  и более (граб, железное дерево, самшит, кизил) и зависит от общей пористости, которая для хвойных пород равняется 46–81%, лиственных – 32–80%.

Вследствие гидрофильной природы и волокнистой пористой структуры древесина при изменении температурно-влажностных условий эксплуатации легко впитывает и отдает влагу. В зависимости от влажности

(степень насыщения водой в %) древесину подразделяют на мокрую – свежесрубленную (более 35%), воздушно-сухую (15–20%) и комнатно-сухую (8–12%). Влажность, приобретенную древесиной при длительном нахождении в условиях постоянного температурно-влажностного режима, называют **равновесной**. Полная влажность (при погружении в воду) может достигать до 200%. Влажность влияет на все физические и механические свойства древесины (увеличиваются размеры, повышается электро- и теплопроводность, снижается прочность), поэтому с целью анализа области применения вводят **показатель стандартной влажности (12%)** и все свойства пересчитывают с его учетом по специальным формулам.

**Влага** в древесине находится в трех видах: **химическая**, входящая в состав основного вещества целлюлозы, **гигроскопическая**, адсорбированная на стенках клеток, и **свободная**, заполняющая клетки, межклеточные пространства и поры при контакте с водой. Колебания влажности влекут изменения размеров и форм изделий. Вследствие неоднородности строения древесина усыхает и деформируется в различных направлениях неодинаково, что приводит к появлению внутренних напряжений и растрескиванию изделий. Для предотвращения растрескивания деревянных изделий их изготавливают из древесины, предварительно высушенной до той равновесной влажности, которая будет при эксплуатации. Чтобы защитить древесину от последующего увлажнения, ее покрывают водостойкими красками, полимерными пленками. При влажных условиях эксплуатации древесина подвергается разрушающему действию микроорганизмов – гнивет. Предохраняют древесину от разрушения и продлевают срок службы конструкций и изделий за счет вентиляции, предварительной естественной или искусственной сушки, окраски и антисептированием. Для антисептирования используют специальные вещества – **антисептики**, которые подразделяют на водорастворимые, применяемые для условий эксплуатации в помещении, и масляные, используемые для древесины, находящейся на открытом воздухе, в земле или воде.

**Теплопроводность** и **электропроводность** древесины зависят от ее пористости, влажности и направления потока тепла или электрического тока. В сухом состоянии древесина является теплоизоляционным материалом и хорошим диэлектриком.

По **огнестойкости** древесина относится к сгораемым материалам, ее возгорание происходит при температуре 250–300 °С. Нормами допускается использование древесины для изготовления таких несущих конструкций, как балки, колонны, арки, фермы, при условии пропитки их специальными

огнезащитными веществами – **антипиренами**. Традиционными средствами огнезащиты деревянных конструкций являются покрытия на основе цементно-песчаных, глиняных штукатурок, специальные огнезащитные краски и гипсокартонные и асбестоцементные листы.

**Химическая стойкость** древесины зависит от концентрации и длительности воздействия растворов кислот и щелочей. Органические кислоты (уксусная, молочная и т.п.) не разрушают этот материал, в равной мере как и слабощелочные растворы. Неорганические кислоты (серная, фосфорная) обезвоживают древесину, вызывая ее обугливание и разрушение.

**Механические свойства** древесины зависят от направления прилагаемой нагрузки по отношению к древесным волокнам, средней плотности и влажности. Предел прочности при сжатии определяют вдоль и поперек волокон на образцах в виде прямоугольной призмы размером 20x20x30 мм. Прочность древесины при сжатии вдоль волокон в 4–6 раз больше, чем поперек. Например, для сосны вдоль волокон – 100 МПа, поперек – 20–25 МПа. Древесина вследствие своего органического происхождения и волокнистого строения оказывает большое сопротивление изгибу; прочность на изгиб колеблется от 50 до 100 МПа, поэтому ее применяют при изготовлении балок, стропил, ферм – конструкций, воспринимающих в процессе эксплуатации изгибающие нагрузки..

**Статическая твердость** численно равна нагрузке, которая необходима для вдавливания в поверхность образца металлического шарика определенной массы и диаметра. В зависимости от этого показателя все породы древесины подразделяют на **мягкие** (сосна, ель, ольха) – 35–50 МПа, **твердые** (дуб, граб, береза) – 5–100 МПа, **очень твердые** (кизил, самшит) – больше 100 МПа. Твердость древесины понижается с увеличением ее влажности.

Наряду со статической твердостью определяют **динамическую твердость** по диаметру отпечатка, полученного в результате падения с заданной высоты металлического шарика определенной массы и диаметра. Этот показатель является важным для оценки качества материалов, применяемых для покрытия пола. Один из перспективных способов значительного улучшения свойств древесины – модификация ее синтетическими полимерами. Сущность модификации состоит в том, что натуральную древесину пропитывают жидким мономером с последующим его отверждением под действием тепла, химических реагентов или ионизирующего излучения. Особенность модификации состоит в том, что синтетический полимер не просто заполняет свободное пространство между волокнами, а взаимо-

действует с компонентами древесины. В результате исключаются такие недостатки, как набухание и усушка, коробление и растрескивание, загнивание и возгорание. При этом древесина сохраняет свои положительные качества: низкую плотность, высокую прочность, тепло- и звукоизолирующую способность, химическую стойкость.

### **2.1.2. Эстетические свойства древесины. Виды декоративной отделки**

Эстетические свойства древесины определяются цветом и текстурой (рисунком). Текстура древесины зависит от строения и является определяющим показателем породы, характеризующим ее художественно-декоративную ценность. Лиственные породы обладают более разнообразной и четко выраженной текстурой (дуб, бук, клен), чем хвойные. На характер текстуры влияет также направление среза: поперечный или продольный (радиальный по радиусу и тангенциальный по хорде). Для повышения декоративности текстуры древесных отделочных материалов поверхность изделий полируют и покрывают лаком. Цвет древесины зависит от породы, возраста и природных условий роста. Так, чем больше возраст и интенсивнее освещенность, тем лиственные породы древесины приобретают более насыщенный красно-коричневый цвет. Для усиления эстетических свойств изделий из древесины используют специальные технологии имитационного старения древесины. Особенно это актуально для древесины хвойных пород (сосна, ель), которые не обладают ярко выраженными эстетическими свойствами.

Декоративная отделка изделий из древесины может быть прозрачной, непрозрачной, имитационной и специальной. Прозрачную отделку поверхности получают путем покрытия лаком, полировкой, воскованием или покрытием прозрачными пленками. Основная цель такой отделки – сохранение и усиление текстуры поверхности изделий, выполненных из древесины ценных лиственных пород. По степени блеска покрытия подразделяют на глянцевые, полуглянцевые и матовые. При непрозрачной отделке, которую применяют при использовании древесины хвойных пород, изделия защищают эмалями, дающими непрозрачные цветные глянцевые покрытия и красками. В последнем случае покрытие получают матовым. Кроме окрашивания в качестве имитационно отделки используют наклеивание текстурной бумаги с рисунком древесины ценных пород, отделку древесным шпоном ценных лиственных пород, пленку и листовой пластик.

Для повышения эстетических свойств применяют также более сложные и трудоемкие способы декорирования изделий: выжигание

рисунка на деревянной заготовке с помощью раскаленной иглы (пирография) или горячим оттиском раскаленного металлического штампа (пиротипия), резьбу и мозаику, которую в зависимости от технологии выполнения подразделяют на **интарсию** – инкрустация древесным шпоном по древесине, **инкрустацию** металлом, драгоценным камнем, перламутром и др. по древесине и **блочную мозаику**, которую получают путем поперечной распиловки на тонкие отделочные пластинки с определенным рисунком предварительно склеенного вертикального блока из продольных слоев различных по цвету и сечению деревянных заготовок в соответствии с заданным рисунком. Области применения изделий из древесины приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1. – Применение хвойных и лиственных пород в строительстве

Применение	хвойные		лиственные			
	сосна, ель	лиственница	дуб	ясень	береза, осина	бук, граб
Мостостроение	+	+	+	+	+	+
Гидротехническое	–	+	+	+	–	–
Изготовление шпал	–	+	–	–	–	–
Изготовление паркета	–	–	+	+	–	+
Стеновые отделочные материалы	–	–	+	+	+	+

### 2.1.3. Материалы и изделия из древесины

Материалы из древесины применяют в качестве конструкционных, отделочных, теплоизоляционных, акустических и столярных изделий. Основным преимуществом древесины как строительного материала является ее природное происхождение. Древесина – возобновляемый природный ресурс, который не требует для получения дополнительных расходов дорогостоящей энергии и сырья. Кроме этого, древесина обладает легкой обрабатываемостью, низкой плотностью в сочетании с высокой жесткостью, прочностью на изгибающие и сжимающие нагрузки, что характеризует ее высокий коэффициент конструктивного качества, основополагающего показателя для конструкционных материалов. Конструкционные и отделочные материалы получают как из специально обработанной цельной древесины, так и с использованием измельченных древесных и растительных отходов. Для придания технологичности смесям и прочности готовым изделиям применяют тонкомолотые минеральные вяжущие: цемент, гипс, известь – затворяя водой, силикатный клей (жидкое стекло) или расплавленные полимерные смолы.



**Конструкционные материалы.** К конструкционным изделиям из древесины относятся пиломатериалы: доски, брусья, которые получают распиловкой бревен – стволов деревьев, очищенных от коры. Бревна используют также для возведения бревенчатых домов, изготовления свай, гидротехнических сооружений, элементов мостов, опор линий связи, радио- и электропередачи. Из досок и брусьев изготавливают клееные несущие конструкции: рамы, арки, фермы, балки и сваи, прочность, жесткость и несущую способность которых повышают путем их армирования стальными стержнями, проволокой или сеткой. Для изготовления внутренних рамных перегородок, а также таких пространственных конструкций, как своды, купола, колонны, используют фанеру. Этот листовой материал получают методом прессования нескольких слоев шпона, склеенных при высокой температуре высокомолекулярными смолами. Древесный шпон представляет собой тонкий слой древесины, снятый с кряжей – очищенных от коры стволов деревьев толщиной более 200 мм. С целью повышения прочности, твердости и жесткости при изготовлении фанеры между ее слоями прокладывают металлическую сетку. В этом случае фанера называется армированной и может применяться в особо ответственных конструкциях.

**Фибролит** – плитный материал из тонких длинных древесных стружек и минерального вяжущего – портландцемента. Технология получения включает химическую обработку древесных отходов, смешивание их с водой и цементом до получения однородной массы, заполнение формы и твердение изделий. Плиты фибролита можно пилить и сверлить обычными деревообрабатывающими инструментами, в них легко забивать гвозди и ввертывать шурупы; они хорошо оштукатуриваются и окрашиваются; надежно крепятся к поверхности бетонных и каменных конструкций. Фибролит морозостоек, не загнивает, не поражается грызунами. По огнестойкости материал относится к трудносгораемым. Физико-механические свойства материала зависят от его плотности, которую регулируют количеством минерального вяжущего и степенью уплотнения. В зависимости от плотности выпускают конструкционный, теплоизоляционный и акустический фибролит. Конструкционные фибролитовые плиты применяют в качестве перекрытий, перегородок и покрытий сельскохозяйственных и складских зданий, а также стен деревянных стандартных домов, теплоизоляционный и акустический – для обеспечения комфортных условий проживания и работы в жилых и общественных зданиях.

**Арболит** представляет собой легкий деревобетон на минеральном вяжущем. Для изготовления арболита используют дробленые отходы лесопиления и переработки древесины различных пород, а также измельченные сучья, ветви, вершины, горбыли, рейки. В качестве минерального вяжущего чаще применяют портландцемент, реже – известь с гидравлическими добавками, в отдельных случаях – магнезиальные вяжущие и гипс. Технология изготовления аналогична фибролиту. Из арболита делают навесные и самонесущие панели наружных и внутренних стен, плиты покрытий. Поверхность наружных панелей защищают асбестоцементными листами на шурупах, цементным раствором, керамической плиткой.

Перспективным материалом для деревянного домостроения являются **цементно-стружечные плиты**. В отличие от фибролита и арболита эти плиты прессуют при повышенном давлении, поэтому они имеют большую плотность и прочность. Цементно-стружечные плиты применяют для наружной обшивки стеновых панелей жилых домов, изготовления санитарно-технических кабин.

**Отделочные материалы.** Выбор материалов для **внутренней отделки** зависит от назначения помещений, условий эксплуатации и капитальности зданий. При этом учитывают не только декоративность, долговечность самого материала, но и удобство его эксплуатации, условия санитарно-гигиенического содержания. Так, для **отделки стен** в жилых комнатах применяют вагонку, в помещениях общественного и административного назначения – цементно-стружечные, древесно-стружечные, твердые древесноволокнистые плиты с отделкой лицевой поверхности декоративными лакокрасочными составами, полимерными пленками, пластиком, шпоном ценных древесных пород или специальной бумагой, имитирующей текстуру ценных пород древесины, ткани.

**Древесностружечные (ДСП) и древесноволокнистые (ДВП) плиты** получают методом плоского прессования отходов древесины (стружек, опилок), смешанных с горячими синтетическими смолами (ДСП) или клеевым водосодержащим связующим (ДВП). Аналогичные по свойствам плитные материалы производят на основе переработки льна (костры) или костры в сочетании с древесными волокнами. Если проектом предусмотрена улучшенная или высококачественная отделка, используют древесные слоистые пластики и 3D-панели – трехмерные рельефные изделия, выполненные из модифицированной фанеры – МДФ, бамбука, тростника с определенной декоративной отделкой поверхности. При производстве отделочных работ широкое применение нашли обои, которые применяют для

оклейки стен и потолков. Это рулонный материал на бумажной основе с декоративным печатным или рельефным рисунком. Для отделки в построечных условиях используют крупноразмерные отделочные панели, которые выполняют из натурального дерева, пробки, фанеры, плит ДСП, ДВП, отделанных натуральным шпоном.

Выполнение **потолков** из деревянных изделий, обладающих, вследствие волокнистой структуры, звуко-, теплоизоляционными и светорассеивающими свойствами, которые обеспечивают равномерную освещенность, не только создают благоприятный микроклимат, но и определенный стиль и эстетическое восприятие помещения. Путем декоративной обработки поверхности потолочных изделий и сочетания их с такими материалами, как стекло, металл, расширяются возможности создания интерьеров разных стилей: классических, этнических и современных. По своей конструкции потолки подразделяют на подшивные (при наличии обрешетки) и подвесные (с использованием деревянных балок).

Для выполнения подшивных потолков применяют такие длинномерные изделия, как вагонка из лиственных и хвойных пород, имеющая на торцах крепление «шип–паз», позволяющее быстро и качественно вести монтаж; обрезные и необрезные потолочные доски; планкен, представляющий собой изделие в виде досок точных размеров и с гладкой поверхностью, которое вследствие специальной термической обработки и закаливания обладает высокими эстетическими, технологическими и эксплуатационными свойствами; фанера – листовая многослойный материал, полученный путем склеивания слоев древесного шпона во взаимно перпендикулярном направлении. Декоративность изделий повышают путем окрашивания и тонирования.

Для выполнения подвесных конструкций по балкам применяют многослойные потолочные панели, полученные методом склеивания при высоком давлении и температуре нескольких слоев древесины: внутренних – из ели или сосны, лицевой – из ценных пород древесины или декорированных резьбой, мозаикой и т.д. В качестве оклеечного рулонного материала используют потолочные обои на бумажной подоснове с лицевым декоративным слоем из древесного шпона или тонких слоев среза коры пробкового дуба.

Для создания определенного визуального восприятия помещения необходимо учитывать воздействие цвета и тональности отделочных потолочных материалов. Так, древесина темных оттенков уменьшает пространство, светлых – расширяет. При выполнении стен из таких материалов, как бетонные блоки, натуральный камень, кирпичная кладка, по-

толки выполняют из материалов светлой тональности, которые обеспечивают эффект легкости и воздухонаполненности всему помещению.

Для **покрытия полов** в жилых и общественных помещениях применяют половые доски, паркет, паркетные доски, древесностружечные и твердые древесноволокнистые плиты. Эти материалы нельзя использовать в помещениях с влажным режимом работы (влажность более 60%) и большими пешеходными нагрузками (полы в вестибюлях, торговых залах, столовых). Высокой декоративностью, тепло- и звукоизоляционными свойствами обладают напольные покрытия из пробкового дуба. Листовой материал толщиной 3,2–6,4 мм получают путем смешивания дробленой натуральной пробки со специальным клеевым водостойким связующим и последующим прессованием изделия. С поверхности листы отделяют тонкими срезами коры и защищают виниловой прозрачной пленкой. Ламинированное напольное покрытие (ламинат) получают из ДВП средней и высокой плотности, облицованных защитно-декоративной износостойчивой полимерной пленкой. Материал состоит из 4 слоев: первый – нижний слой – защитный; второй – несущий слой из ДВП высокой плотности; третий – декоративный, состоящий из бумаги с нанесенным рисунком (дерева, камня и т.д.); четвертый – верхний слой, который защищает от истирания, удара выполняют из синтетических смол. Промышленность выпускает 4 основных класса ламинированных напольных покрытий: для жилых помещений, для общественных зданий и для специального использования (промышленные здания, спортивные сооружения). Используя изделия из древесины можно создать разные стили интерьера – от этнических до классических и современных.

Такие материалы, как **теплоизоляционный** фибролит, арболит, мягкие древесноволокнистые плиты средней плотностью 175–500 кг/м<sup>3</sup>, применяют для утепления тонких кирпичных и бетонных стен в сельскохозяйственных постройках, ограждающих стеновых конструкций жилых, общественных и промышленных зданий с сухим режимом эксплуатации.

**Акустические** фибролитовые и мягкие древесноволокнистые плиты применяют при строительстве зданий аэропортов, фойе театров, кафе, ресторанов, используя их для выполнения звукопоглощающих подвесных потолков. Для улучшения акустических свойств на их поверхность наносят специальные объемные штукатурки или выполняют перфорацию.

К **столярным изделиям** относятся оконные и дверные блоки, подоконные доски, ворота деревянные. Номенклатура погонажных (показатель измерения – длина в метрах) изделий включает доски, плинтусы, наличники, поручни. Материалы и изделия представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2. – Применение материалов и изделий из древесины

Материалы и изделия	Область применения
Круглые лесоматериалы: длинномерные (бревна)	Получение пиломатериалов, возведение бревенчатых домов
короткие диаметром более 200 мм (кряжи)	Получение древесного тонколистового шпона для изготовления фанеры пластиков и декоративной отделки ДСП и ДВП, рулонных обоев
Длинномерные пиломатериалы (брусья, шпалы, доски); вагонка	Изготовление клееных конструкций (рам, арок, балок, ферм). Обшивка стен при возведении сборно-каркасных индивидуальных домов, выполнение кровельной обрешетки, покрытие полов, потолков (доски). Внутренняя и наружная отделка стен и потолков
Листовые крупноразмерные изделия: Фанера; древесный пластик	Выполнение каркасных внутренних перегородок; возведение жестких оболочек сводов; производство клееных конструкций. Каркасные внутренние перегородки, жесткие оболочки, внутренняя и наружная отделка стен, потолков
Плитные крупноразмерные материалы: фибролит, арболит; цементно-стружечные (ЦСП); древесностружечные (ДСП), древесно-волоконистые (ДВП)	Выполнение ограждающих конструкций стен и внутренних перегородок. Плиты пониженной плотности применяют в качестве теплоизоляционных и акустических материалов. Наружная облицовка стеновых панелей; изготовление санитарно-технических кабин; внутренняя отделка стен при условии дополнительного использования декоративного покрытия: пленочного, лакокрасочного. Покрытие полов, отделка стен, потолков при использовании декоративных покрытий; выполнение каркасных перегородок (ДВП твердые). Мягкие древесноволокнистые плиты применяют в качестве теплоизоляционных и акустических при выполнении подвесных потолков
Мелкоштучные изделия (паркет)	Выполнение покрытия пола в помещениях с влажностью не более 60%
Столярные изделия	Оконные и дверные блоки, подоконные доски, ворота
Малые архитектурные формы	Скульптуры
Пространственные ландшафтные конструкции	Беседки, арки, перголы, ограждения, подпорные стенки, мостики
Деревянная садовая мебель	Стол, стулья, скамьи
Террасная доска	Покрытие террас и веранд

В ландшафтном дизайне древесину применяют для изготовления пространственных конструкций, таких как беседки, арки, перголы. Пергола представляет собой деревянное сооружение из арок (секций), связанных между собой вертикальными опорами (брусьями) с решетчатым покрытием сверху. Пергола может выполнять роль беседки, навеса или использо-

ваться для зонирования участка, декорирования зоны отдыха. По форме перголы могут быть круглыми, квадратными или ломанными. С позиции стиля она может быть выполнена с классической плоской, ровной крышей, сочетающейся с лаконичностью линий (стили эко, кантри, средиземноморский), или с изменением конструкции для таких современных стилей, как восточный – крыша вогнутая; западный – крыша выпуклая; хай-тек, модерн – ломаная или обтекаемая объемная с наличием секций разных конфигураций. Конструкции из древесины выполняют, как правило, из плотных пород: дуба, лиственницы, которые покрывают с поверхности только маслом для придания гидрофобности. Применение сосны, ели, ясеня – пористых пород, склонных к загниванию, растрескиванию при изменении влажности и температуры, требует многослойной пропиточной защиты специальными составами, содержащими антипирены, антисептики и, как правило, пигменты для придания цвета красно-коричневой тональности. Из древесины выполняют также методом механической обработки столы, стулья и скамейки с такими элементами декора, как резьба, мозаика или выжигание рисунка на поверхности изделия. Популярны реечные ограждения для веранд, террас в сочетании с вьющимися растениями, а также подпорные стенки, мостики через ручей и искусственные водоемы, спилов для оформления дорожек, террасная доска из лиственницы для покрытия террас и веранд. Особое место в ландшафтном дизайне занимают малые архитектурные формы – садовая деревянная скульптура. Деревянные скульптуры можно создавать из цельного дерева, спилов, полена или их можно сплести из веток, сучьев или лозы. Это могут быть скульптуры животных – эко стиль; чаши для японского и китайского стилей; композиции с яркой мозаикой для мавританского; стилизации под избушку с ухватами и горшками – русского, а также сказочные персонажи, которые располагают, как правило, на газонах и под деревьями. Применение изделий из древесины – см. таблицу 2.2; иллюстрации: рисунки 1–11.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Макро- и микроструктура древесины, ее влияние на свойства материала.
2. Влияние влажности древесины на физико-механические свойства.
3. С какой целью для оценки свойств древесины введен показатель стандартной влажности в 12%?
4. Какое влияние оказывает волокнистая структура древесины на физические и механические свойства изделий?

5. Способы повышения огнестойкости изделий из древесины.
6. Способы защиты изделий из древесины от загнивания.
7. Получение и применение искусственных конструкционных материалов на основе древесных отходов.
8. Эстетические свойства древесины.
9. Способы декоративной отделки поверхности деревянных изделий.
10. Какие рулонные, листовые и плитные материалы используют для внутренней отделки стен и пола?
11. Какие изделия из древесины применяют для выполнения подвесных и подшивных потолков?
12. Применение изделий из древесины в ландшафтном дизайне.

## 2.2. Полимерные материалы и изделия

### 2.2.1. Получение и свойства полимерных материалов

Полимерные материалы производят на основе синтетических смол, полученных в результате переработки нефтепродуктов. Для производства строительных материалов применяют многокомпонентные смеси, которые состоят из следующих компонентов: высокомолекулярной **синтетической смолы**, предназначенной для обеспечения пластичности и технологичности смеси в нагретом состоянии и прочности полученному изделию при охлаждении; **отвердителя** – для ускорения набора прочности; **наполнителя** (тонкомолотый асбест, песок, отходы резины) – для повышения трещиностойкости, теплостойкости, твердости изделия; **пластификатора** – обеспечивающего эластичность готового изделия; **пигмента** – для декоративности. Свойства полимерных материалов и изделий, как и любых других, зависят от их состава и структуры. Аморфная микроструктура определяется составом, макроструктура – способом получения материала и изделия.

Изделия из пластических масс получают несколькими **способами**: **прямого прессования** пропитанной горячими смолами основы (ткани, древесного шпона, бумаги) в несколько слоев (листовые пластики) или полимерного пресс-порошка (плитки для облицовки полов); **литьевого прессования** расплавленной смеси (плиточный и листовый материал с объемным рисунком для отделки стен и потолка); **экструзии**, или продавливания пластичной массы через насадку определенного размера и формы (плинтусы, поручни для лестниц, рейки, герметизирующие и уплотняющие прокладки для окон и дверей, рулонное полотно для отделки полов и стен);

**промазки** верхней поверхности полотна основы (бумаги, ткани, стеклоткани) пастообразной полимерной массой с последующим глубоким нанесением рельефного рисунка на лицевую сторону; **вальцево-каландровым**, который включает тщательное перемешивание компонентов, последующий прокат пластичной массы между двумя вращающимися в разные стороны валками с зазором, определяющим толщину будущего рулонного изделия, и нанесение объемного или плоского рисунка на поверхность. Последними двумя способами получают рулонные материалы для отделки вертикальных и горизонтальных поверхностей в помещениях различного назначения.

Существует несколько способов получения **теплоизоляционных** полимерных материалов. Первый – путем предварительного **вспенивания** пластичной полимерной массы за счет интенсивного механического перемешивания в сочетании с действием перегретого пара (110 °С) или **введения специальных пенообразующих и газообразующих добавок**, последующей заливки смеси в форму, быстрого охлаждения ее для фиксации пористой структуры и резки по размерам полученных блоков (**пенопласты, поропласты**). Второй – за счет **склеивания** по контактам **гофрированных листов** бумаги, ткани или древесного шпона, пропитанных горячей смолой (**сотопласты**). Третий – снижение средней плотности за счет **введения** в полимерную массу **высокопористых наполнителей** (перлита) или волокнистых минеральных компонентов (стекло- и минеральной ваты).

Широкое распространение полимерных материалов (пластмасс) в строительстве основано на их положительных свойствах: низкой истинной плотности, высокой водостойкости, гидрофобности, технологичности. Это материалы, которые успешно работают в условиях действия истирающих, изгибающих и сжимающих нагрузок. Механическая прочность хорошо сочетается в них с пластичностью и упругостью. Высокая коррозионная стойкость обеспечила их применение в качестве антикоррозионных материалов для защиты бетонных и металлических конструкций. Имея неисчерпаемую цветовую палитру, пластмассы могут с успехом имитировать такие материалы, как древесина, природный камень, черные и цветные металлы. Важным положительным свойством пластмасс является хорошая технологическая обрабатываемость. Их можно легко резать, сваривать, шлифовать и полировать. Способность пластмасс соединяться с другими органическими и неорганическими материалами позволяет создавать на их основе новые прогрессивные композиционные материалы и конструкции различного назначения.



Пластмассы имеют также ряд недостатков, которые необходимо учитывать при их применении. Большинство из них обладает высоким коэффициентом термического расширения, повышенной ползучестью, низкой огнестойкостью, процесс горения сопровождается образованием токсичных продуктов. Под атмосферными воздействиями, особенно солнечных лучей, полимеры стареют. Этот процесс сопровождается химическими реакциями, приводящими к снижению прочности, деформациям и потере эластичности. Материалы имеют сравнительно невысокую твердость и теплостойкость. По отношению к нагреванию полимеры подразделяют на **термопластичные** (полиэтилен, полистирол, поливинилхлорид) и **терморективные** (на основе эпоксидных и полиэфирных смол). Для термопластичных переход из пластичного состояния (при нагревании) в твердое (при охлаждении) не сопровождается изменением состава и структуры изделия и, как следствие, физико-механических свойств. Нагрев терморективных полимеров приводит к изменениям микроструктуры, что оказывает значительное влияние на их свойства, они становятся жесткими и хрупкими.

### 2.2.2. Применение полимерных материалов и изделий

Анализ положительных и отрицательных свойств полимерных материалов обосновывает их целесообразное применение при изготовлении несущих конструкций высокой коррозионной стойкости, покрытии полов, отделке стен, теплоизоляции ограждающих конструкций и технологического оборудования, герметизации стыков и швов в крупнопанельных зданиях, гидроизоляции кровель и фундаментов, а также для антикоррозионных работ.

К **несущим конструкциям** можно отнести стены, оболочки и плиты покрытий, колонны, балки. Примером могут служить многослойные панели, которые применяют в качестве ограждающих конструкций для стен и покрытий. Они представляют собой деревянный или алюминиевый каркас, обшитый с двух сторон твердыми древесноволокнистыми и древесностружечными плитами с водостойким полимерным покрытием или листовым пластиком, промежуток между обшивками заполняют теплоизоляционными плитами из пено- или поропласта. Такие конструкции широко применяют в промышленном строительстве. Пневматические конструкции (мягкие оболочки) выполняют ограждающие функции свода. Заданную форму купола и несущую способность ему обеспечивает нагнетаемый воздух под давлением 0,1–1,0 кПа. Материалом для пневматических конструкций служат неармированные и армированные сеткой

(капроновой, лавсановой, металлической) полимерные пленки, ткани, покрытые или пропитанные полимерами, и высокопрочные стальные канаты. Мягкие оболочки применяют для покрытия рынков, спортивных залов. При заполнении водой или водой в сочетании с воздухом эти конструкции используют в качестве плотин. Преимущества жестких оболочек состоят в том, что они могут иметь как положительную, так и отрицательную кривизну поверхности. Пролеты, перекрываемые оболочками, могут достигать 90–110 м, масса 1 м<sup>2</sup> покрытия составляет 7–20 кг. Материалом для жестких оболочек служат листовые стеклопластики, алюминиевые и стальные профили, клееные деревянные брусья и для обеспечения теплоизоляции – пенопласт.

При строительстве цехов химической, пищевой, целлюлозно-бумажной промышленности встает вопрос обеспечения коррозионной стойкости несущим и самонесущим конструкциям. Единственный материал, который отвечает комплексу заданных свойств, – **полимербетон**. Этот материал получают путем интенсивного перемешивания в бетоносмесителе подогретых заполнителей (песка, щебня), полимерной смолы и добавок. Полученную массу помещают в форму, уплотняют и выдерживают при температуре до 100 °С. Полимербетоны обладают высокой механической прочностью ( $R_{сж} = 90\text{--}110$  МПа,  $R_{рас} = 9\text{--}11$  МПа), химической стойкостью, беспыльностью, гигиеничностью, водостойкостью. Все эти свойства определяют применение этих материалов для изготовления колонн, плит перекрытия, эксплуатируемых в условиях действия агрессивных сред, штучных материалов для покрытия пола, подвергающегося высоким ударным и истирающим нагрузкам. При производстве полимеррастворов в составе отсутствует крупный заполнитель (щебень). В зависимости от вида полимерного связующего полимербетоны могут быть фурановые, полиэфирные, эпоксидные; содержащие арматуру называют армополимербетонами. В зависимости от материала арматуры различают сталеполмербетон (стальная арматура) и стеклополимербетон (стеклопластиковая арматура). Арматура может быть в виде стержней, проволоки или отдельных волокон, равномерно распределенных по всему объему, – дисперсная арматура. В качестве дисперсной арматуры применяют короткие тонкие нити и волокна (фибры) из металла, стекла, горных пород и полимеров. Если в полимербетоне использовано дисперсное армирование, то бетон называют фиброполимербетоном.

Для **покрытия полов** применяют полимерные растворы, рулонные (линолеумы), плиточные материалы и ворсовые ковровые изделия, которые используют как вторичное покрытие. **Бесшовные монолитные**

**покрытия** из полимерных мастик, растворов и бетонов применяют в промышленных зданиях, где необходима коррозионная стойкость или имеются повышенные требования к полам по прочности на ударные, истирающие нагрузки, гигиеничности и беспыльности покрытий. Покрытие выполняют в два слоя: нижний из полимербетона, верхний из декоративного полимерраствора. Выравнивание и уплотнение проводят специальными вибраторами или катками.

Самым распространенным материалом для покрытия полов является **рулонный линолеум**. Полы из линолеума удобны, т.к. упруги, заглушают шум шагов, низкотеплопроводны, декоративны, легко моются, хорошо сопротивляются износу, долговечны. Качество линолеума оценивают по трем основным показателям: упругости, твердости и истираемости. По виду используемого основного сырья линолеумы можно разделить на поливинилхлоридные, резиновые и алкидные. Основную часть составляют **поливинилхлоридные (ПВХ)** линолеумы, которые выпускают бесшовными и шовными с гладкой или тисненой фактурой лицевой поверхности. В качестве основы используют джутовые ткани, стеклоткань и стеклоткань, а также материал, который придает линолеуму теплозвукоизолирующие свойства. Аналогичные изделия получают при нанесении вспененной полимерной массы на подоснову (тканевую, бумажную, пленочную). Эти материалы применяют для покрытия пола в жилых, общественных и промышленных зданиях при средней интенсивности движения. **Резиновые линолеумы (релины)** изготавливают на основе синтетических каучуков, наполнителей (тонкомолотые резиновые отходы, горные породы) и добавок. По конструкции они могут быть одно- или многослойными на теплозвукоизолирующей подоснове. Этот вид материала хорошо зарекомендовал себя для покрытия полов в медицинских помещениях, в массовом жилищном строительстве используется ограниченно. **Алкидные линолеумы** применяют в жилых помещениях, общественных, лечебно-профилактических и производственных зданиях. Полотно линолеума сваривают в цехах токами высокой частоты, горячим воздухом или инфракрасными лучами для получения ковра размером на комнату, что снижает трудоемкость отделочных работ. Линолеум укладывают по тщательно выполненному ровному, сухому и чистому основанию и приклеивают специальными полимерными фиксирующими составами.

К рулонным материалам можно отнести также ковровые ворсовые тепло- и звукоизолирующие покрытия, которые применяют в жилых и общественных помещениях. Их получают из синтетического ворсового мате-

риала на подоснове. Ворсово-прошивные (тафтинговые), иглопробивные войлочные ковры и ворсовые линолеумы (ворсолин) используют для устройства полов в гостиницах, театрах, библиотеках и т.д.

Второе место по объему выпускаемой продукции для покрытия полов занимают **плиточные полимерные материалы**. В зависимости от применяемого связующего их можно разделить на **кумароновые, поливинилхлоридные, резиновые**. Плитки получают методом прессования или вырубкой по размерам из полотна безосновного линолеума. Основное назначение – покрытие полов кухонь, коридоров, лестничных площадок. Достоинства плиточных покрытий: повышенная экономичность производства за счет снижения расхода полимерного связующего, высокая долговечность изделий и ремонтоспособность покрытия. Недостатки: большое количество швов, снижающих монолитность покрытия, повышенная трудоемкость при устройстве полов. По сравнению с плиточными материалами **преимущества линолеумов** – в их технологичности и большей монолитности.

Для отделки стен применяют **пленочные безосновные и основные материалы**, а также крупноразмерные листы и мелкоштучные плитки. Они могут быть окрашены в разные цвета с гладкой, тисненой или рельефной поверхностью. Отделку кухонь, прихожих, торговых залов, кафе выполняют с применением ПВХ-пленки на бумажной подоснове с различным печатным и тисненым цветным рисунком (полиплен, изоплен). Высокой декоративностью обладает **девилон**, имитирующий кожу, **тексоплен** – ткань с набивным рисунком, пропитанная специальным кремнийорганическим составом. В отделке жилых (коридоры, прихожие) и общественных помещений все чаще находят применение рулонный вспененный на бумажной подоснове **пеноплен**. Этот материал запрещают использовать в детских учреждениях, больницах, т.к. он относится к группе сгораемых материалов. Возможность применения стеновых полимерных рулонных материалов оценивают по их поверхностному водопоглощению, гибкости и прочности на разрыв.

**Облицовку плитками** санитарно-технических помещений, холлов, торговых залов выполняют с использованием специальных приклеивающих полимерных составов (мастик). Плитки выпускают полистирольные декоративные и ПВХ рельефные, имитирующие текстуру ценных пород древесины, лепные узоры. Вследствие низкой огнестойкости эти материалы запрещают применять в помещениях с нагревательными приборами открытого огня, в детских учреждениях и на лестничных клетках.

Для отделки стен широкое распространение нашел **листовой** бумажно-слоистый **пластик**, который выпускают одноцветным и многоцветным с имитацией ценных пород дерева, камня. Облицовочные рельефные поливинилхлоридные панели **полидекор** применяют для отделки стен и потолков общественных и производственных зданий. Листы изготавливают с рельефным рисунком, одноцветными и многоцветными, с печатным рисунком, гладкой или тисненной лицевой поверхностью.

**Окрасочные составы** применяют для придания декоративности и защиты поверхности строительных конструкций, а также для декорирования интерьеров. В зависимости от назначения в покрытии различают следующие виды малярных составов: **шпатлевки**, предназначенные для заполнения пор, раковин и выравнивания окрашиваемой поверхности; **грунтовки**, обеспечивающие сцепление верхнего декоративного покрытия с поверхностью; **окрасочные составы**, придающие декоративность и выполняющие защитные функции по отношению к поверхности изделия и конструкции. Выбор лакокрасочных материалов, проводят с учетом условий эксплуатации, вида и степени агрессивности среды, требуемой долговечности покрытия. **Окрасочные составы** представляют собой вязкотекучие композиции, которые образуют при нанесении на поверхность изделий и последующего отверждения пленочные плотные эластичные защитные покрытия. Основным компонентом этих материалов являются **связующие** (пленкообразующие вещества), обеспечивающие пластичность смеси, прочность и стойкость покрытия. В полимерных красочных составах в качестве связующего используют высокомолекулярные смолы, в масляных – олифы, в водоземulsionных – водные эмульсии полимеров. Олифы могут быть получены путем переработки растительных масел (льняного, конопляного и др.) – натуральные, полунатуральные и синтетические на основе полимерных смол.

В зависимости от пластичности масляные краски подразделяют на **густотертые** и **готовые к употреблению** (при увеличении расхода связующего). Для ускорения отверждения пленки в масляные краски вводят **сиккативы**. Качество связующего оценивают по вязкости, цвету и скорости высыхания. При растворении полимерного связующего органическим растворителем (бензином, уайт-спиритом, толуолом, скипидаром) получают **лак**, образующий при нанесении на поверхность прозрачное защитное покрытие, путем введения в лак пигмента – **эмаль**, обладающую цветом и блеском. **Пигмент** представляет собой тонкомолотый окрашенный порошок, не растворимый в воде, связующем и растворителе. По происхождению пигменты могут быть органическими, обладающими высокой ин-

тенсивностью цвета, но пониженной долговечностью, и минеральными – атмосферостойкими.

**Окрасочный состав** включает связующее, пигмент, растворитель (или разбавитель в вододисперсионных – вода) и наполнитель. **Наполнитель** применяют в виде слабоокрашенного тонкомолотого минерального материала (кварцевого песка, мела, талька, доломита, каолина). Основное назначение этого компонента – повышение вязкости состава, прочности, плотности и термостойкости защитного пленочного покрытия. **Разбавители** используют для уменьшения вязкости красочного состава, в отличие от **растворителя** они не растворяют связующее. Разбавителем может быть вода в вододисперсионных красках, олифа – в масляных красках. При испытании красочных составов определяют их вязкость, а также твердость, прочность при ударе и изгибе полученного пленочного защитного покрытия.

К **материалам специального назначения** относятся акустические, теплоизоляционные, кровельные, гидроизоляционные, герметизирующие и антикоррозионные. **Акустические звукоизоляционные** материалы используют в конструкциях между перекрытиями и стенами в виде гибких, упругих прокладок из пенополиуретана или губчатой резины. По этому же назначению применяют упругие минераловатные маты и плиты, представляющие собой крупноразмерные изделия, в состав которых входят каменные, шлаковые или стеклянные волокна, скрепленные полимерными смолами, а также пенополиуретановые и пеновинилхлоридные плиты, располагаемые под покрытием пола. **Звукопоглощающие** материалы необходимы для снижения шума в промышленных цехах, зрительных залах, учебных аудиториях, теле- и радиостудиях. Эффект звукопоглощения обеспечивает высокая сквозная пористость материала (минераловатные, стекловатные плиты на фенолоформальдегидном, битумном или крахмальном связующем) или искусственно выполненная перфорация. **Теплоизоляционные** материалы с высокой замкнутой пористостью получают из различных полимеров: полистирола, полиуретана, полихлорвинила, полиэтилена и др. Пенопласты характеризуются высокими теплоизоляционными свойствами в сочетании с хорошими прочностными показателями. Эти материалы применяют в виде блоков плотностью 10–20 кг/м<sup>3</sup> для теплоизоляции кирпичных стен и трехслойных каркасных панелей. По огнестойкости изделия относятся к трудносгораемым и сгораемым материалам. Температура применения пенопластов в зависимости от вида смолы находится в пределах от –180 до +100 °С. Проблема улучшения теплотехнических свойств ограждающих конструкций решается за счет применения многослойных стеновых и кровельных панелей, средний слой которых вы-

полняют из эффективного высокопористого полимерного плитного утеплителя. В связи с высокими водостойкостью, водонепроницаемостью, часто сочетающимися с гидрофобными свойствами, полимеры нашли широкое применение при выполнении **кровельных и гидроизоляционных работ** в виде листовых, рулонных и мастичных материалов

**Антикоррозионные полимерные материалы** выпускают в виде лакокрасочных составов, замазок, мастик, растворов и бетонов, а также таких изделий, как плитки и листы. Основное их назначение – защита строительных конструкций и технологического оборудования от разрушения. Полимеррастворы и полимербетоны применяют для устройства полов при действии кислот, щелочей и органических растворителей. Для оклеечной антикоррозионной защиты строительных конструкций выпускают изделия и материалы в виде листов, плиток и пленок, которые крепят к поверхности с использованием специальных клеев и мастик на основе химически стойких высокомолекулярных смол.

В **ландшафтном дизайне** полимерные материалы нашли применение в садовой скульптуре, а также как искусственное газонное покрытие, георешетки, древеснополимерный композит для отделки пола террас, сайдинг для экстерьера домов, садового паркета и декоративные мостики. При производстве террасной доски лицевая поверхность шлифуется для создания нескользкой фактуры. Получение объемных изделий сложной конфигурации, таких как скульптуры, фонтаны, цветочные вазы, включает подготовку и формование пластичной массы из полиуретана, эпоксидной или полиэфирной смол, армированных стекловолокном, с последующим декорированием готовых изделий под камень, металл и т.д. Рулонные газонные покрытия из искусственной синтетической травы, обладающие водостойкостью, износостойкостью, светостойкостью и долговечностью, представляют собой рулонный материал на основе полиэтиленовых или полипропиленовых волокон, вшитых в многослойную ткань основы, которую с обратной стороны закрепляют расплавленным полимером для повышения прочности. Путем окрашивания ворса покрытию придают максимальную естественность. При декорировании площадок на подготовленную выровненную, уплотненную и увлажненную поверхность раскатывают рулон и закрепляют по периметру. При создании дорожек используют полимерные решетки, заполненные мелким сыпучим материалом (щебень, гравий, песок), при засыпке решеток землей с семенами газонной травы получают поверхностный дерн, используемый на детских площадках и площадках для отдыха. При сочетании древесины и пластика в равных пропорциях получают прочный, водостойкий композиционный материал – террасную

доску, которую используют как садовый паркет (напольное покрытие) и сайдинг для наружной отделки дома и декоративной отделки мостиков. Применение полимерных материалов приведено в таблице 2.3; иллюстрации: рисунки 12–26.

Таблица 2.3. – Применение полимерных материалов

Материалы и изделия	Область применения
Полимербетоны, бетонополимеры	Колонны, балки, плиты перекрытия, полы в химических цехах с агрессивными средами
Листовые пластики	Обшивка навесных панелей; устройство светопрозрачных кровель (стеклопластики), жестких оболочек; отделка фасадов и внутренних стен; выполнение подвесных потолков
Плиты крупноразмерные высокопористые: мягкие, жесткие	Звукоизоляция междуэтажных перекрытий. Теплоизоляция ограждающих конструкций (стеновых панелей, плит покрытия). При наличии перфорации – звукопоглощающие материалы для выполнения подвесных потолков
Плиточные мелкоштучные	Покрытие полов, стен в помещениях с влажным режимом эксплуатации
Рулонные: кровельные покрытия линолеумы (ПВХ, алкидные, резиновые); пленки гладкие и рельефные	Выполнение мягких кровель. Покрытие полов в жилых, общественных помещениях Выполнение мягких оболочек, внутренняя отделка стен
Длинномерные жгуты, шнуры, прокладки из полиуретана, каучуков и мягких поропластов	Звукоизоляция строительных конструкций
Вязкопластичные мастичные составы	Приклеивание рулонных, плиточных и крупноразмерных отделочных материалов к основанию
Вязкотекучие красочные составы	Придание декоративности и защита поверхности изделий и конструкций от разрушения
Террасная доска	Напольное покрытие, отделка фасадов
Архитектурные формы	Скульптура
Рулонный волокнистый материал	Газонное искусственное покрытие

### Вопросы для самоконтроля

1. Какие полимерные конструкции и материалы используют для выполнения стеновых ограждающих конструкций?
2. Какие материалы применяют для выполнения мягких пневматических и жестких ограждающих конструкций? Их назначение.
3. Что общего и в чем различия полимербетонных и бетонополимерных конструкций? Их применение в строительстве.



4. Какие требования предъявляют к материалам, используемым в качестве напольного покрытия в зависимости от условий их эксплуатации?
5. Какие материалы используют для выполнения декоративных монолитных напольных покрытий? Их применение.
6. Какие рулонные и мелкоштучные материалы применяют для покрытия пола в зависимости от назначения помещения?
7. Какие плиточные и крупноразмерные изделия используют для покрытия пола в зависимости от назначения помещения?
8. Назначение, классификация декоративных окрасочных составов.
9. Обоснуйте применение полимерных отделочных материалов в современном дизайне интерьера помещений различного назначения.
10. Акустические и теплоизоляционные полимерные материалы, их свойства и применение.
11. Применение полимерных материалов в ландшафтном дизайне.

## Глава 3

### НЕОРГАНИЧЕСКИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Класс неорганических строительных материалов включает природные каменные и искусственные: керамические, металлические, стеклянные и полученные на основе минеральных вяжущих веществ.

#### 3.1. Природные каменные материалы

Природный камень – первое добытое человеком полезное ископаемое, которое использовали для строительства жилья, храмов, дворцов, крепостей и других монументальных сооружений. Древние камнерезы хорошо знали свойства горных пород и получали из камня изделия, различные по назначению, величине и форме. При добыче, которая проводилась вручную, в скале по обозначенным границам будущего блока металлическим резцом выдалбливали глубокую канавку, в которую забивали клинья из сухого дерева и обливали их водой. Дерево разбухало, увеличивалось в объеме, на камне образовывалась трещина, которая расширялась и блок отделялся от скалы. Затем камень обрабатывали на месте инструментами из камня, меди и дерева, придавая изделию форму блока для кладки стен или плитки для облицовки. К наиболее известным древним каменным сооружениям относятся такие, как пирамида Хеопса в Египте, возведенная из 2 300 000 отшлифованных кубических блоков из известняка весом более 2 т, обеспечивающих прочность всего сооружения только за счет точной подгонки изделий по размерам. Замечательным достижением греческой архитектуры является афинский Акрополь, построенный в VI–V вв. до н.э. из белого мрамора. В русском зодчестве широкое распространение получил белый известняк в виде блоков на известковом растворе при возведении соборов: во Владимире (XII в.), Московского Кремля (XIV в.), Успенского и Архангельского соборов (XV–XVI вв.). В Беларуси вследствие небольших залежей строительного камня (магматита на юге – карьер «Надежда», известняка – в Брестской области, доломита – в Витебской) этот материал применяли только в сочетании с керамическими изделиями: дворцово-замковый ансамбль в Несвиже (XVI в.), Дом масонов в Минске (XVIII в.), Софийский собор в Полоцке (XII в.), или деревом: Дом Петра I в Полоцке (XVII в.).

В современном строительстве из природного камня путем механической обработки получают стеновые и фундаментные блоки для возведения различных по назначению сооружений, бордюрный камень для огражде-

ния дорог, облицовочные плиты для внутренней и наружной отделки зданий, монументальный камень для изготовления колонн и крупных архитектурных деталей. Облицовка из природного камня повышает долговечность зданий и избавляет от необходимости ремонта наружных стен на многие десятилетия. При применении более сложной технологии путем плавления горных пород получают каменное литье и минеральную вату. Кроме того, горные породы, состоящие из минералов и имеющие относительно постоянный состав и свойства, служат основным сырьем для получения искусственных неорганических материалов (глина – керамических, кварцевый песок – стеклянных, железосодержащие руды – металлических), а также минеральных вяжущих веществ (известняк – извести, известняк и глина – портландцемента), являющихся основными компонентами для получения строительных растворов, бетонных изделий и конструкций различного назначения.

### **3.1.1. Материалы и изделия из горных пород**

Добыча природного камня в зависимости от прочности осуществляется в карьерах при помощи экскаваторов, если породы слабые (осадочные), или буровзрывным способом для разработки массивных плотных, прочных магматических и метаморфических пород. В зависимости от места и глубины залегания добыча может вестись открытым, подводным или подземным способами. Природный камень, доставляемый из карьеров, подвергают в зависимости от назначения дальнейшей обработке: дроблению, распиловке, скалыванию, шлифовке и полировке. В связи с большим разнообразием свойств, обусловленных их составом и структурой, горные породы применяют в качестве нерудных строительных материалов, конструктивных, отделочных и специального назначения (кислотостойкие, теплоизоляционные и акустические).

Большой объем добываемых горных пород составляют так называемые **нерудные строительные материалы**. К ним относятся такие неорганические зернистые, сыпучие материалы, как щебень, гравий, песчано-гравийная смесь, песок. Их применяют в качестве заполнителей для бетонов и растворов, уплотняющего подслоя при выполнении дорожных покрытий, сооружения плотин, дамб, насыпей, засыпок при благоустройстве территорий. **Щебень** – остроугольные обломки размером от 5 до 150 мм, образующиеся при выветривании горных пород (природный) или полученные в результате их добычи буровзрывным способом и последующего дробления. **Гравий** – продукт естественного разрушения и перемещения скальных горных пород, представляет собой окатанные зерна размером от

5 до 150 мм. В зависимости от происхождения он может быть речным, озерным, морским и ледниковым. **Песчано-гравийная смесь** состоит из песка размером до 5 мм и гравия. Основной объем добывают из русел рек, используют для изготовления цементных и асфальтовых бетонов, а также при строительстве дорог. Песок размером от 0,14 до 5 мм может быть дробленным и природным в виде мелкообломочной рыхлой породы. В зависимости от назначения песка к нему предъявляют требования по размерам и химическому составу. Основными потребителями этого сырья являются производства по получению стекла, строительной керамики, бетонов и растворов, кровельных и гидроизоляционных материалов. Полученные в результате дробления горных пород щебень и песок разделяют на фракции (по размерам), моют и отправляют потребителям.

К **конструкционным материалам** относятся бутовый камень, камни и блоки стеновые, изделия для дорожного строительства.

При добыче облицовочного камня средний выход блоков-заготовок, подвергающихся последующей распиловке по размерам, составляет 20%, остальную горную массу дробят и используют для изготовления искусственных облицовочных материалов с использованием в качестве вяжущих высокомолекулярных смол или с применением цемента. Отходы мелкой фракции поступают также на строительные площадки для выполнения монолитных мозаичных полов, декоративных штукатурных растворов.

Многовековое применение отделочных материалов из природного камня обусловлено распространенностью в природе, декоративностью, долговечностью, экологичностью, пожаробезопасностью, универсальностью в обработке и многократной переработке, простотой ухода за эксплуатируемыми изделиями, устойчивостью к перепадам температур, а также хорошей сочетаемостью с изделиями из древесины, металла и стекла. Получение облицовочных каменных материалов включает первичную обработку – раскалывание или распиловку каменных блоков на плиты – заготовки, и вторичную – конечную, при которой изделиям придают заданную форму, размер, а также определенную фактуру поверхности. Фактурную обработку подразделяют в зависимости от используемого инструмента и интенсивности воздействия на ударную, абразивную и пескоструйную. Путем применения фактурных обработок можно в значительной степени изменять характер и визуальное восприятие рисунка-текстуры лицевого слоя изделия, что особенно востребовано для таких крупнокристаллических пород, как гранит, лабрадорит, мрамор, широко используемых для получения облицовочных материалов.

В соответствии с используемым способом механической обработки поверхности **фактуру** отделочных каменных материалов подразделяют на следующие типы:

- **полированная** – с зеркальным блеском, подчеркивающим текстуру камня (пол, стены);
- **лощенная** – гладкая, матовая (полы, наружная облицовка зданий);
- **шлифованная** – шероховатая с высотой рельефа до 0,5 мм для уменьшения скольжения (полы, лестничные марши, фасады);
- **пиленая** – неравномерно-шероховатая с высотой рельефа до 2 мм (плиты для облицовки цоколей, наружных стен, бордюрные камни);
- **термообработанная** – шероховатая с эффектом шелушения (фасады, дороги, лестничные марши);
- **бучардированная** – шероховатая с высотой рельефа до 5 мм, полученная в результате ударной обработки (напольные покрытия);
- **колотая** – имеющая раскол породы с хаотичными впадинами и выступами (стены);
- **песко- и водоструйная** – шероховатая, полученная под действием струи воздуха с песком или воды под давлением (плиты для облицовки цоколей, наружных стен);
- **скалистая (скол)** – гладкая, полученная методом расщепления камня слоистой структуры (сланец) по плоскостям (плиты – полы, наружные стены, кровли).

Облицовочные пиленые материалы в виде шлифованных и полированных плит из гранита, лабрадорита, мрамора применяют для наружной и внутренней облицовки стен, покрытия полов, изготовления ступеней в общественных и уникальных зданиях. При внутренней отделке стен для повышения декоративности и объемности применяют сочетание плит разных по толщине.

Три **главных характеристики** подбора камня в интерьере: **цвет, размер, рифление.**

**Цвет:** холодные тона для солнечных комнат, теплые – для плохо освещенных.

**Размер:** крупный камень придает монументальность и спокойствие, мелкий – динамичность.

**Рифление (фактура поверхности):** сильное рифление – в гостиных, залах; без рифления (полированная) – в залах зданий культурного назначения, в ванных комнатах; со слабым рифлением наиболее применимы в интерьерах жилых помещений.

В дизайне интерьеров используют следующие горные породы: мрамор, травертин, обладающий теплым светло-желтым цветом и декоративной текстурой, гранит, песчаник, лабрадорит, представляющий собой серый или черный монолит с разноцветными вкраплениями. Применение природных каменных материалов в отделке интерьеров создает эффект строгости и холодности, поэтому для теплой и уютной атмосферы необходима повышенная освещенность, подчеркивающая фактуру и текстуру отделки, а также такие элементы декора, как цветы, вазы, картины, панно, напольные ковровые покрытия теплых тонов. Каждый стиль интерьера имеет свои особенности. Так, при отделке гостиных и спален в стилях шале, рустик или кантри предпочитают песчаник – относительно пористый камень светлых, теплых тонов с оригинальным рисунком спилов. Античный стиль предопределяет мраморные лестницы, колонны, статуи. Барокко – использование полированных плит из гранита и мрамора для отделки пола, стен и каминов в сочетании со светильниками и вазами из камня. Отделка стен и пола сланцем предпочтительна в современных стилях лофт и минимализм.

**Каменные материалы специального назначения** подразделяют на **кислотостойкие, теплоизоляционные и акустические.**

Такие магматические горные породы, как базальт, андезит, диабаз, а также метаморфическая порода кварцит вследствие своего химического состава и стеклокристаллической структуры обладают высокой кислотостойкостью. Это свойство используют при изготовлении тесаных плит, кирпичей, брусков и фасонных изделий, применяемых для защиты строительных конструкций, работающих в условиях действия кислых сред. Мелкодробленые отходы используют в виде крупного и мелкого заполнителя для получения кислотостойких бетонов и растворов, тонкомолотые – в качестве наполнителей кислотостойких мастичных и красочных составов. Добыча и обработка природных каменных материалов связана с механическими воздействиями, способствующими образованию на поверхности изделий многочисленных мельчайших трещин, понижающих их прочность и долговечность. Вследствие этого более высокими эксплуатационными свойствами обладают искусственно полученные литые, каменные изделия (**каменное литье**). Безотходное производство каменного литья состоит из дробления кислотостойкой горной породы (базальта, диабаза), расплавления в пламенных или дуговых электропечах при температуре 1350–1450 °С, заливки расплава в формы, кристаллизации и охлаждения изделий по определенному режиму. По такой технологии получают износостойкие, морозостойкие плиты для облицовки полов, тротуаров, наружных стен.

К **теплоизоляционным** и **акустическим** относятся изделия, полученные на основе минеральной ваты. Минеральная вата представляет собой механическую смесь искусственно полученных коротких волокон. Вследствие хаотического расположения волокна создают высокопористую структуру, обеспечивающую низкую теплопроводность, звукоизоляцию и звукопоглощение. Минеральная вата не горит, не гниет, морозостойка и термостойка. Изделия на ее основе применяют для теплоизоляции как холодных поверхностей морозильных камер, так и горячих поверхностей технологического оборудования с температурой до 400 °С. Сырьем для производства каменной ваты служат горные породы: диабаз, базальт. Производство включает две основные технологические операции: получение расплава в печах при температуре 1400–1500 °С и превращение его в тончайшие волокна. Для получения теплоизоляционных и звукоизоляционных материалов в виде мягких матов или жестких акустических плит полученное волокно обрабатывают жидким полимерным составом методом распыления или связующее (синтетические смолы, битумы) перемешивают с волокнами в отдельных смесителях с последующим прессованием и выдерживанием для отверждения по определенному температурному режиму. Конечный технологический процесс – резка по размерам. При производстве акустических звукопоглощающих плит, эксплуатируемых внутри помещения, используют крахмальное связующее или поливинилацетатное (ПВА) на водной основе. Плотность и коэффициент теплопроводности минераловатных плит зависят от вида применяемого связующего и степени прессования. Эти изделия вследствие высокой пористости применяют для тепло- и звукоизоляции как внутри помещения – наружных стен из штучных материалов (кирпича, ячеистых блоков), полов и перекрытий, так и для теплозащиты фундаментов, кровель, вентилируемых фасадов под облицовку, каркасных стен, ограждающих стеновых панелей с последующим оштукатуриванием поверхности минераловатных плит по стеклосетке. При наружном использовании для исключения водопоглощения плиты пропитывают гидрофобными составами.

**Акустические** – звукопоглощающие изделия, которые крепят к потолку на каркас; в отличие от теплоизоляционных и звукоизоляционных должны иметь высокую открытую пористость. Именно этот показатель характеризует эффективность применяемого материала. Для улучшения акустических свойств помещения, которые оценивают чистотой звука, плиты перфорируют или создают декоративную рельефную поверхность, что исключает отражение и наложение звука.

**Асбест** представляет собой природный минеральный волокнистый материал, обладающий щелочестойкостью, огнестойкостью, высокой

прочностью на изгиб, растяжение и модулем упругости. На его основе в сочетании с такими неорганическими вяжущими, как гипс, цемент, получают конструкционные, теплоизоляционные, акустические и огнезащитные материалы. С использованием асбеста, который выполняет роль армирующего компонента, повышающего прочность на изгиб и растяжение, получают штукатурные составы для огнезащиты металлических и деревянных конструкций, кровельный материал – шифер, облицовочные изделия с декоративным покрытием в виде листов и плиток, а также крупно-размерные плиты (конструкционные, акустические, теплоизоляционные) и асбестоцементные трубы.

В ландшафтном дизайне наиболее широкое применение нашли гранит, сланец, туф, мрамор, песчаник, известняк и известняк-ракушечник, который образовался из сцементированных обломков раковин морских животных. Природный камень используют для мощения дорожек, выполнения подпорных стенок, ступеней, ограждений и бордюров, зонирования участка, создания очага, «сухого» ручья из окатанного гравия, а также альпинария, рокария и «каменного сада», имитирующего горный рельеф (утесы, скалы) в миниатюре, на котором выращивают растения, разные по форме, цвету и времени цветения, оформления фонтанов, создания многоуровневых водопадов и садово-парковых скульптур. В последние годы все большую популярность получают искусственные габионы, представляющие собой объемные сетки, создающие каркас будущего арт-объекта, заполненные камнем разного размера и цвета. К архитектурным элементам относятся каменные столы, скульптуры, колонны, вазоны и солнечные часы. Сочетание всех элементов ландшафтного дизайна создает определенный стиль, который связан прежде всего с национальными особенностями. Английский, или пейзажный, стиль имитирует природный ландшафт с газонами и извилистыми дорожками. В идеале этот стиль предполагает природное сочетание лужаек, групп кустарников и деревьев, пруд и цветники. Основные элементы японского стиля – вода, растения и необработанные камни, которые должны быть не только ассиметрично расположены, но и не повторяться по величине, цвету и фактуре.

Для этого типа ландшафта характерны сады камней, имеющие философское значение, сухой ручей из окатанного природного или гальтованного камня, искусственно полученного из щебня специальной механической обработкой. Немаловажное значение имеют комбинированные дорожки из плит и гравия, а также присутствие воды в виде ручейков, фонтанчиков или пруда. Применение природных каменных материалов представлено в таблице 3.1; иллюстрации: рисунки 27–42.



Таблица 3.1. – Применение природных каменных материалов

Вид материала	Применение в строительстве
Щебень природный и дробленый, гравий природный, песок	Заполнители для бетонов и растворов, выполнение дорожных покрытий
Песок природный кварцевый, глина, металлосодержащие руды, известняк, гипс	Сырье для производства стеклянных, керамических, металлических изделий и минеральных вяжущих: извести, гипса, цемента
<b>Конструкционные материалы</b>	
Камни бутовые, пиленные и крупные блоки	Фундаменты, гидротехнические сооружения, наружные и внутренние стены
Камни бортовые и булыжные, брусчатка	Ограждение дорог, дорожные покрытия
<b>Отделочные материалы</b>	
Плиты пиленные (шлифованные, полированные) и колотые	Наружная и внутренняя отделка стен, колонн, пола и лестниц
Штукатурные декоративные составы на цементных, гипсовых и вододисперсионных полимерных связующих (акриловых, латексных)	Декоративная отделка стен
<b>Материалы специального назначения</b>	
Плитки колотые сланцевые	Скатные кровли
Плиты пиленные и литые из кислотостойких пород	Антикоррозионная защита поверхности стен, полов, промышленного оборудования на химических заводах
Щебень, песок из кислотостойких пород	Получение кислотостойких бетонов, растворов
Тонкомолотый кислотостойкий наполнитель	Производство кислотостойкого цемента, мастик, красочных составов
Щебень и песок дробленые из пористых горных пород	Засыпная тепло- и звукоизоляция полов, стен, крыш
Штукатурные составы на неорганических вяжущих (гипс, глина, жидкое стекло)	Огнезащитные покрытия для металлических и деревянных несущих конструкций
Рулонный материал	Асбестовый картон для огнезащиты строительных конструкций и технологического оборудования
Плиты, скорлупы на неорганических вяжущих и полимерных связующих	Теплоизоляция строительных конструкций
Плиты и маты минераловатные мягкие, армированные, прошивные с защитным покрытием	Тепло- и звукоизоляция фундаментов, полов, перекрытий, кровель
Архитектурные элементы, арт-объекты, плиточный, плитный и дробленый материал	Ландшафтный дизайн

## Вопросы для самоконтроля

1. Применение конструкционных материалов из горных пород в строительстве.
2. Способы получения отделочных материалов из природного камня.
3. Облицовочные каменные изделия в дизайне интерьера.
4. Типы фактур отделочных каменных материалов.
5. Основные критерии подбора камня для применения в интерьере.
6. Способы получения и применение теплоизоляционных и акустических материалов из природного камня.
7. Каменные материалы и изделия применяемые в ландшафтном дизайне.

### 3.2. Керамические материалы и изделия

Керамическими называют искусственные каменные материалы и изделия, полученные из глиняного сырья в результате обжига при высоких температурах. Керамические материалы относятся к самым древним строительным материалам. История их применения ориентировочно начинается с 3000 года до н.э. в Египте, когда в массовом строительстве начали использовать отформованный кирпич, высушенный на солнце размером 14x38x11 см и крупные блоки размером 85x52x32 см, которые до настоящего времени сохранились в Каирском музее. По объему такой блок крупнее современного кирпича в 74 раза. Затем технология получения кирпича была усовершенствована в Месопотамии, где к началу третьего тысячелетия до н.э. дома, царские дворцы, храмы богов строили из кирпича солнечной сушки и обожженного кирпича, который экономно применяли только для наружной облицовки стен. К этому же времени относится и первое упоминание об использовании эмалированных керамических плиток в качестве отделочного материала.

В России самыми значительными историческими сооружениями из кирпича являются храм Василия Блаженного и Московский Кремль. В Беларуси кирпич в виде плинфы (плитняковый кирпич) использовали при строительстве Софийского собора (XII в.), Спасо-Евфросиниевского монастыря в Полоцке (XII в.), Борисоглебской церкви (XII в.), где фасонный кирпич и майоликовые глазурованные керамические плиты применяли в качестве архитектурных деталей.

В настоящее время керамический кирпич, крупногабаритные пустотные камни и блоки являются высокоэффективными конструктивными

стенowymi материалами как в индивидуальном строительстве, так и при возведении жилых многоэтажных зданий современной архитектуры. Декоративные свойства глин и технологические возможности декорирования поверхности получаемых изделий широко используют при производстве облицовочных материалов, для отделки интерьеров и фасадов зданий, а также в ландшафтном дизайне. Свойства (кислотостойкость, огнеупорность, водостойкость) являются основополагающими при производстве керамических материалов специального назначения.

### **3.2.1. Сырье, общая технология получения и применение керамических материалов**

Основным сырьем для производства керамических материалов служат глинистые минералы, представляющие собой осадочные, пластовые породы, состоящие из водных алюмосиликатов с различными примесями. Технология производства керамических материалов основана на следующих **свойствах глин**:

- **высокая дисперсность** частиц с размерами от 0,01 мкм до 1 мм, способных образовывать формовочные смеси различные по степени пластичности;
- **высокая гидрофильность**, обеспечивающая получение **высокоподвижных** (литых), однородных нераслаивающихся смесей;
- **высокая водоотдача** при сушке, сопровождаемая повышением прочности и незначительными деформациями;
- **способность спекаться** при температуре 1000–1300 °С с образованием прочного, водостойкого материала.

С целью регулирования свойств формовочной массы и готовых изделий в глину вводят **добавки**: отощающие, порообразующие, пластифицирующие, плавни.

**Отощающие** добавки – кварцевый песок, золу ТЭЦ, шлак вводят в смесь в тонкоизмельченном состоянии для предотвращения появления в процессе тепловой обработки трещин и деформаций.

**Порообразующие** добавки обеспечивают повышенную пористость, снижение средней плотности и коэффициента теплопроводности изделиям. К ним относятся выгорающие (древесные опилки, отходы угля, торф), газообразующие, разлагающиеся при высокой температуре с выделением газообразных продуктов.

**Пластифицирующие** добавки применяют для улучшения формовочных свойств смесей. В качестве добавок используют специальные

органические поверхностно-активные вещества (ПАВ). Эффект пластифицирующего действия добавок основан на способности этих веществ образовывать на поверхности глины гидрофильные пленки, притягивающие и удерживающие воду, тем самым повышая пластичность смеси без дополнительного ввода воды.

**Плавни** вводят в состав смеси с целью снижения температуры спекания глинистой массы и повышения плотности и прочности изделий. Для этого применяют полевые шпаты, тонкомолотые отходы стекла.

Технология получения керамических изделий состоит из следующих этапов: добыча глины, ее очистка и тонкое многостадийное измельчение, подготовка формовочной массы, Vormование изделий (сырца), сушки сырца и обжига изделий.

Производство керамических изделий в зависимости от свойств используемых глин, вида и назначения получаемых изделий подразделяют по способу подготовки формовочной массы на полусухой, пластический и шликерный (литьевой). Полусухим способом путем прессования смеси с низким содержанием воды получают высокоплотные фасадные плитки и плитки для облицовки пола, лицевой (облицовочный) кирпич. Пластическим – кровельный материал черепицу; кирпич для кладки стен: дырчатый и полнотелый; глазурованную облицовочную плитку. Шликерный – предусматривает получение изделий из высокоподвижной глиняной массы методом литья в специальные гипсовые формы. По этой технологии получают санитарно-техническое оборудование, сложные по форме скульптуры, фасонные изделия со сложным рельефным рисунком поверхности, а также тонкие коврово-мозаичные плитки толщиной до 2,5 мм, которые после спекания и охлаждения наклеивают на специальные бумажные ковры определенным рисунком с использованием для декорирования как наружных ограждающих стеновых панелей, так и создания декоративных панно в интерьере.

К **конструкционным** керамическим материалам относят **кирпичи** и **камни**, применяемые для возведения стен зданий. Все эти материалы в процессе эксплуатации воспринимают действие различных видов нагрузок: растягивающих, изгибающих, сжимающих, истирающих, ударных. Наибольший объем производства принадлежит стеновым материалам: кирпичу разной модификации и камню керамическим. Керамические обжиговые **стеновые материалы** (изделия) из глиняного сырья применяют для кладки каменных, армокаменных (кирпичная кладка, упрочненная по вертикальным и горизонтальным швам арматурой) наружных и внутренних стен. Эти искусственные каменные материалы классифицируют:

– по способу формования – на изделия, полученные из пластичных масс или полусухого прессования;

– по назначению в конструкциях – на конструкционные для рядовой кладки под штукатурку или облицовку и лицевые с расшивкой швов, совмещающие функции конструкционного и облицовочного материала;

– по размерам – на кирпичи полнотелые и пустотелые, укрупненные камни пустотелые. Пустоты могут быть сквозные и несквозные, вертикальные и горизонтальные, могут иметь форму щелевидную или цилиндрическую;

– по средней плотности ( $\text{кг/м}^3$ ) – на особо легкие – до 600, легкие – 600–300, облегченные – 1300–1600, тяжелые – 1000–2200;

– по прочности изделия с вертикально расположенными пустотами марки ( $\text{кгс/см}^2$ ) – 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300; горизонтально – 25, 35, 50, 100;

– по морозостойкости – изделия рядовые марки F15, F25, F35, F50, F75; лицевые – F35, F50, F75, F100.

По теплотехническим свойствам и плотности керамические кирпичи и камни в высушенном до постоянной массы состоянии разделяют на три группы:

– эффективные, пустотелые, плотностью не более  $1400 \text{ кг/м}^3$  – кирпич,  $1450 \text{ кг/м}^3$  – камни, улучшающие теплотехнические свойства стен и позволяющие уменьшить их толщину по сравнению со стенами из полнотелого кирпича;

– условно эффективные, плотностью более  $1400 \text{ кг/м}^3$  – кирпич,  $1450 \text{ кг/м}^3$  – камни, улучшающие теплотехнические свойства ограждающих конструкций без снижения их толщины;

– обыкновенный кирпич плотностью свыше  $1600 \text{ кг/м}^3$ .

В соответствии с требованиями стандарта обозначение керамических стеновых изделий должно состоять из названия изделия, его вида и назначения, марки по прочности и морозостойкости, обозначения настоящего стандарта.

Например, кирпич КРО (КЛО-100/35/СТБ 1160-99 – кирпич керамический рядовой (лицевой) полнотелый одинарный марки по прочности 100, морозостойкости F35. По мере ужесточения требований к величине теплопередачи ограждающих конструкций, связанных, прежде всего, с экономией энергоресурсов, совершенствуется технология производства стеновой керамики. Так, современный пустотелый поризованный кирпич, который обладает ячеистой структурой, полученной за счет введения

минеральных и органических порообразующих добавок (опилки и гранулированные бумажные отходы, которые при обжиге сгорают, образуя поры), позволяет значительно увеличить размеры изделия. Применение укрупненных камней, имеющих на боковых гранях пазы и гребни, исключает необходимость выполнения вертикальных швов. Максимальный размер камней составляет 510x250x218 мм при плотности 790 кг/м<sup>3</sup>, M125, F75. Для обеспечения максимального теплотехнического эффекта в качестве кладочного раствора используют раствор на легких заполнителях (перлите, керамзите), обладающий пониженной теплопроводностью. Для исключения попадания раствора в пустоты используют прокладку из стеклосетки. Одним из путей повышения теплозащитных свойств и качества ограждающих, наружных стен является также использование шлифованных крупноразмерных, поризованных, пустотелых камней, укладываемых на специальный клеевой состав толщиной слоя 1 мм.

К материалам специального назначения относят **кислотостойкие канализационные трубы, дренажные трубы, санитарно-технические изделия, огнеупорные и теплоизоляционные материалы.**

К теплоизоляционным керамическим материалам относятся изделия с низкой теплопроводностью, а также такие рыхлые, сыпучие материалы, как керамзитовый гравий и аглопоритовый щебень. Теплоизоляционные материалы в виде **высокопористого кирпича** (пенокерамика) получают путем введения в формовочную массу выгорающих (измельченные отходы древесины), пенообразующих, воздухововлекающих добавок или пористого мелкого заполнителя. Основная область применения – тепловая изоляция строительных конструкций.

**Керамзит** представляет собой искусственно полученный из глинистого сырья гравий округлой формы ячеистой структуры. Наиболее широкое применение керамзит нашел при производстве керамзитобетонных стеновых панелей, а также панелей покрытий и перекрытий. Как сыпучий, легкий теплоизоляционный материал, керамзит применяют для заполнения колодезной кладки при возведении наружных стен, утепления полов и крыш.

**Аглопорит** – щебень определенного размера, полученный дроблением спекшейся при температуре 1400–1500 °С пористой массы. Основное применение аглопорита – заполнитель для конструкционных легких бетонов и теплоизоляционных засыпок.

**Облицовочные материалы** и изделия применяют для вертикальной и горизонтальной отделки поверхностей с целью защиты их от увлажнения, механического повреждения, воздействия огня, химических веществ,

обеспечения требуемых гигиенических норм, удобства уборки, придания облицовочным поверхностям декоративности. Различают наружную облицовку и внутреннюю. Для облицовки фасадов применяют кирпич лицевой (сплошной и пустотелый), камни лицевые (пустотелые), керамические плитки, фасонные детали для устройства сливов, карнизов.

**Кирпич** и **камни** керамические **лицевые** отличаются от обыкновенных большей точностью формы и размеров, однородностью цвета и оттенка в данной партии. Эти изделия сочетают в себе свойства конструктивных и отделочных материалов. Подбирая исходное сырье, вводя пигменты и регулируя время и температуру обжига, получают кирпич от белого до коричневого цветов. Для придания большей декоративности лицевую поверхность отделывают ангобом или глазурью. **Ангоб** представляет матовое покрытие, состоящее из беложгущихся глин и пигмента, **глазурь** – тонкое стекловидное блестящее цветное покрытие. Разработана также технология двухслойного кирпича с лицевым слоем из цветной или белой глины с красителями. Кроме изделий, имеющих строго геометрические формы, выпускают камни и кирпичи лицевые профильные, форма и размеры которых оговариваются заказчиком.

При производстве плиток для облицовки фасадов применяют беложгущиеся глины. Лицевая поверхность **фасадных плиток** может быть с естественно светлоокрашенным черепком и глазурованной, а по фактуре – гладкой, рифленой, блестящей или матовой. Обратную сторону плиток делают рифленой для более прочного сцепления с раствором. В зависимости от рельефа лицевой поверхности выпускают также цветные архитектурные плитки типа «ромб», «лепесток», «диагональная», «волна», «шары» и т.д. Плитки применяют для облицовки наружных поверхностей железобетонных стеновых панелей, цоколей зданий, подземных пешеходных переходов и проездов транспорта. Керамические плитки не разрешают использовать для облицовки стен из кирпича и ячеистого бетона вследствие разной структуры материалов, возможного скопления влаги на границе раздела и, как следствие, отслоения изделий.

Для **внутренней облицовки** используют керамические глазурованные и неглазурованные **плитки** квадратной, прямоугольной и фигурной формы, различных цветов, фактуры и текстуры.

Методы обработки лицевой поверхности облицовочных керамических материалов:

– механическая обработка с использованием специальных приспособлений: щетки, гребенки, струны, валики с рисунком разной рельефности, позволяющих получить заданный рисунок на поверхности изделия в процессе формовки;

– шелкография – нанесение рисунка на поверхность изделия в процессе получения путем вдавливания штампа с рельефным рисунком на глубину до 1 мм с последующим глазурованием или ангобированием;

– для образования зернистой фактуры заданного цвета на лицевую поверхность отформованного изделия под давлением наносят минеральную крошку заданного цвета и размера (стеклобой, дробленые отходы керамического, фарфорового или фаянсового производства), последующий обжиг обеспечивает прочное сцепление декоративного слоя с поверхностью;

– мраморовидное покрытие получают путем набрызга на глазурованную плитку в процессе изготовления глазури другого цвета с последующей термообработкой;

– сериография включает изготовление по фотоснимку трафарета, с помощью которого на поверхность изделия наносят красящий состав для получения заданного рисунка, которое затем глазуруют и обжигают;

– печатная керамика с оптическими 3D-эффектами.

Получившая в последние годы широкое применение псевдомозаика, используемая как для отделки плоских, так и сферических поверхностей, представляет собой рулонный материал размером 30 x 30 см<sup>2</sup>, состоящий из сетки, на которую наклеивают определенным рисунком мозаичную керамическую плитку глазурованную и неглазурованную. Для фиксации на декорируемой поверхности используют специальный клей.

Современные керамические плитки выпускают с лицевой поверхностью под природный камень, текстиль, шелк, с цветочными яркими узорами, с имитацией шкур диких животных, а также металлизированной под серебро, бронзу, медь. Форма выпускаемых плиток может быть не только традиционной: квадратная, прямоугольная, но и в виде полос, звездочек и кружков. Их применяют для облицовки внутренних стен жилых, лечебных и торговых помещений, столовых, бытовых помещений, плавательных бассейнов и т.д. В зависимости от соотношения в формовочной смеси глины и полевошпатных пород, придающих за счет стеклообразования при обжиге повышенную плотность и прочность керамическому черепку, методом литья получают плиточные материалы из терракоты, майолики, фаянса, фарфора и полуфарфора. **Терракота** представляет собой однотонную керамику, естественно окрашенную в теплые красноватые тона, за счет содержания соединений железа; **майолика** – крупнопористая керамика из цветной обожженной глины, покрытая глазурью; **фаянс** – мелкопористая глазурованная керамика из белой глины; **фарфор** – спеченная плотная керамика белого цвета, просвечивающаяся в проходящем свете. Промежуточное положение по составу смеси и свойствам занимает **полуфарфор**,



обладающий повышенными санитарно-гигиеническими и механическими свойствами.

Для **отделки полов**, к которым предъявляют требования по износостойкости, декоративности, выпускают керамические (одноцветные и многоцветные) плитки, квадратные, прямоугольные, шестигранные, пятигранные, а также ковры из мелкогабаритных плиток определенного рисунка. Полы из керамических плиток водонепроницаемы, хорошо сопротивляются истирающим нагрузкам, долговечны. Для повышения ударной прочности в состав формовочной массы вводят каменные высевки горных пород, например, гранита (керамогранит). Это позволяет получить высокоплотные изделия с гладким или рельефным рисунком лицевой поверхности под природный камень различных оттенков, полированные и неполированные. Такие изделия обладают высокой износостойкостью и ударной прочностью. Плитки используют как для внутренней, так и для наружной облицовки.

### **3.2.2. Применение керамических материалов в дизайне интерьера и ландшафтном дизайне**

Керамические облицовочные материалы применяют для внутренней отделки стен и пола, камина, а также для выполнения рам встроенных зеркал (прихожая, ванная), для создания мозаичных красочных декоративных панно в детских, зданиях культурного назначения. При использовании керамической плитки необходимо учитывать физико-механические и эстетические свойства в зависимости от назначения и условий эксплуатации. При внутренней облицовке помещений с продолжительным нахождением людей, предпочтительно применение светлоокрашенных изделий, поскольку жесткие контрастные сочетания могут вызвать психологическую усталость. Так, для кухни предпочтительно применение плитки зеленых, оранжевых и розовых тонов, в ванных – голубого и зеленого, в гостиных – пол под натуральный камень или дерево. Целенаправленным применением керамической плитки, ее цвета и фактуры можно также создать или подчеркнуть определенный стиль интерьера. Мозаика на полу и барельефы на стенах характеризуют античный стиль и классицизм. Средиземноморский стиль предпочитает теплых тонов шероховатую терракоту, современный стиль хай-тек – холодную глянцевую поверхность, жизнеутверждающий стиль эко в интерьере использует плитку с оттенком теплой терракоты, морской воды, весенней и осенней листвы, мха, дерева и камня. Дизайн плитки можно также разнообразить за счет рельефа, формы и путем сочетания керамики с металлом и стеклом.

В ландшафтном дизайне керамические изделия шамотные и терракотовые красно-коричневых оттенков используют для выращивания растений, которые располагают по горизонтальной плоскости и вертикально многоярусно; они органично вписываются в сельский стиль кантри и средиземноморский, особенно при сочетании с природным камнем, деревом и кирпичной кладкой. Кроме изделий для растений выполняют фигурки птиц, зверей, располагая их среди зелени, а также японские светящиеся фонарики, кувшины, амфоры. Керамическую плитку применяют для мощения дорожек и придомовых территорий, мозаичную – для декорирования фонтанов и ограждений. Применение керамических материалов представлено в таблице 3.2; иллюстрации: рисунки 43–52.

Таблица 3.2. – Применение керамических материалов

Вид материала (изделия)	Область применения
1	2
<b>Конструкционные материалы</b>	
Кирпич и камни пустотелые крупноразмерные из пористой керамики	Наружные и внутренние стены
Черепица	Устройство скатных кровель с уклоном не менее 30%
<b>Облицовочные материалы и изделия</b>	
Кирпич и камни лицевые, профильные	Облицовка фасадов, интерьеры
Плитки фасадные и коврово-мозаичные	Облицовка фасадов, цоколей зданий, интерьеры
Плитки глазурованные и неглазурованные различной формы, цвета и фактуры поверхности	Облицовка помещений с влажным режимом эксплуатации и повышенными гигиеническими требованиями, интерьеры
Плитки одноцветные и многоцветные, разной формы и размеров толщиной 10–13 мм	Облицовка полов
<b>Санитарно-технические изделия</b>	
Фаянсовые, полуфарфоровые и фарфоровые изделия сложной конфигурации (умывальники, мойки, ванны, раковины и т.д.)	Оборудование санитарно-технических помещений, химических лабораторий
<b>Кислотоупорные изделия</b>	
Кирпич	Устройство полов повышенной износостойкости на химических предприятиях
Плитки фарфоровые, шамотные	Защита от разрушения технологического оборудования и строительных конструкций (стен, полов)
<b>Теплоизоляционные материалы</b>	
Кирпич пенодиатомитовый и перлитодиатомитовый	Теплоизоляция строительных конструкций

Окончание таблицы 3.2

1	2
Рыхлые сыпучие материалы: керамзит, аглопорит	Теплоизоляционные засыпки для утепления крыш, полов, стен при выполнении колодезной кладки. Производство стеновых блоков, крупноразмерных ограждающих конструкций. Выполнение теплоизоляционных акустических штукатурок
Скамейки, скульптуры, вазы, светильники, облицовочная плитка, кувшины, амфоры	Ландшафтный дизайн

### Вопросы для самоконтроля

1. Технологические свойства глин.
2. Технология получения стеновых и облицовочных материалов.
3. Стеновые облицовочные материалы, показатели качества.
4. Какие керамические материалы применяют для кладки внутренних и наружных стен? Показатели качества.
5. Какие керамические материалы применяют для облицовки пола? Показатели качества.
6. Методы декоративной обработки облицовочных керамических материалов.
7. Кровельные и кислотостойкие керамические материалы. Показатели качества, применение.
8. Теплоизоляционные материалы, свойства, применение.
9. Применение керамических материалов в дизайне интерьера и ландшафтном дизайне.

### 3.3. Материалы и изделия из стеклорасплавов

**Стеклом** называют твердый аморфный материал, получаемый из переохлажденных жидких минеральных расплавов.

Стеклянные изделия, их изготовление и применение известны с древнейших времен. Почти 6 тыс. лет назад стекло делали в Египте и Месопотамии. В Риме первые стекольные мастерские были созданы в I в. до н.э. Наибольшего расцвета получение стеклоизделий достигло в Венеции, которая была мировым центром до XVII вв. Венецианские изделия отличались разнообразием и имели большую художественную ценность. В 1635 г. в России вблизи Воскресенска был построен первый стекольный завод, на котором выдували оконное стекло и различные стеклянные

ные изделия. Большую исследовательскую работу по химии и технологии стекла вел М.В. Ломоносов. Он заложил научные основы стеклоделия в России, разработал свыше 2000 составов цветной мозаики. В основном стекло производилось ручным способом, это был тяжелый физический труд. В конце XIX – начале XX вв. был разработан механизированный способ вытягивания листового стекла, построена первая ванная стекловаренная печь непрерывного действия.

В XX в. в производстве стекла широко стали применять машинную технику, было создано много новых видов стекла и изделий из него. Сегодня стекло – один из важнейших искусственных строительных материалов. На основе стекло- и шлакорасплавов созданы микрокристаллические материалы – ситаллы и шлакоситаллы, сочетающие в себе аморфную и кристаллическую структуру.

### **3.3.1. Общая технология получения изделий из стекла.**

#### **Свойства стекол**

Основным сырьем для изготовления стекла является чистый **кварцевый песок** (72–75%), **известняк** ( $\text{CaCO}_3$ ), **доломит** ( $\text{CaCO}_3$ ;  $\text{MgCO}_3$ ), **кальцинированная сода** ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), **сульфат натрия** и **полевой шпат**. Для придания специальных свойств – повышенной термостойкости, прочности, химической стойкости, светорассеивания, цвета – в состав вводят добавки.

Производство стекла включает следующие технологические процессы:

- подготовка сырьевых материалов, включающая дробление, помол до определенного размера и сушку;
- дозирование компонентов и приготовление рабочей увлажненной (для исключения пылеотделения) смеси – шихты;
- подача шихты в стекловаренные печи, где происходит ее расплавление сначала с образованием непрозрачного расплава, а затем при подъеме температуры до максимальной 1400–1500 °С перемешивание и удаление газообразных продуктов, прозрачной стекломассы;
- охлаждение стеклорасплава на 200–300 °С для повышения вязкости;
- формовка изделий и их охлаждение по определенному режиму.

Одна из основных особенностей стекла – способность стекломассы поддаваться разнообразным способам формования. Ее можно заливать в форму, штамповать, прокатывать, прессовать, выдувать изделия сложной конфигурации, вытягивать в листы, трубки и нити. Отформованные изделия охлаждают в специальных печах и камерах. Если охлаждать медленно (отжиг), то возникающие при формовке напряжения ослабевают до нормы, что обеспечивает длительную и надежную эксплуатацию стеклянных

изделий. Если повторно нагреть полученное изделие, а затем резко охладить, то можно получить равномерно распределенные остаточные напряжения сжатия во внешних слоях и растяжения во внутренних. Такой режим охлаждения называют **закалкой**. Его применение обеспечивает стеклу повышенную механическую прочность при ударе и изгибе (в 5–7 раз), термостойкость (в 3–5 раз) и твердость. При разрушении закаленного стекла образуются мелкие осколки с тупыми нережущими краями. Если в исходную шихту ввести некоторые добавки (кристаллические окислы металлов), то при повторном нагревании полученных изделий в стекле начинается процесс кристаллизации. Добавки, представляющие собой кристаллические вещества, играют роль катализаторов. В результате образуется сложная структура, содержащая 90–95% беспорядочно ориентированных микрокристаллов (размером менее 1 мк), остальное – стекловидная масса. По свойствам стеклокристаллические материалы (**ситаллы**) занимают промежуточное положение между аморфным стеклом и кристаллической керамикой. Они прочнее стекла, тверже высокоуглеродистой стали, легче алюминия, химически и термически устойчивы, обладают хорошими диэлектрическими свойствами. Если в качестве исходного сырья используют шлаки – стекловидный отход черной металлургии, то получают **шлакоситаллы** с аналогичными свойствами.

Строительное стекло представляет собой биостойкий, негорючий жесткий материал, обладающий высокой водостойкостью, а также стойкостью к солнечной радиации и отрицательным температурам. Свойства стекол зависят от химического состава. Так, их плотность изменяется в пределах 2200–8000 кг/м<sup>3</sup>, прочность при сжатии составляет 700–1000 МПа, при растяжении 30–80 МПа. Стекло обладает низкой термической стойкостью (перепад температуры составляет не более 80 °С) и прочностью на удар. С увеличением толщины изделия сопротивление удару, тепло- и звукозащитные свойства возрастают. По электрическим свойствам стекла относятся к диэлектрикам. Строительные стекла отличаются высокой химической стойкостью за исключением действия плавиковой и фосфорной кислот. Этот материал обладает уникальными оптическими свойствами: светопропусканием, которое достигает 92%, светопреломлением, отражением и рассеиванием света.

### **3.3.2. Материалы и изделия из стеклорасплавов**

Наибольший объем выпускаемой продукции составляют **листовые стекла**, представляющие собой плоские листы, у которых длина и ширина во много раз больше толщины изделия. Эти материалы получают из стек-

ломассы вертикальным вытягиванием, горизонтальным прокатом между двумя вращающимися валиками и флоат-способом. Сущность флоат-способа заключается в том, что струя стекломассы (1000 °С) непрерывно подается на поверхность расплавленного олова (232 °С), растекается по ней слоем определенной толщины и в результате охлаждения превращается в ленту стекла с полированной поверхностью. В строительстве применяют следующие виды листовых стекол: оконное, витринное полированное и неполированное, светорассеивающее узорчатое, цветное, армированное, солнцезащитное, многослойное (триплекс), увиолевое.

**Оконным** называют бесцветное прозрачное листовое стекло толщиной 2–6 мм, которое применяют для остекления окон, дверей жилых (2,5–3 мм), общественных, производственных зданий и сооружений (3–6 мм).

**Витринное**, обладающее повышенной ударной прочностью за счет увеличения толщины, – крупногабаритные листы бесцветного прозрачного неполированного и полированного стекла толщиной 6,5–10 мм. Основное назначение – остекление витрин зданий аэропортов, автовокзалов, торговых и спортивных зданий с использованием стальных и алюминиевых каркасов.

**Цветное** листовое стекло получают двумя способами: использованием специальных красителей, вводимых в состав стеклорасплава или методом наложения в процессе формования на слой обычного стекла цветного слоя прозрачного или непрозрачного – глушенного. При нанесении покрытий из окислов металлов стекла приобретают тепло- и светозащитные свойства. Этот вид стекла толщиной до 4,5 мм используют для декоративного остекления световых проемов, оформления фасадов, внутренней облицовки, а также для изготовления витражей.

**Армированное** стекло получают путем проката стекломассы с закатанной внутрь металлической сеткой. Это придает материалу повышенную безопасность и огнестойкость. Стекло может быть цветным, поверхность – узорчатой. Применяют армированное стекло для остекления окон, дверей, выполнения светопрозрачных кровель и перегородок.

**Узорчатое** стекло имеет на одной или обеих поверхностях четкий рельефный рисунок, который обеспечивает рассеивание света и декоративность. Этот вид стекол используют для остекления оконных и дверных проемов, устройства перегородок.

**Солнцезащитными**, или **телопоглощающими**, называют стекла с низким пропусканием инфракрасных солнечных лучей. Такой вид стекол может быть получен за счет введения в исходное сырье окислов металлов

(кобальта, никеля) или путем покрытия поверхности листового стекла прозрачным солнцезащитным составом из окислов металлов. Солнцезащитные стекла целесообразно использовать для остекления зданий административно-общественного и производственного назначения. При поглощении инфракрасных лучей происходит нагревание стекол на несколько градусов, поэтому целесообразно выполнять двойное остекление с наружным расположением теплопоглощающего.

**Увиолевое стекло** получают из шихты определенного химического состава. Оно обладает способностью пропускать до 75% ультрафиолетовых лучей, поэтому это стекло применяют для остекления оранжерей, саляриев, зимних садов.

**Многослойное** стекло состоит из нескольких листов обычного стекла, склеенных между собой прозрачной эластичной полимерной пленкой. Наибольшее распространение получило трехслойное стекло – триплекс, которое обладает высокой прочностью и безопасностью. В строительстве многослойное стекло используют в качестве дверных полотен, специальных ударопрочных перегородок и ограждений. С этой же целью используют листовое закаленное стекло, прошедшее специальную термообработку, которое может быть прозрачным, матовым и тонированным.

Для линейной и фигурной резки стекол и зеркал, полученных на их основе, придания заданной формы изделиям используют следующие методы:

- **ручной** – с использованием алмазных резцов;
- **пескоструйный** – за счет направленной под давлением струи воздуха с кварцевым песком;
- **гидроабразивный** – под действием струи воды с песком под давлением;
- **лазерный раскрой** – лучом лазера;
- **молирование** – термический нагрев листового стекла заготовки, придание заданной формы и охлаждение по заданному режиму;
- **фацетирование** – снятие с кромки готового изделия для завершенности внешнего вида при помощи специального станка тонкого слоя стекла под определенным углом.

**Конструкционные материалы и изделия: стеклоблоки, стеклопрофилит, стеклопакеты, стекложелезобетон.**

**Стекланные блоки** представляют собой пустотелые стеклоизделия с герметичной воздушной полостью, неокрашенные и цветные, прозрачные или матовые, получаемые сваркой по периметру двух отпрессованных полублоков, внутренняя поверхность которых может быть гладкой или рифленой для обеспечения светорассеивания и придания декоративности.

Изделия обладают повышенными тепло-, звукоизоляционными свойствами, прочностью на удар и огнестойкостью, обеспечивают высокий уровень светопропускания и светорассеивания. Стеклоблоки выпускают квадратными и прямоугольными. Их используют для кладки на цементно-песчаных растворах светопрозрачных несущих вертикальных ограждающих конструкций и перегородок для зонирования внутреннего пространства, внутренних окон, при оформлении дверных проемов.

**Стеклопрофилит** – замкнутая полая панель из прочного прозрачного или непрозрачного стекла определенного профиля (швеллерное, ребристое, коробчатое, овальное, треугольное), которую применяют для устройства наружных ограждающих стеновых конструкций, перегородок, ограждений балконов, кровель. Это изделие производят непрерывным прокатом ленты листового стекла, неокрашенного или цветного, с изгибанием ее при прохождении через специальное формующее устройство. После остывания изделие разрезают по длине на заданные размеры. Профильное стекло может быть неармированным и армированным стальной проволокой, сеткой или стекловолокном. Для создания заданного тонирования применяют специальные покрытия, включающие окиси металла. Изделие обладает звуко- и теплоизоляционными свойствами.

**Стеклопакеты** – изделия, состоящие из двух или более листов светопропускающего стекла, соединенных между собой по контуру таким образом, что между ними образуются герметически замкнутые прослойки толщиной 6–18 мм, заполненные сухим воздухом или газом. По числу слоев стекла стеклопакеты подразделяют на двух-, трех- и четырехкамерные. Они предназначены для остекления окон, витрин, балконных дверей жилых, общественных, производственных и промышленных зданий. В зависимости от того, какие виды листового стекла использованы для их получения, стеклопакеты могут быть обычными и специального назначения: повышенной ударной прочности, декоративные и т.д. Свойства применяемых стекол можно регулировать в широких пределах за счет применения специальных оконных пленок, которые располагают на внутренней или внешней поверхностях. С их помощью обеспечивают ударную прочность, термо- и звукоизоляцию, защиту от ультрафиолетового излучения и декоративность.

**Стекложелезобетонные** крупногабаритные изделия в зависимости от назначения подразделяют на стеновые, конструкции покрытий, сводов и куполов. В этих конструкциях, где толщина равна высоте стеклоблока, нагрузку воспринимает железобетон, а заформованные в процессе изготовления стеклянные изделия – стеклоблоки – обеспечивают равномерное освещение помещения.



**Отделочные материалы** для внутренней и наружной облицовки стен (стемалит, марблит, стеклянные и коврово-мозаичные плитки и др.) производят из цветного глушеного (непрозрачного) стекла, обычного стекла с декорируемой поверхностью; стеклокристаллические материалы – ситалловые и шлакоситалловые – для покрытия пола.

**Стемалит** – крупноразмерный материал толщиной 5–7 мм, полученный из бесцветного листового стекла, окрашенный с одной стороны специальной керамической эмалевой краской. Для закрепления краски на стекле и упрочнения поверхностного слоя изделие подвергают дополнительной термообработке. Стемалит в виде листов размером 1500x1100 мм применяют для облицовки фасадов, внутренних стен производственных и общественных зданий, ограждения балконов, лоджий и лестничных клеток.

**Марблит** – полированные плиты размером от 250x140 до 500x500 мм толщиной 5–12 мм, полученные методом непрерывного проката из темно-зеленого или черного глушеного стекла специального состава. Своеобразный декоративный эффект создают блестящие переливающиеся кристаллические вкрапления (авантюриновое стекло). Этот материал используют при облицовке цоколей зданий, стен, колон, оформлении интерьеров.

**Облицовочные плитки** из глушеного молочно-белого или цветного стекла производят квадратными и прямоугольными методом проката или прессования. Для более прочного сцепления с раствором тыльная сторона плиток рельефная, лицевая имеет эмалевое покрытие, рельефный рисунок или гладкая. Толщина плиток – 4, 5, 6 мм, размеры – от 50x50 до 150x150 мм. Эти мелкоштучные материалы применяют для облицовки стен помещений, к которым предъявляют повышенные гигиенические требования (ванные, кухни, столовые, вестибюли). **Коврово-мозаичные** глушеные – непрозрачные цветные **плитки** с размером ребра 21 мм при толщине 4,5 мм – получают методом проката или прессованием. После охлаждения плитки на специальной машине наклеивают лицевой поверхностью вниз на бумажные ковры. Наибольшее распространение этот материал получил при заводском изготовлении наружных стеновых бетонных панелей. Плитки также применяют для изготовления панно с мозаичным рисунком на фасадах и при отделке интерьеров производственных и общественных зданий.

**Стекланную крошку** получают путем дробления и сортировки глушеных белых или цветных отходов стекла. **Смальта** представляет собой изделия заданной формы и размера из глушеного разноцветного стекла с определенным рисунком излома. Изготавливают этот материал методом полусухого прессования из стеклянных порошков, а также прессованием

или литьем расплавленной окрашенной стекломассы в формы. Стекланную крошку и смальту применяют для отделки фасадов и интерьеров, изготовления мозаичных панно, витражей.

С целью утилизации больших объемов заводского стеклобоя разработаны технологии получения облицовочных материалов с использованием стеклоотходов. К ним относятся такие плитные материалы, как стекломрамор, стеклокремнезит, стеклокерамит, стеклокристаллит, которые используют для наружной и внутренней облицовки стен, колонн, покрытия пола. С этой же целью в строительстве применяют **прокатные листы, плиты и прессованные плитки из ситалла и шлакоситалла**, которые могут быть белыми, темно-серыми и с декоративной цветной наружной отделкой.

Изделия из стекла широко используют в современном дизайне интерьеров как в жилых, так и в помещениях общественного и общественно-развлекательного назначения (дворцы культуры, бары, рестораны и т.д.). Это светопрозрачные декоративные перегородки, пол, потолки. Немаловажную долю в декорировании составляют зеркала и витражи. К стилям, широко использующим эти материалы, зрительно увеличивающим объем и воздухонаполненность помещений, относятся модерн, арт-нуво, лофт, минимализм, хай-тек и др.

### **3.3.3. Способы декорирования стеклянных изделий**

Декоративную обработку стеклянных изделий проводят холодным и горячим (обжиговым) способами. К **холодным** способам относят:

- мотирование – пескоструйная обработка всей поверхности или заданного рисунка (при использовании трафарета) путем воздействия воздушно-песчаной смеси под давлением. Изменяя размер песка и силу давления получают объемные рисунки;

- лазерная гравировка – получение заданного рисунка (3D) с использованием лазерного луча;

- алмазная гравировка – на поверхности изделий из стекла по трафарету вырезают алмазным резцом рисунки, орнаменты, надписи, объемность которых зависит от глубины прорези; гравирование может быть также выполнено с использованием ультразвука;

- цветное мотирование – нанесение цветного изображения специальными красками по стеклу на обратную сторону изделия, сохраняя лицевую сторону прозрачной, гладкой и блестящей;

- травление – нанесение плавиковой кислоты, которая за счет химического взаимодействия делает всю поверхность или рисунок по трафарету непрозрачными – матовыми;

– пленочная технология предусматривает применение для создания рисунка самоклеющейся пленки заданного цвета, текстуры и формы;

– использование смарт-стекла, которое представляет собой триплекс, состоящий из двух кварцевых стекол, склеиваемых между собой полимерной пленкой, содержащей специальные компоненты, изменяющие коэффициент светопропускания под действием переменного электрического тока и обеспечивающие работу в двух режимах: неактивном (матовом) и активном (прозрачном);

– технология ультрафиолетовой печати использует специальные полимерные красочные составы, которые под действием ультрафиолетовых лучей отверждаются, образуя на стекле прочное полимерное изображение. Для повышения долговечности полученный рисунок защищают пленкой – ламинируют;

– художественная роспись по стеклу может выполняться холодным способом путем нанесения непрозрачных красок на поверхность изделия по трафарету без обжига с последующей защитой лицевого слоя специальным лаком или пленкой, а может с использованием завершающего обжига. Во втором случае нанесенный состав цветной глазури образует на стекле блестящий цветной рисунок. При наличии в составе глазури серебра цвет – желтый, меди – черный или красный.

Способом **горячей** декоративной обработки получают:

– «льдистое стекло» – за счет разогрева при высокой температуре стеклянной заготовки с последующим резким ее погружением в холодную воду, что приводит к образованию большого количества мелких трещин. Затем из остывшей заготовки получают изделие заданной формы;

– стекло «пулегозо» с сеткой пузырьков на поверхности – путем помещения горячего изделия сначала в воду, а затем повторно в печь;

– хрусталь – особый вид стекла, содержащий не менее 24% окиси свинца. Получают путем плавления окиси свинца с кремнеземом (кварцевый песок) и содой. Высокое содержание окиси свинца придает хрустальным изделиям специфические сверкание и блеск;

– многослойное стекло – путем последовательного окунания стеклянной заготовки в расплавы разного цвета. Полученное из многоцветной заготовки изделие охлаждают и шлифуют;

– мозаичное стекло – путем заполнения формы небольшими кусочками разноцветного стекла, которые сначала сплавляют при высокой температуре в заготовку, а затем из нее выплавляют изделие заданной конфигурации;

– печатный рисунок на поверхности стекла получают с применением специальных керамических красок и использованием широкоформатного цифрового принтера. После нанесения рисунка стекло подвергают тепловой обработке, краска впекается в поверхность стекла, образуя прочный единый материал. Этот вид стекол используют для декоративного наружного остекления и в интерьере;

– узорчатое стекло получают методом проката валика с различным объемным рисунком по стеклянной заготовке, разогретой до размягченного состояния;

– эффект «стеклянной пряжи» – путем наматывания на стеклянную заготовку стеклянной нити другого цвета или другой прозрачности, последующей термообработки для сплавления и охлаждения заготовки. Затем из полученной заготовки получают изделие заданной формы. Полученные узоры могут образовывать сетку, прочесанные нити (эффект перьев) или опаловые непрозрачные спирали (филигранное стекло).

В Венеции была разработана модификация этой техники – миллефиори (тысяча цветов). При этой технологии в стеклянную поверхность изделия-заготовки вплавляют мелкие трубочки, пластинки, образующие при повторном нагреве и остывании полученного изделия объемный рисунок в виде цветов.

### **3.3.4. Витражи. Применение изделий из стекла в интерьере и ландшафтном дизайне**

**Витраж** – светопропускающее произведение искусства из цветного стекла. Витражное искусство, как показывают раскопки, известно еще с начала новой эры. В средние века центром витражного мастерства стала Европа. Витражами украшали монастыри, храмы, дворцы, замки. Со временем витражи стали применять в жилых и общественных зданиях. Изначально витражи выполняли путем соединения цветных стекол определенного размера при помощи свинцовых профилей, сплавляемых по контуру в соответствии с заданным рисунком. Это осложняло работу и делало их очень тяжелыми. В конце XIX в. американским дизайнером Тиффани была изобретена новая технология.

Витраж в технике Тиффани представляет собой соединенные медной фольгой в виде мозаики небольшие переливающиеся кусочки стекла. Основные этапы изготовления: вырезание фрагментов витража из стекла; обработка деталей в соответствии с эскизом; оборачивание элементов медной фольгой; спаивание фрагментов согласно рисунку; дополнительная термообработка; нанесение платины.

Тиффани создал также уникальные по составу и декоративности стекла:

– «**фавриль**» – многоцветное стекло, которое в своей структуре содержит узоры из металла, полудрагоценных камней, эмалей;

– «**иризирующее стекло**», которое получают, посыпая металлическими крупинками готовое, но еще не остывшее стекло. В результате стеклянная поверхность приобретает переливающийся всеми цветами радуги металлический глянец;

– «**складчатое стекло**», получаемое деформированием еще мягкого стеклоизделия.

Техника Тиффани – **классический витраж**, несмотря на появление большого количества разных современных технологий, до сих пор находит широкое применение в декоративном витражном искусстве.

В настоящее время разработано большое количество новых витражных технологий. Из них наиболее применяемы следующие:

– **заливные витражи** получают путем создания на бумаге эскиза будущей витражной картины с подписью используемого цвета; затем поверхность стекла очищают, под стекло подкладывают эскиз и наносят контуры рисунка специальными полимерными составами, после высыхания которых изображения заполняют соответствующей по цвету краской;

– **пленочные витражи** по технологии выполнения отличаются от заливных тем, что вместо краски на лицевую поверхность наклеивается цветная пленка в соответствии с эскизом; по контуру для имитации «пайки Тиффани» наклеивают свинцовую ленту;

– витражи с использованием **пескоструйной обработки** под давлением по трафаретным эскизам могут иметь рисунок матовым на прозрачном фоне стекла или прозрачным на матовом фоне. Сочетание прозрачного и матового фонов придает стеклу необычайную легкость. Изменяя силу напора и крупность песка, можно также регулировать степень рельефа;

– **травленный витраж** получают путем действия плавиковой кислоты, делающей поверхность матовой – непрозрачной, с использованием трафаретов; многослойное травление делает рисунок объемным;

– **витраж фьюзинг** представляет собой многоцветное стеклянное полотно, полученное плавлением собранной в картину стеклянной мозаики на стеклянной подложке. Такая технология позволяет создавать декоративные полотна любой толщины, формы и фактуры. Стекло-основа может быть выполнена как из обычного, так и из цветного стекла толщиной

3–5 мм. Существуют два вида данной технологии: **полный фьюзинг** – все элементы витражного полотна оплавляются, образуя гладкую поверхность; **полуфьюзинг** – когда на стекле-основе кусочки стекла расплавляются не полностью, т.е. не теряя объема и оставаясь выпуклыми;

– **витраж** по технологии **пленочной печати** включает нанесение фотографии на специальную прозрачную пленку, которая затем наклеивается на стекло. Чтобы защитить изображение от повреждений и дополнительно выделить, на пленку с фотографией наклеивается еще один слой пленки – белой или цветной;

– **витраж** по технологии **ультрафиолетовой печати (скинали)** получают нанесением фотографии на поверхность стекла с помощью ультрафиолетового (УФ) принтера, который накладывает фотополимерную краску на поверхность стекла. Затем стекло облучается ультрафиолетовым светом и изображение прочно фиксируется на поверхности.

В настоящее время витражи используют не только для оконных проемов, но и для потолков, перегородок, ниш, дверей, а также как вставки в мебельные гарнитуры, декоративные экраны камина, плафоны настольных ламп и т.д. Витражи в интерьере характерны для стилей модерн, ар-нуво. Витражи с характерными природными орнаментами (цветы, растения, насекомые, виды природы) – для кантри, эко стиля и т.д.

В ландшафтном дизайне используют стеклянные фигурки и скульптуры, садовую мебель, в цветниках расставляют шары, кубы и цилиндры зеркальные или прозрачные из цветного стекла с внутренней подсветкой, а также декоративные камни из цветного глушеного стекла окатанной формы. Из стеклянного щебня создают имитации ручья, тропинки с разноцветной подсветкой. Стеклянные бутылки используют в декорировании тропинок и цветников. На клумбах и цветниках живые цветы соседствуют с полученными из стекла. За счет соединения зеркал под разным углом получают различные зрительные эффекты. Садово-парковые строения декорируют витражами.

### **3.3.5. Материалы специального назначения**

К материалам **специального назначения** относят **теплоизоляционные** и **акустические** изделия из ячеистого стекла и стеклянных волокон.

**Ячеистое стекло** (газо-, пеностекло) получают спеканием тонкоизмельченного стеклянного порошка с газо- или пенообразующей добавкой. В качестве газообразователя применяют антрацит, кокс, древесный уголь, мрамор, известняк. Этот материал можно резать, шлифовать, сверлить.

В зависимости от назначения выпускают теплоизоляционный – для утепления стен, покрытий, и декоративно-акустический – в виде скорлуп, гранул, блоков и плит. Для улучшения акустических свойств плиты для выполнения подвесных потолков выпускают перфорированными. Гранулированное ячеистое стекло применяют в качестве легкого заполнителя при изготовлении бетонных ограждающих конструкций и засыпной теплоизоляции.

К рыхлым зернистым пористым материалам относят также **шлаковую пемзу** (термозит), полученную дроблением резко охлажденного шлакового расплава. Этот материал применяют аналогично ячеистому стеклу.

**Стекловолоконное** вырабатывают из стеклорасплава определенного состава. В зависимости от длины нити стекловолоконное может быть: коротковолокнистым – штапельное стекловолокно, которое используют в сочетании с полимерными и минеральными связующими для получения теплоизоляционных и акустических плитных и рулонных материалов; непрерывным (20 км и более) – для изготовления стеклосетки и стеклоткани, используемых в качестве основы для изготовления рулонных кровельных, гидроизоляционных материалов и линолеумов для покрытия пола. **Стеглосетку** как армирующий материал применяют также при выполнении многослойной теплозащиты фасадов; **стеклоткань**, пропитанную смолами, – для гидроизоляции подземных трубопроводов и получения стеклопластиков. В последние годы все шире используют такой отделочный рулонный материал, как стеклообои, представляющие собой стеклоткань на бумажной подоснове с определенным гладким или рельефным рисунком. В связи с тем, что материал обладает высокой декоративностью, влаго- и огнестойкостью, гигиеничностью, не токсичен, его рационально использовать для отделки стен в офисах, школах, магазинах, больницах. **Стеклопластик** производят прессованием стекловолокон или стеклоткани, пропитанных синтетическими смолами. Стеклопластики выпускают прозрачные (светопропускание 70–80%), полупрозрачные (50–70%) и непрозрачные. Эти материалы не подвергаются коррозии, водостойки, водонепроницаемы, не разбухают, не коробятся. В строительстве стеклопластики применяют в виде плоских и профильных листов как ограждающий и отделочный материал (кровли, внутренние перегородки, наружная отделка стен, ограждение балконов, лоджий и т.д.), для изготовления санитарно-технических изделий. Перечень применения стеклоизделий приведен в таблице 3.3; иллюстрации: рисунки 53–63.

Таблица 3.3. – Применение материалов и изделий из стеклорасплавов

Вид материала (изделия)	Область применения
<i>1</i>	<i>2</i>
Листовые стекла: оконное (толщина 2–6 мм) витринное (толщина 6,5–10 мм)	Остекление: окон, дверей, теплиц, балконов; витрин, витражей, спортивных залов, аэропортов и т.д.
цветное	
армированное	Выполнение светопрозрачных кровель, перегородок
узорчатое	Декоративное, светорассеивающее остекление окон, дверей
солнцезащитное (телопоглощающее)	Остекление окон общественных и административных зданий
увиолевое	Остекление оранжерей, зимних садов
многослойное	Выполнение ударопрочных перегородок, ограждений, дверей
закаленное	
<b>Конструкционные изделия</b>	
Стеклоблоки (мелкоштучные) Стеклопрофилит (погонажное)	Устройство наружных светопрозрачных ограждающих конструкций, перегородок
Стеклопакеты (многослойные)	Остекление окон, витрин, балконных дверей в жилых, общественных и производственных зданиях
Конструкции стекложелезобетонные (крупноразмерные)	Светопрозрачные конструкции покрытий, стен, сводов
<b>Облицовочные материалы</b>	
Стемалит (крупноразмерный плитный)	Облицовка фасадов, внутренних стен промышленных и общественных зданий, ограждение балконов, лестничных клеток
Марблит (плитный)	Облицовка цоколей, фасадов, оформление интерьеров
Плитки (мелкоштучные)	Внутренняя и наружная облицовка стен
Стекланная крошка, смальта	Изготовление витражей, мозаичных панно
Плиты из стекломрамора, стеклокремнезита, стеклокерамита, стеклокристаллита, ситаллов и шлакоситаллов	Внутренняя и наружная облицовка стен, покрытие пола
<b>Теплоизоляционные и акустические материалы</b>	
Ячеистое стекло (газо-, пеностекло) блоки и плиты	Теплоизоляция строительных конструкций
Плиты перфорированные	Выполнение акустических подвесных потолков
Гранулят (рыхлый, сыпучий)	Легкий заполнитель для бетонов, теплоизоляционные засыпки
Шлаковая пемза – термозит (рыхлый, сыпучий)	Легкий заполнитель для бетонов, теплоизоляционные засыпки



Окончание таблицы 3.3

<i>1</i>	<i>2</i>
Стекловолоконистые материалы рулонные – стеклоткань, стеклосетка	Основа для изготовления линолеумов, кровельных, гидроизоляционных материалов, стеклопластиков. Производство стеклообоев для внутренней отделки стен
Листовые – стеклопластик (плоский и профильный)	Выполнение кровель, перегородок, ограждение балконов, облицовка стен
Стекловатные изделия: рулонные – маты, шнуры, жгуты, плиты (мягкие)	Теплоизоляция и звукоизоляция строительных конструкций
плиты (полужесткие, жесткие) обычные перфорированные с декоративным отделочным слоем	Теплозащита ограждающих конструкций, выполнение акустических потолков

### Вопросы для самоконтроля

1. Общая технология получения изделий из стекла.
2. Эксплуатационные свойства стекол.
3. Виды и применение листовых стекол.
4. Конструкционные материалы из стеклорасплавов, их применение.
5. Отделочные материалы для облицовки стен.
6. Материалы для отделки пола.
7. Ситаллы и шлакоситаллы, свойства, применение.
8. Применение материалов и изделий на основе жидкого стекла.
9. Теплоизоляционные и акустические материалы и изделия из стекло- и шлакорасплавов.
10. Способы горячей декоративной обработки стеклянных изделий.
11. Способы холодной декоративной обработки стеклянных изделий.
12. Витражи. Технологии выполнения.
13. Применение изделий из стекла в дизайне интерьера и ландшафтном дизайне.

### 3.4. Металлические материалы и изделия

**Металлами** называют материалы, обладающие металлическим блеском, пластичностью, высокой прочностью, электро- и теплопроводностью, ковкостью и свариваемостью. Все эти свойства обусловлены крупнокристаллическим строением и абсолютной плотностью этих материалов. К недостаткам металлов относятся относительно низкая коррозионная стойкость по отношению к газам и водным растворам кислотного характера, хрупкость при низких температурах и деформативность при высоких.

Производство и обработка металлов возникли очень давно и достигли современного технического уровня развития в результате использования практического опыта и достижений науки многих поколений. Сначала человек использовал для различных целей самородные металлы: золото, серебро, медь. Затем он научился получать металлы и сплавлять их друг с другом. Получение бронзы (прочного и твердого сплава меди и олова) открыло новую эпоху в развитии материальной культуры, называемую бронзовым веком. Позже была освоена выплавка железа. Первыми плавильными агрегатами для получения железа из руд были неглубокие земляные ямы (горны), в которые загружали измельченную руду и древесный уголь. При горении древесного угля руда превращалась в сыродутное железо. Его извлекали из горна в виде слитков и подвергали ковке. К XIII–XIV вв. сыродутные горны заменили круглыми шахтными печами – домницами. В них развивались более высокие температуры, чем в сыродутных горнах, и происходило насыщение железа углеродом. В результате в нижней части домницы получался жидкий металл – чугун. Из чугуна изготавливали простые отливки. Эти отливки обладали достаточной прочностью, но были хрупкими и не поддавались ковке. Примерно в середине XIV в. научились перерабатывать хрупкий чугун в очень прочный и ковкий металл – сталь, выжигая углерод из жидкого чугуна в так называемых кричных горнах. Позднее кричный процесс сменили более совершенные способы передела чугуна в сталь. Эти способы, а также электроплавка находят широкое применение в современном производстве. Важную роль в развитии металлургии чугуна и стали сыграли работы М.В. Ломоносова, М.А. Павлова и др.

В строительстве металлы используют при возведении каркасов промышленных и гражданских зданий, пролетных строений мостов, в изготовлении железобетонных и металлических конструкций, получении кровельных материалов, а также декоративных облицовочных изделий и элементов декора.

### **3.4.1. Состав, структура и свойства металлов**

В твердом состоянии все металлы, металлические сплавы обладают кристаллическим строением со строго определенным расположением атомов, образующих правильную кристаллическую решетку. Такое упорядоченное расположение атомов отличает кристаллические материалы от аморфных (стекло), в которых атомы расположены беспорядочно, хаотично.

Металлы обладают свойством при нагревании, приводящем к разрушению кристаллической решетки, переходить в вязкопластичное состояние, при охлаждении расплава – в кристаллическое. Такой переход происходит при строго определенной температуре, которую называют температурой плавления, или температурой кристаллизации. Некоторые металлы (железо, олово и др.) способны при повышении температуры изменять форму и расположение кристаллов в твердом состоянии. Существование одного и того же металла в нескольких кристаллических формах с различным расположением атомов в решетке называется **аллотропией**. Ряд металлов способны образовывать **сплавы** – сложные по составу соединения, образующиеся в результате взаимодействия двух или нескольких металлов либо металлов с некоторыми неметаллами. В строительстве наибольшее применение нашли сплавы меди, алюминия, а также чугуны, стали, представляющие собой соединения железа и углерода. Свойства металлов и сплавов определяются их составом и микроструктурой. Как правило, чем выше температура плавления металла или сплава, тем больше его прочность, лучше тепло- и электропроводность.

**Механические свойства** металлов зависят от вида нагрузки, условий ее действия, температуры окружающей среды. Прочностные характеристики определяют испытанием стандартных образцов или самих изделий с использованием специального оборудования. Режим испытания может быть **статическим** – нагрузка на образец увеличивается постепенно (определение прочности на сжатие, изгиб, разрыв); **динамическим** – нагрузка на образец действует мгновенно (испытание на удар); **повторно-переменным** – нагрузка на образец многократно изменяется по величине и направлению (испытание на усталость). Металлы испытывают на растяжение, сжатие, кручение, удар, усталость, твердость, ползучесть при комнатной, низких и высоких температурах. Испытание на **растяжение** проводят с использованием разрывных машин. Для испытания на **удар** используют маятниковый копер, который позволяет определить способность металла противодействовать ударным динамическим нагрузкам и выявить склонность к хрупкому разрушению при различных температурах. Испытанием на **усталость** оценивают возможность работы металлов (сплава) при действии многократных нагрузок, изменяющихся по величине и знаку. Способность металлов выдерживать большое число циклов испытаний называют **выносливостью**. Для определения **твердости** на практике применяют способы, основанные на внедрении в металлическую поверхность наконечника, выполненного из особо твердого материала (закаленная сталь, алмаз, сапфир) и имеющего правильную форму в виде шарика, ко-

нуса или пирамиды. При изучении свойств металлов (сплавов) большое внимание уделяют исследованию процессов их разрушения – **коррозии** – при действии газообразных и жидких сред в условиях обычной и высоких температур. Важность этих работ подчеркивает тот факт, что ежегодно 30% производимого металла идет на восстановление потерь от коррозии, из них 10% теряется безвозвратно. Коррозия начинается с поверхности металла и распространяется вглубь. Интенсивность коррозионного разрушения зависит от трех факторов: химического состава и микроструктуры металла; химического состава окружающей среды и процентного содержания в ней агрессивных веществ; температуры окружающей среды.

В зависимости от причин, вызывающих разрушение, коррозия может быть химической и электрохимической. Поверхностное разрушение металла под действием газов при высокой температуре или органических жидкостей (спирта, бензина, нефти, мазута и т.п.) называют **химической коррозией**. **Электрохимическая коррозия** металлических изделий происходит в различных водных растворах, проводящих электрический ток. Это наиболее распространенный вид коррозии. Она наблюдается в атмосферных условиях, на море, в земле, грунтовых водах, в растворах различных кислот и солей. Значительная часть строительных металлических конструкций и изделий (каркасы и крыши зданий, фермы мостов, арматура в железобетоне) подвержена электрохимической коррозии. Для борьбы с коррозией в состав сплавов вводят легирующие добавки или выполняют защитные покрытия из коррозионностойких металлов: Cu, Al, Ti, V, Cr, Ni, Co.

Защиту от коррозии несущих и ограждающих металлоконструкций в условиях строительного-монтажной площадки производят **лакокрасочными составами** на основе высокомолекулярных смол: битумов и полимеров.

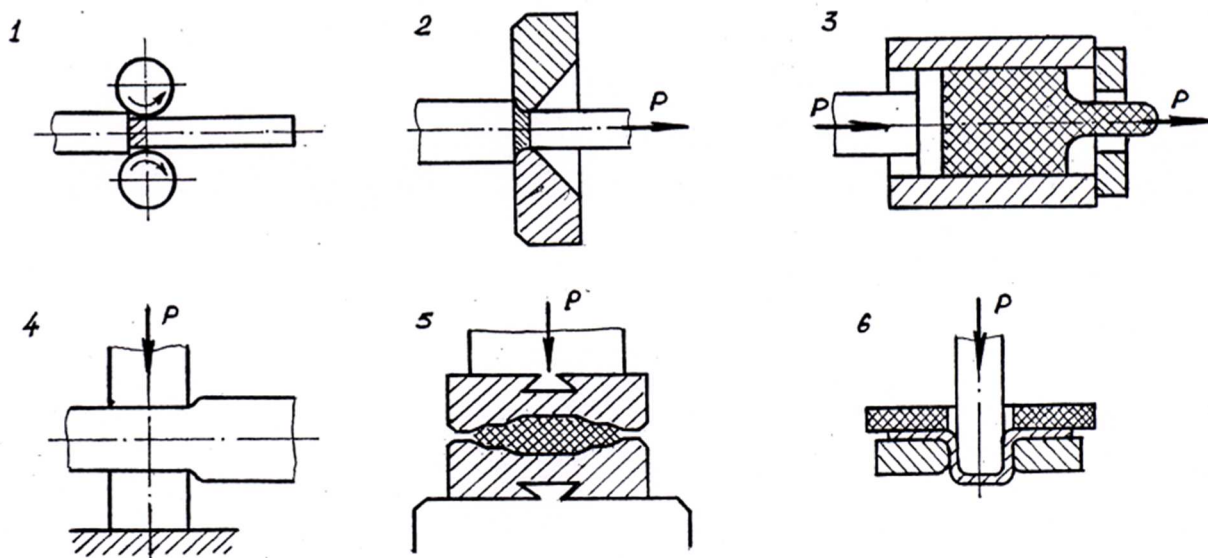
К **разрушающим факторам** относится также **действие** на металлические изделия и конструкции **огня**. Под действием открытого пламени и высокой температуры металлы размягчаются, деформируются и растрескиваются. Незащищенные стальные конструкции в зависимости от толщины элементов имеют предел огнестойкости 0,1–0,44 ч. Металлы являются негорючими материалами, но обладают высокой теплопроводностью, поэтому их огнезащита заключается в создании на поверхности металлических элементов конструкций теплоизолирующих защитных покрытий из огнестойких негорючих минеральных материалов, таких как **бетон, кирпич, цементно-песчаные штукатурки**, а также **теплоизоляционные штукатурки** и **огнезащитные покрытия** на основе глины, жидкого стек-

ла, гипса. Одним из перспективных средств огнезащиты являются **вспучивающиеся краски**, которые при температуре около 170 °С вспучиваются, образуя пористый защитный теплоизоляционный слой. Кроме того, для огнезащиты металлических конструкций используют **плитные и листовые теплоизоляционные материалы** в виде асбестоцементных и асбесто-гипсовых облицовочных плит, гипсокартонных – огнестойких и гипсоволокнистых листов.

Как показала практика эксплуатации, причиной разрушения металлических конструкций может быть также накопление на их поверхности продуктов жизнедеятельности микроорганизмов – **биологическая коррозия**. Для защиты металлоконструкций от **биоповреждений** используют **мастичные и красочные составы** с введением эффективных противомикробных **биоцидных добавок**.

### 3.4.2. Технологии получения изделий из металлов

Для получения изделий из металлов, обладающих высокими пластичными свойствами, их обрабатывают давлением. На практике применяют следующие способы обработки: **прокат, ковка, волочение, штамповка и прессование** (рисунок 3.1).



1 – прокатка; 2 – волочение; 3 – прессование; 4 – ковка; 5 – объемная штамповка; 6 – листовая штамповка

Рисунок 3.1. – Схема основных способов обработки металлов давлением

**Прокат** – наиболее распространенный и дешевый способ производства металлических изделий. Его сущность заключается в обжатии металла между вращающимися валками прокатного стана. Прокатывают металл в холодном и горячем состояниях. Холодный прокат применяют для металлов, обладающих высокой пластичностью (медь, свинец, алюминий), или для получения тончайших стальных листов. Подавляющее большинство стальных изделий прокатывают в горячем состоянии при температуре 900–1250 °С. Способом проката получают большинство стальных строительных изделий: балки, листовую и прутковую сталь, арматуру.

**Ковка** – процесс деформации металла под действием повторяющихся ударов молота или прессы. Ковка может быть **свободная**, когда металл при ударе молота свободно растекается во все стороны, и **штампованная**, когда металл, растекаясь под ударами молота, заполняет формы штампов. Штамповка позволяет получить изделия очень точных размеров. В условиях строительства пользуются преимущественно свободной ковкой при использовании таких деталей, как болты, скобы, анкеры.

**Волочение** заключается в протягивании металлической заготовки через отверстие, сечение которого меньше сечения заготовки. В результате этого металл обжимается, а профиль его строго соответствует форме отверстия. Способом волочения изготавливают тонкостенные изделия-трубки, а также круглые, квадратные, шестиугольные прутки и арматуру. При волочении в металле появляется так называемый **наклеп** – поверхностное упрочнение металла в результате пластической деформации и строго ориентированного расположения кристаллов. Наклеп повышает твердость стали в поверхностном слое, но снижает пластичность и вязкость. Явление наклепа широко используют на практике при механическом упрочнении арматурной стали.

В процессе **прессования** металл выдавливают через круглое или фасонное отверстие, форма и размеры которого определяют форму и сечение прессуемого изделия – прутков, труб, фасонных профилей из сталей, цветных металлов и их сплавов. Прессование проводят на гидравлических или механических прессах.

Получение изделий из заготовок черных, цветных металлов и их сплавов по **резательной технологии** проводят с использованием локальной тепловой резки за счет применения мощного теплового внешнего источника: электродуговая, лазерная и плазменная.

В целях улучшения структуры и придания специально заданных свойств полученные изделия подвергают **термической обработке**. Такая

обработка заключается в изменении кристаллической структуры материала путем его нагрева до определенной температуры, некоторой выдержки и последующего охлаждения по заданному режиму.

### **3.4.3. Свойства, применение железоуглеродистых сплавов и сплавов цветных металлов**

В практике строительства наибольшее применение нашли **железоуглеродистые сплавы**, которые называют **черными металлами**. С целью придания специальных свойств в их состав вводят легирующие добавки. В зависимости от содержания углерода черные металлы подразделяют на хрупкий **чугун** (2,14–6,67% С) и относительно пластичную **сталь** (до 2% С). В металлургии из железосодержащих руд вначале выплавляют чугун с высоким содержанием углерода, придающего хрупкость, а затем путем переплавки для снижения его содержания – сталь. В строительстве чугун применяют для изготовления санитарно-технических изделий (радиаторы, трубы) и архитектурно-художественных, применяемых в интерьере и ландшафтном дизайне (решетки, светильники и т.д.). Сталь по назначению классифицируют на конструкционную (строительную и машиностроительную), инструментальную и специального назначения. Для придания стали заданных эксплуатационных и специальных свойств при ее получении вводят легирующие добавки. Сталь применяют для получения несущих конструкций (ферм, пролетов мостов, балок, колонн, кровельных и стеновых панелей с плитным утеплителем), оконных и дверных ограждающих конструкций, модульных перегородок, подвесных потолков и изделий для внутренней и наружной облицовки.

К цветным металлам и сплавам на их основе относятся алюминий, медь, цинк, свинец. **Алюминий** – серебристо-белый пластичный металл, обладающий малой плотностью, высокими электро-, теплопроводностью и коррозионной стойкостью. Сплавы алюминия применяют для получения несущих конструкций ферм, колонн, каркасов зданий, модульных перегородок, подвесных потолков, кровельных и стеновых многослойных панелей «сэндвич». Из алюминиевых утепленных профилей выполняют отделку фасадов, окна и двери. **Медь** – металл красновато-розового цвета, который обладает высокими электро- и теплопроводностью, пластичностью, коррозионной стойкостью, хорошей обрабатываемостью давлением в холодном и горячем состоянии. В строительстве нашли широкое применение два вида сплавов меди: латунь и бронза, которые широко используют для получения архитектурных изделий и в отделки интерьеров. Профильный листовой материал применяют в качестве долговечного кровельного мате-

риала. **Цинк** – металл синевато-белого цвета, который обладает высокой коррозионной стойкостью, что определило его основное применение как защитного покрытия для стальных изделий различного назначения. **Свинец** – тяжелый металл серовато-синего цвета, химически стоек, обладает высокими защитными свойствами по отношению к действию рентгеновских лучей. В строительстве свинец используют при изготовлении специальных труб, защитных покрытий и экранов.

#### **3.4.4. Способы декорирования металлических отделочных материалов**

Декорирование металлических изделий применяют с целью придания им декоративных свойств и защитить поверхности от коррозии и разрушения. К методам декорирования относят следующие:

- **анодирование** – нанесение на подготовленную алюминиевую поверхность электрохимическим способом специального покрытия золотистого цвета;

- **лакирование** – матовое или блестящее прозрачное лакокрасочное покрытие на основе высокомолекулярных смол;

- **золочение** – нанесение гальваническим методом тонкого слоя золота на всю поверхность изделия или рисунок, а также путем наклеивания тончайшей пленки сусального золота;

- **серебрение** – нанесение на всю поверхность или рисунок тонкого слоя серебра;

- **эмалирование** – нанесение эмали по рисунку. В зависимости от состава применяют горячие и холодные эмали. Для горячего эмалирования используют стеклорасплавы, содержащие свинец и красящие окислы металлов. Обработка поверхности проводится при температуре 600–800 °С. К горячему способу относится также использование специальных финишных художественных эмалей, которые наносят в два слоя (красящий и покрывной – бесцветный) при температуре 600–750 °С. Холодные эмали представляют собой лакокрасочные композиции, состоящие из полимерного связующего (смолы), растворителя, пигмента и катализатора для ускорения отверждения покрытия;

- **плакирование** – нанесение на металлическую поверхность изделий тонкого защитного декоративного слоя другого металла или сплава термомеханическим способом (прокатом или прессованием) – получение биметаллов. В качестве декорирующих применяют сплавы меди, цинка, алюминия, никеля;



– **оксидирование** поверхности металлических изделий осуществляют химическим и гальваническим методами. В результате на поверхности образуется защитная, декоративная окисная пленка определенного цвета. Для изделий из стали этот процесс называется воронением (темно-синий цвет), серебра – чернением, окисный слой на железосодержащих сплавах красно-коричневого цвета.

Для украшения металлоизделий применяют:

– **полировку** поверхности: абразивным – механическим способом; химическим – с использованием паст и растворов, содержащих кислоты; электрохимическим – в растворах электролитов с пропусканием электрического тока; ультразвуковым – за счет действия ультразвука определенной частоты;

– **чеканку** – получение рельефного изображения на поверхности изделия механическим путем;

– **гравировку**, при которой узорный рисунок может быть рельефным или углубленным, выполняют ручным способом с использованием резца, травлением кислотой или лазерным лучом.

### **3.4.5. Применение изделий из металла в интерьере и ландшафтном дизайне**

Применение металла в дизайне интерьера определяется цветом, текстурой, фактурой лицевой поверхности изделий и используемым стилем. Так, при оформлении камина используют кованную решетку и для ограждения листовую полированную сталь (стили хай-тек, минимализм, лофт) или листы из латуни и меди (классические стили: рококо, ампир и др.). Эта же тенденция сохраняется и в оформлении гостиных, спален: отполированная поверхность – современный дизайн; неотшлифованная – шероховатая – придает эффект старины и классики. Листовую медь, латунь применяют для декорирования потолка, стен, столешниц, мебели. Бронзу используют для элементов декора: ламп, подсвечников, статуэток, дверной фурнитуры и рам для картин – в классических стилях; отполированную сталь, алюминий – в современных. Из металла и сплавов выполняют лестницы, стеллажи, перегородки, которые могут быть ажурными с цветочным, геометрическим или абстрактным орнаментом. При отделке кухни, столовой все чаще предпочтение отдается металлической плитке, которая может быть как настенной, так и напольной. В основе плитки – керамогранит с лицевой поверхностью гладкой или текстурной из нержавеющей стали или медных сплавов. Подчеркнуть стиль дизайна может панно, выполненное из стальной мозаики или мозаики из медных сплавов природных тонов и оттенков.

Применение металлов (чугун, сталь, алюминий, латунь, бронза) в ландшафтном дизайне связано прежде всего с такими уникальными свойствами, как экологичность, устойчивость к атмосферным явлениям, пластичность, ковкость, свариваемость, способность поддаваться лазерной резке, которые позволяют создавать сложные по форме арт-объекты: арки, беседки, фигуры, очаги. Кроме того, важна хорошая сочетаемость металла с деревянными изделиями и стеклом. Используя лазерную резку, получают декоративные, ажурные панели для ограждения беседок, выполнения ворот и заборов, а также металлические панно с необычными узорами и орнаментами из металлической мозаики, которые могут украшать и внутренние, и наружные стены домов. Из металла выполняют кованную мебель (столы, стулья, скамейки). В зависимости от стиля дизайна – классический или современный (модерн) – металл применяют в сочетании с деревом или со стеклом. Романтичный настрой создают кованые ажурные мостики через ручей или водоемы. Для зонирования участка и создания зон отдыха применяют кованые ажурные арки, беседки и перголы с вьющимися растениями, а также ажурные кованые светильники и фонари, которые подчеркивают красоту и таинственность каменного сада или водоема в ночное время. Особенным украшением служат металлические фигурки животных, птиц, бабочек на альпийских горках и клумбах. Перечень применения приведен в таблице 3.4; иллюстрации: рисунки 64–76.

Таблица 3.4. – Применение металлов в строительстве и дизайне

Вид материала (изделия)	Область применения
1	2
Чугунные ограды, решетки, светильники	Архитектурные изделия
Чугунные дырчатые и стальные штампованные плиты	Покрытие промышленных износо- и термостойких полов с температурой поверхности до 1400 °С
Стальной и алюминиевой листовой и профилированный прокат, трубы, полосы, листы	Изготовление сварных и клепаных несущих конструкций (ферм, ригелей, балок, колонн, прогонов покрытий), форм и опалубок для получения железобетонных конструкций
Профилированные алюминиевые и стальные листы с цинковым и защитным декоративным лакокрасочным покрытием	В сочетании с плитными теплоизоляционными материалами в качестве кровельного настила и стеновых ограждений (навесные панели типа «сэндвич»)
Плоские листы и профилированные изделия из алюминия и стали с защитными покрытиями	Выполнение оконных и дверных ограждающих конструкций, подвесных потолков, модульных перегородок, витрин, витражей и фасадной облицовки

Окончание таблицы 3.4

1	2
Тонколистовые материалы из стали, меди, алюминия с защитным покрытием. Гофрированные стальные (алюминиевые) листы с многослойным защитно-декоративным покрытием (металлочерепица)	Выполнение скатной кровли
Стружка стальная	Выполнение износостойких металлоцементных покрытий пола
Фольга рулонная алюминиевая	Защита рулонных кровельных и теплоизоляционных материалов, различных по степени сжимаемости
Алюминий тонкомолотый	Пигмент в красочных составах и газообразующая добавка для получения ячеистых газобетонов
Цинковые покрытия	Антикоррозионная защита изделий из стали
Применение металлических изделий в дизайне интерьера и ландшафтном дизайне	Листовая сталь, медь, латунь; металлическая плитка и мозаика; лестницы, стеллажи, перегородки; мебель и элементы декора. Арки, беседки, перголы, фигурки людей и животных, декоративные панно, светильники и фонари

### Вопросы для самоконтроля

1. Классификация металлов по составу.
2. Физические свойства металлов.
3. Механические свойства металлов.
4. Химические свойства металлов.
5. Способы защиты изделий из железоуглеродистых сплавов от коррозии.
6. Способы повышения огнестойкости металлических изделий.
7. Технологии получения металлических изделий.
8. Конструкционные металлические изделия.
9. Способы декорирования металлических отделочных материалов.
10. Применение металлов в дизайне интерьеров и ландшафтном дизайне.

## Глава 4

# ИСКУССТВЕННЫЕ КАМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ

К искусственным каменным относятся материалы на основе минеральных вяжущих веществ (гипс, известь, цемент и др.), которые в смеси с водой образуют пластичное тесто, обладающее связующими свойствами и способностью набора прочности за счет испарения воды и прохождения химических реакций. От состава минеральных вяжущих веществ зависят скорость перехода из пластичного состояния в искусственное каменное, прочность, водостойкость и другие эксплуатационные свойства полученных изделий.

### 4.1. Минеральные вяжущие вещества

По условию твердения и эксплуатации готовых изделий минеральные вяжущие подразделяют на воздушные (гипс, известь, магнезиальные, жидкое стекло), твердеющие и применяемые в воздушно-сухих условиях; гидравлические (гидравлическая известь, смешанные гипсовые и известковые вяжущие, разновидности портландцемента, специальные виды цемента), твердеющие во влажных условиях и обеспечивающие высокую водостойкость искусственному камню. Технология получения включает добычу природного сырья, его очистку, помол, термообработку и помол готового обожженного продукта.

Минеральные вяжущие обладают следующими общими свойствами:

- порошкообразные, тонкомолотые (за исключением жидкого стекла);
- химически активны по отношению к воде, реакция взаимодействия сопровождается выделением тепла;
- образуют с водой однородную, клеящую массу, переходящую в искусственный камень в результате образования кристаллических продуктов.

Этот сложный процесс по теории твердения минеральных вяжущих содержит три основных этапа:

- **растворение** – растворение минерального вяжущего, прохождение химических реакций с образованием новых соединений;
- **коллоидация** – сокращение объема свободной воды и, как следствие, повышение вязкости и клеящей способности смеси;
- **кристаллизация** – выпадение из пересыщенного раствора мельчайших кристаллов, их рост, испарение воды, не участвующей в реакции, формирование жесткой кристаллической структуры, сопровождаемое ростом прочности образованного искусственного камня.

Ускорить химический процесс твердения можно за счет повышения температуры и давления, введения химических добавок, повышающих растворимость минеральных вяжущих, увеличения тонкости помола минерального вяжущего и сокращения расхода воды, а также путем использования кристаллических добавок, играющих роль центров кристаллизации.

Минеральные вяжущие используют для получения красочных составов, строительных растворных смесей, асбестоцементных изделий, бетонных и железобетонных конструкций различного назначения.

#### 4.1.1. Жидкое стекло, кислотостойкий цемент

**Жидкое стекло** (силикатный клей) представляет собой водные растворы силиката калия ( $\text{SiO}_2 \cdot \text{K}_2\text{O}$ ) или натрия ( $\text{SiO}_2 \cdot \text{Na}_2\text{O}$ ), полученные в автоклаве при действии насыщенного водяного пара на твердый полупрозрачный расплав (силикат глыба) – продукт сплавления кремнезема ( $\text{SiO}_2$ ) с карбонатом калия (натрия) ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ) или сульфатом натрия (калия) ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) при температуре 1300–1400 °С. **Вяжущие свойства раствора** оценивают **плотностью** и **вязкостью**.

На основе жидкого стекла получают многокомпонентное воздушное вяжущее специального назначения – **кислотостойкий цемент**, в состав которого дополнительно входит тонкомолотый кислотостойкий наполнитель (кварцевый, базальтовый, андезитовый) и добавка (ускоритель твердения) – кремнефтористый натрий. При использовании кислотостойких заполнителей получают кислотостойкие специальные растворы и бетонные конструкции. Составы на основе этого вяжущего обладают также термостойкостью до 1000 °С и огнестойкостью, что позволяет использовать их для производства огнезащитных и жаростойких растворов и бетонов.

Жидкое стекло является основой для силикатных красок, кислотостойких мастик и составов, используемых с целью уплотнения и укрепления (силикатизации) грунтов на строительных площадках.

#### 4.1.2. Магнезиальные вяжущие вещества

Минеральные воздушные вяжущие: **каустический магнезит** ( $\text{MgO}$ ) и **каустический доломит** ( $\text{MgO} + \text{CaCO}_3$ ), получают путем термообработки сырья: магнезита ( $\text{MgCO}_3$ ) или доломита ( $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$ ), при температуре 700–800 °С. В связи с их относительно низкой химической активностью по отношению к воде при получении изделий используют растворы солей ( $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$ ), ускоряющих процесс гидратации. Контролируемыми **показателями качества** являются: **тонкость помола**, **сроки схватывания** (потеря пластичности), **прочность** на изгиб и сжатие об-

разцов, состоящих из вяжущего и песка (1:3), твердевших на воздухе 28 суток. Наиболее широкое применение эти вяжущие нашли в сочетании с древесными отходами разной степени измельчения при выполнении теплых огнестойких монолитных полов на предприятиях легкой промышленности, а также изготовлении ксилолитовых крупноразмерных плит, которые в зависимости от состава и степени уплотнения могут быть использованы в качестве внутренних перегородок или теплоизоляции строительных конструкций.

#### 4.1.3. Гипсовые вяжущие

Технология получения и использование гипсовых вяжущих основаны на способности сырья – природного гипса ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) – легко отдавать кристаллизационную воду при 123 °С с переходом в химически активное по отношению к воде состояние ( $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ ), позволяющее за счет реакции гидратации получать искусственный гипсовый камень ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). В зависимости от требуемых свойств готового продукта сырье при температуре 123–160 °С подвергают термообработке, получая полуводные, **низкообжиговые вяжущие** ( $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ ): **строительный** и **высокопрочный гипс**, или выпуская при температуре 600–1000 °С безводные ( $\text{CaSO}_4$ ) **высокообжиговые вяжущие: ангидритовый цемент и эстрихгипс**.

Низкообжиговые вяжущие характеризуются быстрым набором прочности, низкой водостойкостью. Максимальная прочность полученного гипсового камня зависит от водогипсового отношения (В/Г), размера и формы кристаллов минерального вяжущего. Строительный гипс представляет собой мелкокристаллический материал, требующий для получения гипсового теста определенной заданной пластичности от 50 до 70% воды (В/Г = 0,5–0,7). Для высокопрочного крупнокристаллического гипса, полученного в автоклавах при температуре 123 °С, количество воды сокращается до 30–50%. В связи с тем, что на реакцию гидратации расходуется до 19% воды, прочность камня на основе высокопрочного гипса, вследствие более высокой плотности, составляет 30–40 МПа, строительного гипса до 25 МПа.

**Качество** гипсовых вяжущих оценивают по **тонкости помола, срокам схватывания и прочности**. Сроки схватывания являются временным показателем, по которому фиксируют время загустевания гипсового теста определенной пластичности с подобранным расходом воды – **начало схватывания** – и образование гипсового камня – **конец схватывания**. При соответствии этих значений требованиям стандарта по пределу проч-

ности на сжатие (МПа) с учетом прочности на изгиб образцов, твердевших в воздушно-сухих условиях, вяжущему присуждают **марку**. Для строительного гипса – от Г2 до Г25.

На основе строительного гипса получают гипсоволокнистые (ГВЛ) и гипсокартонные (ГКЛ) листы, используемые в качестве отделочного листового материала для выравнивания стен (сухая штукатурка), выполнения потолков и модульных трансформируемых каркасных перегородок. Использование листового картона с внутренним слоем из гипсового камня (ГКЛ) или дисперсного (мелковолокнистого) армирования гипсового камня по всему объему волокнами растительного происхождения (ГВЛ) обеспечивает материалу хорошую гвоздимкость и снижает хрупкость изделий. Путем введения добавок и использования декоративных пленочных покрытий получают влагостойкие (ГКЛВ), огнестойкие (ГКЛЮ) и влапоогнестойкие (ГКЛВО) листовые материалы, которые применяют в зависимости от условий эксплуатации помещения.

Высокая пористость гипсовых изделий, способность очень точно воспроизводить форму и рельефный рисунок за счет расширения при твердении на 1% обусловили применение гипса для получения акустических (звукопоглощающих) и архитектурно-художественных изделий. К достоинствам гипсового камня относится высокая огнестойкость. Это свойство используют при производстве огнезащитных плит и строительных растворов. Кроме этого, применение гипсовых изделий в жилищном строительстве обеспечивает создание комфортных условий проживания, связанных со способностью гипсового камня регулировать влажность воздуха в помещении путем водопоглощения или влагоотдачи.

Для повышения водостойкости гипсовых изделий увеличивают плотность, полируют или обрабатывают гидрофобными, защитными составами лицевую поверхность, а также изменяют состав вяжущего за счет дополнительного введения при получении тонкомолотых гидравлических добавок: портландцемента, доменного шлака и др. Полученные **смешанные гипсовые вяжущие** приобретают свойства гидравлических вяжущих, твердеющих во влажных условиях, а изделия на их основе – повышенную водостойкость. Это обусловило их применение для изготовления санитарно-технических кабин, монолитных полов в общественных зданиях и на предприятиях легкой промышленности с обработкой поверхности составами, износостойкостью покрытия.

**Высокообжиговые гипсовые вяжущие – ангидритовый цемент и эстрихгипс** – обладают пониженной химической активностью, медленным схватыванием, повышенной водостойкостью, прочностью до

20 МПа. Основное назначение этих вяжущих – выполнение монолитных полов и в сочетании с плитами из горных пород – мозаичных полов; изготовление путем введения пигментов полированных плит искусственного мрамора, применяемых для отделки пола и стен в зданиях общественного назначения; получение штукатурных, кладочных растворов и легких бетонов.

#### 4.1.4. Известковые вяжущие

Известковые вяжущие в зависимости от состава подразделяют на **воздушную известь** и **гидравлические вяжущие**. Воздушную известь получают из кальциевых карбонатных пород: известняка ( $\text{CaCO}_3$ ) или доломита ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ) путем обжига в специальных печах. При температуре 900–1000 °С сырье разлагается с выделением углекислого газа и образованием основополагающего, обладающего высокой химической активностью, окиси кальция ( $\text{CaO}$ ) и примеси  $\text{MgO}$  при использовании в качестве сырья доломита.

В зависимости от содержания  $\text{MgO}$  воздушную известь подразделяют на кальциевую (до 5%), магнезиальную (5–20%) и доломитовую (до 40%). Наибольшей активностью обладает кальциевая известь, которую за высокое тепловыделение при реакции с водой (процесс гашения) называют известь-кипелка.

Качество извести, согласно стандарту, оценивают по следующим показателям: тонкость помола; содержание активных по отношению к воде компонентов –  $\text{CaO} + \text{MgO}$ ; температуре и времени гашения; содержанию инертных примесей. В строительстве воздушную известь используют для получения красочных составов, штукатурных и кладочных растворов с учетом пониженной водостойкости полученного искусственного камня.

С целью повышения водостойкости изделий и расширения их использования на основе воздушной извести получают смешанные **гидравлические известковые вяжущие: известково-пуццолановые, известково-шлаковые и известково-кремнеземистые**. В известково-пуццолановые и известково-шлаковые для регулирования сроков схватывания вводят до 5% гипса. На их основе производят низкомарочные бетоны для подводного и подземного бетонирования, что связано с их низкой морозостойкостью, а в случае пуццолановой добавки и воздухостойкостью. Известково-шлаковые вяжущие эффективны при изготовлении заводских изделий с применением термообработки. Наиболее широкое внедрение нашли **известково-кремнеземистые** вяжущие, с использованием которых по автоклавной технологии (давление до 1,6 МПа, температура



до 203 °С) получают **силикатные изделия**. При использовании силикатных изделий учитывают их пониженную водостойкость, коррозионную и термостойкость. На основе известково-кремнеземистых вяжущих производят стеновые мелкоштучные материалы – кирпичи, камни, аналогичные по размерам и форме керамическим, плотные бетоны для несущих конструкций (плиты перекрытий, колонны и т.д.) и высокопористые ячеистые блоки за счет введения пено- и газообразующих добавок, которые в зависимости от средней плотности могут быть использованы для ограждающих конструкций или изделий теплоизоляционного и акустического назначения.

**Гидравлическая известь** – тонкомолотый продукт обжига известняков, содержащих до 20% глинистых примесей при температуре 900–1000 °С. При этой температуре известняк и глина разлагаются с образованием свободных окислов  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , которые при такой высокой температуре, обладая химической активностью, вступают в реакции между собой с образованием минералов, которые, участвуя в химической реакции с водой, обеспечивают твердение этого вяжущего во влажных условиях с образованием кристаллических соединений, придающих прочность и водостойкость полученному искусственному каменному материалу. Основное применение этого вяжущего – штукатурные и кладочные растворы, низкомарочные легкие и тяжелые бетоны, эксплуатируемые как в сухих, так и во влажных условиях.

#### 4.1.5. Портландцемент и его разновидности

**Портландцементом** называют тонкомолотый материал, полученный совместным измельчением **клинкера**, продукта спекания при температуре 1400–1500 °С известково-глинистой смеси в соотношении по массе 3:1 и гипса (3–5%). **Минералогический состав** цемента включает четыре основных минерала:  $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$  – трехкальциевый силикат ( $\text{C}_3\text{S}$ ) – алит (45–60%),  $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$  – двухкальциевый силикат ( $\text{C}_2\text{S}$ ) – белит (10–30%),  $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$  – трехкальциевый алюминат ( $\text{C}_3\text{A}$ ) – целит (5–12%),  $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$  – четырехкальцевый алюмоферрит –  $\text{C}_4\text{AF}$  (10–20%). Свойства цемента зависят от процентного содержания входящих минералов. При смешивании портландцемента с водой происходят химические реакции с образованием новых кристаллических соединений, обуславливающих твердение цементного теста и прочность искусственного камня. Состав новообразований зависит от минералогического состава цемента, влажности и температуры окружающей среды. Продукт гидратации алита – гидроксид кальция, растворяясь в воде, образует насыщенный щелочной

раствор, обеспечивающий стабильность не только образованных кристаллических гидратных соединений, но и арматуры при эксплуатации железобетонных конструкций.

В результате частичного перехода воды при гидратации в химически связанное состояние (до 20%) происходит **усадка цементного камня**, вызывающая появление микротрещин на его поверхности. Испарение воды, не участвующей в процессе твердения, приводит к образованию открытых капиллярных пор, понижающих не только прочность, но и морозостойкость, водонепроницаемость искусственного материала. Для повышения эксплуатационных свойств необходимо снизить расход воды с одновременным вводом пластифицирующих добавок для обеспечения необходимой пластичности смеси и обеспечить влажностные условия твердения (влажность не менее 95–98%).

К недостаткам цементного камня кроме усадки относится **ползучесть**, которая проявляется в увеличении деформаций под влиянием длительно действующих, постоянных по величине нагрузок. Снижение ползучести достигается за счет введения жесткого недеформируемого заполнителя (щебень) и снижения расхода цемента.

В зависимости от природы воздействия в процессе эксплуатации цементный камень может подвергаться физической или химической коррозии, приводящей к его разрушению. В первом случае разрушение происходит под действием высокой температуры (свыше 300 °С) или циклических температурно-влажностных изменений (воздухостойкость, морозостойкость); во втором – под влиянием агрессивных сред.

В зависимости от состава и механизма действия для цементного камня опасны:

- **фильтрация воды**, приводящая к растворению и вымыванию кристаллических новообразований, уменьшению прочности;
- **действие кислот**, реакция которых с цементным камнем сопровождается образованием соединений, вызывающих резкое снижение прочности;
- **контакт с солесодержащими растворами** вызывает деформации и разрушение за счет накопления в порах по всему объему образованных в результате реакции между цементным камнем и агрессивной средой крупнокристаллических продуктов.

С целью придания портландцементу заданных свойств изменяют минералогический состав, регулируют степень измельчения и вводят в мельницу при помол органические и минеральные добавки. Введение минеральных добавок снижает активность цемента при твердении в есте-

ственных условиях, особенно в начальные сроки, и понижает морозостойкость искусственного камня. В тоже время пуццолановые добавки и шлак повышают водостойкость и солестойкость цементного камня, а в случае шлакопортландцемента термостойкость до 700 °С. Оптимальный режим твердения изделий при высоком содержании минеральных добавок в цементе – термовлажностная обработка (ТВО). Цементные заводы выпускают широкую номенклатуру вяжущих, соответствующих требованиям межгосударственного стандарта.

Декоративные растворы и бетоны получают с использованием **белого** и **цветного** (с пигментами) портландцементов. Необходимая степень белизны обеспечивается жесткими требованиями, предъявляемыми к сырью по содержанию красящих примесей. Получение монолитных конструкций на строительной площадке, особенно при низких положительных температурах, а также высокая энергоемкость технологии производства сборного железобетона с использованием термовлажностной обработки требуют применения высокоэффективного портландцемента. Это, как правило, цементы высоких марок (500–700), полученные за счет подбора минералогического состава и увеличения тонкости помола.

Согласно стандарту **качество цементов** оценивают по следующим показателям:

- химический, вещественный и минералогический состав;
- - предел прочности на сжатие и изгиб через 28 суток естественного твердения при влажности 95–98% и температуре 20 °С; цементам присваивают классы: 32,5; 42,5; 52,5 (минимальная прочность в МПа);
- нормальная густота цементного теста (НГ), представляющая водоцементное отношение, выраженное в процентах, при котором достигается нормируемая пластичность, необходимая для определения сроков схватывания и равномерности изменения объема;
- равномерность изменения объема в процессе гидратации;
- активность цемента при пропаривании для портландцементов с минеральными добавками;
- удельная эффективная активность естественных радионуклидов;
- сроки схватывания и тонкость помола.

#### **4.2. Заполнители, химические добавки**

При получении материалов на основе минеральных вяжущих с целью снижения усадочных деформаций при твердении, ползучести искусственного камня при эксплуатации и регулирования его свойств вводят

минеральные и органические компоненты в виде тонкомолотого порошка (наполнителя) в красочные и мастичные составы или более крупной фракции (мелкого (до 5 мм) и крупного (более 5 мм)) заполнителей в строительные растворы и бетоны различного назначения. На долю заполнителей в растворах и бетонах приходится до 80% объема. Их введением можно значительно изменить свойства искусственного камня: повышать прочность, используя плотные горные породы; снижать плотность и теплопроводность; за счет применения пористого заполнителя придавать бетонам и растворам декоративность.

Классификация заполнителей проводится по следующим показателям:

- **размер зерен** (мелкий – до 5 мм, крупный – от 5 до 70 мм);
- **форма зерен** (угловатая – щебень, окатанная – гравий, волокнистая – древесные отходы);
- **структура** (при общей пористости менее 10% – плотные, более 10% – пористые);
- **насыпная плотность** (граница между тяжелым и легким крупным заполнителем – 1000 кг/м<sup>3</sup>, мелким – 1200 кг/м<sup>3</sup>).

Для регулирования свойств бетонной (растворной) смеси и бетона (раствора) вводят **химические добавки**, количество которых назначают в процентах от расхода цемента. Добавки вводят в смесь в виде водных растворов определенной концентрации. В зависимости от количества входящих веществ их подразделяют на **однокомпонентные** и **комплексные**.

В строительстве принята основная **классификация добавок по эффекту действия**:

- **регулирующие гидратацию цемента** (ускорители и замедлители твердения, противоморозные, обеспечивающие твердение на морозе);
- **улучшающие пластичные свойства цементных смесей** (пластификаторы и суперпластификаторы);
- **влияющие на структуру искусственного камня** (воздухововлекающие, пено- и газообразующие, уплотняющие);
- **ингибиторы коррозии стальной арматуры в бетоне**;
- **биоцидные**, повышающие стойкость материалов по отношению к разрушающему действию продуктов жизнедеятельности микроорганизмов.

При получении составов на основе минеральных вяжущих жесткие требования предъявляют к качеству воды. Предельно допустимые значения нормируемых показателей зависят от назначения бетонной или растворной смеси. Не разрешается использовать неочищенные промышленные стоки, болотную воду и содержащую масла и нефтепродукты. Контро-

лируют содержание сульфат-ионов, вызывающих коррозию цементного камня, хлорид-ионов, приводящих к разрушению металлической арматуры, и общее количество растворимых солей.

### **4.3. Красочные составы, растворные строительные смеси и асбестоцементные изделия**

Для отделки фасадов зданий и внутренних стен используют экологически безопасные на водной основе с применением тонкомолотых минеральных наполнителей и минеральных вяжущих (гипса, извести, цемента, жидкого стекла) **шпатлевочные составы** – для выравнивания окрашиваемой поверхности и заделывания трещин, **грунтовочные** – обеспечивающие прочное сцепление многослойного защитного покрытия, **красочные** – финишные, выполняющие защитное и декоративное назначение за счет введения пигментов. При увеличении размера (до 5 мм) и количества мелкого заполнителя шпатлевочные составы называют **строительными растворными смесями**.

Состав растворных смесей рассчитывают в зависимости от назначения по специальным формулам с использованием графиков и таблиц. В результате химического процесса твердения – гидратации минерального вяжущего – однородная растворная смесь приобретает прочность искусственного камня. Для регулирования свойств составов в них дополнительно вводят минеральные (золы, шлаки, пористые измельченные породы) и химические (ускорители и замедлители твердения, пластифицирующие) добавки.

**Качество** растворной смеси оценивают по подвижности – **пластичности**, водоудерживающей способности – **однородности**, исключающей расслаиваемость, и **плотности**. При соответствии показателей стандарту **по прочности** на сжатие устанавливают **марку по прочности**, которая в зависимости от применяемого вяжущего может быть от 4 до 300 (кгс/см<sup>2</sup>).

Основная классификация растворов по назначению: кладочные, отделочные, специальные. **Кладочные** применяют для скрепления мелкоштучных изделий при возведении фундаментов, стен, столбов, сводов из кирпича, природного и искусственного камня, а также при изготовлении и монтаже крупноблочных и крупнопанельных элементов. При выполнении кладочных работ в зимнее время для обеспечения набора прочности в растворы вводят противоморозные добавки. В летний период строительных работ эффективно использовать пластифицирующие добавки, повышаю-

щие подвижность растворных смесей и замедляющие их загустевание – схватывание.

**Отделочные растворы** могут быть обычными штукатурными и декоративными. Первые классифицируют **по виду вяжущего** – на цементные, цементно-известковые, известковые, известково-гипсовые, гипсовые, известково-глиняные, глиняные; **по назначению** – для наружных и внутренних штукатурок; **по расположению слоев** – подготовительные и отделочные.

Для штукатурных растворов важным показателем является подвижность, которая должна обеспечивать равномерное распределение раствора тонким слоем, как по горизонтальной, так и вертикальной поверхностям. С целью повышения водоудерживающей способности и исключения расслаиваемости в состав смесей вводят пластифицирующие добавки, которые могут быть органическими или минеральными (известковое или глиняное тесто). Выбор вяжущего зависит от условий эксплуатации штукатурного состава – для внутренних или наружных работ.

К **специальным** видам растворов относят гидроизоляционные, теплоизоляционные, акустические, кислотостойкие, рентгенозащитные. Гидроизоляционные свойства обеспечивают за счет введения уплотняющих (хлорид железа) или гидрофобизирующих (битумная эмульсия) добавок; теплоизоляционные – использованием пористых заполнителей. В случае акустических – звукопоглощающих – дополнительным созданием шероховатой поверхности; огнезащитных – применением гипса или жидкого стекла в сочетании с огнеупорной глиной и термостойким асбестовым волокном; кислотостойких – использованием кислотостойких заполнителя и вяжущего – жидкого стекла; рентгено-защитных – введением заполнителей из особоплотных баритовых руд. Строительные растворы поступают на объекты в готовом виде с завода или, что предпочтительнее, в виде сухих смесей, затворяемых водой на строительной площадке. В настоящее время интенсивно развивается второе направление, позволяющее путем корректировки состава практически на одном технологическом оборудовании получить до 50 смесей различного назначения: для кладки кирпича и бетонных блоков, облицовочных работ, внутреннего и наружного оштукатуривания зданий, выполнения наливных полов, гидроизоляционных работ. На основании портландцемента выпускают специальный класс тонкостенных изделий – асбестоцементные.

**Асбестоцементными** называют искусственные материалы, полученные из смеси, состоящей из цемента, асбеста и воды. Специальный портландцемент должен иметь заданный минералогический состав и тонкость помола, обеспечивающие быстрый набор прочности. Вводимый тонково-

локнистый минеральный наполнитель асбест, полученный механическим путем из природного камня, повышает, вследствие объемного армирования, прочность изделий на удар, изгиб и растяжение. Применение этого наполнителя обеспечивает также огнестойкость, тепло- и электрозащитные свойства.

В зависимости от технологии получения применяют **мокрый** и **сухой** способы производства. При **мокром** получают плоские и профилированные кровельные и облицовочные листы, при **сухом** – крупногабаритные (до 6 м), применяемые для изготовления стеновых и кровельных многослойных панелей.

Используя прессование, получают облицовочные износостойкие плитки для пола и стен. Вследствие способности асбеста адсорбировать на своей поверхности из воздуха канцерогенные вещества, в странах СНГ запрещено использование асбоцементных изделий для внутренней отделки жилых помещений.

#### **4.4. Бетон. Свойства и виды бетона**

**Бетон** – искусственный каменный материал, полученный в результате уплотнения и твердения бетонной смеси заданного состава и пластичности, состоящей из минерального вяжущего, воды и наполнителей.

##### **4.4.1. Свойства бетона**

По составу бетон представляет конгломерат, который состоит из крупного и мелкого наполнителей, цементного камня, обеспечивающего монолитность, контактного слоя между ними и пор: открытых капиллярных, образовавшихся в результате испарения воды, не участвующей в реакции гидратации, и замкнутых воздушных, за счет попадания воздуха при перемешивании. Основные эксплуатационные свойства бетона: прочность, деформативность, морозостойкость, водонепроницаемость, коррозионная стойкость, зависят от состава, макро- и микроструктуры цементного камня, а также от состава и строения контактного слоя между наполнителем и цементным камнем. Макроструктуру оценивают визуально или при небольшом увеличении. Ее элементами являются крупный наполнитель, песок, цементный камень, поры различного характера. Микроструктуру цементного камня, которая включает непрореагировавшие зерна цемента, кристаллические новообразования, полученные в результате реакции гидратации, изучают при большом увеличении под микроскопом.

Для бетона определяющим свойством является **прочность** – способность материала воспринимать нагрузки без разрушения. Бетон представляет собой хрупкий искусственный материал, хорошо работающий на сжатие и значительно хуже на растяжение и изгиб, поэтому механические свойства оценивают значением прочности на сжимающие нагрузки в возрасте 28 суток естественного твердения ( $t = 18–20$  °С, влажность 95–98%), по которому с использованием таблиц определяют основной показатель – **класс бетона по прочности**. Контроль прочности бетона при получении и возведении конструкций проводят путем испытания в лаборатории на прессе специально отформованных из рабочей бетонной смеси образцов-кубов, твердевших вместе с бетонируемой конструкцией. При оценке прочности несущей способности эксплуатируемых конструкций используют неразрушающие методы контроля с использованием специальных приборов.

При действии на бетон нагрузки в зависимости от ее величины, направления и времени действия в бетоне возникают **деформации**, сначала упругие, а затем остаточные – пластические, приводящие к появлению трещин и разрушению. Поэтому при получении бетонных конструкций, эксплуатация которых связана с действием растягивающих и изгибающих нагрузок, используют металлическую или стеклопластиковую арматуру в виде стержней, сеток или, для объемного армирования, короткие, тонкие волокна (фибры): металлические, стеклянные, полимерные. Полученный **фибробетон** обладает высокой прочностью на изгиб, растяжение, удар и истирание.

Свойство бетона сохранять свою прочность при попеременном замораживании и оттаивании в воде называют **морозостойкостью**. Это свойство оценивают маркой F15, F25 ... F1000, в которой цифры показывают количество циклов замораживания и оттаивания в воде бетонных образцов без снижения прочности на сжатие более чем на 5% и потери массы более чем на 3%. Снижение прочности происходит в результате давления кристаллов льда на стенки пор и микротрещин. Морозостойкость повышают за счет увеличения плотности бетона или путем увеличения замкнутых воздушных пор, снижающих напряжение в бетоне, введением воздуховлекающих добавок.

Свойство бетона не пропускать воду под давлением – **водонепроницаемость** – является основным, обеспечивающим долговременную эксплуатацию гидротехническим сооружениям (дамбы, плотины, мосты). Проницаемость бетона оценивают маркой по водонепроницаемости W2, W4 ... W20, где цифры обозначают наибольшее давление (Па), при котором бетон не фильтрует воду.



От состава и характера структуры бетона зависит его **коррозионная стойкость** по отношению к агрессивным средам, которые могут быть в жидком, газообразном и твердом состоянии. Степень агрессивного воздействия на бетон и меры защиты оценивают с использованием специальных нормативных документов по антикоррозионной защите строительных конструкций. Наиболее опасны для бетона кислото- и соледержащие растворы, вызывающие в первом случае разрушение цементного камня в результате химических реакций (кислотная) или, во втором, перенапряжение и разрушение в результате кристаллизации новых крупнокристаллических продуктов (солевая).

Стойкость железобетонных конструкций обеспечивается за счет подбора состава бетона, увеличения плотности или путем использования **специальной** антикоррозионной защиты стойкими красочными, плиточными и рулонными материалами. **Биокоррозия** бетона происходит под воздействием микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности. Для повышения стойкости увеличивают плотность бетона, используют красочные покрытия или вводят в бетонную смесь при получении изделий и конструкций специальные биоцидные добавки.

Для получения бетонов, стойких к **радиационному излучению**, используют высокоплотные, тяжелые заполнители.

Стойкость к действию **высоких температур** обеспечивается применением термостойких вяжущих: шлакопортландцемента, глиноземистого цемента и заполнителей.

#### **4.4.2. Классификация и виды бетона**

В соответствии со стандартом бетоны классифицируют:

- по основному назначению: конструкционные и специальные (теплоизоляционные, жаростойкие, химически стойкие, дорожные, гидротехнические, декоративные и др.);
- химической стойкости к действию агрессивных сред, вызывающих разрушение;
- виду вяжущего (органические – высокомолекулярные смолы, неорганические – гипсовые, цементные, известково-кремнеземистые (силикатные) и т.д.);
- виду заполнителя (плотные, пористые, специальные);
- структуре (плотная, ячеистая, крупнопористая);
- условию твердения (естественное, термовлажностная обработка, автоклавное, при отрицательной температуре);

- прочности (средняя, высокопрочная);
- скорости набора прочности (быстротвердеющие, медленнотвердеющие);
- морозостойкости, водонепроницаемости, истираемости (низкая, средняя, высокая).

По средней плотности бетоны подразделяют на особолегкие, легкие, тяжелые и особотяжелые.

К **тяжелым** бетонам относятся конструкционные на плотном заполнителе плотностью от 2000 до 2600 кг/м<sup>3</sup>. Тяжелые бетоны применяют для возведения основы здания – фундамента, возведения стен, многослойных плит перекрытия между этажами, несущих горизонтальных балок и вертикальных колонн, при строительстве гидротехнических сооружений и подземных метро.

Бетоны плотностью менее 2000 кг/м<sup>3</sup> – **легкие**. По назначению легкие бетоны подразделяют на конструкционные, конструкционно-теплоизоляционные и теплоизоляционные. Конструкционный легкий бетон применяют для изготовления сборных и монолитных крупноразмерных ферм, балок, плит перекрытия и кровельных покрытия. Конструкционно-теплоизоляционный – несущие и самонесущие конструкции стен и перекрытий. Основные критерии конструкционных и конструкционно-теплоизоляционных бетонов: теплопроводность, средняя плотность, прочность на сжатие, марка по морозостойкости и водонепроницаемости. Теплоизоляционные легкие бетоны используют для выполнения ограждающих стеновых конструкций в качестве теплоизоляционного слоя, изготовления тепло- и звукоизоляционных плит и блоков, а также как монолитный подслон при выполнении полов. Основные показатели: теплопроводность, средняя плотность, прочность на сжатие.

**Легкие бетоны** получают за счет:

- применения легких пористых заполнителей (керамзитовый гравий, аглопоритовый щебень, гранулированное пеностекло и пенополистирол, волокнистые древесные отходы);
- введением газо- и пенообразующих добавок при условии отсутствия крупного и мелкого заполнителей – **ячеистый бетон**;
- применения только крупного заполнителя определенного размера с ограниченным расходом цемента – **крупнопористый бетон**.

#### **4.4.3. Технологии получения железобетонных изделий и конструкций**

Железобетон – композиционный строительный материал, в котором бетон – искусственный камень, обеспечивающий прочность на сжатие, и арматура в виде стержней и сеток, принимающая на себя растягивающие и изгибающие нагрузки, монолитно соединены и работают как единое целое.

По способу получения железобетонные конструкции подразделяют на монолитные и сборные. При бетонировании монолитных конструкций (фундаменты, стены, междуэтажные перекрытия, гидротехнические сооружения, дорожные покрытия) бетонную смесь получают на строительной площадке или заводе (товарный бетон) и транспортируют к месту укладки в опалубку, где бетон твердеет в естественных условиях. Сборные конструкции (балки, плиты, колонны, стеновые панели, фермы и т.д.) получают на специализированных заводах (ЖБИ, ЖБК, КСМ), откуда их транспортируют на строительную площадку для выполнения монтажных работ при сборном строительстве.

Получение бетонных и железобетонных изделий и конструкций включает следующие технологические этапы:

- расчет состава бетонной смеси в соответствии с заданной пластичностью и проектируемой маркой бетона. Правильность расчета проверяют в лабораторных условиях по контрольным образцам;
- приготовление бетонной смеси на заводе или строительной площадке;
- транспортировка бетонной смеси к месту изготовления конструкции;
- укладка бетонной смеси в форму (опалубку) и уплотнение;
- твердение бетона;
- раскрытие формы (снятие опалубки);
- отправка готовых изделий с завода на строительную площадку.

Режим твердения бетонной смеси и образование искусственного каменного материала зависят от способа получения конструкции: монолитные в естественных условиях, сборные – с использованием термовлажностной обработки при нормальном или повышенном давлении в автоклавах. В зависимости от климатических условий монолитные конструкции твердеют при низкой положительной и отрицательной температурах, положительной оптимальной ( $t = 15\text{--}25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) и при высокой температуре и низкой влажности. Для обеспечения твердения бетона и набора прочности при низкой положительной температуре используют высокомарочные, быстротвердеющие цементы и добавки (ускорители твердения).

При отрицательной температуре для сохранения воды в жидком состоянии и создания условий прохождения химических реакций вода–цемент применяют химические противоморозные добавки, понижающие температуру замерзания смеси, или применяют специальные обогревные методы с использованием пара, теплого воздуха или электрической энергии. При твердении монолитных бетонных конструкций в условиях высокой температуры воздуха вводят другие добавки (замедлители твердения), укрывают поверхность отформованной конструкции пленочным материалом или влажными опилками для сохранения влаги и прохождения химических реакций твердения. При получении сборных железобетонных конструкций на основе разновидностей портландцемента для ускорения набора прочности применяют термовлажностную обработку (ТВО) в специальных камерах при нормальном давлении и температуре до 95 °С. Для силикатных изделий и конструкций на известково-кремнеземистом вяжущем используют автоклавную обработку при температуре до 203 °С и давлении до 1,6 МПа.

#### **4.4.4. Применение минеральных вяжущих для выполнения отделочных работ и изготовления элементов декора**

На основе минеральных вяжущих – извести, гипса, цемента и воды в качестве затворителя – получают красочные составы, декоративные растворы, искусственные отделочные мелкоштучные материалы (кирпич, плитка) и архитектурный бетон. Цвет обеспечивают щелочестойкие пигменты или декоративный портландцемент. Для декорирования интерьеров применяют также цементно-полимерные составы с добавкой водной дисперсии (эмульсии) полимера для повышения пластичности покрытия и прочности его сцепления с декорируемой поверхностью. Окраску проводят в несколько слоев с использованием вяжущего, вид которого зависит от условий эксплуатации покрытия. Первый слой – выравнивающий, шпаклевочный, затем обеспечивающий прочность сцепления верхнего декоративного финишного слоя – грунтовочный, и заключительный – окрасочный. Оштукатуривание и окраску проводят по пористым минеральным поверхностям: бетонным, кирпичным, гипсовым, а также деревянным. Для окраски внутренних стен и фасадов применяют цементные и известково-цементные красочные составы. Для получения декоративных штукатурных растворов в качестве наполнителей и заполнителей для придания поверхности заданных фактуры и текстуры применяют тонкомолотый наполнитель и измельченную крошку

из природного декоративного камня определенного размера, слюду, полимерные гранулы, целлюлозные или шелковые волокна. Вид и величина заполнителя, его цвет, форма, а также способ финишной обработки поверхности определяют тип штукатурки и декоративный эффект. В зависимости от создаваемой фактуры декоративные штукатурки подразделяют: на гладкие – тонкофактурные (венетцианская) – глянцевая, полированные узорные поверхности; мелкофактурные – рельефные с объемным рисунком, полученным с использованием штампов и трафаретов, средне- и крупнофактурные. Последние можно получить за счет механической обработки (сграффито) или путем нанесения на поверхность, обработанную полимерцементным или водоземлемым клеевыми составами, крошки (размер до 5 мм) из керамики, стекла, угля, сланца, мрамора. Комбинируя цвет и фактуру декоративных покрытий внутренних стен, можно визуально зонировать помещение, а также изменять его объем и тональность (холодный – теплый).

Благодаря таким свойствам, как технологичность, пожаробезопасность, звукопоглощение, теплоизоляция, низкая средняя плотность, долговечность, в классических и современных стилях широко используют гипсовый декор. Из гипса получают скульптуру, колонны, арки, 3D-панели любой фактуры и цвета для отделки стен, лепнину (панно и барельефы), порталы для каминов (скульптурные и профилированные), светильники, плинтусы, багеты.

#### **Способы декорирования гипсовых изделий:**

– окрашивание одно- и многотонное акриловыми и масляными красками с последующей обработкой поверхности воском, растворенном в скипидаре, для получения визуального эффекта под бронзу, чугун, древесину;

– роспись по лепнине для получения пейзажей, портретов, узоров и орнаментов;

– патинирование – придание эффекта старины с использованием специальных пленок – патин, и кракле – создание трещиноватой структуры под старину за счет применения лаков определенного состава;

– текстурирование с имитацией мраморной, гранитной поверхности, дерева, металла блестящего или состаренного с окисной пленкой патины, используя специальные красочные составы и технику нанесения;

– золочение, серебрение, бронзовление с использованием специальной краски металлик, придающие интерьеру торжественность и аристократизм, которые характерны для классических стилей.

На основе минеральных вяжущих: гипса, рядового и белого цемента с добавлением щелочестойких пигментов, цветного цемента, а также заполнителей: песка и дробленых – керамзита, перлита, пемзы, получают отделочные материалы: искусственный камень и плитку с заданной фактурной поверхностью, разных форм и размеров. Для изготовления искусственных каменных материалов (плитки, кирпича) применяют специальные полимерные формы-матрицы, в которые пластичную смесь методом литья или прессованием укладывают лицевой поверхностью вниз для придания ей определенной заданной фактуры и текстуры. Последующая механическая финишная обработка позволяет получить рисунок и рельеф натуральной текстуры мрамора, сланца, песчаника, обожженного кирпича под старину и др. Облицовочные изделия на основе цемента – гидравлического вяжущего – применяют как в интерьере, так и в экстерьере для облицовки фасадов. Гипсовые, которые не обладают достаточной водостойкостью, используют в декорировании интерьеров. Искусственные каменные мелкоштучные материалы применяют для облицовки камина, колонн, окантовки дверных и оконных проемов, стен с целью визуального зонирования пространства на функциональные зоны. Из искусственной разноцветной гальки создают мозаичные орнаменты и картины. В дизайне интерьеров искусственный камень часто используют как фрагментарную облицовку в сочетании с декоративной штукатуркой, деревянными панелями и обоями с тиснением. Имитация кирпичной кладки в сочетании с деревянной поверхностью характерна для стилей – неоготика, прованс, кантри, а при наличии стекла и металла – современных: лофт, минимализм, хай-тек. Это, как правило, оформление одной акцентной стены или фрагментарно в виде панно.

**Архитектурный бетон** (арт-бетон) получают на основе цемента (рядовой, белый, цветной), заполнителей (кварцевый песок, мраморная крошка, стеклянный порошок, щебень определенной породы, цвета и размера) для обеспечения декоративности и прочности, а также пигментов и модифицирующих добавок (пластификаторов, гидрофобизаторов, ускорителей и замедлителей твердения). Сухую подобранную смесь затворяют водой (или водным раствором вводимых добавок), обеспечивающей совместно с цементом технологические свойства смеси и последующую прочность изделию. В зависимости от назначения архитектурный бетон подразделяют:

– на геометрический – изготовление конструктивных изделий сложной конфигурации из монолитного бетона с использованием специальной опалубки;

– скульптурный – создание объемных декоративных композиций и скульптур. Для их получения монтируют металлический каркас заданной формы, который обтягивают металлической сеткой, на поверхность которой наносят слой мелкозернистого бетона без крупного заполнителя. После начала схватывания и частичной потери пластичности с использованием специальных приспособлений бетонной поверхности придают заданную конечную форму и рельеф;

– декоративный бетон применяют в виде плит для внутренней и наружной отделки стен, изготовления лестничных маршей, наливных мозаичных полов, а также для стеновых ограждающих конструкций. Лицевую поверхность бетонных плит и наружных ограждающих стеновых панелей декорируют в процессе изготовления на заводе или непосредственно на строительной площадке после завершения монтажных работ. В заводских условиях для создания мозаичных рисунков и орнаментов применяют стеклянную и керамическую плитки; рельефный рисунок получают путем обнажения крупного заполнителя в поверхностном лицевом слое под действием струи песка под давлением (пескоструйная обработка) или действием трафаретных штампов на окрашенную бетонную смесь после ее укладки в форму и уплотнения; плазменной обработкой поверхности конструкции, предварительно декорированной на клеевую основу цветным измельченным стеклом или каменными отсевами с получением оплавленного стекловидного узора. Как в заводских, так и в построечных условиях отделку поверхности выполняют также с использованием декоративных штукатурных растворов и красочных составов на основе извести, цемента или известково-цементные.

В ландшафтном дизайне из искусственного камня применяют мелкоштучные кирпич и плитку, а также крупноразмерные плиты и изделия сложной конфигурации из архитектурного бетона. Кирпич и плитку используют для мощения дорожек, площадок, облицовки и оформления искусственных водоемов, создания альпийских горок и каменных садов. Крупноразмерные плиты ограждения, полученные из декоративного бетона – окрашенного с рельефной поверхностью за счет оголения крупного заполнителя в поверхностном слое или использования трафаретных штампов. К изделиям сложной конфигурации, полученным по литьевой технологии с использованием специальных форм, относятся колонны и балясины, вазоны для цветов, фонтаны, украшенные лепниной и скульптурами. К элементам ландшафтного дизайна относятся также скамейки и лестницы, которые могут быть выполнены как из монолитного, так и из сборного железобетона.

Перечень применения минеральных вяжущих приведен в таблице 4.1; иллюстрации: рисунки 77–91.

Таблица 4.1. – Виды минеральных вяжущих веществ и их рациональное применение в строительстве

Вид вяжущего	Применение в строительстве
<b>Воздушные</b>	
Воздушная известь	Красочные составы, штукатурные и кладочные растворы, смешанные известковые вяжущие
Гипсовые: низкообжиговые (строительный и высокопрочный гипс)	Гипсобетонные стеновые блоки и панели, гипсокартонные листы, акустические и облицовочные плиты, строительные растворы, наливные полы, архитектурно-художественные изделия
высокообжиговые: (ангидритовый цемент, эстрих-гипс)	Монолитные полы, облицовочные плиты, санитарно-технические кабины
Магнезиальные (каустический магнезит, каустический доломит)	В сочетании с древесными отходами ксилолитовые теплоизоляционные, акустические плиты и монолитные полы
Жидкое стекло	Красочные составы, кислото- и термостойкие (до 1000 °С) мастики, растворы, бетоны
<b>Гидравлические</b>	
Смешанные известковые: известково-кремнеземистые	Плотные и ячеистые силикатные бетоны, кирпичи, камни
известково-шлаковые, известково-пуццолановые	Строительные растворы, низкомарочные бетоны для подводного и подземного бетонирования
Смешанные гипсовые: (гипсоцементно-пуццолановые, гипсоцементно-шлаковые)	Строительные растворы, низкомарочные бетоны для подводного и подземного бетонирования
Гидравлическая известь	Строительные растворы, низкомарочные бетоны
Разновидности портландцемента: рядовой	Производство сборных и монолитных конструкций, строительные растворы
шлакопортландцемент	Сборные железобетонные конструкции, строительные растворы
пуццолановый	Строительные растворы
декоративный	Декоративные бетоны, красочные и штукатурные составы
высокомарочный	Сборный и монолитный обычный и высокомарочный железобетон

### Вопросы для самоконтроля

1. Общие свойства и назначение минеральных вяжущих веществ.
2. Виды, свойства и применение воздушных минеральных вяжущих.



3. Виды, свойства и применение гидравлических минеральных вяжущих.
4. Свойства, разновидности и применение портландцемента.
5. Назначение и виды заполнителей.
6. Виды и назначение химических добавок.
7. Декоративные красочные и растворные смеси, их применение.
8. Бетон. Эксплуатационные свойства.
9. Применение тяжелого и легкого бетонов.
10. Применение минеральных вяжущих для выполнения внутренних отделочных работ.
11. Применение минеральных вяжущих для отделки фасадов.
12. Виды и назначение архитектурного бетона.
13. Применение минеральных вяжущих в ландшафтном дизайне.

## Глава 5

# СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

### 5.1. Конструкционные материалы

#### 5.1.1. Материалы, применяемые для возведения фундаментов

Основными несущими конструкциями любого здания являются: фундаменты, стены, перекрытия и покрытия.

Фундаменты предназначены для передачи нагрузки от вышерасположенных конструкций на грунт основания. Материалы, из которых выполняют фундаменты, должны быть плотными, прочными и в случае наличия соледержащих грунтовых вод – водо- и коррозионностойкими. Последнее обеспечивают подбором используемых материалов или применением специальной оклеечной или обмазочной гидроизоляции. В зависимости от вида (столбчатый, монолитный) и массивности опирающихся вышерасположенных конструкций, назначения здания и свойств грунта фундаменты могут быть выполнены из монолитного и сборного железобетона на плотном заполнителе и гидравлическом вяжущем портландцементе, а также бутового или пиленого камня плотных горных пород, полнотелого керамического кирпича на кладочном цементном растворе. При наличии слабых песчаных грунтов используют свайные фундаменты с применением вертикальных длинномерных конструкций – свай: железобетонных, металлических, деревянных различного поперечного сечения и размеров

#### 5.1.2. Стеновые материалы для возведения многоэтажных зданий

Порядок расположения вертикальных и горизонтальных конструкций над фундаментом определяет конструктивную схему здания. В современном многоэтажном строительстве применяют каркасную, бескаркасную и комбинированную, сочетающую конструктивные элементы первых двух.

Элементы **каркасной схемы** – наружные и внутренние вертикальные и горизонтальные опоры, воспринимающие основную нагрузку: длинномерные вертикальные колонны; горизонтальные – ригели и балки металлические, деревянные, полученные из сборного, монолитного тяжелого или легкого конструкционного бетона, а также ограждающие и разграничивающие внутренний объем стеновые конструкции. Последние могут быть выполнены из монолитного бетона, ячеистых бетонных блоков на растворе, крупноразмерных стеновых блоков и панелей: однослойных из легкого бетона и многослойных (двух- и трехслойных), состоящих из тяжелого или

легкого бетона – несущего слоя, и теплоизоляционного плитного сердечника минераловатного или пенополимерного.

При **бескаркасной схеме** прочность, жесткость и устойчивость зданию обеспечивают продольные и поперечные вертикальные несущие конструкции, которые выполняют из таких мелкоштучных изделий, как кирпич, камни и мелкие блоки. В зависимости от используемого материала эти изделия могут быть керамическими, ячеистыми силикатными и цементными или из естественного пористого камня определенной плотности. Для получения стеновых конструкций изделия определенным порядком укладывают на строительный кладочный раствор или, при высокой точности размеров, на строительный цементный клей. Горизонтальными элементами являются балки, фермы, выполненные из обычного легкого, тяжелого железобетона или специального преднапряженного, обладающего большей прочностью на растягивающие и изгибающие нагрузки. По горизонтальным конструкциям укладывают плиты ограждения – перекрытия между этажами и покрытия при выполнении кровли. Эту схему применяют в основном в многоэтажном гражданском строительстве (иллюстрации: рисунки 3, 4, 46, 47, 77–80).

### **5.1.3. Конструктивные схемы, материалы и изделия, применяемые в малоэтажном строительстве**

В индивидуальном малоэтажном строительстве преобладают три основных архитектурных направления в зависимости от используемых материалов для ограждающих стеновых конструкций: из мелкоштучных изделий, «экологический» с использованием древесины, растительных отходов на основе минеральных вяжущих и каркасный – панельный. Мелкоштучные материалы: кирпич, камни и мелкие ячеистые блоки керамические и силикатные, пустотелые и поризованные, блоки из легкого бетона и пористого природного камня, укладывают в конструкцию с использованием кладочных растворов цементных или известково-цементных заданной марки, зависящей от расчетной нагрузки, или на цементный клей. Номенклатура изделий из древесины включает длинномерный специально обработанный оцилиндрованный брус, имеющий точные пазы и выступы, что позволяет быстро и качественно проводить сборку стеновых конструкций, и блочные материалы. Последние получают путем использования измельченных древесных или растительных отходов в сочетании с минеральным вяжущим – портландцементом. В значительно меньших объемах используют монолитный и сборный (панельный) железобетон с использованием легких пористых заполнителей или древесных измельченных отходов (иллюстрации: рисунки 1–3).

#### **5.1.4. Материалы и изделия для ограждающих оконных и дверных конструкций**

Современные ограждающие оконные конструкции представляют собой одно- и многокамерные стеклопакеты, состоящие из несущего каркаса и вертикального остекления. Каркас выполняют из древесины, обработанной специальными составами, повышающими водо- и огнестойкость, или алюминиевых, стальных с защитным покрытием или полимерных профилей с внутренним теплоизоляционным слоем из поропласта. Двери для зданий и сооружений различного назначения могут быть деревянными, полимерными, металлическими (алюминиевыми, стальными) с заполнением промежутка между полотнами тепло- и звукоизоляционными материалами. Двери в жилищном строительстве в большей степени выполняют деревянными с последующей пропиткой и покраской.

#### **5.1.5. Материалы и изделия для конструкций покрытия и внутреннего разграничения объема здания.**

Ограждающие конструкции – **плиты покрытия** – опираются на каркас или несущие стены. Основное их назначение – защита здания от перегрева и охлаждения, а также передача нагрузки от крыши на фундамент. Для жилых и общественных зданий применяют однослойные панели из керамзитобетона или ячеистого конструкционного бетона, двух- и трехслойные комплексные панели с теплоизоляционным слоем из минеральной ваты, плит из фибролита, ячеистого бетона низкой плотности или засыпную теплоизоляцию керамзитовым гравием.

Перекрытия и перегородки разделяют внутренний объем здания по высоте и площади соответственно, опираясь на несущие конструкции. **Перекрытия** включают следующие основные элементы: несущую конструкцию – балку и (или) панель, пол, потолок и расположенный между ними звукоизолирующий или утепляющий слой. В конструкциях чердачного перекрытия, за исключением мансардного этажа, пол отсутствует.

**Перегородки** разделяют внутренний объем здания, ограниченный стенами, в пределах одного этажа. В зависимости от назначения (межквартирные и межкомнатные) они могут быть блочными, выполненными из мелкоштучных стеновых материалов, и крупноразмерными панельными гипсо- и керамзитобетонными или многослойными каркасными. Последние состоят из несущего каркаса (стального, алюминиевого, деревянного), листовой обшивки из фанеры, ДСП, ДВП(Т), гипсокартонных и гипсоволокнистых плит и сердечника – минеральных или органических звукоизоляционных плитных материалов. В последние годы все большее применение

находят трансформируемые модульные перегородки, представляющие собой каркас из оцинкованной стали, алюминия, по обе стороны которого расположены панели толщиной до 13 мм, соединенные алюминиевыми профилями. Панели выпускают с отделкой из плит гипсовинила, модифицированной фанеры, ДВП(Т) и пластика в сочетании с прозрачным, полированным, тонированным или матовым стеклом.

Для получения офисных перегородок используют плоские листы органического или ячеистого стекла, объемное сотовое строение которого обеспечивает до 78–83% светопропускания, а также стеклопрофилит и стеклопакеты.

Конструкции и материалы перегородок определяют стиль офисных помещений. Так, американский стиль отдает предпочтение стеклу и хромированному металлу, французский – текстилю, металлу и ламинату. Возможно наличие ваз, статуэток, современных картин. Китайский стиль – гипсокартонные перегородки спокойного светло-серого цвета в сочетании со стеклом или органическим цветным стеклом на алюминиевом каркасе.

В жилых помещениях перегородки выполняют не только зонирование, но и придают интерьеру определенный стиль, подчеркивают национальный колорит. Перегородки могут быть прозрачными, стеклянными на деревянном или металлическом каркасе, ажурными (резными) металлическими и деревянными, коваными ажурными металлическими, витражными, в формате 3D, зеркальными с применением материалов растительного происхождения (бамбук, тростник и т.д.). По форме перегородки подразделяют на прямоугольные, радиусные, арочные. Для японского стиля характерно использование ширм и перегородок – стационарных и передвижных на каркасе с заполнением промежутков рисовой бумагой, шелком или стеклянными вставками с возможным нанесением иероглифов или характерных тематических национальных рисунков. В современных перегородках бамбуковые или деревянные рамы с перекладинами заполняют матовым пластиком или стеклом. Английский винтажный стиль отдает предпочтение перегородкам со стальным и алюминиевым профильным каркасом или деревянным решетчатым со вставками из зеркального, тонированного, узорчатого или армированного стекла. Для эко стиля характерно использование деревянных решетчатых перегородок с вьющимися растениями, навесными плоскими аквариумами, стеблями бамбука, а также вставками из декоративных стеклоблоков. В конструкциях модульных перегородок могут быть также использованы перфорированные жалюзи с нанесенным растительным рисунком и узорами (иллюстрации: рисунки 57, 58, 68, 83).

## 5.2. Отделочные материалы

Для обеспечения архитектурной выразительности здания, придания неповторимости интерьеру используют различные по составу, структуре, цветовой гамме и виду изделий отделочные материалы. Кроме выполнения декоративной функции, они повышают комфортность жилых и общественных помещений, а также являются защитными покрытиями, предотвращающими разрушение строительных конструкций. Внутри помещения производится отделка вертикальных поверхностей (стен) и двух горизонтальных (потолка и пола). Наружная отделка включает декоративную защиту фасадов и цоколей зданий и сооружений.

### 5.2.1. Материалы для внутренней отделки стен

К применяемым отделочным материалам предъявляют требования по декоративности и обеспечению технических свойств, которые определяются условиями их эксплуатации. Внутреннюю отделку стен и перегородок при возведении зданий выполняют в большинстве своем непосредственно на строительной площадке. В качестве отделочных материалов используют составы и изделия заводской готовности: пластичные смеси, требующие определенного времени для отверждения (красочные, растворные), а также рулонные, плиточные, листовые, плитные и крупноразмерные панельные.

Отделочные составы, представляющие собой вязкопластичные – красочные и пластичные – декоративные штукатурки, применяют для защиты и придания декоративности внутренним стенам и потолку, зонирования пространства, а также для создания определенного стиля интерьера. К используемым составам предъявляют требования по экологической безопасности, декоративности, укрывистости, характеризующей расход лакокрасочного состава на единицу площади, паропроницаемости, цветоустойчивости, долговечности. В зависимости от вида пленкообразующего компонента краски подразделяют на органические: акриловые, силиконовые, поливинилацетатные, латексные, алкидные, представляющие собой водные эмульсии и дисперсии, и минеральные: известковые, силикатные – на основе жидкого стекла, и цементные с использованием декоративного портландцемента. Окраску выполняют по кирпичной, бетонной, оштукатуренным поверхностям, а также по ДВП, ДСП и гипсокартону. Применяемые вязкопластичные смеси, занимающие по составу промежуточное положение между красочными и штукатурными, могут быть однотонными с получением поверхности различной структуры (структурные) и многоцветными (мультиколор) с образованием гладкой поверхности.

Декоративные штукатурки в зависимости от величины заполнителя, который определяет тип штукатурки, толщину слоя, технологию выполнения и возможности декорирования, подразделяют на известково-песчаные, терразитовые, включающие каменную крошку различной крупности, каменные, имитирующие гранитную поверхность, сграффито – получение рисунка методом процарапывания поверхности, и венецианскую, визуально создающую впечатление полированного мрамора, гранита, яшмы, малахита. Это штукатурка классических стилей дворцов, замков, подчеркивающая их величие, неповторимость и роскошь. При использовании достаточно однородных известково-песчаной или цементно-песчаной штукатурок возможно последующее декорирование поверхности, подчеркивающее стиль интерьера путем создания рельефного рисунка по незатвердевшей поверхности с использованием фактурных валиков и трафаретов или более сложного – нанесением на определенное место плоскости оштукатуренной стены пластичной штукатурной смеси с последующим выполнением объемного узора или скульптурных элементов определенной тематики.

Промежуточное положение между пластичными декоративными отделочными смесями и рулонными занимают «жидкие» флокковые обои. **Жидкие обои** представляют смесь клеевого связующего с волокнами шелка, целлюлозы, красителей и декоративных компонентов: блески, флоки, минеральная разноцветная крошка, затворенную водой, которую наносят на подготовленное выровненное основание слоем определенной толщины с использованием специального рабочего инструмента. Это бесшовное декоративное покрытие применяют в помещениях с сухим режимом эксплуатации.

К рулонным стеновым отделочным материалам относят полимерные пленочные на бумажной и тканевой подоснове, безосновные с плоским и рельефным рисунком, а также разнообразные обои. Пленочные рельефные материалы применяют для отделки коридоров, прихожих, торговых залов, кафе. Обои по основному используемому материалу подразделяют на бумажные, фотообои, тканевые, джутовые, виниловые, флизелиновые, стеклообои, пробковые, металлизированные. **Бумажные обои** гладкие и рельефные в зависимости от цвета и текстуры используют в прихожих, гостиных, спальнях, детских. **Фотообои** с защитным пленочным покрытием, повышающим светостойкость, представляют собой настенные большие фотографии природы, замков, растений, насекомых и т.д. Используя современные технические решения можно создать фотообои со стереоскопическим 3D-изображением. При выборе фотообоев необходимо учитывать размер помещения, расположение окон и дверей, а также заполняемость мебелью, ее габариты и массивность. Применяя отделку стен фотообоями с опреде-

ленным рисунком, можно создать любой стиль интерьера помещения – от классики и японского с садом камней до эко стиля и хай-тека с трубами, кранами и шестеренками. **Тканевые** (текстильные) натуральные **обои** (льняные, фетровые, шелковые, велюровые на бумажной или синтетические вспененной подоснове) обладают теплоизоляционными свойствами, что обеспечивает их применение в гостиных, детских, спальнях. **Джутовые обои** с натуральным растительным покрытием узелковой структуры на бумажной или полимерной основе используют в таких стилях интерьера жилых помещений, как эко и этнические. **Виниловые** обои могут имитировать камень, дерево, штукатурку и кожу. По характеру лицевой поверхности их подразделяют на структурные, рельефные и с эффектом шелкографии. Благодаря таким свойствам, как звукоизоляция, водостойкость, их можно использовать как в жилых комнатах, так и в помещениях с повышенной влажностью. **Флизелиновые обои** представляют собой многослойный материал с основой из полотна, полученного с использованием связующего, текстильных, целлюлозных волокон и верхнего с рельефной, декоративной текстурой. Возможно многократное перекрашивание поверхности, что удобно при смене дизайна интерьера. **Стеклообои** – гладкие, рельефные и декорированные с использованием трафаретной техники в соответствии со стилем интерьера, получают на основе стеклоткани. Материал обладает высокой прочностью, огнестойкостью, водостойкостью и экологически безопасен. На основе дробленой коры пробкового дуба получают рулонные **пробковые обои** и монолитное **пробковое покрытие** при смешивании дробленых отходов с акриловым клеем с характерным теплым цветом от темно-коричневого до песочного. **Металлизированные обои** в зависимости от характера поверхности могут быть с тиснением или рельефным рисунком. Эти обои используют преимущественно в таких дорогих стилях, как ампир, арт-деко, арт-нуво, при отделке холлов, вестибюлей и залов.

Для облицовки внутренних стен и перегородок помещений жилых, общественных и культурно-развлекательных, к которым предъявляют повышенные гигиенические требования, применяют природные каменные, декоративные керамические, глушеные стеклянные, искусственные мраморные, поливинилхлоридные, полистирольные и кожаные плитки различных размеров. Последняя представляет трехслойное изделие с основой из толстого картона, прокладкой объемного поропласта и отделочного лицевого – кожаного (буйвола, крокодила, змеи и т.д.) натурального или яркого цвета, гладкого или фактурного. При этом необходимо учитывать, что полимерные изделия вследствие низкой термо- и огнестойкости запрещено применять в помещениях с нагревательными приборами, а также в детских учреждениях и на лестничных площадках. При использовании мелкоштучных



мозаичных плиток, которые в зависимости от материала могут быть натуральными каменными, стеклянными, керамическими глазурованными, деревянными, металлическими, создают разнообразные настенные узоры, панно и картины в соответствии со стилем интерьера. Для ускорения процесса отделки используют плиты и крупноразмерные листовые материалы: гипсокартонные и гипсоволокнистые с последующим декорированием пленочными и красочными покрытиями. Отделку стен в кабинетах и помещениях культурно-бытового и общественного назначения (залы, холлы) проводят с применением крупноразмерных декоративных плит: полистирольных и поливинилхлоридных, поверхность которых имитирует текстуру ценных пород древесины или лепные узоры. Высокой декоративностью обладают изделия из стекла. В частности это листовое стекло с зеркальным алюминиевым покрытием – «метелица». В помещениях с массовым нахождением людей: спортивные комплексы, торговые центры, применяют ДСП, ДВП(Т) и асбестоцементные листы, окрашенные или облицованные декоративным пластиком, шпоном ценных пород древесины. К отделочным крупноразмерным изделиям относят отделочные панели из натурального дерева, пробки, плит ДСП, ДВП(Т) с отделкой и 3-мерные – 3D-панели. Последние выполняют из гипса, модифицированной фанеры (МДФ), бамбука, тростника, кожи, пластика, стекла, алюминия со встроенной подсветкой. За счет использования этих изделий в зависимости от материала, вариантов декорирования поверхности создают и подчеркивают определенный стиль интерьера. Использование растительных материалов – эко стиль; металла и футуристических узоров – хай-тек и техно; однотонные – неоклассика; панели с эффектом патины – арт-деко и модерн. В связи с большой площадью однотипной поверхности при их использовании необходимо учитывать цвет, рельефность и объем помещения. При зонировании помещения стеклянными перегородками применяют витражные стекла. Этот вид витражей выполняют с определенным орнаментом или рисунком, используя такие современные технологии, как ультрафиолетовая печать (скинали), пленочная, с использованием пескоструйной обработки или травлением плавиковой кислотой (иллюстрации: рисунки 12–16, 35–37, 39, 40, 59, 60, 70, 72, 82–85).

### **5.2.2. Материалы и изделия, применяемые для устройства полов**

Наиболее ответственный и трудоемкий процесс внутренних строительных работ – устройство полов. От правильного выбора конструкции, применяемых материалов зависят не только эксплуатационные, эстетические свойства пола, но и стоимость его выполнения и содержания.

Основные конструктивные элементы пола: **подстилающий слой** – бетон основания на грунте или железобетонная плита перекрытия; **вырав-**

**нивающий** – стяжка из цементно-песчаного раствора, легкого бетона, асфальтобетона, твердых ДВП и высокотвердых ГВП; **слой специального назначения** (тепло-, звукоизоляционный) – пористые плитные, рулонные, монокристаллические, зернистые материалы; гидроизоляционный – водостойкие рулонные, мастичные битумные и битумно-полимерные материалы; **прослойка** для фиксации покрытия – мастики, клей, цементно-песчаный раствор; **покрытие** – верхний слой пола, непосредственно подвергающийся эксплуатационному воздействию. Напольные покрытия выполняют из рулонных, листовых, плиточных, плитных материалов и пластичных смесей – растворных и бетонных.

В зависимости от назначения помещения и условий эксплуатации к материалам предъявляют следующие требования: общие (ровность, нескользкость, безвредность, огнестойкость), эксплуатационные (механические, гидротехнические, тепловые) и специальные (декоративность, беспыльность, термостойкость, химическая стойкость, безыскровость, диэлектричность). Механические свойства оценивают по износостойкости, нормируемой в зависимости от интенсивности движения, прочности на удар, сжатие и изгиб. Оценка декоративности включает такие показатели, как цвет, текстура, фактура лицевой поверхности.

К рулонным материалам относятся основные и безосновные линолеумы, которые по виду связующего подразделяют на натуральные с использованием природных масел, резиновые, поливинилхлоридные (ПВХ), нитроцеллюлозные и алкидные. В зависимости от толщины и стойкости к износу эти материалы классифицируют на бытовые (жилые помещения), полупрофессиональные (офисы) и коммерческие – помещения с требованием высокой износостойкости.

Для использования в жилых и офисных помещениях учитывают эстетические свойства материалов в соответствии с выбранным стилем интерьера. Наибольшей популярностью для отделки пола в связи с экологической безопасностью, звуко- и теплоизоляционными свойствами, декоративностью пользуются напольные покрытия из древесины. К таким материалам относятся: паркетные доски с верхним слоем из шпона ценных пород; штучный и наборный паркет для классических и современных стилей; ламинат, представляющий собой ДСП с защитным декоративным пленочным покрытием; пробковые (рулонные, плиточные и панельные), полученные с использованием измельченной коры пробкового дуба. Используя мелкоштучные плиточные материалы путем их сочетания по форме, размеру, цвету, фактуре и текстуре, создают напольные орнаменты и картины в соот-

ветствии с заданным дизайнерским стилем. С этой целью применяют керамические, керамогранитные – высокопрочные, металлические, природные каменные, полимерные, ковровые из натуральных или искусственных волокон, кожаные на основе керамогранита и лицевой поверхностью из бычьей обработанной кожи.

Наливные монолитные полы (полиуретановые в жилых помещениях, цементно-акриловые и эпоксидные в коммерческих) позволяют создавать объемные узоры и картины с использованием фотопечати. В зависимости от рисунка и цветового решения такие покрытия востребованы в разных стилях – от эко до хай-тек и минимализма (иллюстрации: рисунки 19–22, 73).

### **5.2.3. Материалы для выполнения и отделки потолков**

В зависимости от вида применяемых материалов и способа выполнения потолки подразделяют на окрашенные, оштукатуренные, а также клеевые, подшивные, натяжные и подвесные. В соответствии с назначением помещения многослойное окрашивание выполняют с использованием вододисперсионных акриловых, силиконовых, латексных или силикатных красочных составов с декоративным эффектом полученного покрытия (матовое, глянцевое, полуглянцевое) и возможной художественной росписью с использованием трафаретов. Применение декоративных штукатурок по бетонной, деревянной, гипсокартонной поверхностям позволяет получить фактурные, структурные финишные покрытия или фрагментарно венецианскую и сграффито в связи со сложностью технологии выполнения. Последние используют в интерьерах классических стилей.

Клеевые потолки выполняют с использованием рулонных, плиточных и панельных материалов и изделий, которые приклеивают к поверхности потолка. Оклеивание потолков обоями, тканевыми рулонными материалами проводят при площади поверхности до 30 м<sup>2</sup>. Их применяют с декоративной целью в интерьерах, при необходимости зрительно уменьшить или увеличить объем помещения, для улучшения акустических свойств в машинописных бюро, классных комнатах музыкальных школ. В интерьерах эко стиля отдают предпочтение рулонным пробковым материалам, обоям или плитам из бамбука. В качестве мелкогабаритного материала используют гипсовые, асбестоцементные, полимерные плитки, на поверхности которых часто создают рельеф, имитирующий лепнину или резьбу по дереву. Применяемые панели из полистирола имеют лицевую поверхность, покрытую пленкой, окрашенной под ткань, дерево или камень.

**Подшивные потолки** выполняют из плитных материалов: ДВП, ДСП и объемных гипсовых панелей. В этом случае потолки несут только декора-

тивную функцию, поэтому их можно также отделывать облицовочными досками, рейками из ПВХ, сосны и ореха, покрытыми синтетическим лаком, которые крепят на деревянный каркас. К этому типу потолков относятся кессонные, применяемые в классических стилях, которые представляют декорированную балочную конструкцию с углублениями определенной формы (кессоны) из натуральной древесины или модифицированной фанеры, полиуретана, гипсокартона.

**Натяжные пленочные или тканевые потолки** выполняют при помощи огнестойкой, эластичной, легкой пленки (200 г/м<sup>2</sup> при толщине 0,7–0,8 мм) или обработанной ткани и каркаса из пластиковых или прессованных алюминиевых реек. При натяжении на каркас, который может быть видимым или невидимым, рулонного материала, между ним и потолком оставляют воздушный зазор желаемого размера. Воздушное пространство служит, как правило, для расположения технических систем. Поверхность пленки может быть лакированной, гладкой, рельефной, с имитацией замши, мрамора или декоративно-перфорированной для улучшения акустических свойств помещения.

**Подвесные потолки** применяют с целью:

- размещения инженерных вентиляционных и тепловых систем, электрических и компьютерных разводов и др.;
- расположения модульных и точечных осветительных приборов;
- создания многоуровневого пространства;
- повышения акустических свойств помещения.

Для выполнения подвесного потолка необходимо иметь стальной жесткий несущий каркас, который крепится непосредственно к железобетонным плитам перекрытий, алюминиевые направляющие и лицевые элементы (листы и плиты).

В зависимости от расположения лицевых элементов потолки могут быть плоские и криволинейные. Применяемые материалы определяют вид потолка:

- минераловатный – плиты рельефные и перфорированные;
- гипсовый – ГКЛ и ГВЛ, гипсовые литые плиты рельефные и многослойные перфорированные;
- зеркальный – плиты полистирольные с защитным пленочным покрытием;
- металлический – панели перфорированные, решетки и рейки алюминиевые и стальные с защитным покрытием;
- светящийся – листы из стеклопластика и полистирола с включением осветительных элементов (иллюстрации: рисунки 92, 93).

#### 5.2.4. Применение отделочных материалов в дизайне интерьеров разных стилей

Многообразие используемых стилей в современном дизайне интерьеров от чопорной классики до яркого, эмоционального арт-нуво и технологичного, холодного хай-тека свидетельствует, прежде всего, о расслоении общества по интересам, обеспеченности и приоритетам. Стиль интерьера определяют применяемые отделочные материалы, их состав (органические, минеральные, композиционные), технология получения (природные – механическая обработка, искусственные – использование специальных современных технологий) и эстетические характеристики (текстура, фактура и цвет).

Так, в **классических стилях** (готика, барокко, античный и др.) для отделки стен применяют гладкие или с вензелями и пейзажами тканевые обои, натуральные деревянные панели или имитирующие фактуру дерева, кожи. Возможно окрашивание и оштукатуривание с фрагментарным, в виде вставок, использованием декоративных штукатурок сграффито и венецианской. Потолок выполняют с применением элементов лепнины, цветовой росписи с позолотой или деревянных балок со стропилами. Пол – сборной паркет из ценных пород древесины, ламинат светлых тонов: бежевый, слоновой кости, или мраморные плиты гладкие и полированные.

К современным стилям относятся в частности: лофт, хай-тек, арт-деко, эко и др. Стиль **лофт** «отдает предпочтение» серому бетону, кирпичной кладке, грубой штукатурке – стены, керамическая плитка и бетон – пол, балочный потолок с элементами крыши и открытых коммуникаций в виде труб. Стиль **хай-тек**, по мнению дизайнеров, самый актуальный, динамичный и прогрессивный, основан на сочетании инженерных инновационных технологий и конструктивизма. Дизайн стиля – строгая геометрия простых форм изделий с блестящей, гладкой поверхностью из пластика, стекла и металла (сталь, алюминий, хром), совмещенная с ориентируемым освещением и большим свободным пространством. Стены одноцветные из кирпича светлых тонов, природного и искусственного камня или рельефные оштукатуренные. Полы – наливные блестящие из ламината под темное дерево или полимерного линолеума с гладкой поверхностью. Потолки многоуровневые и натяжные светлых тонов или металлик с блестящей фактурой поверхности. Отличительная черта стиля **арт-деко** (декоративное искусство) – четкие геометрические формы, контрасты и яркие контуры. Основные цвета: белый, серебристый, бежево-золотистый. Стены – обои с симметричными геометрическими узорами, рисунками с блестящей глянцевой и лакированной поверхностью. Пол – паркет, линолеум с абстрактным рисунком или черно-белые виниловые плитки. Для декорирования интерьера используют такие экзотические материалы, как кожа крокодила, слоновая

кость, янтарь, а также скульптуру и подлинные картины. Пол – паркет или наливной с геометрическим рисунком, керамическая плитка, шлифованный мрамор. Потолки многоуровневые подвесные, натяжные глянцевые, а также с использованием росписи и лепнины. **Эко стиль** – гармоничное сочетание комфорта и экологичности. Для этого стиля характерны светлые и просторные помещения, отделанные только с использованием натуральных материалов: древесины, природного камня, стекла, керамики и металлическойковки. Цветовая палитра: белый, светлые тона древесины, травяной, песочный, голубой и терракотовый. Отделку стен выполняют с применением пробковых обоев, деревянных панелей, светлых обоев с растительными узорами, а также фотообоев пейзажной или экологической тематики. Для покрытия пола применяют деревянные доски, паркет, плитку каменную и керамическую. Потолки выполняют натяжными, многоуровневыми с деревянными балками или оштукатуренными и окрашенными в светлые тона. В качестве декора используют плетеные корзины, обработанные коряги и мозаичные картины из камня, керамики или дерева. Последние выполнены по технологии интарсия – создание рисунка на деревянной поверхности из древесного шпона или инкрустации – с использованием металла, раковин, драгоценных камней, а также блочной мозаики с поперечной распиловкой на отдельные пластины склеенной многослойной вертикальной заготовки, каждый слой которой имеет свой природный или искусственно полученный цвет.

При оформлении интерьера в **этническом** стиле отдают предпочтение национальным традициям и приоритетам.

**Белорусский** стиль интерьера относится к классу этнических славянских стилей. В частности для этого стиля характерно оформление помещения в спокойных теплых тонах, создающих атмосферу воздухонаполненности и легкости. В отделке отдается предпочтение дереву светлых пород. Деревянная мебель и декоративные панели с фактурной резьбой, а также мягкие стеновые панели из кожи и текстиля с национальными узорами обеспечивают тепло- и звукоизоляцию. Национальный стиль интерьера подчеркивают также элементы вышивок и обои с традиционными орнаментами или изображением замков и других достопримечательностей Беларуси. Современный белорусский стиль интерьера начал формироваться в самом начале XXI в. Появление стиля предопределили интерес к сакральному прошлому и развитие туристического бизнеса в Беларуси. Проведя глубокий анализ всего стилевого многообразия в культурном наследии Беларуси, можно отметить присутствие всех стилей – от барокко и классики до модерна и конструктивизма, от минимализма до этностиля. Белорусский стиль только формируется, это благодатная почва для творческих, амбициозных дизайнеров. Его характерной особенностью является увлечение эстетикой

белорусских сакральных орнаментов. Немаловажное влияние на зарождение дизайна и развитие эстетики XX века оказали деятельность Казимира Малевича и его труд «Супрематизм». Супрематизм – изображение простейших форм предметов – направление в авангардистском искусстве, основанное в 1915 г. Казимиром Малевичем. В организации предметно-пространственной среды белорусского стиля и супрематизма есть много общих черт. Это стремление к белым и предельно разбеленным поверхностям и объемам с включением в интерьер цветных акцентов. Конструкции из натурального дерева либо сохраняют свой естественный цвет, либо окрашиваются в коричневую гамму. Нарочито выступающие потолочные балки могут имитировать конструкции из дерева, однако окрашиваются в цвет стен или потолка. Строгая, четкая структура орнамента как бы определяет и задает стилистику всего интерьера. В орнаменте доминирует красный цвет на белом фоне. Есть и другие инварианты цветовых сочетаний, но каждый из них имеет свою сакральную трактовку. В интерьере уместен и текстиль из льна, и керамика, и деревянная мебель с резьбой. Все элементы должны быть осмысленны дизайнером и не просто дублированы, а эстетически переработаны.

**Японский** стиль – сочетание элементов из природных растительных материалов со стеклом и металлом. Преобладают светлые тона: молочный, светло-бежевый, кремовый, светло-зеленый, визуально увеличивающие внутренний объем помещения. Отделку стен выполняют деревянными панелями, бумажными или тканевыми обоями с элементами настенной живописи и каллиграфии тушью. Декорированием большими веерами или национальным оружием. Для отделки пола применяют бамбуковые и паркетные доски, ламинат с циновками из рисовой соломы. Потолок – подвесной или натяжной с гладкой поверхностью. Элементы декора представлены живыми растениями в горшках (бонсай), бумажными расписными фонарями из рисовой бумаги, картинами с изображением природы, цветущей сакуры, а также элементами декора их дерева, бамбука, стекла и металла.

**Марокканский** стиль – сочетание экзотической красоты Северной Африки с европейской эстетикой. Основная тональность интерьеров – светлая (белая, бежевая) с яркими элементами декора. К характерным особенностям стиля, подчеркивающим национальный колорит, относятся металлические кованые изделия, ковры с фантазийными узорами ворсовые и ручной работы (килимы) с многообразием подушек, национальные мозаичные узоры, рисунки и панно из керамической глазурованной плитки (стены, потолок, пол), резная мебель из экзотических пород дерева. Шестиугольные инкрустированные столики, ажурные оконные решетки, блестящая медная посуда и металлические резные светильники и фонари с цветными стеклами, медные

вазы. Для стен характерна также отделка национальной марокканской известковой декоративной штукатуркой – таделак, образующей водостойкое гладкое, глянцевое покрытие спокойных, природных оттенков. Наличие ниш в стенах (арочных, стрельчатых, прямоугольных) зонировует внутреннее пространство и создает зоны отдыха (иллюстрации: рисунки 94–100).

### **5.2.5. Интерьеры офисных помещений**

Офисные интерьеры должны быть уникальными и узнаваемыми. Это достигается за счет наличия логотипов, определенной символики и фирменной атрибутики. При цветовом оформлении необходимо учитывать расположение окон, габариты помещения, которые можно визуально регулировать: голубой и светло-зеленый – расширять, терракотовые тона – уменьшать. При декорировании помещений необходимо также брать во внимание их назначение. Так, в рабочих кабинетах отделка должна быть выполнена в холодных тонах: голубом, светло-сером и зеленом, повышающих деловую активность, внимательность и сосредоточенность; светлые, теплые – песочный, бежевый, светло-терракотовый – рационально использовать в приемных, переговорных, поскольку они повышают творческую активность, располагают к общению и положительно влияют на коммуникативные способности персонала. Основные требования к отделочным материалам офисов: износостойкость, пожаробезопасность, экологичность, гигиеничность. Их цвет должен быть светлых тонов, создающим спокойную атмосферу. Варианты отделки стен включают покраску вододисперсионными красками, оштукатуривание декоративными структурными или флоковой штукатурками, пробковые обои, стеновые деревянные панели. Отделка потолков – оштукатуривание и окраска. Полы выполняют из линолеума, офисного ковролина, паркетной доски, плитки ПВХ, керамогранита, мрамора, а также монолитные каучуковые или мозаичные бетонные. Все чаще офисное пространство представляет общую площадь с разграничением персональных зон мобильными и трансформируемыми стеклянными перегородками, ширмами, с помощью жалюзи или раздвижных панелей. В этом случае потолки представляют подвесные конструкции кассетного типа или с использованием перфорированного гипсокартона или металлического листа с декоративным покрытием (иллюстрации: рисунок 101).

## **5.3. Теплоизоляционные материалы**

Теплоизоляционными называют материалы и изделия, препятствующие перемещению тепловых потоков через строительные ограждающие конструкции (стены, крыша, полы) и технологическое оборудование. Для



них характерна высокая пористость, низкая средняя плотность и теплопроводность. Чем выше содержание воздуха, тем эффективнее теплоизоляционный материал. Применение этих материалов позволяет сократить расход топлива на отопление здания, снизить массу ограждающих конструкций, обеспечить комфортные условия проживания и работы.

Основными показателями качества для этих материалов являются:

- интервал температуры применения от минус °С до плюс °С ( $\Delta T$ );
- средняя плотность ( $\rho$ ), кг/м<sup>3</sup>;
- отклонение от средней плотности ( $\Delta\rho$ ), кг/м<sup>3</sup>;
- теплопроводность ( $\lambda$ ), Вт/(мК);
- группа горючести;
- предельно допустимая концентрация вредных веществ и пыли, выделяемых из изделия при хранении и эксплуатации, ПДК, мг/м<sup>3</sup>;
- удельная эффективная активность естественных радионуклидов, Бк/кг.

Теплоизоляционные материалы классифицируют по виду исходного сырья на органические и неорганические. Каждый класс в свою очередь подразделяют в зависимости от структуры, формы и внешнего вида следующим образом. Неорганические материалы: штучные и рулонные волокнистые на основе минеральной и стекловаты, ячеистые пено- и газосиликатные изделия, рыхлые волокнистые и сыпучие зернистые (керамзит, аглопорит, перлит) материалы. К органическим относятся волокнистые изделия на основе растительных (ДВП-М) и полимерных волокон, ячеистые материалы (поро- и пенопласты). Наряду со штучными, рулонными, рыхлыми сыпучими материалами применяют монолитную теплоизоляцию, используя специальные напыляемые пенополиуритановые смеси, гипсовые штукатурки, в которые в качестве мелкого заполнителя (наполнителя) входят неорганические или органические волокнистые материалы (минераловатные, отходы растительного сырья, синтетические волокна).

Эффект теплозащиты можно достигнуть не только за счет создания высокопористой волокнистой или замкнутой ячеистой структуры, но и путем отражения инфракрасного излучения (до 90%), как, например, покрытие «Термо-Шилд», состав которого представляет водную дисперсию смол, содержащую до 2 млрд в литре керамических вакуумированных шариков диаметром 8 мкм. При толщине слоя до 1 мм покрытие обладает паро-, водонепроницаемостью, декоративностью, что позволяет применять его как для защиты крыш, фасадов, так и внутри помещения.

## 5.4. Акустические материалы

Акустические материалы являются родственными по отношению к теплоизоляционным. И в том, и в другом случае необходима высокая пористость. Однако природа воздействия теплового и звукового потока различна, поэтому характер оптимальной структуры также отличается. Так, наиболее эффективными теплоизоляционными материалами являются те, которые обладают замкнутой мелкопористой структурой, исключающей конвекцию воздуха. Акустические, в частности звукопоглощающие, материалы должны иметь открытую пористую структуру, способную поглощать звуковую энергию. Для усиления этого эффекта поверхность изделий дополнительно перфорируют или же придают ей рельефный характер.

В зависимости от источника звуковых волн материалы подразделяют на **звукопоглощающие**, препятствующие отражению и наложению шумового звука, и **звукоизоляционные**, исключающие прохождение и распространение ударного звука по строительным конструкциям.

Таким образом, основными показателями, характеризующими эффективность материалов, является для звукопоглощающих – открытая пористость, для звукоизоляционных – динамический модуль упругости.

Звукопоглощающие материалы должны обладать большой пористостью и декоративностью, малой гигроскопичностью, огне- и биостойкостью. Предельно допустимый уровень шума (ПДУ) принят для производственных помещений 80–85 ДБ, для административных – до 51 ДБ.

За единицу звукопоглощения условно принимают звукопоглощение 1 м<sup>2</sup> открытого окна. Для эффективных материалов коэффициент звукопоглощения, равный отношению поглощенной энергии звука к энергии падающего звука, не должен быть меньше 0,4 при частоте 1000 Гц. С этой целью используют материалы пористой, волокнистой, ячеистой и смешанной структуры. К ним относятся гипсовые плиты с рельефным рисунком, гипсокартонные и асбестоцементные многослойные перфорированные плиты, минераловатные на крахмальном связующем («Акминит», «Акмигран») с шероховатой декоративной поверхностью и перфорированные.

Акустические мягкие, полужесткие, жесткие плиты стекловатные, минераловатные или с использованием супертонкого базальтового волокна на полимерном связующем выпускают с облицовкой листовыми перфорированными материалами: гипсовыми, асбестоцементными, слоистым пластиком, алюминием и сталью. Площадь перфорации составляет 15–20%. Для повышения гигиеничности и улучшения сцепления звукопоглощающего слоя с лицевым экраном между ними прокладывают слой из редкой

ткани. Акустические панели на основе минеральной или стеклянной ваты покрывают специальной полиэтиленовой пленкой или стеклотканью.

Древесноволокнистые акустические двухслойные плиты выполняют из мягкой и жесткой ДВП с перфорированной лицевой поверхностью. Для повышения огнестойкости их покрывают огнезащитными красками.

К звукопоглощающим изделиям полной заводской готовности также относятся:

- плиты звукопоглощающие ячеистобетонные плотностью до  $350 \text{ кг/м}^3$  с пористой структурой и неглубокой перфорацией лицевого слоя;
- блоки керамзитобетонные мелкозернистые звукопоглощающие;
- плиты перлитовые звукопоглощающие на жидком стекле или синтетическом связующем плотностью  $250\text{--}350 \text{ кг/м}^3$ ;
- плиты поливинилхлоридные, полужесткие со средне- и мелкопористой структурой плотностью  $100\text{--}120 \text{ кг/м}^3$ .

Наибольший эффект звукопоглощения достигается при полном покрытии потолка. Если такой возможности нет, то материалы располагают ближе к стенам, где энергетическая плотность звука наибольшая.

Кроме штучных материалов для обеспечения звукопоглощения используют монолитные покрытия стен и потолков, выполняемые из акустических растворов, и бетон на пористых заполнителях и декоративных цементах. Как правило, они представляют собой сухие смеси, затворяемые водой непосредственно на строительной площадке.

**Звукоизоляционные материалы** изолируют от распространения и проникновения ударного звука. Они представляют собой пористые прокладочные материалы с небольшим модулем упругости, обуславливающим малую скорость распространения звука. Так, скорость распространения звуковых волн (м/с) в стали – 5050, железобетоне – 4100, древесине – 1500, пробке – 50, поризованной резине – 30. Для устранения передачи ударного звука применяют конструкцию «плавающего» пола. С этой целью упругие прокладки укладывают между несущей плитой перекрытия и чистым полом, а также по периметру помещения для отделения пола от стен.

В качестве звукоизоляционных используют как традиционные: мягкие древесноволокнистые плиты, асбестовый картон, минераловатные и стекловатные полосы толщиной 12–24 мм, так и современные: рулонные из прессованной пробки, листовые и рулонные пенополиэтиленовые, пенополистирольные, пенополиуретановые прокладки на бумажной основе, полиэстерные и пенополиуретановые маты, рулонные материалы и прокладки из синтепона, поризованной синтетической резины.

## 5.5. Защитные и защитно-декоративные покрытия

Подбор материалов для наружной (экстерьера) и внутренней (интерьера) отделки зданий основывается, прежде всего, на специфике условий эксплуатации. Материалы, применяемые для отделки фасадов, в большей степени выполняют защитные функции, поэтому они должны обладать как общими свойствами: светостойкость, декоративность, экологическая безопасность, светостойкость, огнестойкость, так и быть стойкими к температурно-влажностным изменениям, действию ультрафиолетовых лучей. При отделке вертикальных поверхностей в интерьере важной составляющей является степень их декоративности с учетом назначения помещения: детская, гостиная, кухня, санитарно-технические. Наиболее жесткие требования предъявляют к механическим свойствам напольных покрытий, эксплуатация которых связана с действием нагрузок, различных по виду и направлению. Обеспечение материалам заданных эксплуатационных свойств достигают за счет подбора состава, технологии получения, а также применения защитных, защитно-декоративных и специальных покрытий.

В зависимости от назначения покрытия подразделяют на три основные группы: применяемые для защиты от коррозии при эксплуатации; защитно-декоративные – для декоративной отделки поверхности с одновременной защитой от разрушения; специальные – придающие поверхностям такие специальные свойства, как твердость, термо- и износостойкость.

Для металлических поверхностей используют металлические, полимерные и лакокрасочные покрытия. В качестве защитных металлических: цинковые, свинцовые; защитно-декоративных: лакокрасочные, полимерные, медные, никелевые, золотые и серебряные (одно-, двух- и трехслойные); специальных: никелевые, оловянные – повышающие коррозионную стойкость и электропроводность, хромовые – повышающие твердость и износостойкость. Металлические покрытия наносят электрохимическими методами, лакокрасочные – кистью и напылением. Порошковые полимерные краски представляют композиции на основе полиэтилена, ПВХ или других пленкообразователей, красителей, наполнителей и отвердителей. Нанесение порошкообразного красочного состава проводят на заранее подготовленную огрунтованную поверхность методом электростатического напыления, при котором заряженная порошковая краска попадает на заряженную поверхность, оседает и удерживается на ней за счет электростатического притяжения. На заключительной стадии происходит плавление и полимеризация нанесенного на изделия состава в камере полимеризации с образованием прочного защитного декоративного покрытия. Полученное покрытие обладает следующими положительными свойствами: экологичность, высокая

прочность на удар, коррозионная стойкость и долговечность. С помощью порошкового окрашивания можно декорировать изделия под дерево, с имитацией древесины ценных пород разных цветовых оттенков и фактур, а также под натуральный камень: мрамор, гранит, малахит. Этот вид отделки используют для декорирования алюминиевых профилей, из которых выполняют офисные перегородки, двери, окна, полки, стеллажи, а также подвесные потолки.

Для деревянных поверхностей в зависимости от вида используемого материала и технологии выполнения защитные покрытия подразделяют на лакокрасочные, пленочные с использованием защитно-декоративных пленок и комбинированные, в которых используют как пленки, так и красочные составы. Виды защитно-декоративных покрытий древесины по степени блеска классифицируют на глянцевые (лаковое покрытие), полуглянцевые (с использованием эмалей, пленок) и матовые (полученные эмульсионной краской, матированными лаками и пленками).

Для огнезащиты отделочных деревянных и металлических изделий применяют специальные вододисперсионные и водоэмульсионные красочные составы, содержащие добавки антипирены, образующие при нагревании теплоизолирующую пену, или теплоизоляционные огнезащитные штукатурки на основе гипса и жидкого стекла.

## **5.6. Материаловедение и творческий процесс в дизайне предметно-пространственной среды**

Вторая половина XX и начало XXI вв. кардинально изменили соотношение природных и искусственных материалов. Стремление человечества освоить космос и массовая урбанизация начали диктовать свои условия не только промышленности и науке, но и архитектуре, дизайну и искусству. Характерной особенностью этого времени стало появление на рынке большого количества новых материалов и новых технологий. Стереотипы и мерки, к которым мы привыкли, безнадежно устарели. Современный социум требует от дизайнера и архитектора новых идей, новых объектов – многофункциональных, эргономичных и удобных. Новые искусственные материалы являются продуктом человеческого труда, они отличаются от природных материалов своими качествами, в т.ч. и визуально-эстетическими. Обязанность дизайнера – раскрыть эстетические качества как природного, так и искусственного материала. В практическом дизайне очень важно соответствие формы материалу, насилие над материалом происходит тогда, когда ему навязывают чуждую для него форму. Дизайнер-практик должен знать, что удовлетворяющий его по физическим свойствам

материал не может быть ни плохим, ни хорошим в эстетическом плане, все зависит от того, насколько материал способствует раскрытию образа объекта. Проанализировав работу состоявшегося успешного дизайнера предметно-пространственной среды, можно вывести формулу создания образа будущего интерьера:

ТВОРЧЕСКАЯ МЫСЛЬ (ИДЕЯ) + ФОРМА + МАТЕРИАЛ = ОБРАЗ.

Идея лежит в основе любого состоявшегося объекта дизайна. Обычно идея выражается через клаузуру или форэскиз, и уже на этом этапе дизайнер должен воспринимать форму и материал как единое целое будущего произведения. Творческая мысль – это то, что в искусстве, дизайне, архитектуре делит людей на творцов и исполнителей, воплощающих в жизнь идеи архитекторов и дизайнеров, создавая по их проектам и чертежам здания и интерьеры. Категория творцов сугубо индивидуальная, она может быть врожденной либо приобретенной в процессе обучения. Из формулы видно, что на уровне первых творческих мыслей о будущем интерьере дизайнер должен либо интуитивно, либо рационально представлять себе материалы, из которых он будет сделан. Обычно идея диктует материал. Иногда новые материалы могут натолкнуть дизайнера на совершенно новые идеи и создание эксклюзивного произведения. Незнание или неумение использовать все положительные качества материала могут попросту разрушить форму. Иначе говоря, образ на уровне эскиза может быть удачно найден, а итоговый результат окажется посредственным. Изначальный образ (форэскиз, эскиз) есть всего лишь повод для создания произведения, в нашем случае интерьера. Дизайнер должен приложить максимум усилий для реализации своего проекта. Красивый, оригинальный, востребованный интерьер на этапе его создания требует авторского надзора, т.е. участия автора во всех этапах строительства – от закупки материалов до их обработки и монтажа.

# ИЛЛЮСТРАЦИИ







**Рисунок 1. – Деревянный Костел Святого Юрия, Беларусь**



**Рисунок 2. – Дом из оцилиндрованного бруса**



**Рисунок 3. – Монтаж деревянных панелей**



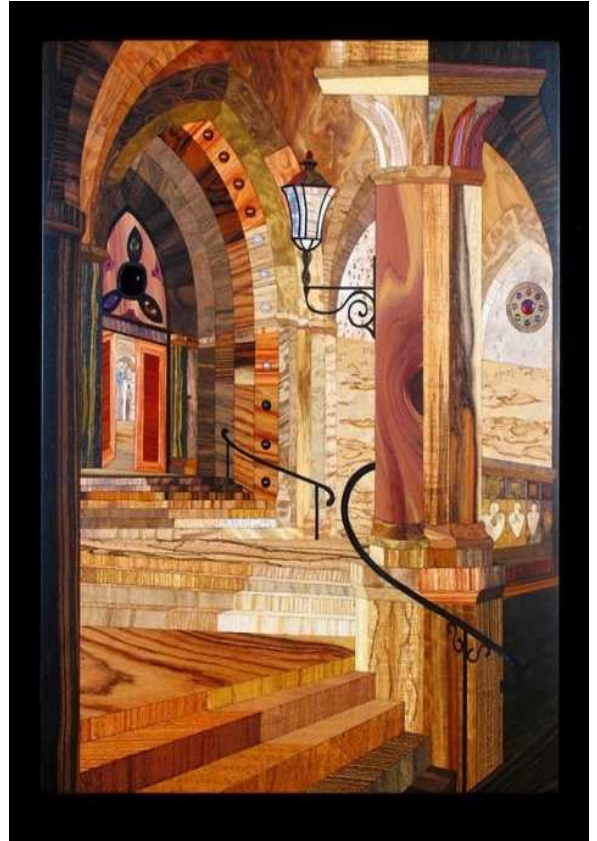
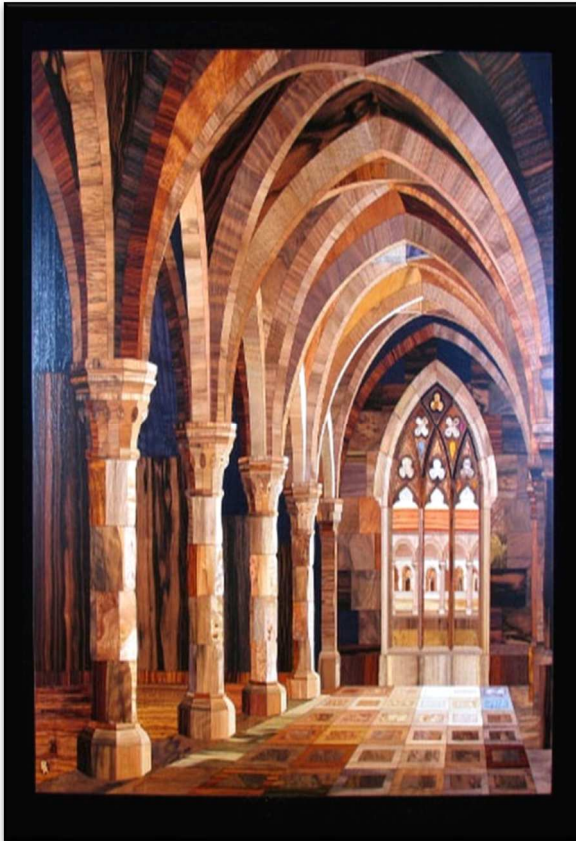
**Рисунок 4. – Дом из клееных деревянных панелей**



**Рисунок 5. – Виды отделочных лиственных пород древесины**



*а*



*б*

*а* – инкрустация металлом, костью, перламутром, драгоценным камнем;  
*б* – инкрустация деревом и шпоном (маркетри); *в* – резьба по дереву;  
*г* – деревянная мозаика (интарсия)

**Рисунок 6. – Способы отделки лицевой поверхности изделий из древесины  
(начало)**



6

**Рисунок 6. – Способы отделки лицевой поверхности изделий из древесины  
(продолжение, начало – с. 139)**



2

**Рисунок 6. – Способы отделки лицевой поверхности изделий из древесины  
(окончание, начало – с. 139)**



*а*



*б*



*в*

*а* – русский; *б* – классический; *в* – современный

**Рисунок 7. – Древесина в интерьерах разных стилей**



**Рисунок 8. – Беседка**



**Рисунок 9. – Пергола**



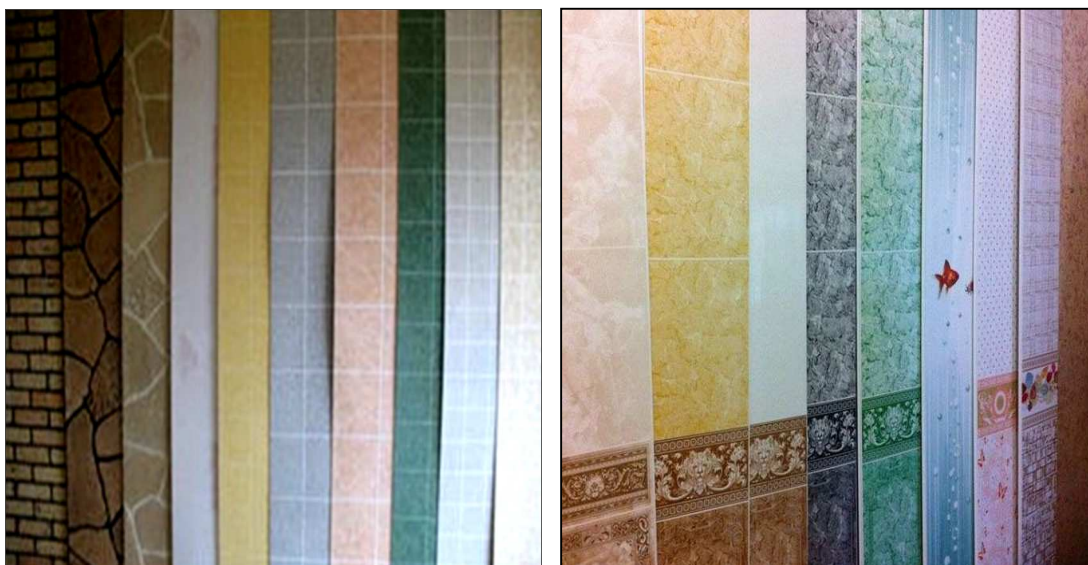
**Рисунок 10. – Мостики**



**Рисунок 11. – Деревянная скульптура**



**Рисунок 12. – Применение полимерной плитки ПВХ для отделки кухни и ванной**



**Рисунок 13. – Стеновые ПВХ панели**

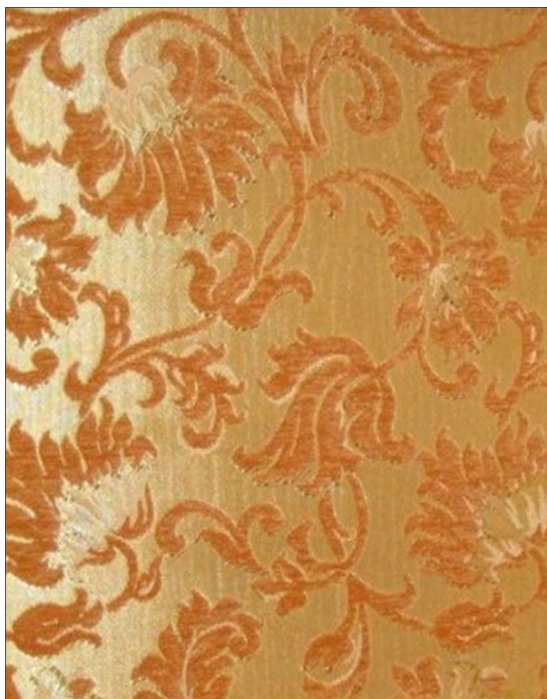




**Рисунок 14. – Декоративные полимерные 3D-панели для декора стен**



**Рисунок 15. – Применение флизелиновых обоев**



**Рисунок 16. – Текстильные обои – полиэстер (синтетическая ткань) на бумажной основе**



**Рисунок 17. – Натяжной потолок из ПВХ пленки**



**Рисунок 18. – Применение потолочных пластиковых панелей**



**Рисунок 19. – Ковролин – рулонное ворсовое синтетическое покрытие для пола**



**Рисунок 20. – Разновидности ПВХ линолеума для бытовых целей**



**Рисунок 21. – Виды коммерческого линолеума с поливинилхлоридным покрытием для помещений с большой проходимостью**



**Рисунок 22. – Применение половой плитки ПВХ**



Рисунок 23. – Наливные полы



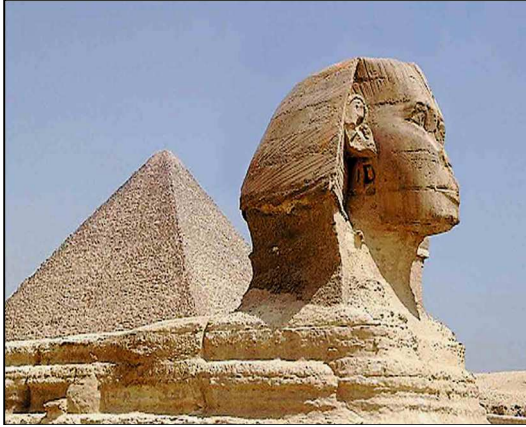
**Рисунок 24. – Полимерный виниловый сайдинг**



**Рисунок 25. – Применение древесно-полимерного композита на основе полиэтилена в ландшафтном дизайне**



**Рисунок 26. – Полимерно-песчаная тротуарная плитка**



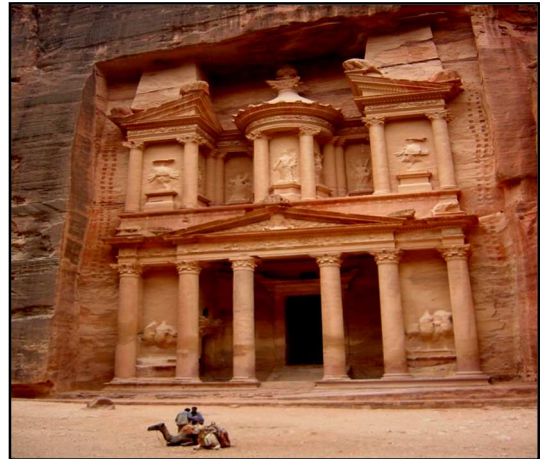
**Рисунок 27. – Пирамида Хеопса  
(XXVIII в. до н.э.), Египет**



**Рисунок 28. – Колизей  
(72–80г н.э.), Италия**



**Рисунок 29. – Мачу-Пикчу  
(XV–XIIв.), Перу**



**Рисунок 30. – Древний город Петра  
(III в. до н.э.), Иордания**



**Рисунок 31. – Иерусалим  
из белого известняка**



**Рисунок 32. – Монастырь-аббатство  
(XIV–XV вв.), Португалия**



**Рисунок 33. – Каменная столица Шотландии – Эдинбург**



**Рисунок 34. – Каменный мост, Швейцария**



### ВИДЫ ГРАНИТА



### ВИДЫ МРАМОРА

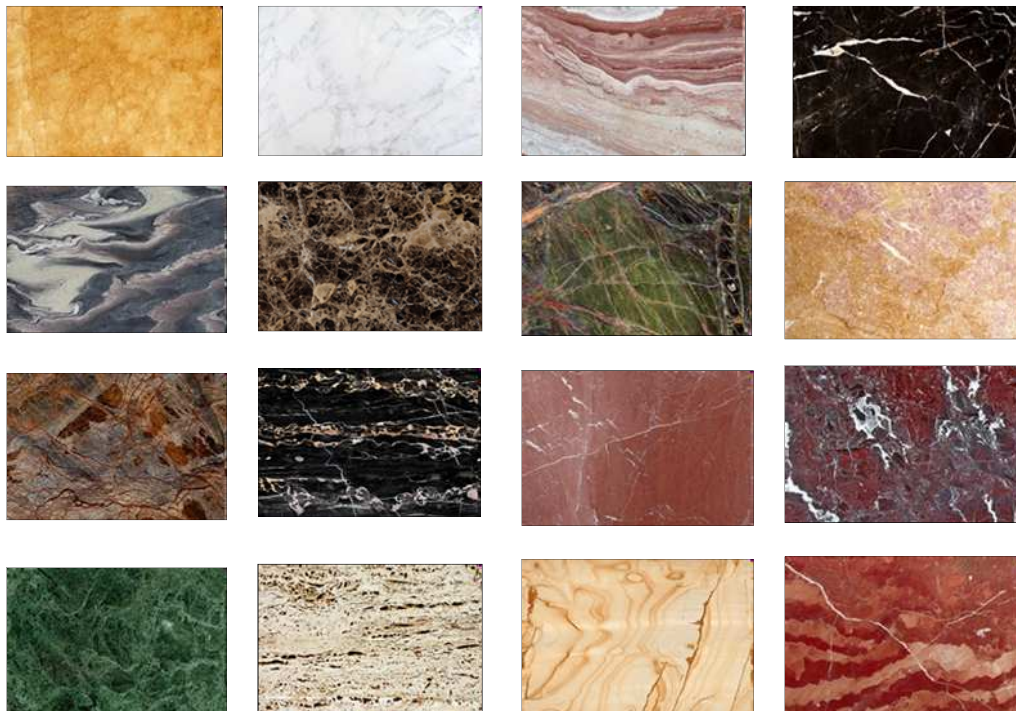
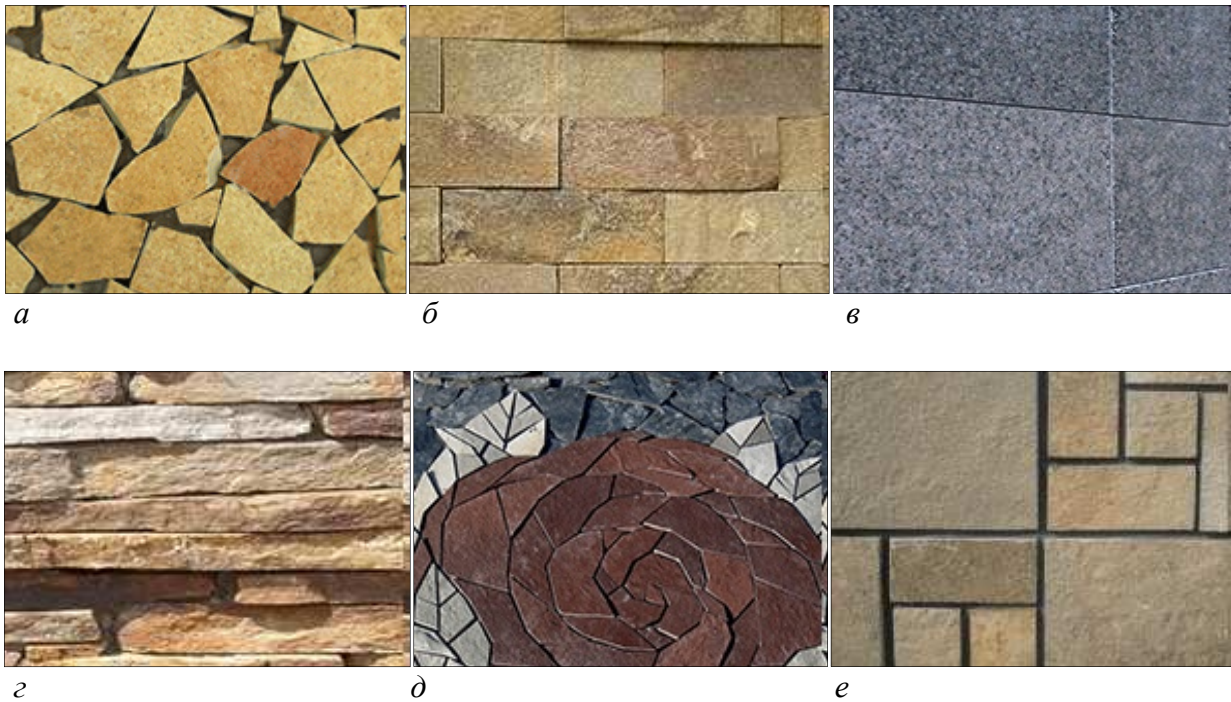
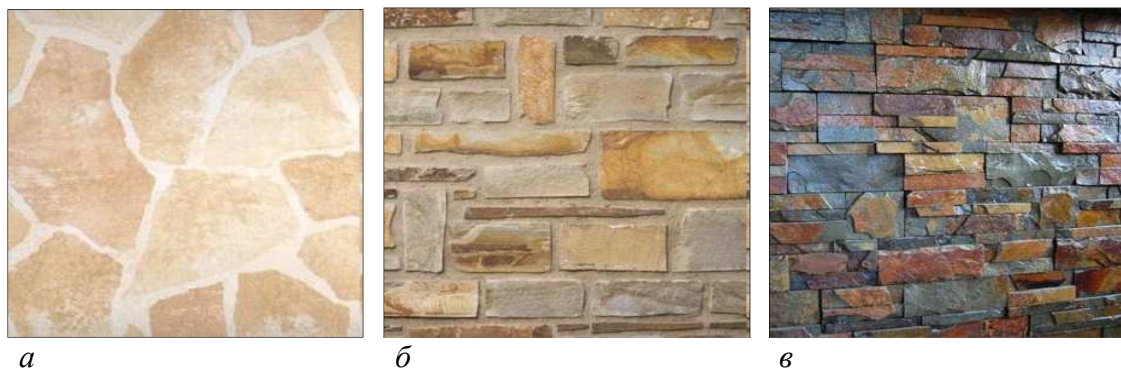


Рисунок 35. – Виды природного камня, используемого в облицовке



*a* – брекчия; *б* – кирпич; *в* – плиты; *г* – лапша; *д* – мозаика; *е* – модули

**Рисунок 36. – Виды облицовочной каменной плитки**



*a* – без рифления; *б* – слабое рифление; *в* – сильное рифление

**Рисунок 37. – Виды фактуры облицовочных каменных материалов**



**Рисунок 38. – Храм Воскресения Христова «Спас на Крови».  
Санкт-Петербург, Россия.**

**Для отделки использованы декоративный, полудрагоценный камень и самоцветы**



**Рисунок 39. – Природный камень в облицовке. Дворец Республики, Беларусь**



**Рисунок 40. – Применение природного камня в дизайне интерьера**



**Рисунок 41. – Парк каменных скульптур Вигеланда  
(Фроньер-парк). Осло, Норвегия**



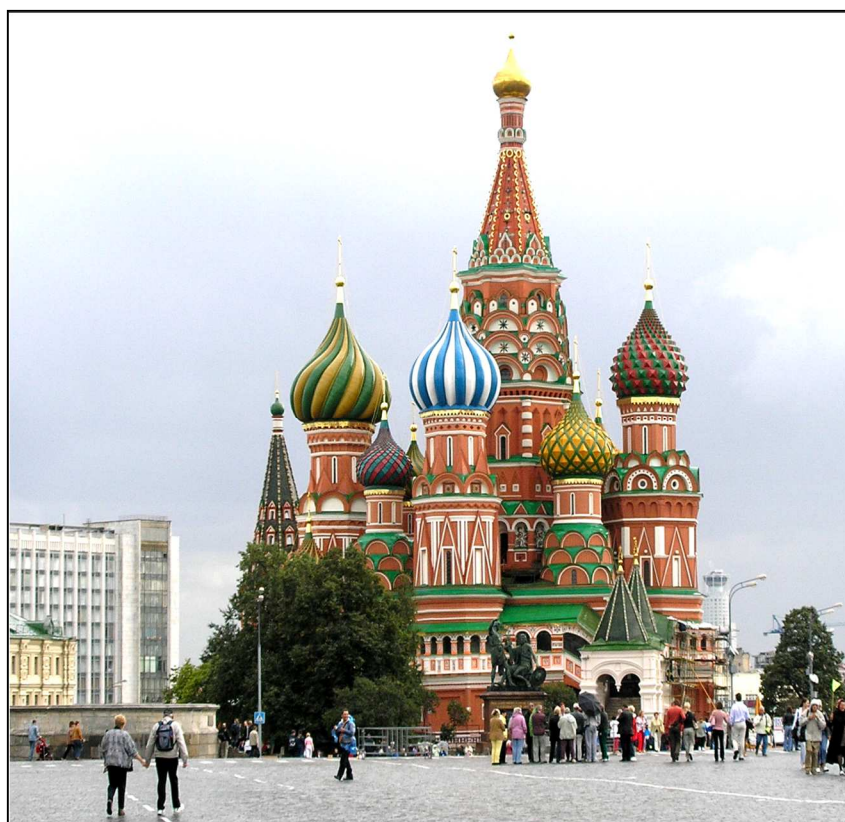
**Рисунок 42. – Ландшафтный каменный дизайн**



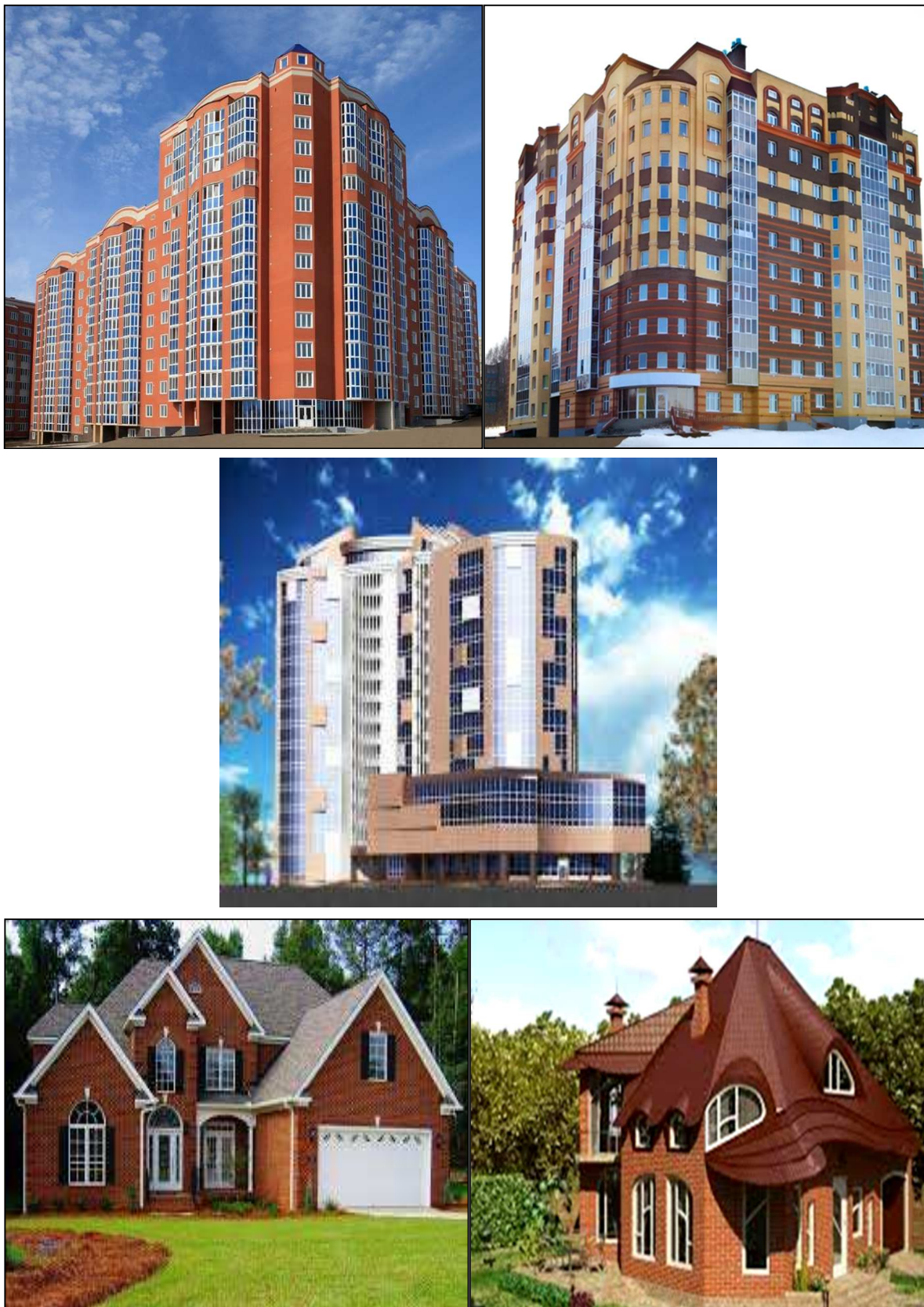
**Рисунок 43. – Древняя кладка из плитнякового керамического кирпича, Болгария**



**Рисунок 44. – Костел Святой Троицы, XVI в., Беларусь**



**Рисунок 45. – Керамический Собор Василия Блаженного, Москва, Россия**



**Рисунок 46. – Керамические стеновые материалы в современном строительстве**

### КИРПИЧ строительный пустотелый

Одинарный М-150 Размер, мм  
Длина 250  
Ширина 120  
Высота 65



Полторный М- Размер, мм  
Длина 250  
Ширина 120  
Высота 88



Двойной М-150 Размер, мм  
Длина 250  
Ширина 120  
Высота 140



### КИРПИЧ строительный поризованный

Двойной М-150 Размер, мм  
Длина 250  
Ширина 120  
Высота 140



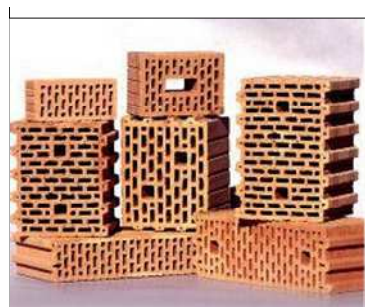
### КИРПИЧ строительный полнотелый

Одинарный М-100 - 200

Размер, мм  
Длина 250  
Ширина 120  
Высота 65



*a*



120 x 500 x 219 мм  
Пустотность – 47%  
Прочность на сжатие - М100  
Водопоглощение – 14%  
Морозостойкость – F50  
Кэф.теплопроводности – 0,24

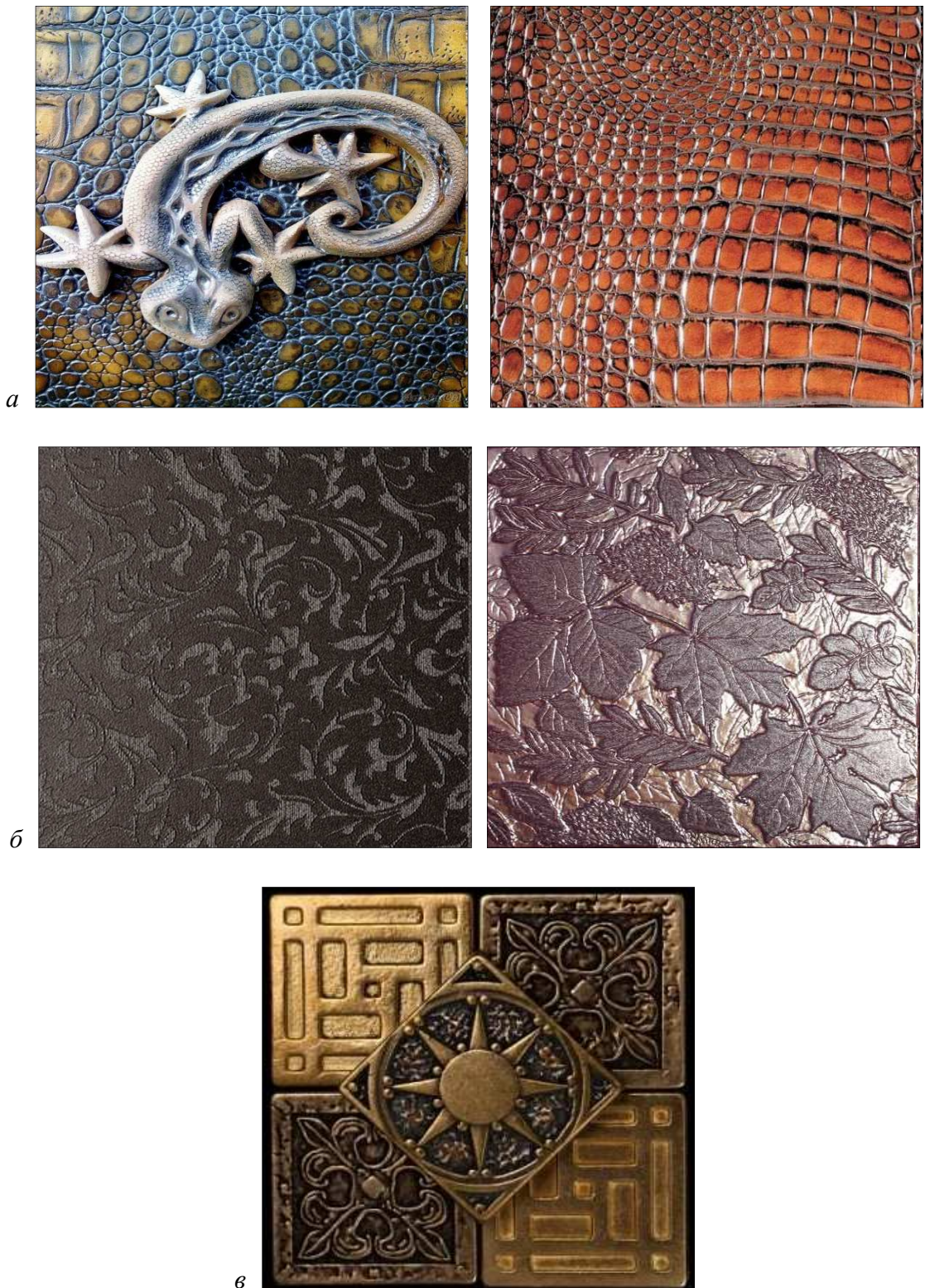


*б*

*a* – кирпичи керамические; *б* – блоки стеновые пустотелые, поризованные (теплая керамика)

Рисунок 47. – Виды керамических стеновых материалов



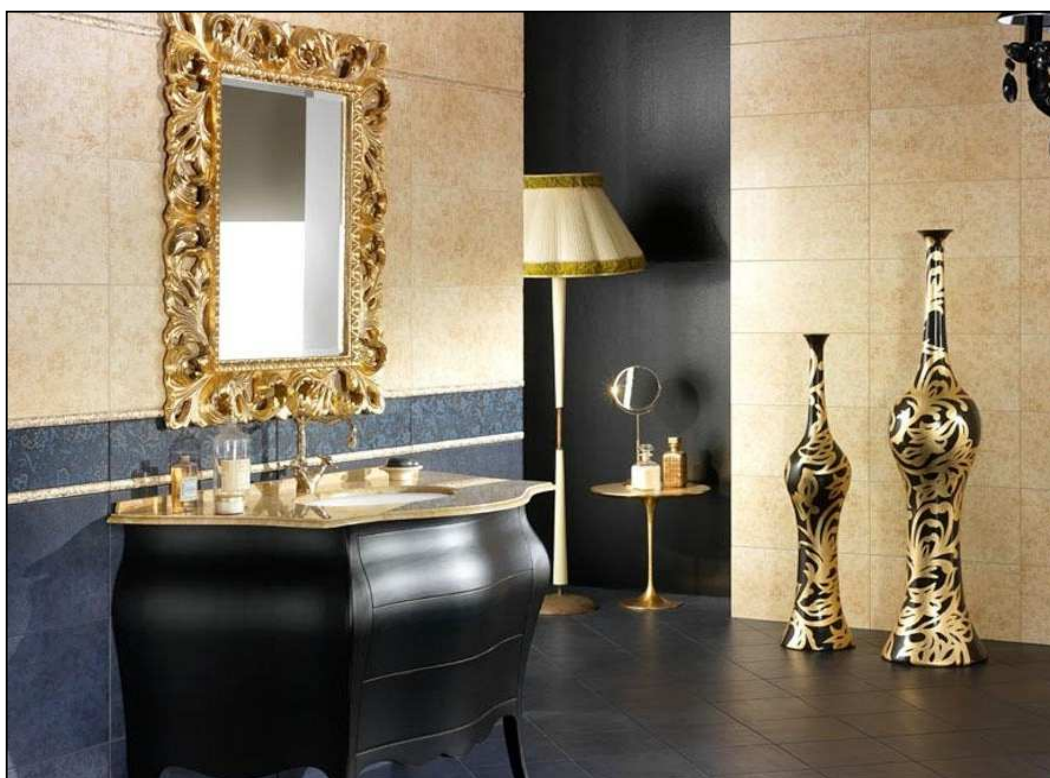
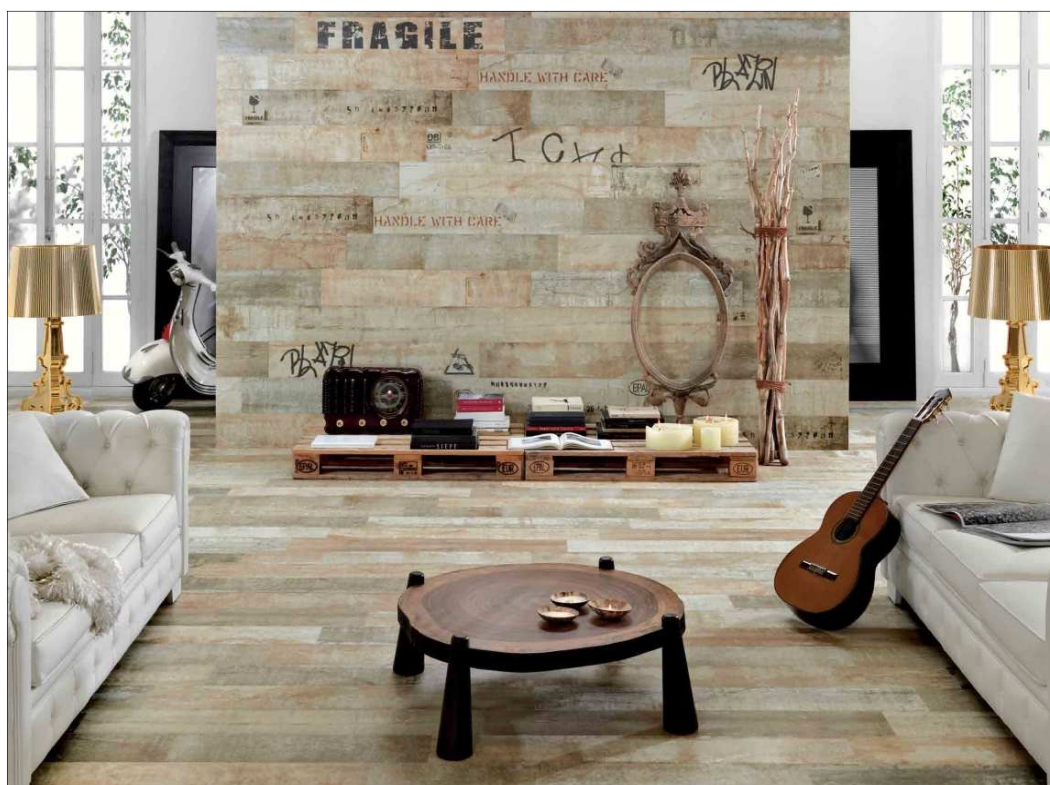


*a* – под кожу; *б* – под ткань; *в* – металлизированная;  
*г* – под кирпич; *д* – под камень; *е* – под дерево

**Рисунок 48. – Виды декоративной керамической плитки (начало)**



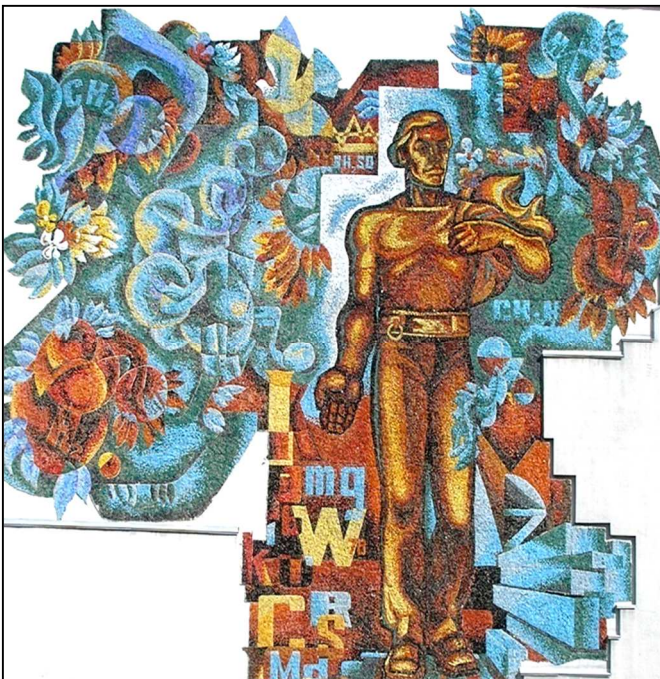
**Рисунок 48. – Виды декоративной керамической плитки  
(окончание, начало – с. 161)**



**Рисунок 49. – Керамика в интерьере**



*а*



*б*



*в*

*а* – керамическое панно; *б* – настенная мозаика;  
*в* – черепичная крыша с гербами Австрии и Вены, собор св. Стефана, Вена

Рисунок 50. – Керамика в интерьере и экстерьере



**Рисунок 51. – Керамика в ландшафтном дизайне**



**Рисунок 52. – Парк Гуэль архитектора А. Гауди. Барселона, Испания**



**Рисунок 53. – Штаб-квартира  
департамента здоровья.  
Бильбао, Испания**



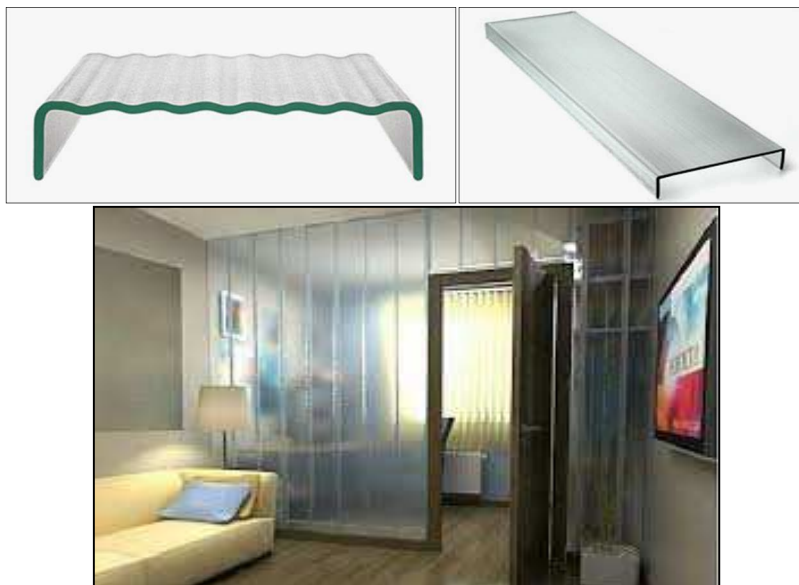
**Рисунок 54. – Национальная библиотека.  
Минск, Беларусь**



**Рисунок 55. – Деловой центр «Москва-Сити» из стекла и металла, Россия**



Рисунок 56. – Виды и применение стеклблоков



**Рисунок 57. – Применение стеклопрофилита**



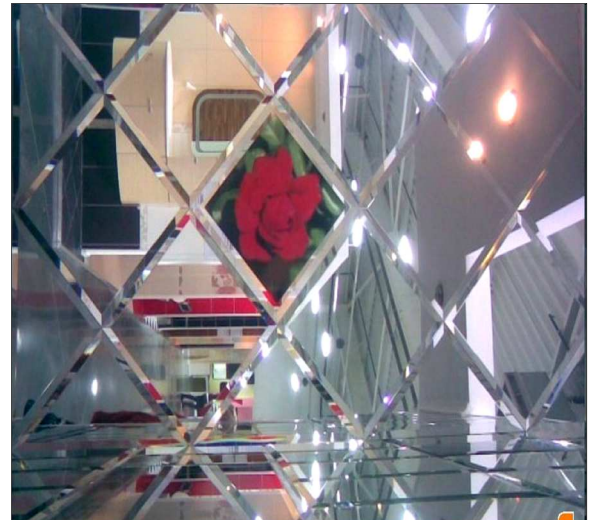
***a* – деревянный; *б* – пластиковый; *в* – витражный**

**Рисунок 58. – Стеклопакеты**





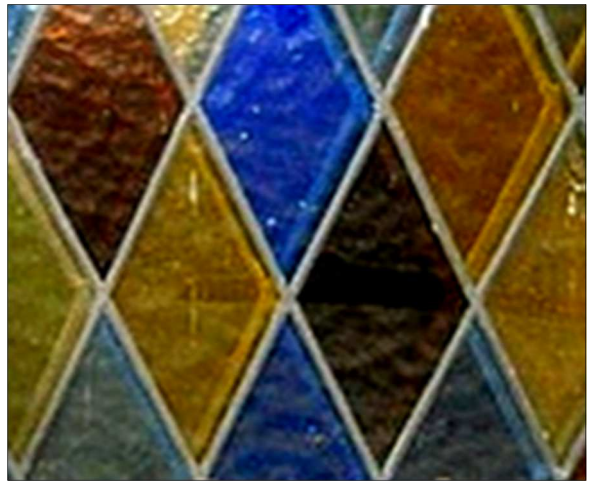
*a*



*б*



*в*



*г*



*д*

*a* – облицовочная плитка; *б* – зеркальная плитка; *в* – листовой стемалит;  
*г* – плитный марблит; *д* – мозаика

**Рисунок 59. – Отделочные стеклянные материалы**



*a*



*б*

**Рисунок 60. – Применение листового декоративного стекла для выполнения потолков (*a*) и 3D-панели из стекла для отделки стен (*б*)**

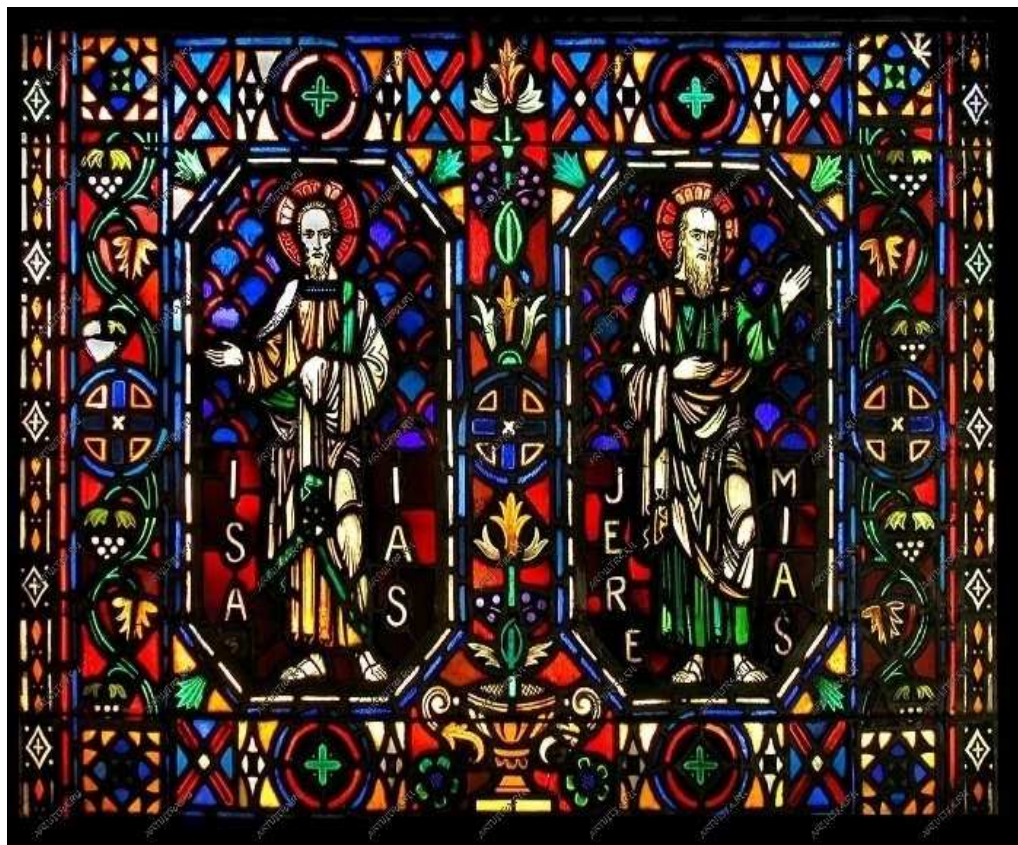


Рисунок 61. – Классический витраж. Храм Св. Витта, Прага, Чехия



Рисунок 62. – Витражи Шагала (технология Тиффани),  
Кафедральный собор. Цюрих, Швейцария



*a*



*б*



*в*



*г*



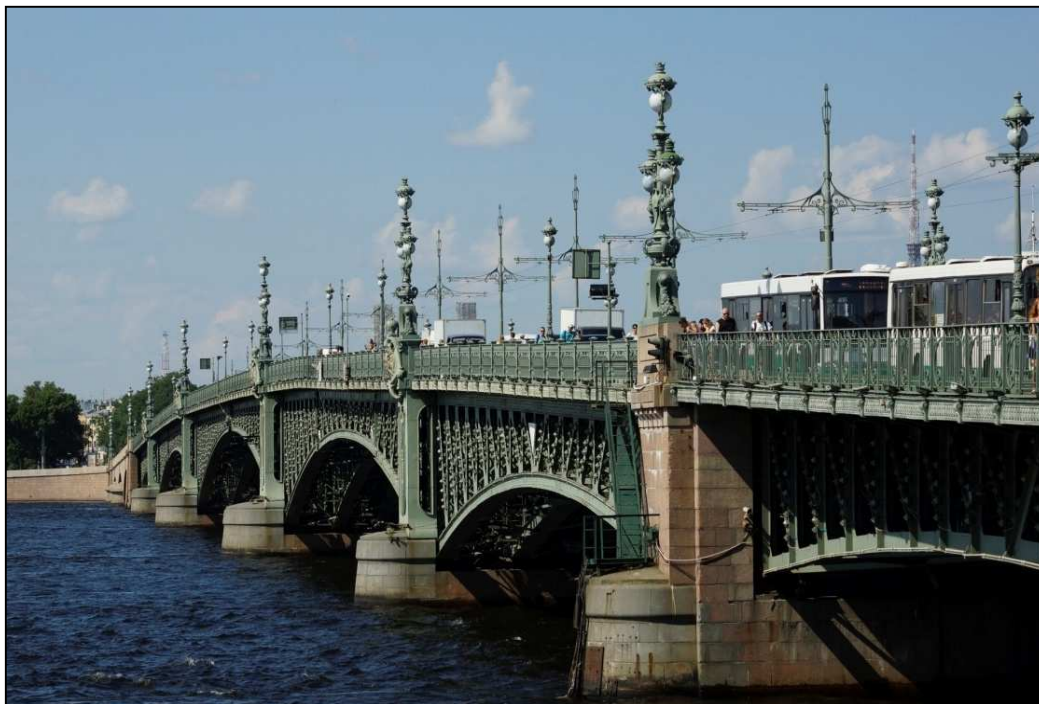
*д*



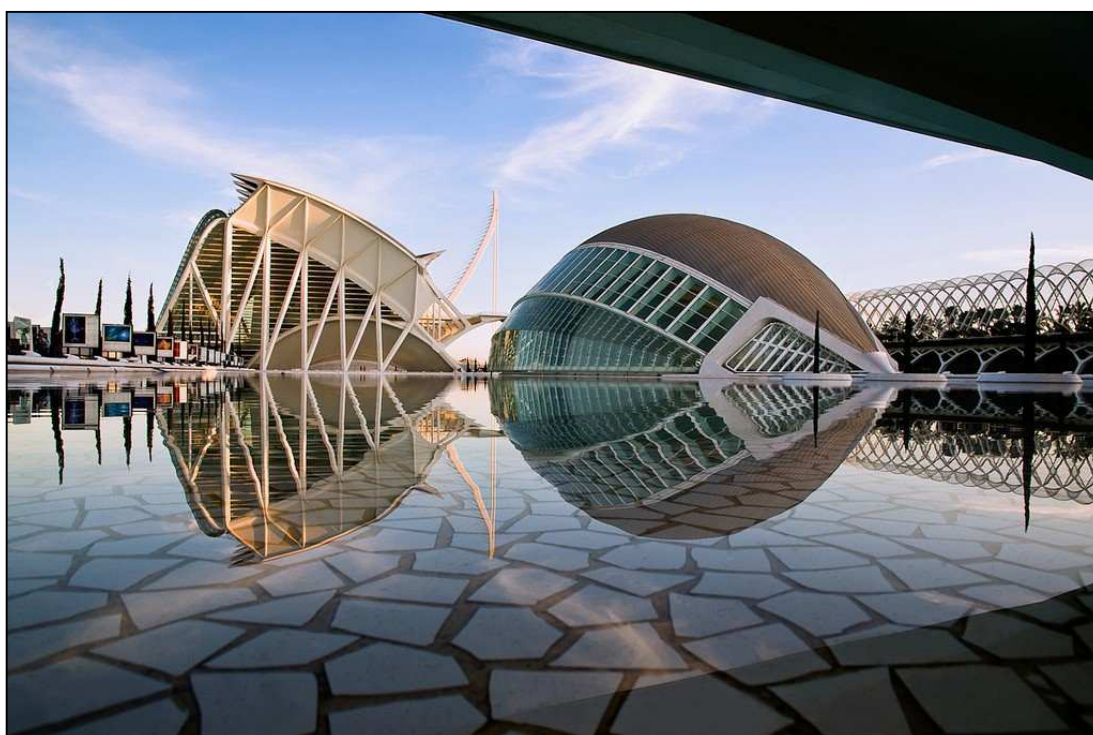
*е*

*a* – заливной; *б* – пленочный; *в* – пескоструйный; *г* – фьюзинг;  
*д* – роспись по стеклу; *е* – фотопечать на стекле (скинали)

**Рисунок 63. – Виды витражей**



**Рисунок 64. – Металлический Троицкий мост.  
Санкт-Петербург, Россия**



**Рисунок 65. – Город науки и искусств из металла и стекла.  
Валенсия, Испания**



**Рисунок 66. – Атомиум – стальная конструкция эксплуатируемых 9 сфер диаметром 18 м, соединенных эскалаторами и коридорам**



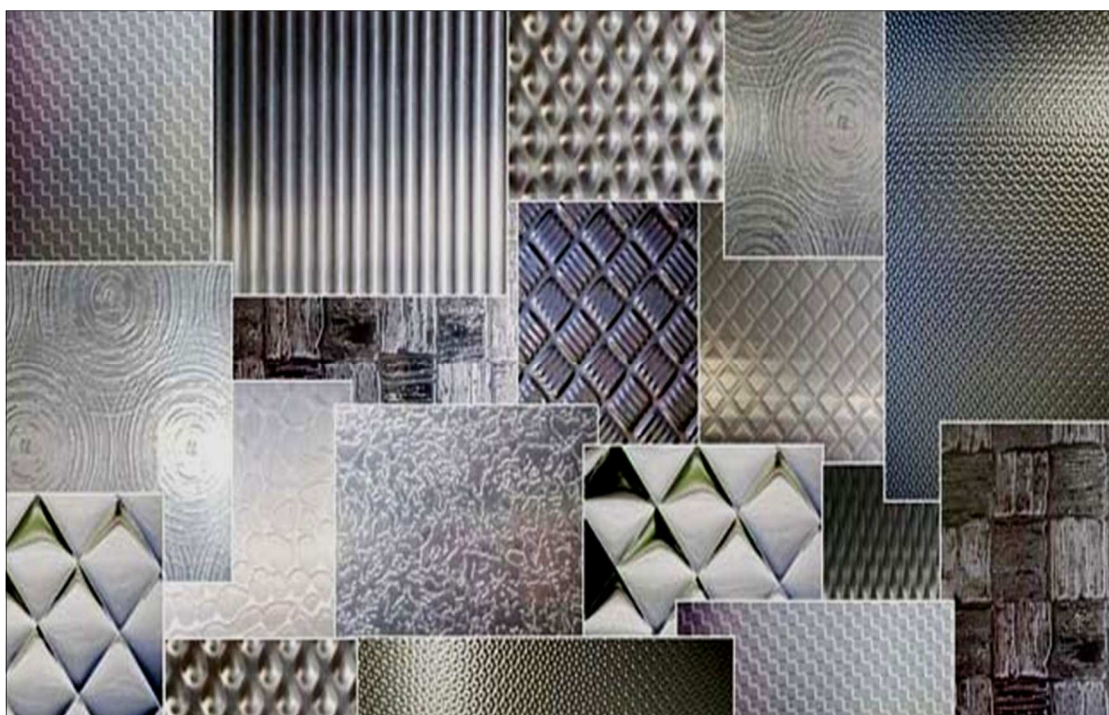
**Рисунок 67. – Зонирующие металлические патированные конструкции. Музей Гуггенхайма. Бильбао, Испания**



**Рисунок 68. – Металлические внутренние лестницы и перегородки**



**Рисунок 69. – Металлические потолки**



**Рисунок 70. – Декоративная отделочная листовая сталь: зеркальная нержавейка, шлифованная, текстурированная, обработанная (оксидирование, травление, напыление)**



**Рисунок 71. – Металлический декор:  
чеканка, эмаль по металлу, скульптура «Зубр»  
из типографского металлического шрифта. Национальная библиотека. Беларусь**



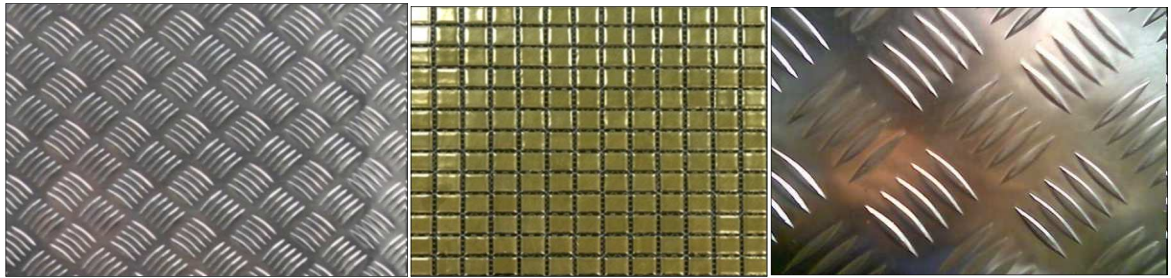


*a*



*б*

**Рисунок 72. – Применение металлических 3D-панелей (*a*) и металлизированных обоев (*б*) для отделки стен**



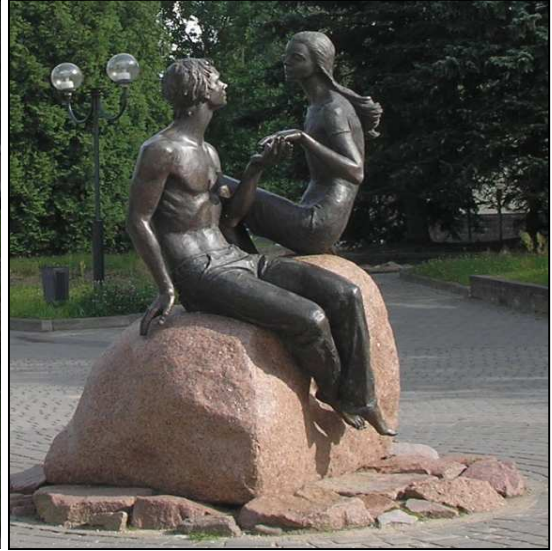
**Рисунок 73. – Металлическая плитка для покрытия пола**



**Рисунок 74. – Отделка здания из титановых пластин.  
Музей Гуггенхайма, Бильбао, Испания**



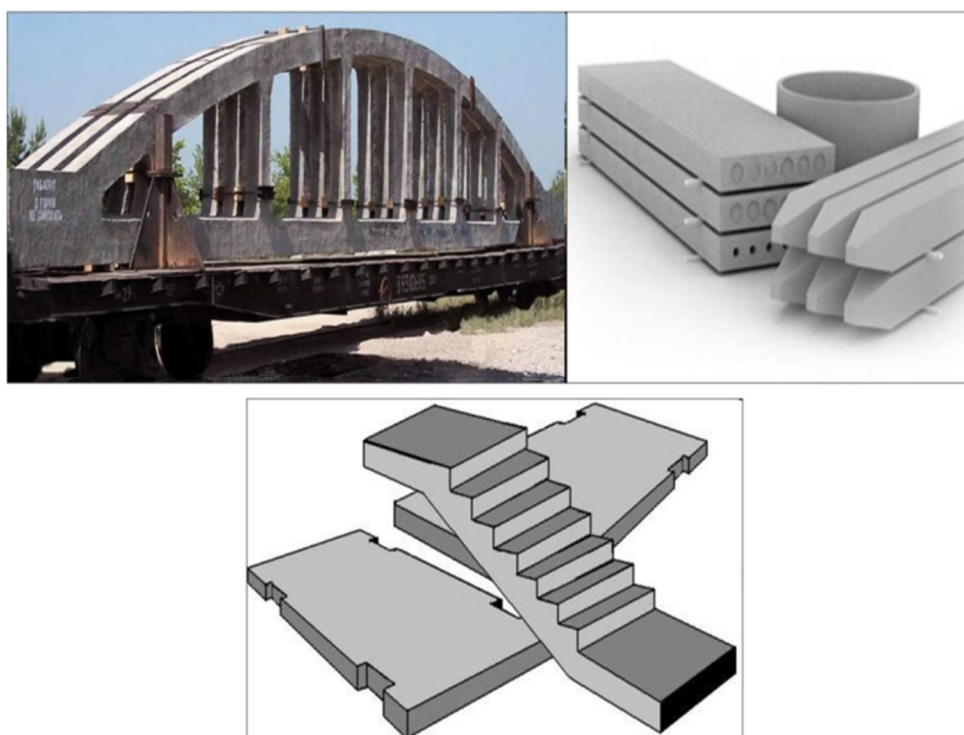
**Рисунок 75. – Металлический сайдинг для отделки фасадов**



**Рисунок 76. – Применение металла в ландшафтном дизайне**



**Рисунок 77. – Применение силикатных стеновых материалов**



**Рисунок 78. – Сборные железобетонные изделия и конструкции**

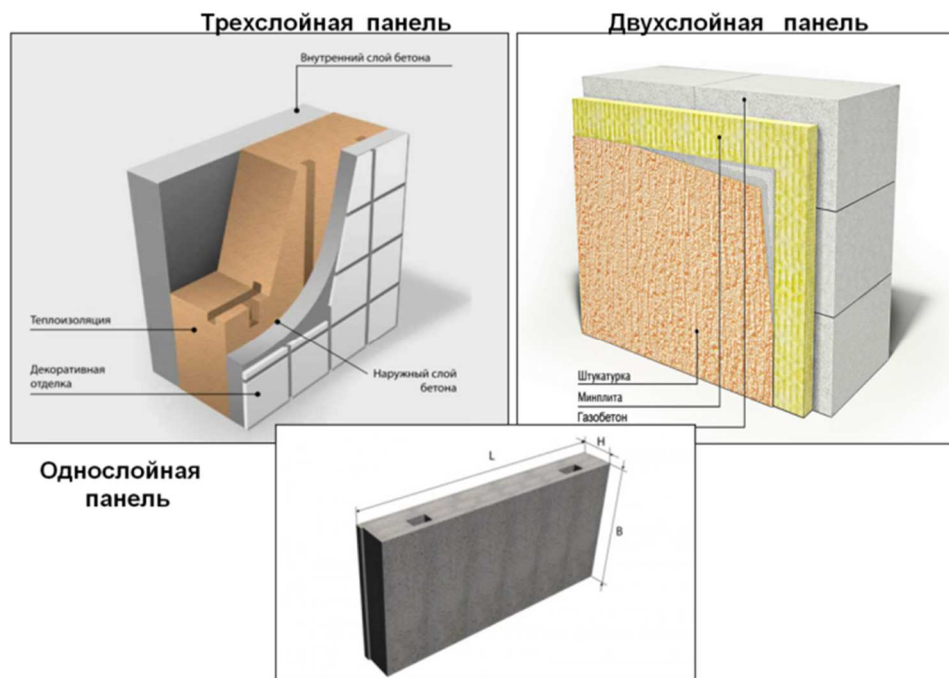
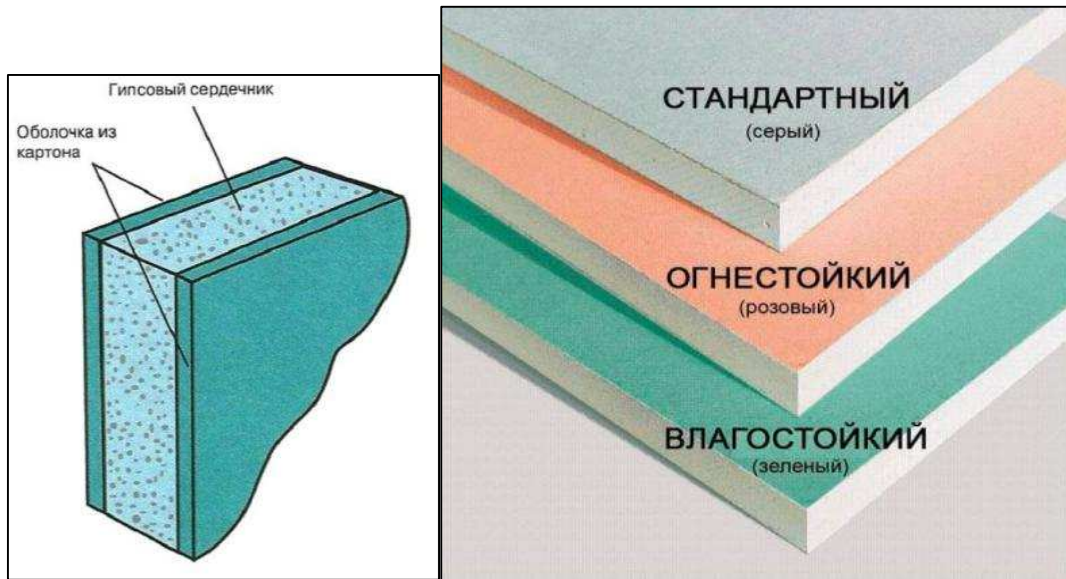


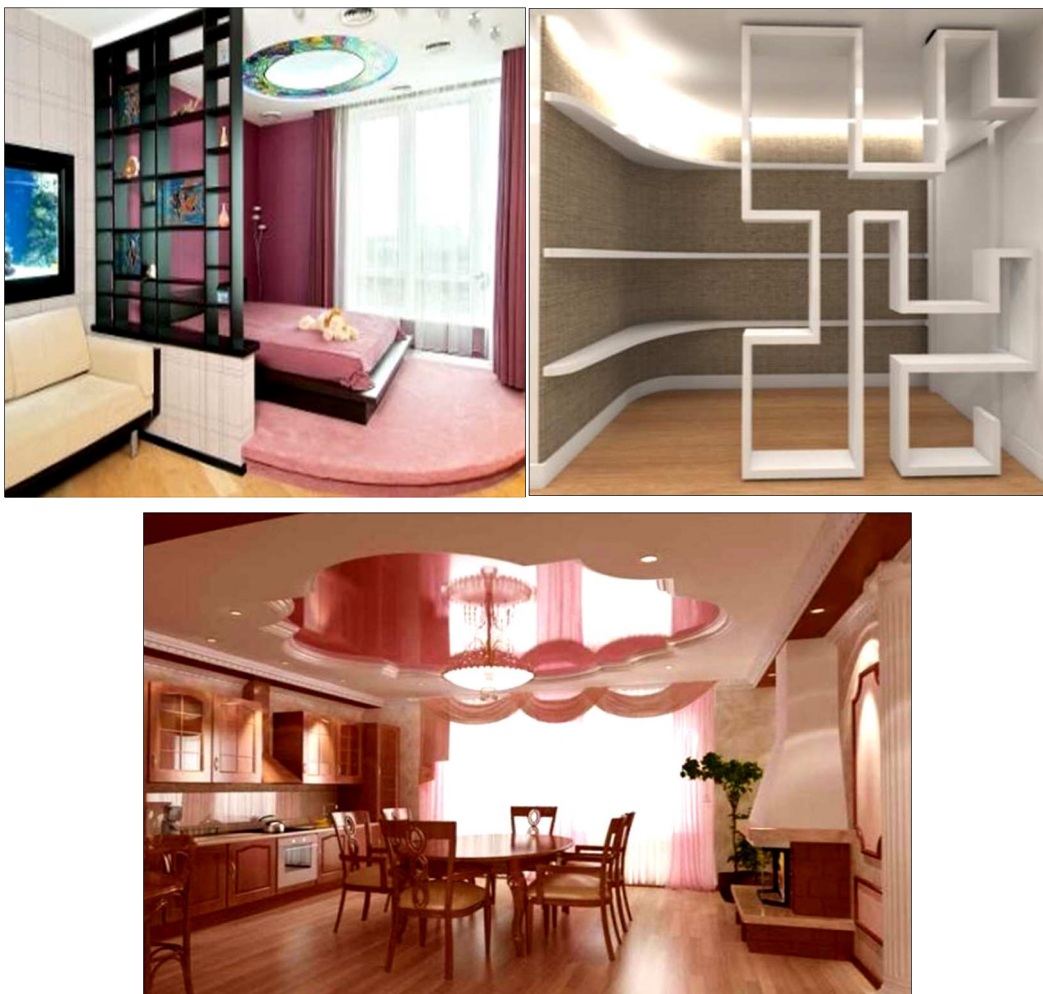
Рисунок 79. – Виды стеновых панелей



Рисунок 80. – Сборное строительство крупнопанельного дома



**Рисунок 81. – Конструкция и виды гипсокартона**



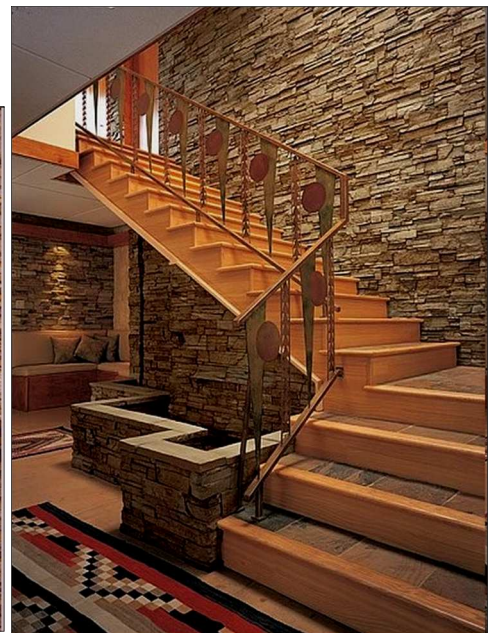
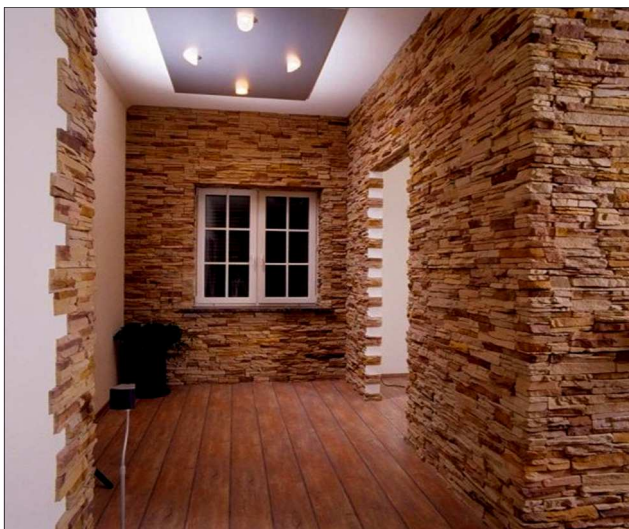
**Рисунок 80. – Перегородки, стелаж-перегородки и потолок из гипсокартона**



**Рисунок 83. – Гипсовые 3D-панели**

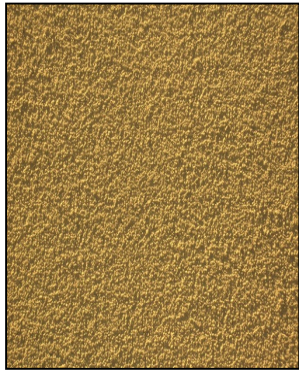


**Рисунок 84. – Декоративный гипсовый камень**



**Рисунок 85. – Применение гипсового камня в интерьере**

Барашек



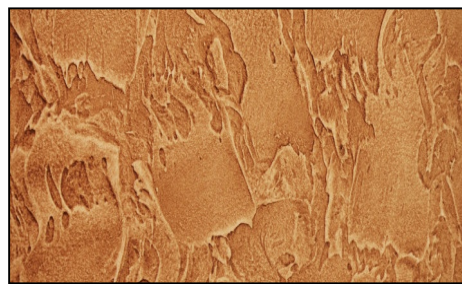
Шуба



Короед



*а*



*б*

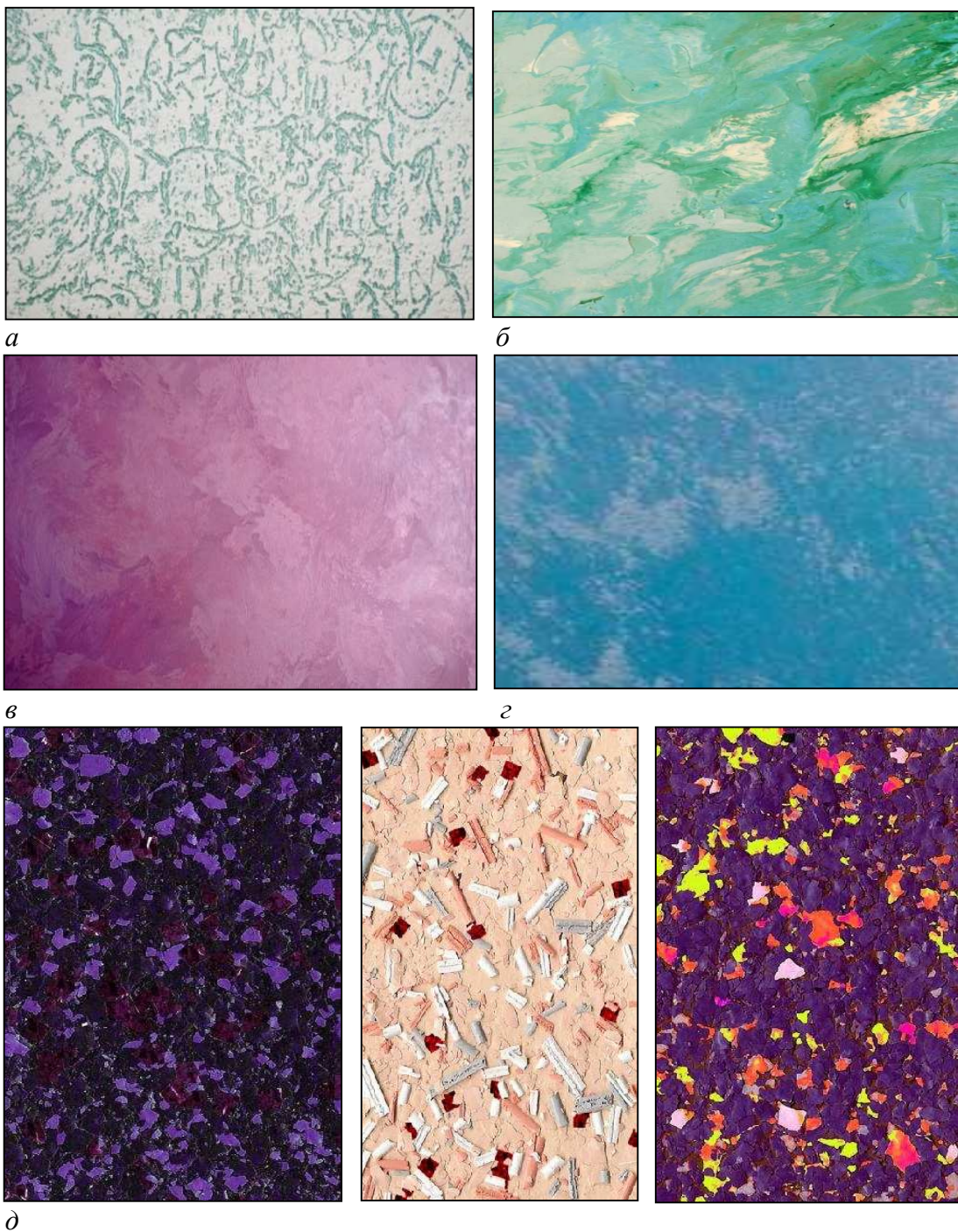


*в*

*а* – фактурная; *б* – структурная; *в* – венецианская

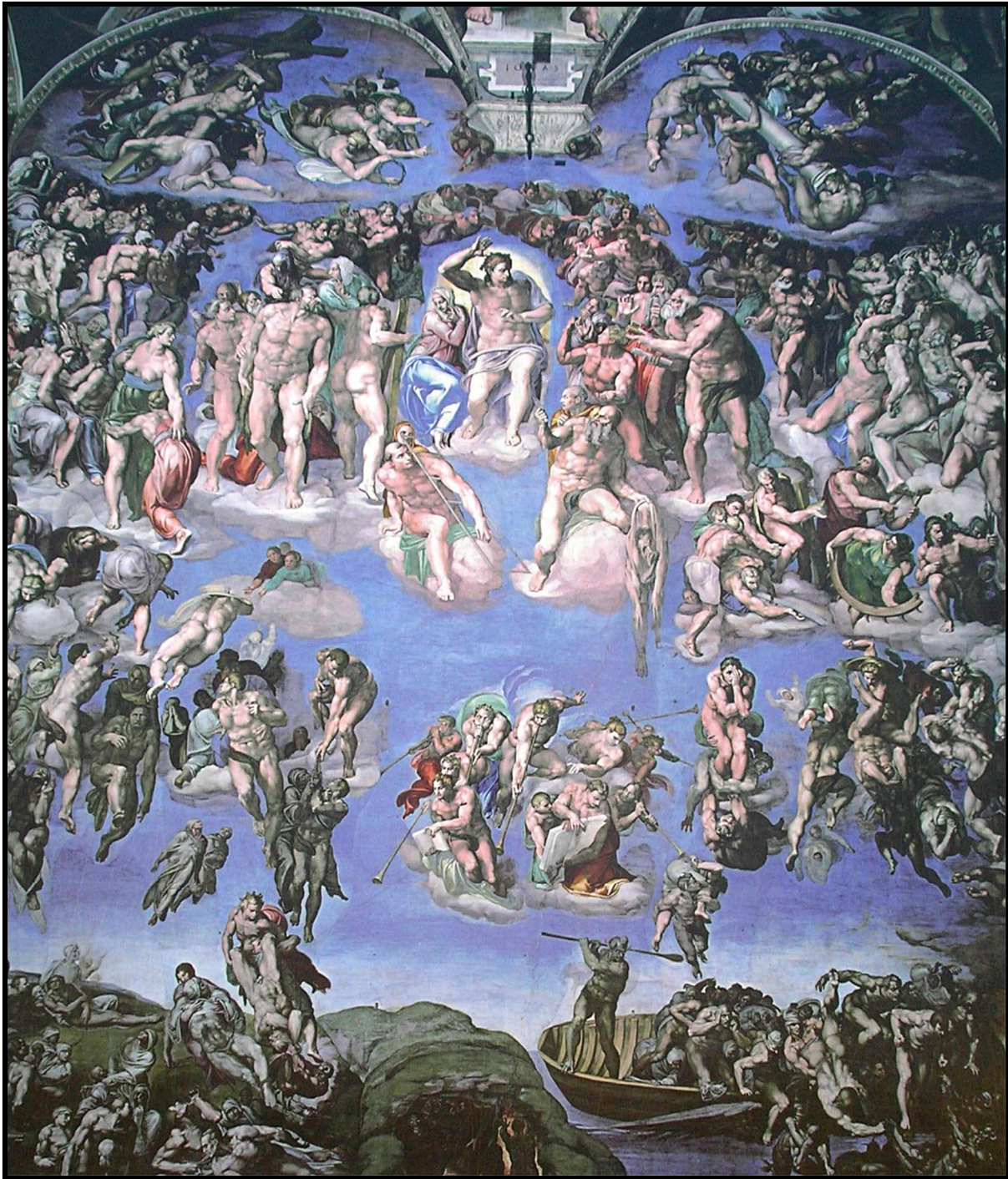
**Рисунок 86. – Виды декоративных минеральных штукатурок**





***a* – роллерная; *б* – латекс-пластик; *в* – «Мокрый шелк»;  
*г* – «Морской бриз»; *д* – флоковые покрытия**

**Рисунок 87. – Специальные виды декоративных штукатурок**



*a*

*a* – Сикстинская капелла (настенная роспись); *б* – настенная роспись;  
*в* – роспись потолка

**Рисунок 88. – Применение минеральных красочных составов.  
Музеи Ватикана. Рим (начало)**



б

**Рисунок 88. – Применение минеральных красочных составов.  
Музеи Ватикана. Рим (продолжение, начало – см. с. 186)**



6

Рисунок 88. – Применение минеральных красочных составов.  
Музеи Ватикана. Рим (окончание, начало – см. с. 186)



*a*



*б*

*a* – сграффито (Прага); *б, г* – мозаика (*б* – Вена, *г* – Барселона);  
*в* – окраска (Вена)

Рисунок 89. – Отделка фасадов (начало)



6



2

Рисунок 89. – Отделка фасадов (окончание, начало – с. 189)



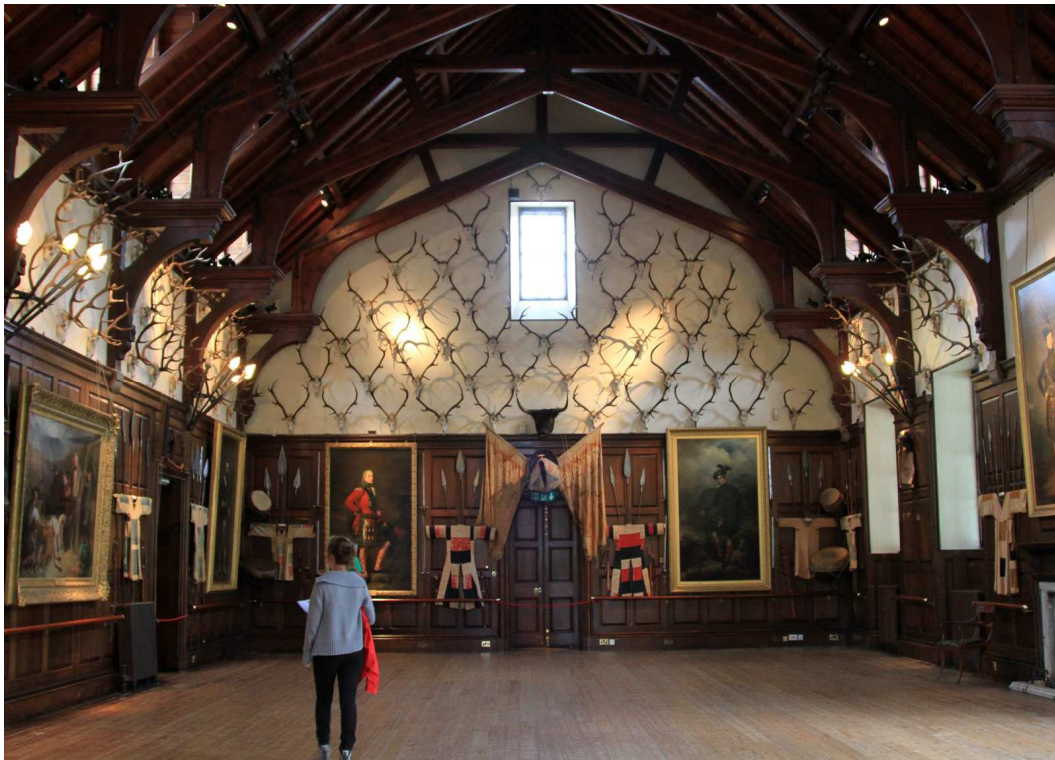
**Рисунок 90. – Летний сад. Санкт-Петербург, Россия**



**Рисунок 91. – Большой фонтан. Петродворец, Россия**



**Рисунок 92. – Арочная конструкция стеклометаллического потолка, Национальный музей. Эдинбург, Шотландия**

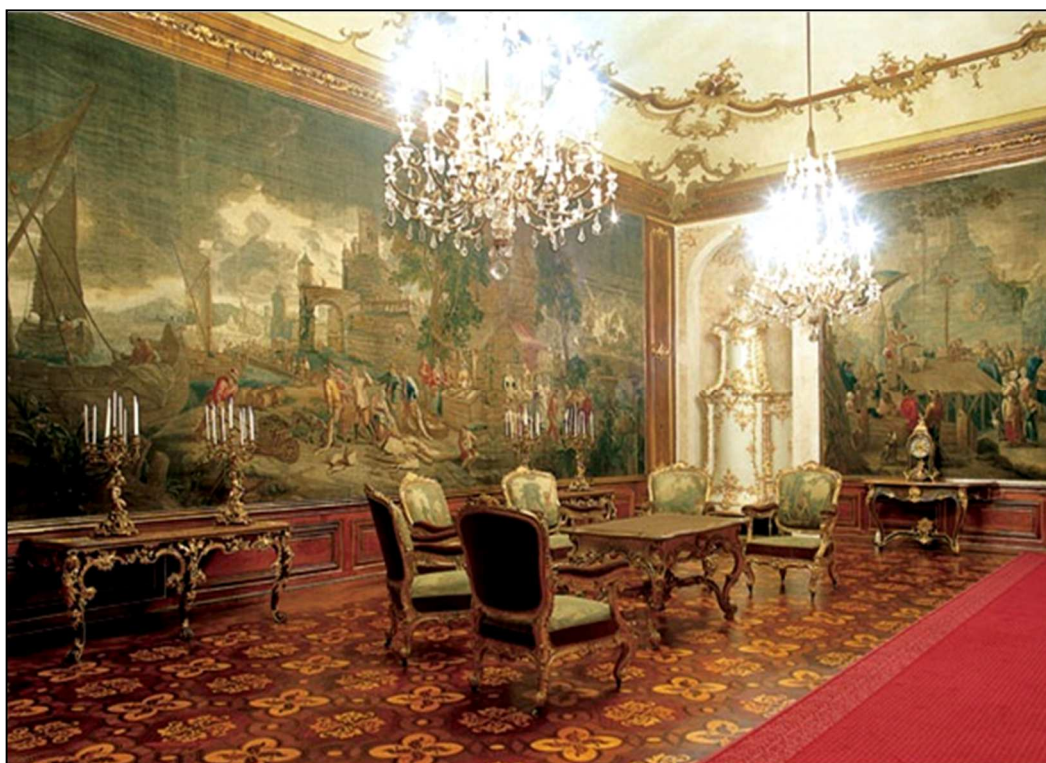


**Рисунок 93. – Балочный деревянный потолок. Замок Блэр, Шотландия**





**Рисунок 94. – Эко стиль. Дворец Шенбрунн, Вена**



**Рисунок 95. – Классический стиль. Дворец Шенбрунн, Вена**



**Рисунок 96. – Английский стиль. Замок Блэр, Шотландия**



**Рисунок 97. – Белорусский стиль**



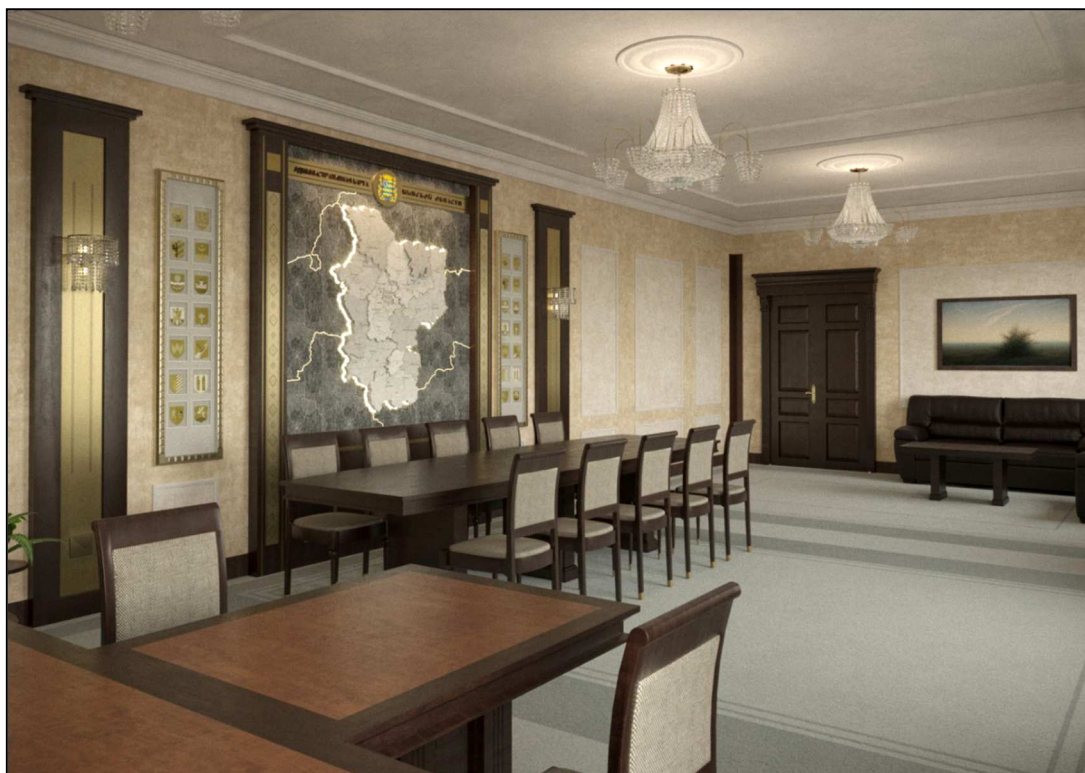
**Рисунок 98. – Современный интерьер кафе белорусской кухни.  
Минск, Беларусь**



**Рисунок 99. – Современный стиль арт-деко.  
Интерьер бара «На костях», Швейцария**



**Рисунок 100. – Стиль интерьера – минимализм.  
Здание Бизнес-центра (DominionTower). Архитектор Захи Хадид.  
Москва, Россия**



**Рисунок 101. – Офисное помещение в стиле ампир**

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аронов, В.Р. Художник и предметное творчество. Проблемы взаимодействия материальной и художественной культуры XX века / В.Р. Аронов. – М. : Сов. художник, 1987. – 232 с.
2. Байер, В.Е. Материаловедение для архитекторов, реставраторов, дизайнеров : учеб. пособие / В.Е. Байер. – М. : Астрель : АСТ : Транзит книга, 2005. – 250 с.
3. Киреева, Ю.И. Строительные материалы : учеб. пособие / Ю.И. Киреева. – Минск : Новое знание, 2006. – 400 с.
4. Киреева, Ю.И. Строительное материаловедение для заочного обучения : учеб. пособие / Ю.И. Киреева, О.В. Лазаренко. – Минск : Новое знание, 2008. – 360 с.
5. Котельников, Н.П. Архитектурно-дизайнерское материаловедение : учеб.-метод. пособие / Н.П. Котельников. – Тольятти : ТТУ, 2011. – 100 с.
6. Лукьяненко, В.Г. Ганза в контексте регенерации Верхнего замка в Полоцке [Электронный ресурс] / В.Г. Лукьяненко, Р.М. Платонова // Архитектурно-строительный комплекс: проблемы, перспективы, инновации : электрон. сб. ст. II междунар. науч. конф., Новополоцк, 28–29 нояб. 2019 г. / Полоц. гос. ун-т ; под. ред. Л.М. Парфеновой. – Новополоцк, 2020. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
7. Попенко, Н.И. Материаловедение для дизайнеров : учеб. пособие / Н.И. Попенко. – М. : МИЭТ, 2009. – 136 с. : ил.

**ДЛЯ ЗАМЕТОК**

**ДЛЯ ЗАМЕТОК**

*Учебное издание*

КИРЕЕВА Юлия Иосифовна  
ЛУКЪЯНЕНКО Виктор Григорьевич

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ  
В ДИЗАЙНЕ**

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь  
в качестве учебного пособия  
для студентов учреждений высшего образования  
по специальности «Дизайн (по направлениям)»*

Редактор *Т. А. Дарьянова*  
Дизайн обложки *Е. М. Гулевич*

---

Подписано в печать 11.08.2021. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.  
Ризография. Усл. печ. л. 11,60. Уч.-изд. л. 12,94. Тираж 30 экз. Заказ 535.

---

Издатель и полиграфическое исполнение –  
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

Свидетельство о государственной регистрации  
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/305 от 22.04.2014.

Ул. Блохина, 29, 211440, г. Новополоцк.