

А. А. Суслов, А. М. Усачев, В. Я. Мищенко,  
В. Н. Баринов

**ТЕХНОЛОГИЯ СТЕНОВЫХ, ОТДЕЛОЧНЫХ,  
КРОВЕЛЬНО-ГИДРОИЗОЛЯЦИОННО-  
ГЕРМЕТИЗИРУЮЩИХ  
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ**

Рекомендовано Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего профессионального образования «Московский государственный строительный университет» (МГСУ) в качестве учебного пособия для студентов ВПО, обучающихся по программе бакалавриата по направлению подготовки 270800 «Строительство» (профиль «Производство и применение строительных материалов, изделий и конструкций»)



Издательство АСВ  
Москва  
2013

УДК 691:699.86(075)  
ББК 30.3я7  
С904

**Рецензенты:**

заведующий кафедрой «Технология бетонов, керамики и вяжущих» ФГБОУ ВПО Пензенского государственного университета архитектуры и строительства, доктор технических наук, профессор *В.И. Калашиников*; профессор, кандидат технических наук *Б.Ф. Ширишков*; профессор кафедры городского строительства и хозяйства Белгородского государственного технического университета *В.Г. Шухова М.М. Косухин*.

С904 **Суслов А.А., Усачев А.М., Мищенко В.Я., Баринов В.Н.**  
**ТЕХНОЛОГИЯ СТЕНОВЫХ, ОТДЕЛОЧНЫХ, КРОВЕЛЬНО-ГИДРО-**  
**ИЗОЛЯЦИОННО-ГЕРМЕТИЗИРУЮЩИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕ-**  
**РИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ. Учебное пособие. – М: Издательство АСВ,**  
**2013. — 288 с.**

**ISBN 978-5-93093-916-3**

Лабораторный практикум состоит из трех частей: «Технология стеновых строительных материалов и изделий», «Технология отделочных строительных материалов и изделий», «Технология кровельно-гидроизоляционных и герметизирующих строительных материалов и изделий» — и практически полностью охватывает основные разделы дисциплины «Технология изоляционных строительных материалов и изделий». Особое внимание в пособии уделено изучению структуры, свойств современных материалов и технологии их изготовления.

В приложениях приводится дополнительная справочная информация о современных стеновых, отделочных, кровельных материалах и технологии строительных работ. Предназначено для студентов, обучающихся по направлению «Строительство».

**Александр Александрович Суслов, Александр Михайлович Усачев,**  
**Валерий Яковлевич Мищенко, В\_\_\_\_\_ Н\_\_\_\_\_ Баринов**

**ТЕХНОЛОГИЯ СТЕНОВЫХ, ОТДЕЛОЧНЫХ,**  
**КРОВЕЛЬНО-ГИДРОИЗОЛЯЦИОННО-ГЕРМЕТИЗИРУЮЩИХ**  
**СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ**

Редакторы *Н.Н. Лантюхова, Т.А. Литвинова*  
Компьютерная верстка *Е.М. Лютова*  
Дизайн обложки *Н.С. Романова*

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98. Формат 60x90/16. Бумага офс. Гарнитура Таймс.  
Печать офсетная. Усл. \_\_\_\_\_ 9,5 п.л. Заказ № \_\_\_\_\_

ООО «Издательство АСВ»  
129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, отдел реализации – оф. 511  
тел., факс: (499)183-56-83, e-mail: [iasv@mgsu.ru](mailto:iasv@mgsu.ru), <http://www.iasv.ru/>

**ISBN 978-5-93093-916-3**

© Издательство АСВ, 2013  
© Суслов А. А., Усачев А. М.,  
Мищенко В. Я., 2013

*Авторы выражают  
глубокую признательность рецензентам  
за ценные замечания, а также за помощь  
в методическом построении  
лабораторного практикума*

# ОГЛАВЛЕНИЕ

## Часть 1. Технология стеновых строительных материалов и изделий .....

*Лабораторная работа № 1.1.* Сравнительная оценка физико-технических свойств керамических и силикатных стеновых изделий .....

*Лабораторная работа № 1.2.* Изучение свойств мелких стеновых блоков из ячеистых бетонов .....

*Лабораторная работа № 1.3.* Влияние активности известково-кремнеземистого вяжущего и дисперсности кремнеземистого компонента на свойства силикатных стеновых изделий .....

## Часть 2. Технология отделочных строительных материалов и изделий .....

*Лабораторная работа № 2.1.* Изучение защитно-эксплуатационных свойств декоративно-отделочных материалов и покрытий .....

*Лабораторная работа № 2.2.* Исследование способов изготовления лицевого керамических изделий .....

*Лабораторная работа № 2.3.* Проектирование шихтового состава керамических плиток различного назначения .....

*Лабораторная работа № 2.4.* Проектирование состава декоративного бетона (раствора) .....

*Лабораторная работа № 2.5.* Изучение влияния рецептурно-технологических факторов на основные свойства отделочных древесно-полимерных изделий .....

*Лабораторная работа № 2.6.* Изучение физико-технических свойств лакокрасочных материалов и покрытий .....

## Часть 3. Технология кровельно-гидроизоляционно-герметизирующих строительных материалов и изделий .....

*Лабораторная работа № 3.1.* Изучение основных свойств окрасочных гидроизоляционных материалов .....

Лабораторная работа № 3.2. Изучение  
основных свойств материалов для оклеечной гидроизоляции .....

Лабораторная работа № 3.3. Изучение  
основных свойств материалов для штукатурной гидроизоляции .....

Лабораторная работа № 3.4. Изучение  
основных свойств объемной гидроизоляции .....

Лабораторная работа № 3.5. Исследование  
физико-механических свойств  
нетвердеющих герметизирующих мастик.....

**Библиографический список .....**

**Приложение 1.** Формы и размеры  
стенowych керамических изделий .....

**Приложение 2.** Формы и размеры  
стенowych силикатных изделий .....

**Приложение 3.** Теплотехнические характеристики  
сплошных (условных) кладок .....

**Приложение 4.** Бланк-алгоритм  
Д-оптимального планирования  
двухфакторного эксперимента .....

**Приложение 5.** Методика определения степени сцепления  
декоративно-отделочных покрытий  
с бетоном .....

**Приложение 6.** Методика определения  
сцепления основного и лицевого слоев  
керамических изделий .....

**Приложение 7.** Бланк-алгоритм  
Д-оптимального планирования  
трехфакторного эксперимента .....

**Приложение 8.** Подбор составов  
декоративного бетона  
по цветовым характеристикам .....

**Приложение 9.** Бланк-алгоритм  
Д-оптимального планирования  
четырёхфакторного эксперимента .....

**Приложение 10.** Современные системы  
утепления и отделки фасадов .....

**Приложение 11.** Современные  
кровельные материалы .....

**Приложение 12.** Герметики и монтажные пены.....

# ЧАСТЬ 1

## ТЕХНОЛОГИЯ

### СТЕНОВЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ

### МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

#### 1.1. КЕРАМИЧЕСКИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Керамические строительные материалы получают в процессе технологической переработки минерального сырья (в основном глинистого), способного при затворении водой образовывать пластичное тесто, которое в высушенном состоянии обладает небольшой прочностью, а после обжига приобретает камнеподобные свойства.

Большую группу керамических изделий составляют стеновые материалы и изделия, которые используются для возведения зданий и сооружений.

##### Классификация

Керамические стеновые материалы и изделия классифицируют по их назначению, выделяя следующие группы:

- *конструкционные материалы* (кирпич пустотелый, полнотелый, камни);
- *конструкционно-отделочные материалы* (лицевой керамический кирпич и камень);
- *изделия специального назначения* (камни для канализационных сооружений, клинкерный кирпич и др.).

##### Сырье

Применяемое в керамической промышленности сырье условно делят на три группы: пластичные материалы, отощающие добавки и плавни.

Основным сырьем для большинства керамических материалов являются глины. Глина — землистая горная порода, состоящая в основном из глинистых минералов: каолинита  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ , монтмориллонита  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 4H_2O$ , иллита (гидро-слюд)  $K_2O \cdot MgO \cdot 4Al_2O_3 \cdot 7SiO_2 \cdot H_2O$  и различных примесей (песчаных, известковых и др.). Все глинообразующие минералы являются водными алюмосиликатами и при затворении водой образуют тесто, способное формоваться.

Отощающие добавки вводят в сырьевую смесь для снижения усадочных деформаций, а также увеличения пластической прочности сырца. В качестве отошителей используют кварцевый песок, шамот, тальк, золы ТЭЦ и гранулированные шлаки.

Плавнями называют добавки, взаимодействующие во время обжига с основной керамической массой и образующие в результате этого более легкоплавкие смеси. В качестве плавней в керамической промышленности применяют стеклобой, нифелин-сиенит, перлит, мел, доломит и др.

### Производство

Несмотря на то, что керамические материалы и изделия различаются большим разнообразием по назначению, форме и физико-механическим свойствам, производство их примерно одинаково и состоит из *следующих основных процессов*: добычи глинистого сырья в карьерах; подготовки формовочной массы; формования изделий из приготовленной массы; сушки отформованных изделий; обжига предварительно высушенных изделий; сортировки и складирования готовых изделий.

Рассмотрим их подробнее.

**Подготовка массы** заключается в обогащении, дроблении, тонком измельчении сырьевых материалов, увлажнении и перемешивании массы.

Различают четыре способа подготовки керамической формовочной массы:

– *пластический способ* широко применяется при использовании глин с повышенной влажностью (18...26 %) и хорошо размокаемых в воде. Формуют изделия методом экструзии. Таким способом получают обыкновенный кирпич, пустотелые изделия, черепицу, трубы и др.;

– *полусухой способ* применяется при плотной структуре глинистого сырья и низкой исходной влажности (8...12 %). Из полусухих порошкообразных масс изделия формуют на прессах высокого давления (10...30 МПа и более). Изделия, прессованные из порошков, обладают в сырце большой прочностью и точностью геометрических размеров, а также характеризуются низкой усадкой при сушке и обжиге. Из порошкообразных масс изготавливают обыкновенный и пустотелый кирпич, керамические камни и плитки;

– *шликерный способ* применяют в тех случаях, когда необходимо достичь особо тщательного смешивания исходных сырьевых

компонентов при их увлажнении 35...50 %. Шликерная массоподготовка применяется при изготовлении сложных по конфигурации и тонкостенных изделий методом литья в гипсовые формы (производство санитарно-технических изделий, декоративной, химически стойкой керамики и др.);

– *комбинированный способ* включает шликерную массоподготовку и полусухое прессование изделий из пресс-порошка влажностью 6...8 %, полученного из шликера путем высушивания его в башенных распылительных сушилках или атомизаторах. Данный способ широко используется при производстве различных видов и назначений керамических плиток из многокомпонентных сырьевых смесей.

Процесс сушки представляет собой комплекс явлений, связанных с испарением влаги с поверхности изделия, перемещением влаги из его внутренней части к поверхности и теплообменом между материалом и окружающей средой. Длительность сушки во многом зависит от скорости перемещения влаги в изделиях от внутренних к наружным слоям, которая определяется размером капилляров и вязкостью воды.

Существуют *два способа сушки*: естественная и искусственная. Раньше сырец сушили преимущественно в естественных условиях (в сушильных сараях). Естественная сушка, хотя и не требует энергетических затрат, но в значительной степени зависит от температуры, влажности, подвижности наружного воздуха и климатических условий района и поэтому длится в течение 10...15 суток. Поскольку естественная сушка характеризуется сезонным циклом производства, в настоящее время даже на небольших предприятиях применяют искусственную сушку в сушилках периодического и непрерывного действия. В качестве теплоносителя используют дымовые газы обжиговых печей или горячий воздух из калориферов. Дополнительные расходы на искусственную сушку изделий полностью окупаются за счет сокращения производственного цикла, когда срок сушки изделий в искусственных сушилках не превышает 70 часов (а в большинстве случаев он значительно меньше).

Обжиг изделий — важнейший и завершающий процесс в производстве керамических изделий. При обжиге сырца образуется искусственный камнеподобный материал, который в отличие от глинистого сырья не размокает в воде и обладает достаточно высокой прочностью. Это объясняется физико-химическими процесса-



ми, происходящими в глинистом сырье под влиянием высоких температур. При нагреве высушенных изделий до  $110^{\circ}\text{C}$  удаляется свободная вода, и керамическая масса становится непластичной. С повышением температуры до  $500\text{--}700^{\circ}\text{C}$  происходит выгорание органических примесей и удаление химически связанной воды, причем глинистые минералы разрушаются и глина переходит в аморфное состояние. Дальнейшее повышение температуры обжига приводит к расплавлению части материала, в результате чего происходит спекание массы и образование керамического черепка. Этому процессу соответствует температура  $800\text{--}1000^{\circ}\text{C}$  для легкоплавких глин и  $1100\text{--}1200^{\circ}\text{C}$  для тугоплавких. Температурный режим и длительность обжига зависят от состава шихты. При повышении температуры обжига получают изделия с большей механической прочностью, однако чрезмерное повышение температуры может вызвать деформацию изделий.

Производство

После обжига изделия охлаждают. Охлаждение весьма ответственный процесс: недопустим резкий перепад температур и доступ холодного воздуха, так как это влечет за собой образование трещин. В начальной стадии температуру снижают медленно, и лишь после достижения  $650^{\circ}\text{C}$  процесс охлаждения можно интенсифицировать.

Сортировка и складирование керамических изделий. После выгрузки из печи керамические изделия сортируют. *Качество изделий* устанавливают по степени обжига, внешнему виду, форме, размерам, а также по наличию в них различных дефектов. *По степени обжига* они могут быть разделены на изделия нормального обжига, недожог и пережог. *Сортность изделий* устанавливают по внешнему виду, форме, размерам, наличию дефектов и физико-механическим показателям в соответствии с требованиями [32]. После сортировки изделия направляют на склад, где хранят до отправки на строительные объекты.

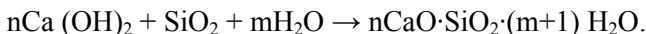
## 1.2. СИЛИКАТНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Наряду с керамическими материалами для возведения стен широко используются и силикатные строительные материалы. Производство силикатных строительных материалов базируется на гидротермальном синтезе гидросиликатов кальция, который осуще-

Силикатные  
бетоны

ствляется в автоклаве в среде насыщенного водяного пара при давлении 0,8...1,6 МПа и температуре 175...200 °С.

*Силикатные автоклавные материалы* — это бесцементные материалы и изделия (силикатные бетоны, силикатный кирпич, камни, блоки), приготовленные из сырьевой смеси, содержащей известь (гашенную или молотую негашеную), кварцевый песок и воду, которые образуют в процессе автоклавной обработки гидросиликаты кальция:



В условиях автоклавной обработки можно получить различные гидросиликаты кальция в зависимости от состава исходной смеси:

- тоберморит  $5\text{CaO}\cdot 6\text{SiO}_2\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,
- слабо закристаллизованные гидросиликаты  $(0,8... 1,5)\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot\text{H}_2\text{O}$
- и  $(1,5...2)\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot\text{H}_2\text{O}$ .

В высокоизвестковых смесях синтезируется гиллебрандит  $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot\text{H}_2\text{O}$ .

Силикатные бетоны, как и цементные, могут быть *тяжелыми* (заполнитель — песок и щебень или песок и песчано-гравийная смесь), *легкими* (пористые заполнители — керамзит, вспученный перлит, аглопорит и др.) и *ячеистыми*.

В силикатном бетоне применяют известково-кремнеземистое вяжущее, в состав которого входят воздушная известь и тонкомолотый кварцевый песок. Взамен песка можно применять золу, молотый доменный шлак. Прочность известково-кремнеземистого вяжущего зависит от активности извести, соотношения  $\text{CaO}/\text{SiO}_2$ , тонкости помола песка и параметров автоклавной обработки (температуры и давления насыщенного пара, длительности автоклавного твердения). Оптимальным будет такое соотношение  $\text{CaO}/\text{SiO}_2$  и такая тонкость измельчения песка, при которых весь  $\text{CaO}$  будет связан в низкоосновные гидросиликаты кальция.

Изготовление силикатных бетонных и железобетонных изделий включает приготовление известково-кремнеземистого вяжущего, приготовление и гомогенизацию силикатобетонной смеси, формование изделий и автоклавную обработку.

*Производство  
бетонных  
камней и блоков*

Использование бетонов различных видов для получения мелкоштучных изделий (камней и блоков) — весьма перспективный путь получения стеновых материалов с различными свойствами. Организация такого производства требует по сравнению с другими материалами относительно небольшие капиталовложения. Производство мелкоштучных изделий из бетона может быть организовано не только на любом заводе стройматериалов, но даже непосредственно на месте строительства. Стеновые камни и блоки с малой средней плотностью (менее  $800 \text{ кг/м}^3$ ) широко используются в многоэтажных домах с железобетонным каркасом для заполнения стеновых проемов.

Технология производства бетонных камней и блоков проста. Для их получения могут быть использованы любые вяжущие (цемент, гипс, известь), твердеющие в естественных условиях, а также при пропаривании или в условиях автоклавной обработки.

В России стандартизовано два типа бетонных камней и мелких блоков:

- из бетонов слитного строения на различных вяжущих и заполнителях (плотных и пористых) [33];
- из ячеистых бетонов (газо- и пенобетонов) [26]<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>Причина выделения изделий из ячеистых бетонов в отдельный стандарт связана со специфичностью таких бетонов и изделий из них.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.1**

### **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КЕРАМИЧЕСКИХ И СИЛИКАТНЫХ СТЕНОВЫХ ИЗДЕЛИЙ**

**1.1.1. Цель работы** — изучение основных свойств керамического и силикатного кирпича и камней с оценкой возможности их использования для различных строительных целей и условий эксплуатации.

**1.1.2. Оборудование, приборы, инструменты и сырьевые материалы:** измерительные металлические линейки; штангенциркули; угольники поверочные; штангенглубиномеры; сушильный электрошкаф; сосуд с решеткой; весы; пластина металлическая или стеклянная размерами 270×150×5 мм; войлок технический или пластина резинотканная толщиной 5...10 мм; приспособление для испытания кирпича на изгиб; тепломеры; термопары; гидравлический пресс; образцы кирпича и камней керамических и силикатных.

### **1.1.3. Краткие теоретические сведения**

#### 1.1.3.1. КЕРАМИЧЕСКИЕ КИРПИЧ И КАМНИ

Керамические кирпич и камни применяются для кладки и облицовки несущих и самонесущих стен и других элементов зданий и сооружений. Полнотелый кирпич применяют также для кладки фундаментов и цоколей стен зданий, наружной части дымовых труб, промышленных и бытовых печей, вентиляционных каналов и других строительных конструкций.

С учетом технических характеристик, установленных [32], не допускается применять пустотелые изделия и кирпич полусухого прессования для наружных стен помещений с влажным режимом без нанесения на внутренние поверхности пароизоляционного покрытия, а также для кладки наружных стен подвалов, цоколей и фундаментов.

Керамические стеновые изделия изготавливают из глинистых и кремнеземистых пород (трепела, диатомита и др.), лёссов и промышленных отходов (углеотходов, зол и др.) с использованием минеральных и органических добавок. Как правило, это легкоплавкое глинистое сырьё с числом пластичности 7...15 и огневой усадкой, не превышающей 5 %.

Керамические стеновые изделия классифицируют следующим образом:

- по назначению различают рядовые (обеспечивающие эксплуатационные характеристики кладки) и лицевые (обеспечивающие эксплуатационные характеристики и декоративные функции материала и кладки) изделия. Лицевые кирпич и камень по виду лицевой поверхности также разделяют на изделия с гладкой и рельефной поверхностью; с поверхностью, офактуренной торкретированием, ангобированием, глазурированием, двухслойным формованием, нанесением полимерного покрытия или иными способами. Лицевые изделия могут быть естественного цвета или объемно-окрашенными;

- по наличию пустот — полнотелые (только кирпич) и пустотелые (кирпич и камень). Пустоты в изделиях могут располагаться перпендикулярно (вертикальные) или параллельно постели (горизонтальные);

- по способу формования — изделия пластического формования (влажность шихты  $W = 18...26\%$ ), жесткого формования (из масс пониженной влажности,  $W = 16...18\%$ ) и полусухого прессования ( $W = 8...12\%$ );

- по размерам и внешнему виду — согласно требованиям [32] (прил. 1);

- по средней плотности изделия подразделяются на классы 0,8 (до 800 кг/м<sup>3</sup>); 1,0 (801...1000 кг/м<sup>3</sup>); 1,2 (1001...1200 кг/м<sup>3</sup>); 1,4 (1201...1400 кг/м<sup>3</sup>) и 2,0 (свыше 1400 кг/м<sup>3</sup>);

- по прочности изделия (кроме крупноформатного камня, кирпича и камня с горизонтальными пустотами) подразделяются на марки М100, М125, М150, М175, М200, М250, М300; крупноформатные камни — М35, М50, М75, М100, М125, М150, М175, М200, М250, М300; кирпич и камень с горизонтальными пустотами — М25, М35, М50, М75 и М100. Марка изделий должна быть не ниже: для пустотелого кирпича и камня (кроме крупноформатного камня) — М100, крупноформатного — М35, полнотелого кирпича

для несущих стен — М125, для самонесущих стен — М100, кирпича, предназначенного для возведения дымовых труб, — М200;

– по *морозостойкости* изделия также делятся на марки F25, F35, F50, F75, F100. Кирпич и камень в зависимости от марки по морозостойкости в насыщенном водой состоянии должны выдерживать без каких-либо видимых признаков повреждений или разрушений (растрескивание, шелушение, выкрашивание, отколы) не менее 25, 35, 50, 75 и 100 циклов попеременного замораживания и оттаивания. Марка по морозостойкости лицевых изделий, а также изделий, используемых для возведения дымовых труб, цоколей и стен подвалов, должна быть не ниже F50;

– по *теплотехническим характеристикам* изделия в зависимости от теплопроводности и класса средней плотности подразделяют на группы в соответствии с *табл. 1.1.1.*

Таблица 1.1.1

Группы изделий по теплотехническим характеристикам

Группа изделий	Коэффициент теплопроводности кладки в сухом состоянии $\lambda$ , Вт/(м <sup>0</sup> С)	Класс средней плотности изделия
Высокой эффективности	До 0,2	0,8
Повышенной эффективности	0,20...0,27	1,0
Эффективные	0,27...0,36	1,2
Условно-эффективные	0,36...0,46	1,4
Малоэффективные (обыкновенные)	Свыше 0,46	2,0

Керамические стеновые изделия изготавливают следующих видов с номинальными размерами, указанными в *табл. 1.1.2.*

Таблица 1.1.2

Номенклатура и номинальные размеры изделий

Вид изделия	Обозначение вида	Номинальные размеры, мм			Обозначение размера
		Длина	Ширина	Толщина	
Кирпич нормального формата (одинарный)	КО	250	120	65	1 НФ
Кирпич «Евро»	КЕ	250	85	65	0,7 НФ
Кирпич утолщенный	КУ	250	120	88	1,4 НФ
Кирпич модульный одинарный	КМ	288	138	65	1,3 НФ
Кирпич утолщенный с горизонтальными пустотами	КУГ	250	120	88	1,4 НФ

Окончание табл. 1.1.2

Вид изделия	Обозначение вида	Номинальные размеры, мм			Обозначение размера
		Длина	Ширина	Толщина	
Камень	К	250	120	140	2,1 НФ
		288	288	88	3,7 НФ
		288	138	140	2,9 НФ
		288	138	88	1,8 НФ
		250	250	140	4,5 НФ
		250	180	140	3,2 НФ
Камень крупноформатный	КК	510	250	219	14,3 НФ
		398	250	219	11,2 НФ
		380	250	219	10,7 НФ
		380	255	188	9,3 НФ
		380	250	140	6,8 НФ
		380	180	140	4,9 НФ
		250	250	188	6,0 НФ
Камень с горизонтальными пустотами	КГ	250	200	70	1,8 НФ

Предельные отклонения номинальных размеров не должны превышать на одном изделии, мм:

- по длине:  
кирпича и камня (кроме крупноформатного камня) —  $\pm 4$ ,  
каменя крупноформатного —  $\pm 10$ ;
- по ширине:  
кирпича и камня (кроме крупноформатного камня) —  $\pm 3$ ,  
каменя крупноформатного —  $\pm 5$ ;
- по толщине:  
кирпича лицевого —  $\pm 2$ ,  
кирпича рядового —  $\pm 3$ ,  
каменя, в том числе крупноформатного, —  $\pm 4$ .

Для оценки качества керамического кирпича и камня в лаборатории проверяют следующие их свойства: внешний вид, правильность формы, размеры, наличие известковых включений и высолов, среднюю плотность, водопоглощение, предел прочности при сжатии и изгибе, морозостойкость.

По результатам оценки качества керамических стеновых изделий на каждую упаковочную единицу<sup>1</sup> наносят маркировку, где указывают: наименование предприятия-изготовителя (и/или его товарный знак) и адрес; условное обозначение изделия, номер пар-

<sup>1</sup>В одной упаковочной единице должно быть не менее 5 % маркированных изделий.

тии и дату изготовления; число (массу) изделий в упаковочной единице, шт. (кг); группу по теплотехнической эффективности; знак соответствия при поставке сертифицированной продукции (если предусмотрено системой сертификации). В маркировку может быть включена информация о способе изготовления изделий.

Условное обозначение керамических изделий должно состоять из названия вида изделия; обозначения вида изделия в соответствии с табл. 1.2; букв Р — для рядовых, Л — для лицевых изделий; обозначения По — для полнотелого кирпича, Пу — для пустотелого кирпича; обозначения размера в соответствии с табл. 1.2; указания марки по прочности, класса средней плотности (см. *табл. 1.1.1*) и марки по морозостойкости, а также обозначения стандарта.

Примеры условных обозначений керамических изделий:

*Кирпич КОРПу (КОЛПу) 1НФ/100/1,4/50/ГОСТ 530-2007*

кирпич одинарный, рядовой (лицевой), пустотелый, размера 1НФ, марки по прочности М100, класса средней плотности 1,4, марки по морозостойкости F50;

*Кирпич КУРПо (КУЛПо) 1,4НФ/150/1,4/75/ГОСТ 530-2007*

кирпич утолщенный, рядовой (лицевой), полнотелый, размера 1,4НФ, марки по прочности М150, класса средней плотности 1,4, марки по морозостойкости F75;

*Кирпич КМ 1,3НФ/150/1,2/50/ГОСТ 530-2007*

кирпич модульных размеров 1,3НФ, марки по прочности М150, класса средней плотности 1,2, марки по морозостойкости F50;

*Камень КР (КЛ) 2,1НФ/150/1,2/50/ГОСТ 530-2007*

камень рядовой (лицевой), размера 2,1НФ, марки по прочности М150, класса средней плотности 1,2, марки по морозостойкости F50;

*Камень ККР (ККЛ) 9,3НФ/150/1,0/50/ГОСТ 530-2007*

камень крупноформатный, рядовой (лицевой), размера 9,3НФ, марки по прочности М150, класса средней плотности 1,0, марки по морозостойкости F50;

*Кирпич КГУР (КГУЛ) 1,4НФ/100/1,4/75/ГОСТ 530-2007*

кирпич рядовой (лицевой), утолщенный с горизонтальным расположением пустот, размера 1,4НФ, марки по прочности М100, класса средней плотности 1,4, марки по морозостойкости F75;

*Камень КГР (КГЛ) 1,8НФ/100/1,2/50/ГОСТ 530-2007*

камень рядовой (лицевой) с горизонтальным расположением пустот, размера 1,8НФ, марки по прочности М100, класса средней плотности 1,2, марки по морозостойкости F50.



## 1.1.3.2. СИЛИКАТНЫЕ КИРПИЧ И КАМНИ

Силикатные кирпич и камни применяют для кладки каменных и армокаменных наружных и внутренних стен зданий и сооружений, а также для их облицовки (из лицевых изделий).

Кирпич и камни изготавливаются способом полусухого прессования увлажненной смеси ( $W = 7 \dots 9 \%$ ) из кремнеземистых материалов (кварцевый песок, трепелы, золы и шлаки ТЭС, песок шлаковый и др.) в количестве  $92 \dots 94 \%$  и извести  $6 \dots 8 \%$  (считая по активности СаО) или других известьесодержащих вяжущих с применением пигментов и без них с последующим твердением в автоклаве.

Силикатные стеновые изделия *не рекомендуется применять* для цоколей зданий из-за недостаточной водостойкости. Для кладки труб и печей силикатный кирпич и камни также не используются, так как при высокой температуре дегидратируется Са (ОН)<sub>2</sub>, разлагаются СаСО<sub>3</sub> и гидросиликаты кальция, а зерна песка при 600 °С расширяются и вызывают растрескивание изделий.

Силикатные кирпич и камни классифицируют:

– по *размерам и внешнему виду*, выделяя кирпич одинарный, кирпич утолщенный и камень (табл. 1.1.3).

Таблица 1.1.3

Номенклатура и номинальные размеры изделий

Вид изделия	Номинальные размеры, мм		
	Длина	Ширина	Толщина
Кирпич одинарный	250	120	65
Кирпич утолщенный	250	120	88
Камень	250	120	138

Предельные отклонения от номинальных размеров и геометрической формы изделий не должны превышать по длине, толщине и ширине —  $\pm 2$  мм, по параллельности граней —  $+ 2$  мм.

Одинарный и утолщенный кирпич изготавливают полнотелым и пустотелым, камни — только пустотелыми. Размеры, форма и расположение отверстий в изделии, а также пустотность изделия в соответствии с [29] указаны в прил. 2.

Отверстия в изделиях должны быть не сквозными и расположены перпендикулярно постели. Толщина наружных стенок пустотелых изделий должна быть не менее 10 мм. По фактуре лицевой поверхности лицевые изделия изготавливают гладкими с декоратив-

ным покрытием; по цвету — неокрашенными (имеющими цвет сырья, из которого они изготовлены) или окрашенными (из окрашенной смеси или с поверхностной окраской лицевых граней — тычковой и ложковой поверхности или одной ложковой стороны).

Поверхность граней изделия должна быть плоской, ребра — прямоугольными. Допускается выпускать лицевые изделия с закругленными вертикальными ребрами с радиусом не более 6 мм.

Цвет (оттенок цвета) лицевых изделий должен соответствовать образцу-эталону. Пятна на лицевой поверхности изделий не допускаются.

Отбитости и притупленности углов и ребер, шероховатости, трещины и другие повреждения на лицевых поверхностях готовых изделий не допускаются;

– по *средней плотности* полнотелые изделия подразделяются на пористые со средней плотностью до  $1500 \text{ кг/м}^3$  и плотные — свыше  $1500 \text{ кг/м}^3$ ;

– по *прочности изделия* изготавливают марок М75, М100, М125, М150, М175, М200, М250 и М300;

– по *морозостойкости* изделия делят на марки F15, F25, F35 и F50;

– по *теплотехническим характеристикам* в зависимости от теплопроводности и средней плотности подразделяются на группы в соответствии с требованиями [32].

Для оценки качества силикатного кирпича и камня в соответствии с требованиями [29] проводят испытания по следующим показателям:

– внешний вид (наличие дефектов внешнего вида); размеры и правильность формы; наличие включений в изломе и на поверхности; наличие проколов и дефектов от непогасившейся смеси; цвет (оттенок цвета);

– масса изделия;

– предел прочности при сжатии и изгибе;

– водопоглощение;

– прочность сцепления декоративного покрытия с поверхностью лицевых изделий;

– средняя плотность;

– морозостойкость и теплопроводность изделий в кладке.

Условное обозначение силикатных изделий должно состоять из следующих элементов:

- названия изделий;
- вида и назначения;
- марки по прочности и морозостойкости кирпича или камня;
- обозначения стандарта.

Примеры условных обозначений силикатных изделий:

*Кирпич СОР-150/15 ГОСТ 379-95*

кирпич силикатный одинарный, рядовой, марки по прочности 150,  
марки по морозостойкости 15;

*Кирпич СУР-175/25 ГОСТ 379-95*

кирпич силикатный утолщенный, рядовой, марки по прочности 175,  
марки по морозостойкости 25;

*Кирпич СУЛ-200/35 ГОСТ 379-95*

кирпич силикатный утолщенный, лицевой, марки по прочности 200,  
марки по морозостойкости 35;

*Кирпич СЛД-150/25 ГОСТ 379-95*

кирпич силикатный лицевой, декоративный, марки по прочности 150,  
марки по морозостойкости 25;

*Камень СР-125/15 ГОСТ 379-95*

камень силикатный, рядовой, марки по прочности 125,  
марки по морозостойкости 25.

## **1.1.4. Порядок выполнения работы**

### **1.1.4.1. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СТЕНОВЫХ ИЗДЕЛИЙ ПО ВНЕШНЕМУ ВИДУ И РАЗМЕРАМ**

Дефекты внешнего вида керамических кирпича или камня, размеры и число которых превышают значения, указанные в *табл. 1.1.4*, не допускаются.

На лицевых изделиях не допускаются высолы и отколы, вызванные известковыми включениями. На рядовых изделиях допускаются отколы общей площадью не более  $1,0 \text{ м}^2$ . У рядовых и лицевых изделий допускаются черная сердцевина и контактные пятна на поверхности.

Не допускаются дефекты внешнего вида силикатных изделий, размеры и количество которых превышают указанные в *табл. 1.1.5*.

Таблица 1.1.4

Дефекты внешнего вида керамических стеновых изделий

Вид дефекта	Значение	
	Для лицевых изделий	Для рядовых изделий
Отбитости углов глубиной более 15 мм, шт.	Не допускаются	2
Отбитости углов глубиной от 3 до 15 мм, шт.	1	4
Отбитости ребер глубиной более 3 мм и длиной более 15 мм, шт.	Не допускаются	2
Отбитости ребер глубиной не более 3 мм и длиной от 3 до 15 мм, шт.	1	4
Отдельные песочки суммарной длиной, мм: – для кирпича – для камня	40 80	Не регламентируются
Трещины, шт.	Не допускаются	2

**Примечания:** трещины в межпустотных перегородках не являются дефектом; отбитости углов глубиной менее 3 мм и отбитости ребер длиной и глубиной менее 3 мм не являются браковочными признаками.

Таблица 1.1.5

Дефекты внешнего вида силикатных стеновых изделий

Вид дефекта	Значение
Отбитости углов глубиной от 10 до 15 мм, шт.	3
Отбитости или притупленности ребер глубиной от 5 до 10 мм, шт.	3
Шероховатости или срыв грани глубиной, мм	5
Трещины на всю толщину изделия протяженностью по постели до 40 мм, шт.	1

Не допускаются отбитости и притупленности углов и ребер, шероховатости, трещины и другие повреждения на лицевых поверхностях готовых изделий.

Проколы постели пустотелых изделий размером более 10 мм, а также дефекты изделий (вздутие и шелушение поверхности, увеличение объема, наличие сетки мелких трещин от непогасившейся силикатной смеси) также не допускаются.

В рядовых изделиях не допускается наличие в изломе или на поверхности глины, песка, извести и посторонних включений размером свыше 5 мм в количестве более 3 шт. Для лицевых изделий наличие указанных включений на поверхности не допускаются, в изломе допускается не более 3 шт.

Размеры изделий, толщину наружных стенок, диаметр цилиндрических пустот, размеры квадратных и ширину щелевидных пустот, длину посечек, площадь отколов и длину отбитостей ребер изделий измеряют металлической линейкой или штангенглубиномером

ром с погрешностью измерения  $\pm 1$  мм. Длину и ширину каждого изделия измеряют в трех местах изделия: на двух ребрах и середине постели, толщину — на двух ребрах и середине тычка.

За результат измерений принимают среднеарифметическое значение результатов единичных измерений.

Ширину раскрытия трещин измеряют при помощи измерительной лупы, после чего изделие проверяют на соответствие требованиям табл. 1.1.3. Погрешность измерения —  $\pm 0,1$  мм.

Глубину отбитости углов и ребер измеряют при помощи штангенглубиномера или угольника и линейки по перпендикуляру от вершины угла или ребра, образованного угольником, до поврежденной поверхности. Погрешность измерения —  $\pm 1$  мм.

Отклонение от перпендикулярности граней определяют, прикладывая угольник к смежным граням изделия и измеряя металлической линейкой наибольший зазор между угольником и гранью. Погрешность измерения —  $\pm 1$  мм.

За результат измерений принимают наибольший из всех полученных результатов.

Отклонение от плоскостности изделия определяют, прикладывая одну сторону металлического угольника к ребру изделия, а другую — вдоль каждой диагонали грани и измеряя щупом или линейкой наибольший зазор между поверхностью и ребром угольника. Погрешность измерения —  $\pm 1$  мм.

За результат измерения принимают наибольший из всех полученных результатов.

Для керамических стеновых изделий наличие известковых включений определяют после пропаривания изделий в сосуде.

Образцы, не подвергавшиеся ранее воздействию влаги, укладывают на решетку, помещенную в сосуд с крышкой. Налитую под решетку воду нагревают до кипения. Кипячение продолжают в течение 1 ч. Затем образцы охлаждают в закрытом сосуде в течение 4 ч, после чего их проверяют на соответствие требованиям [32].

Для определения наличия высолов половинку изделия погружают отбитым торцом в сосуд, заполненный дистиллированной водой, на глубину 1...2 см и выдерживают в течение 7 суток (уровень воды в сосуде должен оставаться постоянным). По истечении 7 суток образцы высушивают в сушильном шкафу при температуре  $100^{\circ}\text{C}$  до постоянной массы, а затем сравнивают со второй половинкой образца, не подвергавшейся испытанию, проверяя на соответствие [32].

Результаты оценки внешнего вида и дефектов керамических и силикатных стеновых изделий заносят в *табл. 1.1.6*.

Таблица 1.1.6

Сравнительные показатели внешнего вида и размеров стеновых изделий

Наименование стенового изделия	Отклонения от номинальных размеров, мм			Наличие дефектов						
	по длине	по ширине	по толщине	Отклонение от плоскости граней, мм	Отклонение сторон от прямого угла, мм	Отбитости углов и ребер длиной и глубиной (мм), шт.	Выщелы и высолы или пятна, видимые с расстояния до 10 м	Посечки и трещины шириной и длиной (мм), шт.	Отколы от известковых включений и др., см <sup>2</sup>	Проколы постели, мм
Керамический кирпич или камень (лицевой или рядовой)										
Силикатный кирпич или камень (лицевой или рядовой)										

По результатам испытаний подсчитывают общее количество брака и все последующие испытания проводят на образцах, прошедших оценку качества по внешним признакам и обмеру.

#### 1.1.4.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕЙ ПЛОТНОСТИ И ВОДОПОГЛОЩЕНИЯ СТЕНОВЫХ ИЗДЕЛИЙ [38]

Среднюю плотность определяют не менее чем на трех образцах (кирпича или камня).

Объем образцов определяют по их геометрическим размерам, измеренным с погрешностью не более 1 мм. Для определения каждого линейного размера образец измеряют в трех местах — по ребрам и середине грани. За окончательный результат принимают среднее арифметическое трех измерений. Образцы очищают от пыли и высушивают до постоянной массы.

Среднюю плотность  $\rho_m$  образца, кг/м<sup>3</sup> (г/см<sup>3</sup>), вычисляют по формуле

$$\rho_m = \frac{m}{V}, \quad (1.1.1)$$

где  $m$  — масса образца, высушенного до постоянной массы, кг (г);  
 $V$  — объем образца, м<sup>3</sup> (см<sup>3</sup>).

За значение средней плотности изделий принимают среднее арифметическое результатов определения средней плотности всех образцов, рассчитанное с погрешностью до 10 кг/м<sup>3</sup> (0,01 г/см<sup>3</sup>).

Результаты определения средней плотности заносят в *табл. 1.1.6*.

Водопоглощение определяют не менее чем на трех образцах (кирпича или камня). Образцы керамических изделий предварительно высушивают до постоянной массы. Водопоглощение силикатных изделий определяют без предварительного высушивания образцов.

Для определения водопоглощения три образца кирпича предварительно высушивают до постоянной массы при температуре 105...110 °С.

Образцы после взвешивания с точностью до 1 г укладывают тычком на дно сосуда с водой при температуре 15...20 °С. Уровень воды в сосуде должен быть на 2...10 см выше верха образца. В таком положении их выдерживают 48 ч, после чего вынимают, обтирают влажной мягкой тканью и каждый образец взвешивают. Массу воды, вытекшей из пор на чашку весов, включают в массу насыщенного водой образца.

Водопоглощение  $B_m$  в процентах вычисляют как среднее арифметическое трех определений по формуле

$$B_m = \frac{m_1 - m}{m} \cdot 100, \quad (1.1.2)$$

где  $m$  — масса высушенного образца, кг (г);  $m_1$  — масса насыщенного водой образца, кг (г).

Результаты испытаний записывают в *табл. 1.1.7*.

Отклонение каждого значения средней плотности для керамических стеновых изделий допускается не более:

- для классов 0,8 и 1,0 — + 50 кг/м<sup>3</sup>;
- для остальных классов — + 100 кг/м<sup>3</sup>.

Масса утолщенного силикатного кирпича в высушенном состоянии не должна превышать 4,3 кг.

Водопоглощение для всех видов изделий, высушенных до постоянной массы, должно быть не менее 6,0 %, лицевых керамических изделий — не менее 6,0 % и не более 14,0 %.

Таблица 1.1.7

Результаты определения средней плотности и водопоглощения стеновых изделий

Наименование стенового изделия	Масса, кг (г)		Объем $V, \text{ м}^3 (\text{см}^3)$	Средняя плотность $\rho_m$ , кг/м <sup>3</sup> (г/см <sup>3</sup> )		Водопоглощение $B_m$ , %	
	$m$	$m_1$		для отдельного образца	среднее значение	для отдельного образца	среднее значение
Керамический кирпич или камень (лицевой или рядовой)							
Силикатный кирпич или камень (лицевой или рядовой)							

#### 1.1.4.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАРКИ КИРПИЧА И КАМНЯ [40]

Марку керамического и силикатного камня по прочности устанавливают по пределу прочности на сжатие, а кирпича — по значению пределов прочности при сжатии и изгибе в соответствии с данными, указанными в *табл. 1.1.8*.

Образцы (не менее 6 шт.), отобранные во влажном состоянии, перед испытанием выдерживают не менее 3 суток в помещении при температуре  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$  или подсушивают в течение 4 ч при температуре  $(105 \pm 5) ^\circ\text{C}$ .

Предел прочности при сжатии кирпича определяют на образцах, состоящих из двух целых кирпичей или из двух его половинок, а предел прочности при сжатии камней определяют на целом камне. Кирпич делят на половинки распиливанием или раскалыванием. Допускается определять предел прочности при сжатии на половинках кирпича, полученных после испытания его на изгиб.

Кирпичи или его половинки укладывают постелями друг на друга. Половинки размещают поверхностями раздела в противоположные стороны.



Предел прочности при сжатии  $R_{сж}$ , МПа ( $\text{кгс/см}^2$ ), образца вычисляют по формуле

$$R_{сж} = \frac{P}{F}, \quad (1.1.3)$$

где  $P$  — наибольшая нагрузка (разрушающая), установленная при испытании образца, МН (кгс);  $F$  — площадь поперечного сечения образца, вычисляемая как среднее арифметическое значение площадей верхней и нижней его поверхностей,  $\text{м}^2$  ( $\text{см}^2$ ).

Таблица 1.1.8

Марки керамических и силикатных изделий по прочности			
Марка кирпича и камней	Предел прочности, МПа (среднее значение для пяти образцов)		
	при сжатии	при изгибе	
	Для всех видов кирпича и камней	Для полнотелого (одинарного и утолщенного) кирпича	Для утолщенного пустотелого кирпича
300	30,0 (25)	4,4 (2,2)	2,9 (1,5)
250	20,0 (20)	3,9 (2,0)	2,5 (3,0)
200	20,0 (17,5)	3,4 (1,7)	2,3 (1,1)
175	17,5 (15,0)	3,1 (1,5)	2,1 (1,0)
150	15,0 (12,5)	2,8 (1,4)	1,8 (0,9)
125	12,5 (10,0)	2,5 (1,2)	1,6 (0,8)
100	10,0 (7,5)	2,2 (1,1)	1,4 (0,7)
75	7,5 (5,0)	1,8 (0,9)	1,2 (0,6)

При вычислении предела прочности при сжатии образцов из двух целых кирпичей толщиной 88 мм или из двух их половинок результаты испытаний умножают на коэффициент 1,2.

Предел прочности при изгибе  $R_{изг}$ , МПа ( $\text{кгс/см}^2$ ), образца вычисляют по формуле

$$R_{изг} = \frac{3Pl}{2bh^2}, \quad (1.1.4)$$

где  $P$  — наибольшая нагрузка установленная при испытании образца, МН (кгс);  $l$  — расстояние между осями опор, м (см), для керамического и силикатного кирпичей  $l = 20$  см;  $b$  — ширина образца, м (см);  $h$  — высота образца, м (см).

Предел прочности при изгибе образцов в партии вычисляют с точностью до 0,05 МПа ( $0,5 \text{ кгс/см}^2$ ) как среднее арифметическое значение результатов испытаний установленного числа образцов.

Марку керамического и силикатного кирпича или камня устанавливают в соответствии с требованиями, указанными в *табл. 1.1.8*.

Результаты испытаний записывают в *табл. 1.1.9*.

*Таблица 1.1.9*

Результаты определения марки стеновых керамических и силикатных изделий

Наименование стенового изделия	$F_2$ , см <sup>2</sup>	$P$ , кгс	$R_{сжс}$ , МПа		Размеры образца, см		$P$ , кгс	$R_{изг}$ , МПа		Марка изделия
			Для отдельного образца	Среднее значение	$b$	$h$		Для отдельного образца	Среднее значение	
Керамический кирпич или камень										
Силикатный кирпич или камень										

После выполнения важнейших разделов лабораторной работы бригаде студентов (3...4 человека) выдается индивидуальное задание на проведение научно-исследовательской работы, посвященной конкретному вопросу (пп. 1.1.4.4...1.1.4.6).

#### 1.1.4.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ СЦЕПЛЕНИЯ ДЕКОРАТИВНОГО ПОКРЫТИЯ С ПОВЕРХНОСТЬЮ СТЕНОВЫХ ЛИЦЕВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Прочность сцепления декоративного покрытия с поверхностью лицевого изделия определяют путем отрыва металлической пластинки толщиной 3...5 мм и размером 20×20 мм, приклеенной к отделочному покрытию. Пластинку приклеивают к покрытию изделия тонким слоем быстрополимеризующегося клея следующего состава (частей по массе):

- 1000 — эпоксидная смола;

- 10 — полиэтиленполиамин;
- 250 — портландцемент (марки не ниже 400).

Перед отрывом по периметру пластины производят надрез покрытия. Отрыв покрытия проводят не ранее чем через 2 суток после выдержки образцов при комнатной температуре.

Прочность сцепления  $R_{сц}$ , МПа (или кгс/см<sup>2</sup>), определяют по формуле

$$R_{сц} = \frac{P}{F}, \quad (1.1.5)$$

где  $P$  — разрушающая нагрузка, кгс;  $F$  — площадь отрыва покрытия, см<sup>2</sup>.

Прочность сцепления отделочного покрытия с поверхностью изделия определяют как среднее арифметическое результатов трех определений с точностью до 0,1 МПа.

Прочность сцепления декоративного покрытия с поверхностью лицевых изделий должна быть не менее 0,6 МПа (6 кгс/см<sup>2</sup>).

#### 1.1.4.5. ОЦЕНКА ВОДОСТОЙКОСТИ КЕРАМИЧЕСКИХ И СИЛИКАТНЫХ СТЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Под водостойкостью понимается способность материала сохранять свою прочность в водонасыщенном состоянии. Водостойкость оценивается коэффициентом размягчения  $K_p$ , который равен отношению предела прочности материала при сжатии в насыщенном водой состоянии  $R_{сжс}^{вл}$ , МПа, к пределу прочности сухого материала  $R_{сжс}^{сух}$ , МПа:

$$K_p = \frac{R_{сжс}^{вл}}{R_{сжс}^{сух}}. \quad (1.1.6)$$

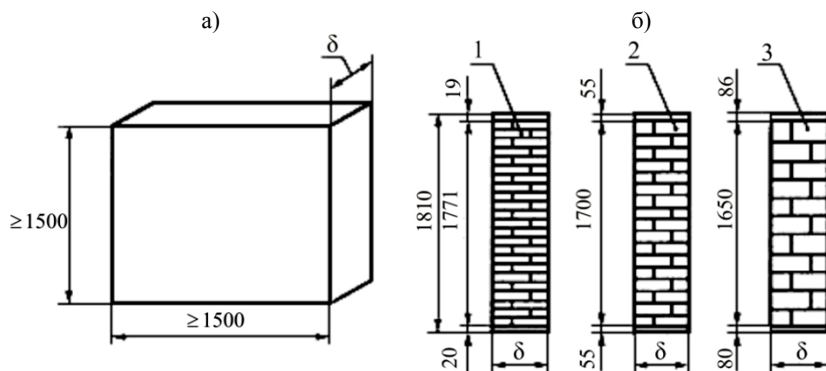
Для строительных материалов  $K_p$  колеблется от 0 до 1. Так, глина при увлажнении не имеет прочности, ее  $K_p = 0$ . Металлы, стекло полностью сохраняют прочность в воде, для них ее  $K_p = 1$ . Строительные материалы с  $K_p < 0,8$  не применяют во влажной среде.

1.1.4.6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
СПЛОШНОЙ КИРПИЧНОЙ КЛАДКИ

Коэффициент теплопроводности кладок определяют по ГОСТ 26254-84 [28] со следующими дополнениями.

Коэффициент теплопроводности определяют экспериментально на фрагменте кладки, которую с учетом растворных швов выполняют толщиной из одного тычкового и одного ложкового рядов кирпичей или камней;

Кладку из укрупненных камней выполняют в один камень — длина и высота кладки должны быть не менее 1,5 м (рис. 1.1.1). Кладку выполняют на сложном растворе марки 50, средней плотностью 1800 кг/м<sup>3</sup>, состава 1,0:0,9:8,0 (цемент:известь:песок) по объему, на портландцементе марки 400, с осадкой конуса для полнотелых изделий 12...13 см, для пустотелых — 9 см. Допускается выполнение фрагмента кладки, отличной от указанной выше, с применением других растворов, состав которых указывают в протоколе испытаний.



**Рис. 1.1.1.** Фрагмент кладки для определения теплопроводности:  
а) общий вид кладки; б) примеры кладок в поперечном сечении;  
1 — кладка из одинарного кирпича; 2 — кладка из утолщенного кирпича;  
3 — кладка из камня;  $\delta$  — толщина кладки

Фрагмент кладки из изделий со сквозными пустотами следует выполнять по технологии, исключающей заполнение пустот кладочным раствором или с заполнением пустот раствором, о чем делается запись в протоколе испытаний.

Кладку выполняют в проеме климатической камеры с устройством по контуру теплоизоляции из плитного утеплителя; термическое сопротивление теплоизоляции должно быть не менее  $1,0 \text{ м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ . После изготовления фрагмента кладки его наружную и внутреннюю поверхности затирают штукатурным раствором толщиной не более 5 мм и плотностью, соответствующей плотности испытуемых изделий, но не более 1400 и не менее  $800 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

Фрагмент кладки высушивают в два этапа:

- этап 1: кладку выдерживают и подсушивают не менее двух недель до влажности не более 6 %;
- этап 2: проводят дополнительную сушку кладки до влажности 1...3 %.

Влажность изделий в кладке определяют приборами неразрушающего контроля. Испытания в камере проводят при перепаде температур между внутренней и наружной поверхностями кладки  $\Delta t = (t_g - t_n) \geq 40 \text{ }^\circ\text{C}$ , температуре в теплой зоне камеры  $t_g = 18...20 \text{ }^\circ\text{C}$ , относительной влажности воздуха  $(40 \pm 5) \%$ . Допускается сокращение времени выдержки кладки при условии обдува наружной поверхности и обогрева внутренней поверхности фрагмента трубчатыми электронагревателями (ТЭНами), софитами и другими приборами до температуры  $35...40 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Перед испытанием на наружной и внутренней поверхностях кладки в центральной зоне устанавливают не менее пяти термопар. Дополнительно на внутренней поверхности кладки устанавливают тепломеры. Термопары и тепломеры устанавливают так, чтобы они охватывали зоны поверхности ложкового и тычкового рядов кладки, а также горизонтального и вертикального растворных швов. Теплотехнические параметры фиксируют после наступления стационарного теплового состояния кладки не ранее чем через 72 ч после включения климатической камеры. Измерение параметров проводят не менее трех раз с интервалом в 2...3 ч.

Для каждого тепломера и термопары определяют среднеарифметическое значение показаний за период наблюдений. По результатам испытаний вычисляют средневзвешенные значения температуры наружной и внутренней поверхностей кладки  $t_n^{cp}$ ,  $t_g^{cp}$  с учетом площади ложкового и тычкового измеряемых участков, а также вертикального и горизонтального участков растворных швов по формуле

$$t_{н(в)}^{cp} = \frac{\sum t_i F_i}{\sum F_i}, \quad (1.1.7)$$

где  $t_i$  — температура поверхности в точке  $i$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $F_i$  — площадь  $i$ -го участка,  $\text{м}^2$ .

По результатам испытаний определяют термическое сопротивление кладки  $R_{\kappa}^{np}$ ,  $\text{м}^2 \times ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ , с учетом фактической влажности во время испытаний по формуле

$$R_{\kappa}^{np} = \frac{\Delta t}{q_{cp}}, \quad (1.1.8)$$

где  $\Delta t = (t_{г}^{cp} - t_{н}^{cp})$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $q_{cp}$  — среднее значение плотности теплового потока через испытываемый фрагмент кладки,  $\text{Вт}/\text{м}^2$ .

По значению  $R_{\kappa}^{np}$  вычисляют эквивалентный коэффициент теплопроводности кладки  $\lambda_{\text{эkv}}(\omega)$ ,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C})$ :

$$\lambda_{\text{эkv}}(\omega) = \frac{\delta}{R_{\kappa}^{np}}, \quad (1.1.9)$$

где  $\delta$  — толщина кладки, м.

Строят график зависимости эквивалентного коэффициента теплопроводности от влажности кладки  $\omega$  (рис. 1.1.2) и определяют изменение значения  $\lambda_{\text{эkv}}$  на один процент влажности  $\Delta\lambda_{\text{эkv}}$ ,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C})$ , по формуле

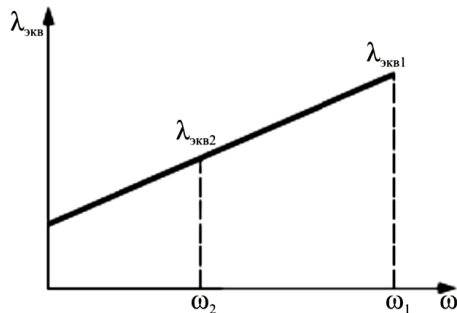


Рис. 1.1.2. График зависимости эквивалентного коэффициента теплопроводности от влажности кладки

$$\Delta\lambda_{\text{эkv}} = \frac{(\lambda_{\text{эkv}1} - \lambda_{\text{эkv}2})}{(\omega_1 - \omega_2)}. \quad (1.1.10)$$

Коэффициент теплопроводности кладки в сухом состоянии  $\lambda_0$ , Вт/(м<sup>0</sup>С), вычисляют по формуле

$$\lambda_0^I = \lambda_{\text{экв}2} - \omega_2 \cdot \Delta\lambda_{\text{экв}} \quad (1.1.11)$$

или

$$\lambda_0^{II} = \lambda_{\text{экв}1} - \omega_1 \cdot \Delta\lambda_{\text{экв}}. \quad (1.1.12)$$

За результат испытания принимают среднеарифметическое значение коэффициента теплопроводности кладки в сухом состоянии  $\lambda_0$ , Вт/(м<sup>0</sup>С), вычисленное по формуле

$$\lambda_0 = \frac{(\lambda_0^I + \lambda_0^{II})}{2}. \quad (1.1.13)$$

Результаты испытаний заносят в *табл. 1.1.10*.

Таблица 1.1.10

Результаты определения теплотехнических характеристик кладки

Наименование стенового изделия	$q_i$ , Вт/м <sup>2</sup>	$t_i$ , °С	$F_i$ , м <sup>2</sup>	$t_n^{cp}$ , °С	$t_6^{cp}$ , °С	$\Delta t$ , °С	$q_{ср}$ , Вт/м <sup>2</sup>	$R_k^{ср}$ , м <sup>2</sup> ·°С/Вт	$\lambda_{\text{экв}}(\omega)$ , Вт/(м <sup>0</sup> С)	$\delta$ , м	$\Delta\lambda_{\text{экв}}$ , Вт/(м <sup>0</sup> С)	$\lambda_0$ , Вт/(м <sup>0</sup> С)
Керамический кирпич или камень												
Силикатный кирпич или камень												

**Примечание:**  $q_i$  — плотность теплопроводности в точке  $i$ .

Теплотехнические характеристики сплошных (условных) кладок приведены в прил. П.3.

### 1.1.5. Анализ полученных результатов и выводы

Анализируя полученные результаты испытания, делают выводы о соответствии рассматриваемых эксплуатационно-технических свойств керамических и силикатных стеновых изделий требованиям ГОСТов. На основании сравнительной оценки качественных показателей керамических и силикатных кирпичей или камней устанавливается рациональная область их применения в строительстве.

#### Аттестационные вопросы

1. Назовите основные сырьевые материалы, используемые для производства керамических и силикатных стеновых материалов.
2. Перечислите способы массоподготовки и формования изделий в технологии керамических и силикатных стеновых материалов.
3. Представьте сравнительную оценку тепловых обработок при изготовлении керамических и силикатных материалов и изделий.
4. По каким показателям классифицируются керамические и силикатные стеновые изделия?
5. Какие показатели качества керамических и силикатных кирпича или камня учитываются при их маркировке?
6. Как производится оценка качества стеновых изделий по внешнему виду и размерам?
7. Какие отклонения в размерах кирпича и камня допускаются при оценке их качества по обмеру?
8. Какие дефекты внешнего вида кирпича и камня не допускаются?
9. Как определяется средняя плотность и водопоглощение стеновых изделий?
10. Опишите методику определения прочности кирпича при изгибе и сжатии.
11. По каким показателям и как определяется марка по прочности стеновых кирпича и камня?
12. Представьте сравнительную характеристику свойств и области применения керамических и силикатных стеновых материалов.

Литература: [29, 32]



## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.2

### ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ МЕЛКИХ СТЕНОВЫХ БЛОКОВ ИЗ ЯЧЕИСТЫХ БЕТОНОВ

**1.2.1. Цель работы** — оценка основных свойств мелких стеновых блоков из ячеистых бетонов и возможности их применения для кладки наружных, внутренних стен и перегородок зданий.

**1.2.2. Оборудование, приборы, инструменты и сырьевые материалы:** гидравлический пресс; линейка измерительная металлическая; линейка поверочная; штангенглубиномер; прибор для измерения отклонений от плоскости; прибор для измерения отклонений от перпендикулярности; технические весы; сушильный лабораторный шкаф; камера морозильная с принудительной вентиляцией и автоматически регулируемой температурой от  $-15$  до  $-20$  °С; ванна с гидравлическим затвором; образцы ячеистобетонных мелких стеновых блоков различных типов, размеров и назначения.

### 1.2.3. Краткие теоретические сведения

Стеновые мелкие блоки из ячеистых бетонов предназначены для кладки наружных, внутренних стен и перегородок зданий с относительной влажностью воздуха помещений не более 75 % при неагрессивной среде. В помещениях с влажностью воздуха более 60 % внутренняя поверхность блоков наружных стен должна иметь пароизоляционное покрытие.

Блоки из ячеистых бетонов должны изготавливаться из бетона класса (марки) по прочности не ниже В1,5 (М250) и марки по средней плотности не более D 1200 кг/м<sup>3</sup>. ГОСТ 21520-89 [26] предусмотрены десять типоразмеров блоков, указанных в *табл. 1.2.1.*

Стены из блоков могут выкладываться как на строительном растворе, так и на клею. Второй способ более эффективен, так как толстые слои кладочного раствора снижают теплоизоляционные показатели стены. Однако блоки, предназначенные для кладки на клею, должны иметь высокое качество обработки поверхностей и очень малые предельные отклонения размеров.

По точности размеров и наличию дефектов внешнего вида стандартом установлено две категории качества блоков: категория 1 — самая высокая — для кладок на клею; категория 2 — для кладок на растворе.

Таблица 1.2.1

Тип блока	Типоразмеры мелких стеновых блоков из ячеистых бетонов					
	Размеры, мм, для кладки					
	на растворе			на клею		
	Высота	Толщина	Длина	Высота	Толщина	Длина
I	188	300	588	198	295	598
II		250			245	
III	288	200	388	198	195	398
IV	188					
V	288	250	288	298	245	298
VI	144	300	588	-	-	-
VII	119	250				
VIII	88	300		98	295	598
IX		250			245	
X		200	398		195	398

- Примечания:** 1. Допускается по заказу потребителя, согласованному с проектной организацией, изготовлять блоки других размеров.  
2. Толщина блоков для кладки на клею может быть при необходимости равной толщине блоков, применяемых для кладки на растворе.

В табл. 1.2.2 приведены допуски отклонений по размерам, искривлению и повреждению формы у блоков из ячеистого бетона.

Таблица 1.2.2

Номинальные отклонения геометрических параметров и показателей внешнего вида мелких блоков из ячеистого бетона

Наименование отклонения геометрического параметра	Предельные отклонения, мм	
	блоков для кладки на клею	блоков для кладки на растворе
	Категория 1	Категория 2
<b>Отклонения от линейных размеров</b>		
Отклонения, мм:		
по высоте	± 1	± 3
по длине, толщине	± 2	± 4
Отклонение от прямоугольной формы (разность длин диагоналей), мм	2	4
Искривление граней и ребер, мм	1	3
<b>Повреждения углов и ребер</b>		
Повреждения:		
углов (не более двух на одном блоке) глубиной, мм	5	10
ребер на одном блоке общей длиной не более двукратной длины продольного ребра и глубиной, мм	5	10

**Примечание:** повреждениями углов и ребер не считают дефекты, имеющие глубину: для 1-й категории — до 3 мм, для 2-й — до 5 мм.

*Отпускная влажность* бетона блоков не должна превышать 25 % (по массе) для бетонов на песке и 35 % для бетонов на основе золы и других отходах производства.

*Марка по средней плотности (D)* — главный показатель качества блоков. Марки по плотности установлены в пределах от 500 до 1200 (кг/м<sup>3</sup>). Среднюю плотность блоков определяют по [21].

*Прочность на сжатие* бетона блоков определяют либо на целых блоках по методике, указанной в [40], или на образцах-кубах, вырезанных из блоков по методике, принятой для бетона по [20]. Минимальная прочность на сжатие ячеистого бетона — В1,5 (М25). Между маркой по средней плотности D и классами бетона по прочности В стандартом установлены определенные соотношения (табл. 1.2.3).

Таблица 1.2.3

Соотношение марок бетона по средней плотности D  
с классами бетона по прочности на сжатие В

Марка бетона по средней плотности	D500	D600	D700	D800	D900	D1000	D1100	D1200
Класс бетона по прочности на сжатие, не менее	B3,5	B5	B5	B7,5	B7,5*	B7,5*	B10*	B12,5*
	B2,5	B3,5	B3,5	B5	B5*	B5*	B7,5*	B10*
	B2	B2,5	B2,5	B3,5	B3,5*	-	-	-
	B1,5	B2	B2*	B2,5	B2,5*	-	-	-

**Примечание:** \*показатели класса по прочности на сжатие относятся только к блокам из бетона на неавтоклавного твердения.

*Морозостойкость* бетона блоков определяется по традиционной методике [38] с учетом особенностей испытаний ячеистого бетона [27]. Морозостойкость для блоков наружных стен должна быть не менее F25, для блоков внутренних стен — F15.

По результатам испытаний блоки маркируются. Условное обозначение блоков при маркировке должно состоять из обозначения типа блока (I...X), класса (марки) бетона по прочности на сжатие — В (по ГОСТ 10180-90 [20]), марки по средней плотности — D (по ГОСТ 12730.1-78 [21]), марки по морозостойкости — F (по ГОСТ 25485-89 [27]) и категории по наличию дефектов (1 и 2).

Примеры условного обозначения блоков из ячеистого бетона:

*I- B2,5D500F35-2*

стенной блок типа I, класса по прочности на сжатие B2,5,  
марки по средней плотности D 500, марки по морозостойкости F35  
и категории 2;

*V- B5D900F75-1*

стенной блок типа V, класса по прочности на сжатие B5,  
марки по средней плотности D 900, марки по морозостойкости F75  
и категории 1.

### 1.2.4. Порядок выполнения работы

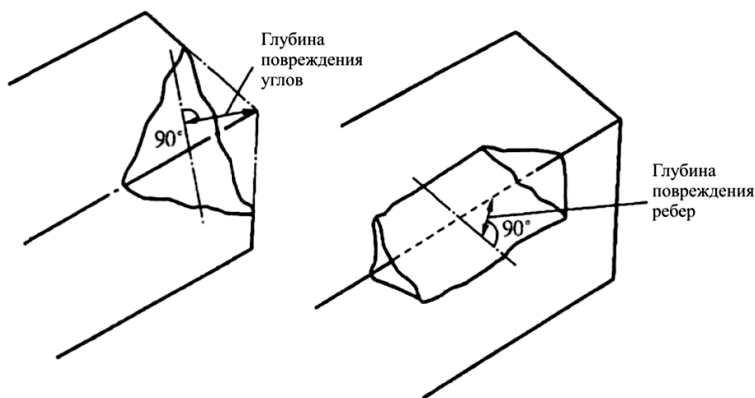
#### 1.2.4.1. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЯЧЕИСТОБЕТОННЫХ СТЕНОВЫХ БЛОКОВ ПО ВНЕШНЕМУ ВИДУ И РАЗМЕРАМ

Для оценки соответствия мелких стеновых блоков требованиям [26] их осматривают, оценивают форму и определяют путем измерения размеры по длине, ширине, толщине, непрямолинейность ребер и граней, отбитости углов, отбитости и притупленности ребер, длину сквозных трещин и др.

Контроль глубины отверстия ребер и углов проводят измерением перпендикуляра, опущенного из вершины угла или ребра до условной плоскости дефекта, в соответствии со схемой (рис. 1.2.1).

Результаты испытаний заносят в *табл. 1.2.4*.

Количество блоков с отклонениями от линейных размеров и с повреждениями углов и ребер, превышающими указанные в *табл. 1.2.2*, не должно быть более 5 % от партии (согласно [26]).



**Рис. 1.2.1.** Схема измерения глубины повреждения углов и ребер блоков

Таблица 1.2.4

Оценка качества блоков по внешнему виду и размерам

Вид дефекта	Вид кладки и категория качества блоков	
	На клею, категория 1	На растворе, категория 2
Отклонения от линейных размеров, мм:		
по длине		
по ширине		
по толщине		
Отклонение от прямоугольной формы (разность длин диагоналей), мм		
Искривление граней и ребер, мм		
Повреждения:		
углов (не более двух на одном блоке) глубиной, мм		
ребер на одном блоке общей длиной не более двукратной длины продольного ребра и глубиной, мм		

#### 1.2.4.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕЛКИХ СТЕНОВЫХ БЛОКОВ ИЗ ЯЧЕИСТЫХ БЕТОНОВ

Технические характеристики блоков контролируют в соответствии с требованиями стандартов, а результаты заносят в *табл. 1.2.5*.

Таблица 1.2.5

Технические характеристики стеновых ячеистобетонных блоков

Тип, категория блока и вид ячеистого бетона	Контролируемые характеристики				
	Отпускная влажность $W$ , %	Средняя плотность, $\text{кг/м}^3$ , и марка по плотности $D$ , $\text{кг/м}^3$	Предел прочности на сжатие, МПа, и марка по прочности $R$ , МПа	Класс бетона по прочности $B=0,778R$ , МПа	Марка по морозостойкости $F$ , цикл (по [27])

#### 1.2.5. Анализ полученных результатов и выводы

Анализируя результаты испытаний, делают выводы о соответствии рассматриваемых эксплуатационно-технических характеристик мелких стеновых блоков из ячеистого бетона требованиям [26].

### **Аттестационные вопросы**

1. Назовите разновидности ячеистобетонных изделий.
2. Общие сведения о ячеистобетонных стеновых изделиях (свойства, особенности изготовления и применения).
3. Опишите процессы, протекающие при гидротермальной обработке силикатных изделий.
4. Какие типы мелких стеновых бетонных изделий регламентированы стандартом?
5. Что такое «отпускная прочность камней» и какие нормы по ней установлены?
6. Что понимают под маркой и классом какого-либо свойства бетона?
7. Чем отличаются мелкие блоки из ячеистого бетона для кладки на растворе и для кладки на клею?
8. Что служит основными качественными показателями (маркой) мелких блоков из ячеистых бетонов?

**Литература:** [14, 13]

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.3**  
**ВЛИЯНИЕ АКТИВНОСТИ**  
**ИЗВЕСТКОВО-КРЕМНЕЗЕМИСТОГО ВЯЖУЩЕГО**  
**И ДИСПЕРСНОСТИ**  
**КРЕМНЕЗЕМИСТОГО КОМПОНЕНТА**  
**НА СВОЙСТВА СИЛИКАТНЫХ СТЕНОВЫХ ИЗДЕЛИЙ**

**1.3.1. Цель работы** — исследование влияния активности и дисперсности известково-кремнеземистых вяжущих на прочностные показатели силикатного камня (микробетона).

**1.3.2. Оборудование, приборы, инструменты и сырьевые материалы:** комплект приборов для определения активности извести; прибор для определения экзотермии извести; прибор для определения дисперсности кремнеземистого компонента ПСХ-2; весы электронно-технические; вискозиметр Суттарда; секундомер; емкость для перемешивания известково-кремнеземистого теста; смеситель принудительного действия турбинного типа; виброплощадка; формы-балочки размером 4×4×16 см; автоклав; гидравлический пресс; испытательная машина МИИ-100; молотая негашеная известь; песок (кварцевый, шлаковый, гранитный и др.) с удельной поверхностью 100, 200 и 300 м<sup>2</sup>/кг.

**1.3.3. Краткие теоретические сведения**

В настоящее время широкое применение в строительной практике получили вяжущие вещества автоклавного (синтезного) твердения. Автоклавная обработка проводится обычно при температуре 175...200 °С в среде насыщенного водяного пара при давлении 0,8...1,6 МПа. На основе вяжущих синтезного твердения получают изделия различной номенклатуры: силикатный кирпич, крупные неармированные блоки из плотного силикатного бетона, мелкие блоки ручной кладки из плотного и ячеистого бетона, стеновые панели, перегородки, теплоизоляционные плиты из газосиликата и т. д. В качестве сырья используются материалы, содержащие щелочные (СаО) и кислотные оксиды (SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и др.).

При использовании известково-кремнеземистых вяжущих во время автоклавной обработки кварц вступает во взаимодействие с известью. При этом в реакцию в первую очередь вступают гидроксидные ионы  $\text{OH}^-$ , образующиеся при растворении  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  в воде. Они гидратируют молекулы  $\text{SiO}_2$  и делают их способными к последующим реакциям с ионом кальция  $\text{Ca}^{2+}$ . Можно полагать, что под влиянием ионов  $\text{OH}^-$  происходит разрыв связей  $-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-\text{O}-$  в тетраэдрах кремнезема и образование групп  $\equiv \text{SiOH}$ , которые в последующем взаимодействуют с ионами кальция с образованием гидросиликатов кальция.

Скорость протекания реакции определяется преимущественно двумя факторами: растворимостью компонентов, входящих в состав сырьевой смеси (кинетическая составляющая гетерогенной реакции), и диффузионной составляющей, поскольку катионы  $\text{Ca}^{2+}$ , кремнекислородные анионы  $[\text{Si}_n\text{O}_m(\text{OH})_k]^{4-}$ , гидроксидные группы  $\text{OH}^-$  диффундируют навстречу друг другу в межзерновой объем.

На процесс синтеза новообразований оказывает влияние форма существования кремнекислородных анионов ( $[\text{SiO}_4]^{4-}$ ,  $[\text{Si}_2\text{O}_7]^{6-}$  и др.). В зависимости от этого может сформироваться различная кристаллохимическая структура новообразований — гидросиликатов кальция, которая с точки зрения термодинамики нестабильна. Сначала при наличии насыщенного раствора гидроксида кальция в известково-кремнеземистых смесях, подвергаемых тепловой обработке, образуется двухосновный гидросиликат кальция —  $\text{C}_2\text{SH}$   $\alpha$ -гидрат. Он кристаллизуется в форме призматических пластинок размером до 10...20 мкм и более. Кроме того, образуется высокоосновный гидросиликат кальция  $\text{C-S-H}$  (II). В дальнейшем с увеличением температуры и длительности тепловлажностной обработки, сопровождающейся снижением концентрации гидроксида кальция в растворе и увеличением растворимости кремнезема, возникают условия для образования менее основных гидросиликатов кальция —  $\text{C-S-H}$  (I). Они кристаллизуются в виде тончайших слоистых пластинок, которые свертываются в удлиненные трубки, имеющие вид волокон или игл длиной до 0,5...1 мкм.

Увеличение длительности автоклавной обработки способствует образованию хорошо выраженных кристаллов тоберморита —  $\text{C}_4\text{S}_5\text{H}_5$ .

Свойства силикатного бетона зависят от количества цементирующей составляющей и ее качества (морфологии, дисперсности,



кристаллохимических особенностей и т. д.). Существует ряд технологических факторов, с помощью которых можно управлять количественным накоплением частиц новообразований и их качественными показателями.

К важным технологическим факторам следует отнести дисперсность кремнеземистого компонента, соотношение щелочного (CaO) и кислотного (SiO<sub>2</sub>) оксидов в сырьевой смеси и др.

По мере измельчения кремнеземистого компонента меняется его межзерновая пустотность, что предопределяет то количество гидросиликатов кальция, которое потребуется для соединения остаточных зерен кремнезема в единый монолит.

Соотношение щелочного и кремнекислородного компонента (например, извести и песка) способствует синтезу такого количества цементирующей связки, которое обеспечивает омоноличивание частиц исходной сырьевой смеси и получение конгломератной структуры микробетона с максимальной прочностью. Вместе с тем должна решаться задача получения новообразований не только в необходимом количестве, но и такого состава, который способствует обеспечению наряду с прочностью и других требуемых свойств материала: влажностной усадки, морозостойкости, трещиностойкости и др.

### 1.3.4. Порядок выполнения работы

Для реализации поставленной цели исследований используется математический метод Д-оптимального планирования двухфакторного эксперимента. Условия проведения эксперимента указаны в табл. 1.3.1.

Таблица 1.3.1

Условия проведения эксперимента					
Наименование варьируемых параметров	Математический символ	Значения на уровнях			Интервал варьирования
		- 1	0	+ 1	
Дисперсность кремнеземистого компонента, м <sup>2</sup> /кг	$X_1$	100	200	300	100
Активность известково-кремнеземистого вяжущего, %*	$X_2$	10	25	40	15

**Примечание:** \* под активностью известково-кремнеземистого вяжущего понимается массовая доля оксида кальция в вяжущем.

Для выполнения исследований рассчитывается состав известково-кремнеземистой смеси. При этом процентное содержание извести  $I$  и кремнеземистого компонента  $K$  определяются по следующим формулам:

$$I = \frac{A_{икв}}{A_u} \cdot 100, \%, \quad (1.3.1)$$

где  $A_{икв}$  — активность известково-кремнеземистого вяжущего, %;  
 $A_u$  — активность извести, %;

$$K = 100 - I, \%. \quad (1.3.2)$$

Результаты расчета состава сырьевой смеси (согласно матрице планирования эксперимента по  $X_2$  — см. табл. 1.3.3) заносятся в табл. 1.3.2.

Таблица 1.3.2

Состав известково-кремнеземистой сырьевой смеси

Номер состава	Расход извести $I$ , кг	Расход кремнеземистого компонента $K$ , кг	Расход воды, л

Количество воды устанавливается экспериментально при условии обеспечения подвижности растворной смеси 22 см с помощью вискозиметра Сутгарда (такая подвижность обеспечивает получение ячеистого бетона со средней плотностью  $600 \text{ кг/м}^3$ ). Температура воды затворения принимается равной  $(60 \pm 2) ^\circ\text{C}$ , что обеспечивает гашение извести до автоклавной обработки и, следовательно, предотвращает появление трещин в материале.

Приготовление растворной смеси производится в смесителе принудительного действия турбинного типа в течение 3 минут.

Затем из смеси формуют образцы-балочки размером  $4 \times 4 \times 16$  см в количестве 3 шт. на каждую серию опытов.

Автоклавная обработка осуществляется по следующему режиму:

- подъем температуры до  $175 ^\circ\text{C}$  при давлении 0,8 МПа — 1,5 ч,
- изотермическая выдержка при  $175 ^\circ\text{C}$  — 8 ч,
- охлаждение — 6 ч.

Указанный режим для всех серий образцов принимается постоянным. После автоклавной обработки образцы испытывают на прочность при изгибе и сжатии.

Результаты испытания механических свойств образцов и их статистической обработки заносятся в *табл. 1.3.3*.

Таблица 1.3.3

Матрица планирования эксперимента и результаты определения механических свойств известково-кремнеземистого микробетона

Номер опыта	Матрица		Результаты эксперимента Y				
	$X_1$	$X_2$	Предел прочности при изгибе $R_{изг}$ , МПа	Предел прочности при сжатии $R_{сжм}$ , МПа	Среднее значение предела прочности $\bar{R}$ , МПа	Среднеквадратичное отклонение $S$ , МПа	Коэффициент изменчивости прочности при сжатии $C_v$ , %
1	+	+					
2	+	-					
3	-	+					
4	-	-					
5	+	0					
6	-	0					
7	0	+					
8	0	-					
9	0	0					

Предел прочности при изгибе и при сжатии определяется по формулам (1.1.3) и (1.1.4).

Коэффициент изменчивости  $C_v$ , %, определяется по формуле

$$C_v = \frac{S}{\bar{R}} \cdot 100, \quad (1.3.3)$$

где  $S$  — оценка среднеквадратического отклонения частных результатов  $R_i$  прочности при сжатии от среднего арифметического значения этой величины  $\bar{R}$ :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}{n-1}} \quad \text{при } n \leq 30; \quad (1.3.4)$$

$\bar{R}$  — среднеарифметическое значение (оценка математического ожидания), вычисляемое как

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}, \quad (1.3.5)$$

где  $n$  — число измерений.

Затем, используя бланк-алгоритм (прил. 4), выполняются необходимые расчеты для определения коэффициентов уравнения регрессии:

$$Y(R_{сж} \text{ или } R_{уз}) = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_{11} X_1^2 + B_{22} X_2^2 + B_{12} X_1 X_2. \quad (1.3.6)$$

После проверки их значимости и адекватности математической модели полученным экспериментальным данным устанавливается влияние активности смеси и дисперсности кремнеземистого компонента на прочностные показатели силикатного микробетона: строятся графические зависимости

$$Y(R_{сж} \text{ или } R_{уз}) = f(X_1, X_2). \quad (1.3.7)$$

Для определения оптимального состава смеси и дисперсности кремнеземистого компонента находят

$$Y^1(X_1) = 0 \quad (1.3.8)$$

и

$$Y^1(X_2) = 0, \quad (1.3.9)$$

где  $Y^1$  — производная изучаемого параметра.

Решая систему из двух уравнений, определяют искомые значения  $X_1$  и  $X_2$ , обеспечивающие максимальные значения прочности материала.

### **1.3.5. Анализ полученных результатов и выводы**

Полученные экспериментальные данные анализируются с целью оценки влияния активности сырьевой смеси и дисперсности кремнеземистого компонента на прочностные показатели силикатного камня.

Определяются оптимальные составы известково-кремнеземистого вяжущего и дисперсность кремнеземистого компонента, обеспечивающие наибольшую прочность микробетона.

#### **Аттестационные вопросы**

1. Перечислите требования, предъявляемые к сырьевым материалам.
2. Как определяется активность извести и известково-кремнеземистого вяжущего?
3. Определение температуры и времени гашения извести.
4. Определение дисперсности кремнеземистого компонента.
5. Приведите расчет состава известково-кремнеземистого вяжущего.
6. Перечислите основные этапы гидротермального синтеза известково-кремнеземистых изделий.
7. Влияние рецептурно-технологических факторов на структурообразование и свойства силикатного микробетона.

**Литература:** [13, 11]

## ЧАСТЬ 2

### ТЕХНОЛОГИЯ

### ОТДЕЛОЧНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ

### МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

#### 2.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Отделочными материалами и изделиями называют строительные материалы и изделия, предназначенные для отделки (облицовки) зданий и сооружений с целью повышения их эксплуатационных и эстетических (декоративных) качеств.

##### Классификация

Отделочные материалы и изделия целесообразно классифицировать по трем основным признакам:

1) по природе и виду основного исходного сырья (минерального, органического и синтетического происхождения) — *технологическая классификация*;

2) по основным областям применения (для наружной, внутренней отделки (облицовки) стен зданий и сооружений, для покрытия полов и для отделки в агрессивных средах) — *архитектурно-строительная классификация*;

3) по функциональному назначению, то есть по степени участия в работе несущих и ограждающих конструкций (эксплуатационно-отделочные<sup>1</sup> и конструкционно-отделочные<sup>2</sup>) — *конструкционная классификация*.

Таким образом, кроме общепринятой для строительных материалов технологической классификации, дополнительно рекомендуется архитектурно-строительная и конструкционная классификация отделочных материалов.

---

<sup>1</sup>Эксплуатационно-отделочные, или декоративно-отделочные, материалы в элементах зданий представляют собой тонкий декоративно-отделочный слой, воспринимающий лишь эксплуатационные воздействия.

<sup>2</sup>Конструкционно-отделочные материалы являются неотъемлемой частью конструкций, участвуют в их статической работе, одновременно выполняя функции ограждения и отделки.

## 2.2. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 2.2.1. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ И СТРОИТЕЛЬНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ДЕКОРАТИВНО-ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### Функциональные свойства

Функциональные свойства декоративно-отделочных материалов обеспечивают выполнение *эстетических* (архитектурно-декоративных), а также *защитных* (паропроницаемости и водонепроницаемости) требований, способствующих созданию комфортных условий внутри помещений.

К эстетическим свойствам (требованиям) относятся :

– *блеск* — способность поверхности направленно отражать световой поток;

– *текстура* — характер рисунка поверхности материала (покрытия). Зависит от размеров, расположения и цвета отдельных элементов, составляющих рисунок;

– *фактура* отделочных покрытий — может быть гладкой, бугристой и рельефной. Под гладкой фактурой подразумевается поверхность с высотой неровностей до 0,5 мм. Поверхности бугристой фактуры обычно имеют высоту неровностей более 5 мм (поверхности с неровностью 0,5...5 мм называют фактурой «под шагреня»). Рельефная фактура характеризуется тем, что отделочные слои имеют в поперечном сечении профиль заданной формы;

– *цвет* — осознанное зрительное ощущение, вызываемое в результате действия потоков электромагнитного излучения в диапазоне видимой части спектра. Цветовая характеристика необходима для оценки материала с целью обеспечения комфорта и цветовой гармонии отделки. Все цвета можно разделить на 2 группы: ахроматические, или бесцветные (белый, черный и все промежуточные серые тона), и хроматические (цветные), имеющие цветовой тон.

В природе существует только пять цельных цветов: из хроматических — желтый, красный и синий; из ахроматических — белый и черный. Смешивая эти цвета в различных комбинациях и пропорциях можно получать всю цветовую гамму отделочных покрытий и материалов.

Хроматические цвета характеризуются следующими свойствами:

1) цветовым тоном — свойством, определяющим цвет и его наименование, например, красный, желтый, синий и т. д. Цветовой тон характеризуется длиной волны  $\lambda$ , нм;

2) светлотой (яркостью) тона — характеризуется степенью подмеси белого или черного тонов к цветному тону. Светлота тона измеряется коэффициентом отражения  $\xi$  (при этом коэффициент отражения абсолютно черного цвета принимаем за 0 %, а белого — 100 %);

3) насыщенностью (чистотой) тона — определяется количеством чистого красящего вещества в цвете и характеризуется сильно или слабо выраженным цветовым тоном. Насыщенность  $p$  измеряется в процентах, при этом за 100 % принимают чистый спектральный тон, а за 0 % — черный и белый.

Измерение цветов производится с помощью колориметров или атласов цветов. Спектральные цвета являются наиболее чистыми и яркими тонами (без примеси белого или черного цветов). На практике любой цвет можно выразить следующей зависимостью:

$$V + W + S = 1,$$

где  $V$  — количество чистого спектрального тона;  $W$  — количество белого тона;  $S$  — количество черного тона;

– *светостойкость* — способность материала сохранять начальный цвет в течение длительного срока эксплуатации под действием световых лучей. Этот показатель учитывают при выборе светостойких пигментов в покрытиях и связующих веществ в отделочных композициях.

З а щ и т н ы е с в о й с т в а отделочных покрытий должны обеспечивать *влагонепроницаемость* для защиты стеновых изделий и конструкций (особенно из ячеистых бетонов) от увлажнения при «косых» дождях, но при этом они должны быть *паропроницаемыми*, то есть исключать накопление влаги на границе плотного водонепроницаемого отделочного покрытия и пористого материала стеновой конструкции.

Наиболее инновационно-эффективным видом отделки с этих позиций является использование навесных вентилируемых систем фасадных покрытий (прил. 10).



*Строительно-эксплуатационные свойства*

К строительно-эксплуатационным свойствам декоративно-отделочных материалов относятся прочность, сцепление отделочного слоя с основанием, трещиностойкость и атмос-

феростойкость:

– *прочностные характеристики* отделочных материалов и покрытий должны быть достаточными для сопротивления нагрузкам, возникающим при транспортировке, монтаже, а также в процессе совместной статической работы с материалом основания при эксплуатации (декоративно-отделочные материалы) или в период службы (конструкционно-отделочные материалы);

– *сцепление с основанием* (адгезия) является важным свойством отделочного покрытия, которое должно исключать их отслоение в процессе эксплуатации;

– *трещиностойкость* — свойство отделочных покрытий сопротивляться разрушению поверхностного слоя материала под действием механических воздействий внешних или внутренних напряжений;

– *атмосферостойкость* — свойство материала сопротивляться разрушающему действию солнечных лучей, дождя, мороза, снега, ветра и других атмосферных факторов (например, газов и пыли, загрязняющих нижние слои атмосферы). Показатель учитывают при определении срока службы материала в покрытии на фасадах или кровле зданий и сооружений.

Оценку атмосферостойкости декоративно-защитных покрытий стен и кровли зданий производят по степени изменения защитных и декоративных свойств отделки в ходе испытаний.

Качественную оценку состояния отделочных покрытий на лакокрасочной основе производят по ГОСТ 6992-68 [37]. Стойкость прочих видов декоративно-защитных покрытий оценивают по их физическим свойствам (на примере отделки изделий из ячеистого бетона). После трех, шести и десяти условных лет эксплуатации (за один год эксплуатации принимают цикл комплексного испытания, имитирующего эксплуатационные воздействия за годовой период, и назначают с учетом климатических условий строительства) определяют водопроницаемость отделки, прочность сцепления (адгезию) с бетоном и ее внешний вид (по цветовым характеристикам).

По защитным свойствам отделки принимаются следующие показатели:

- водопроницаемость отделочных покрытий после 24-часового капиллярного подсоса не должна превышать  $3,0 \text{ дм}^3/\text{м}^3$ ;
- не должны нарушаться целостность отделки; не должно быть отслаивания ее от бетонного основания;
- устойчивость декоративных свойств отделочных покрытий оценивается по степени снижения потока рассеянного отражения света — степени потемнения отделки  $\beta$ . Степень потемнения определяют в процентах от величины рассеянного отражения света до и после испытания:

$$\beta = \frac{Q_n}{Q_1} \cdot 100,$$

где  $Q_1$  и  $Q_n$  — значения рассеянного отражения света (по шкале фотоэлектрического блескомера ФБ-2) в начальный и последующие периоды испытаний отделочных покрытий.

Критическая величина снижения потока рассеянного отражения  $\beta$  отделочными покрытиями от начальных их значений составляет:

- для светлых тонов — 25...30 %;
- для темных тонов — 50 %.

### 2.2.2. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА КОНСТРУКЦИОННО-ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

К основным свойствам конструкционно-отделочных материалов относятся:

- *структура* (строение) — пространственное взаиморасположение в материале компонентов, их взаимосвязь и зависимость. Структуру всех строительных материалов, в том числе конструкционно-отделочных, изучают на трех масштабных уровнях: макроуровне, микроуровне и атомно-молекулярном уровне;
- *текстура* (см. выше);
- *физические свойства* (истинная и средняя плотность; водопоглощение по массе и по объему; общая, открытая и закрытая пористость; сорбционная влажность; водостойкость; водонепроницаемость; газо- и паропроницаемость; влажностные деформации; морозостойкость; огнестойкость);
- *механические свойства* (деформационные — упругость, пластичность, хрупкость и др. — и прочностные — предел прочности при

сжатию, предел прочности при изгибе, ударная прочность, истираемость).

### 2.2.3. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА СПЕЦИАЛЬНЫХ ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Функциональные свойства определяют стойкость отделочных материалов в различных агрессивных средах.

К этим свойствам относятся:

– *коррозионная (химическая) стойкость* — характеризует способность материала сопротивляться действию щелочей, кислот или растворам солей;

– *термическая стойкость* — способность материала противостоять воздействию циклически изменяющихся положительных температур (резких теплосмен). Это свойство в значительной степени зависит от однородности строения материала и коэффициента линейного температурного расширения составляющих его веществ.

### 2.2.4. НАДЕЖНОСТЬ И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

*Надежность* — способность материала в течение заданного срока эксплуатации сохранять свое состояние в целом, в отдельных элементах, узлах и в материалах.

Надежность характеризуется долговечностью, безотказностью, ремонтпригодностью и сохраняемостью:

– *долговечность* — способность материала сохранять работоспособность в течение заданного срока эксплуатации с учетом проведения планового ремонта;

– *безотказность* — способность материала сохранять свойства и работоспособность в условиях эксплуатации без перерыва на ремонт;

– *ремонтпригодность* — способность материала восстанавливать свои эксплуатационные свойства после ремонта и сохранять их при дальнейшей эксплуатации;

– *сохраняемость* — способность материала сохранять свои свойства при хранении на складе и транспортировании.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2.1

### ИЗУЧЕНИЕ ЗАЩИТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ДЕКОРАТИВНО-ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ

**2.1.1. Цель работы** — изучение основных способов отделки фасадных поверхностей стен зданий в заводских и построечных условиях, оценка влагопроницаемости и прочности сцепления отделочных покрытий с материалом основания (бетонной поверхностью).

**2.1.2. Оборудование, приборы, инструменты и сырьевые материалы:** гидравлический пресс; сушильный шкаф; сосуд с водой и пластинками; индикаторы для измерения деформаций; обоймы для крепления индикаторов; металлические опоры-пластинки размером  $80 \times 100 \times 20$  мм; бетонные образцы-призмы размером  $100 \times 100 \times 300$  мм с различными видами отделки.

### 2.1.3. Краткие теоретические сведения

В настоящее время применяется достаточно широкий ассортимент декоративно-защитных материалов и покрытий для фасадной отделки стен зданий.

Наиболее распространенные виды и способы отделки фасадов зданий представлены на *рис. 2.1.1.*

Одним из важнейших качеств отделочных покрытий является их способность сохранять первоначальные декоративные и защитно-эксплуатационные свойства в течение необходимого срока службы. Это определяет и экономическую эффективность фасадной отделки зданий.

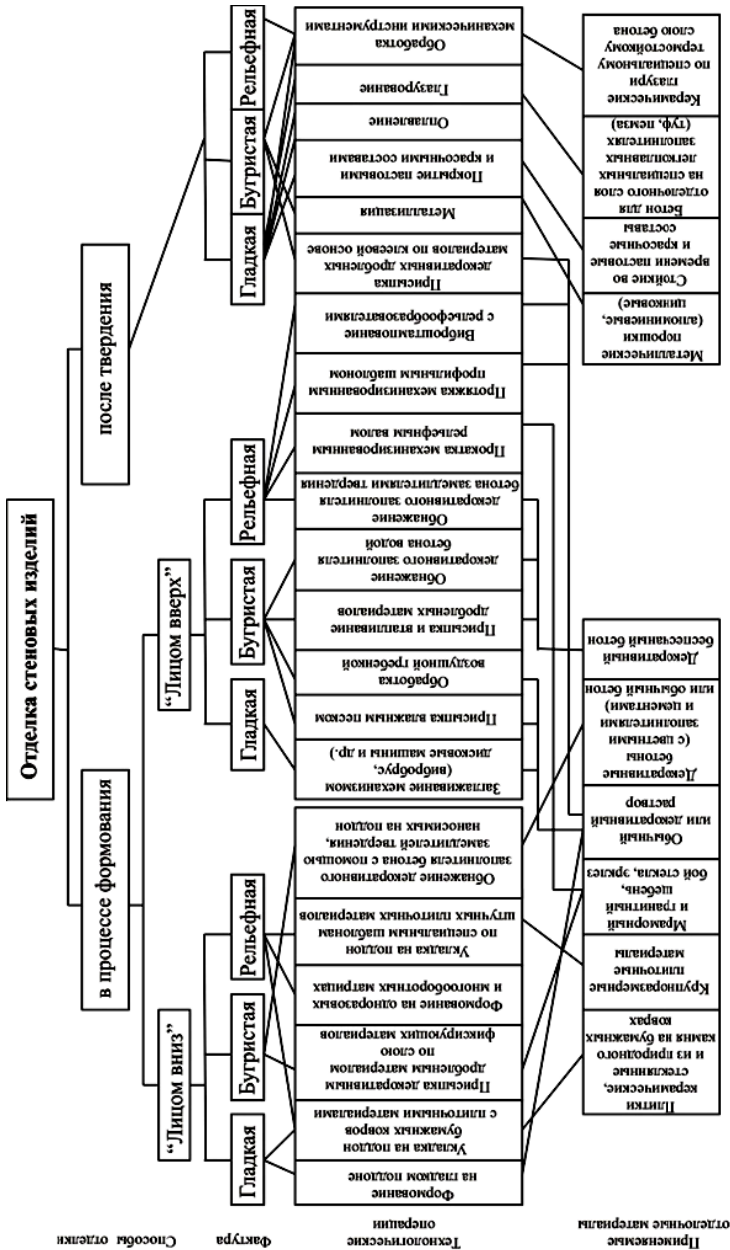


Рис. 2.1.1. Виды и способы отделки стеновых изделий в заводских условиях

В соответствии с защитно-эксплуатационными свойствами наружные декоративно-отделочные покрытия должны защищать стены от увлажнения атмосферными осадками; не должны препятствовать удалению влаги из стеновых конструкций; должны обладать необходимым сцеплением с основанием, исключающим их отслоение в процессе эксплуатации; способствовать предотвращению образования трещин в поверхностном слое стен; быть достаточно прочными и долговечными.

*Влагопроницаемость* отделочных покрытий (водозащитные свойства) оценивают по абсолютной величине количества влаги, проникшей в образец через покрытие, кг (л)/м<sup>2</sup>.

*Паропроницаемость* отделочного покрытия стенового материала должна иметь определенные значения, чтобы стена «дышала», то есть через наружные стеновые конструкции происходила естественная вентиляция, что особенно важно для жилых зданий, в которых отсутствует кондиционирование воздуха.

Паропроницаемость отделочных покрытий должна обеспечивать отрицательный годовой баланс влаги в стене, то есть стеновой материал (особенно с отделочным покрытием) должен исключить накопление влаги на границе отделочного и стенового материала и тем самым исключить отслоение отделки при замерзании влаги на границе «отделочное покрытие—стена».

*Прочность сцепления* отделочных покрытий оценивается по характеру отслоения отделки от стеновых конструкций (материала). Отслоение отделочного слоя может происходить за счет его сдвига по основанию вследствие усадки покрытия и стенового материала или в результате накопления и замерзания влаги на границе отделочного слоя и основания.

Отслаивания отделочного слоя от усадки не произойдет, если будет соблюдаться условие

$$\tau_{\max} < R_{сц}, \quad (2.1.1)$$

где  $\tau_{\max}$  — максимальные сдвигающие напряжения на концах слоя, Па;  $R_{сц}$  — предел прочности сцепления отделочного слоя с основанием, Па.

Отслаивание отделочного слоя за счет накопления и замерзания влаги на границе слоя и основания обычно происходит у конструкции с пористым паропроницаемым основанием и более плотным

отделочным покрытием. Отслоение отделочного слоя в этом случае может происходить по материалу основания, если  $R_p > R_{сц}$ , или по плоскости контакта, если  $R_p < R_{сц}$ . Отслоение будет отсутствовать, если  $\sigma_0 < R_p$  при  $R_p > R_{сц}$  или если  $\sigma_0 < R_{сц}$  при  $R_p < R_{сц}$  (где  $\sigma_0$  — давление, оказываемое замерзающей водой на границе основания и отделочного слоя или в порах материала основания). В данном случае необходимо знать прочность отделочного материала на растяжение  $R_p$ .

В связи со сложностью определения сдвигающих напряжений и давления замерзающей воды сравнительной характеристикой эксплуатационного срока службы отделочного покрытия принято считать адгезионную прочность (прочность сцепления отделки с основанием).

При выборе материала для фасадной отделки зданий следует исходить из структуры (пористости), вида и формы отделочного материала и некоторых других его свойств.

В данной лабораторной работе оценку адгезионных свойств отделочно-декоративных покрытий производят по величине коэффициента сцепления  $K_{сц}$  по специально разработанной для этих целей методике (прил. 5).

## 2.1.4. Порядок выполнения работы

### 2.1.4.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДОПРОНИЦАЕМОСТИ (ВЛАГОПРОНИЦАЕМОСТИ) ОТДЕЛОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ

Определение водопроницаемости отделочных покрытий при капиллярном подсосе влаги (на примере изделий из ячеистого бетона) производится следующим образом.

В партию образцов с отделочным покрытием, подлежащим испытаниям, входят 5 образцов-близнецов, два из них — контрольные. Образцы имеют влажность, равновесную с окружающей средой. Величину равновесной влажности определяют на контрольных образцах, высушивая их в сушильном шкафу до постоянной массы при температуре  $(105 \pm 5) ^\circ\text{C}$ . Три образца укладывают в сосуд с водой на пластинки так, чтобы уровень воды над отделочным покрытием составлял 0,5...1,0 см. По истечении 1, 8 и

24 часов с момента погружения образцов, их следует взвесить с точностью  $\pm 1$  г. По приросту влаги за 24 часа оценивают защитные свойства исследуемого отделочного покрытия.

Водопроницаемость отделочного покрытия оценивают по абсолютной величине количества влаги, проникшей в образец через покрытие,  $\text{кг}/\text{м}^2$ . Эту величину определяют по приросту массы образцов, отнесенной к площади покрытия, находившегося в контакте с водой. Результаты испытаний заносят в *табл. 2.1.1*.

Влагопроницаемость отделочных покрытий при капиллярном подсосе за 24 часа не должна превышать  $2,5 \text{ кг}/\text{м}^2$ .

Таблица 2.1.1

Результаты определения водопроницаемости отделочных покрытий

Наименование отделочного покрытия	Равновесная влажность бетона, %	Первоначальная масса образцов $m_1$ , кг	Масса образцов после контакта с водой в течение 24 ч $m_2$ , кг	Прирост массы образцов $m_2 - m_1$ , кг	Площадь покрытия $S$ , $\text{м}^2$	Водопроницаемость отделочного покрытия, $\text{кг}/\text{м}^2$

#### 2.1.4.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ АДГЕЗИОННЫХ СВОЙСТВ ОТДЕЛОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ

Изучение адгезионных свойств определенного вида отделки, изготовленного различными способами, производится на бетонных образцах с заранее нанесенными на них отделочными покрытиями. Методика определения степени сцепления декоративно-отделочных покрытий с бетонной частью образцов представлена в прил. 5. Результаты проведенных исследований заносятся в *табл. 2.1.2*.

#### 2.1.5. Анализ полученных результатов и выводы

На основании выполненных исследований производится оценка водозащитных свойств и прочности сцепления различных видов и способов отделки стеновых изделий. Делают выводы об эффективности использования того или иного декоративно-отделочного покрытия для конкретного вида бетона в конструкции.



Таблица 2.1.2

Результаты определения степени сцепления отделочных покрытий с бетонным основанием

Вид и краткая характеристика отделочного покрытия	Способ отделки бетонных изделий	Вид и краткая характеристика бетона на	Нагрузка, Н		Деформации, мм/м		Коэффициент сцепления отделки с бетоном $K_{сц}$
			$P$	$P_p$	$\varepsilon$	$\varepsilon_p$	
Плиточные материалы: керамическая или стеклянная плитка (размеры, свойства: $\rho_m, V_m, P_{обир}, R_{сж}$ )	«Лицом вниз», «лицом вверх», после ТВО	Ячеистый бетон или керамзитобетон ( $\rho_m, P_{обир}, R_{сж}$ )					
Дробленый камень (искусственный или естественный, плотный или пористый, фракции)	«Лицом вниз», «лицом вверх», после ТВО	Ячеистый бетон или керамзитобетон ( $\rho_m, P_{обир}, R_{сж}$ )					
Декоративный бетон или раствор (цвет, состав, свойства: $\rho_m, V_m, P_{обир}, R_{сж}$ )	«Лицом вниз», «лицом вверх», после ТВО	Ячеистый бетон или керамзитобетон ( $\rho_m, P_{обир}, R_{сж}$ )					

**Примечания:** ТВО — тепловлажностная обработка;  $\rho_m$  — средняя плотность, кг·м<sup>-3</sup>;  $V_m$  — водопоглощение по массе, %;  $P_{обир}$  — пористость общая, %;  $R_{сж}$  — предел прочности при сжатии, кгс·см<sup>-2</sup>;  $P$  — нагрузка, при которой наблюдается отслоение декоративно-отделочного покрытия, Н;  $P_p$  — разрушающая нагрузка, Н;  $\varepsilon$  — деформация, при которой наблюдается отслоение;  $\varepsilon_p$  — деформация, соответствующая разрушению, мм/м.

### Аттестационные вопросы

1. Перечислите виды, назначение и основные свойства декоративно-защитной отделки фасадов зданий.
2. Назовите основные требования, предъявляемые к отделочным материалам для наружной облицовки зданий.
3. Перечислите виды и способы индустриальной отделки стеновых изделий из легких бетонов.
4. В чем заключается сущность новых способов декоративной отделки фасадных поверхностей (глазурование, оплавление, металлизация)?
5. В чем смысл химических методов защиты лицевой поверхности (флюатирование, гидрофобизация)? Опишите процессы, происходящие при этом.
6. В чем причины отслоения отделочных покрытий от фасадных поверхностей зданий?
7. Назовите условия, обеспечивающие надежную и долговечную совместную работу отделочного покрытия с бетонным основанием в конструкции.
8. Перечислите методы и критерии оценки эксплуатационно-технических свойств отделочных покрытий.
9. В чем заключается методика оценки коэффициента сцепления отделочного слоя с основанием?

**Литература [8, 10]**

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2.2

### ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛИЦЕВЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

**2.2.1. Цель работы** — изучение различных способов изготовления лицевого керамического изделий из легкоплавких глин с оценкой их свойств.

**2.2.2. Оборудование, приборы, инструменты и сырьевые материалы:** гидравлический пресс; бегуны тонкого помола; сушильный шкаф; муфельная печь; пресс-формы; фарфоровые ступки с пестиками; мерные цилиндры на 0,25...0,5 л; весы технические; прибор Васильева для определения пластичности глин; прибор Вика; прибор для определения прочности сцепления лицевого и основного глинистых слоев; ванна с водой для определения водопоглощения; штангенциркуль; металлическая линейка; тонкомолотые и просеянные через сито № 0063 тугоплавкая светложгущаяся и легкоплавкая темножгущаяся глины; известняк; марганцевая руда; тонкомолотый бой стекла; нефелин-сиенитовый концентрат; перлит; ортофосфорная кислота и др.; пигменты — оксиды кобальта, железа, хрома, железный сурик и др.

### 2.2.3. Краткие теоретические сведения

Благодаря своим высоким декоративным качествам, а также долговечности, лицевые керамические изделия являются наиболее ценным облицовочным материалом. С учетом расходов на периодические ремонты стоимость облицовки зданий лицевой керамикой в 2...3 раза ниже по сравнению с другими видами отделки фасадов зданий.

Одним из важнейших требований, предъявляемых к сырью для производства лицевого керамического изделий, является способность давать после обжига ровный цвет светлых тонов без пятен и выцветов, а при введении пигментов — равномерно окрашиваться в соответствующие цвета.

Цвет глины после обжига зависит от количества и характера примесей и меняется от белого до черного. Легкоплавкие глины после обжига обычно желтого, красного или бурого тонов.

На цвет обожженной глины в значительной степени влияет наличие в ней соединений железа, оксида титана, марганца, органических примесей, карбонатных включений.

#### 2.2.4. Порядок выполнения работы

Данная работа выполняется группой студентов, разделенных на четыре бригады и выполняющих отдельные части общей темы с последующим обобщением полученных результатов всей группой.

##### 2.2.4.1. ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБА ОТБЕЛИВАНИЯ КЕРАМИЧЕСКОГО ЧЕРЕПКА ВВЕДЕНИЕМ В ГЛИНУ ТОНКОМОЛОТОГО ИЗВЕСТНЯКА

Способ отбеливания керамического черепка основан на введении тонкомолотого известняка в глину и его взаимодействии с оксидами железа при температуре  $550...850^{\circ}\text{C}$  в процессе обжига изделия.

Известно, что крупные включения карбонатов кальция или магния в глине после обжига превращаются в  $\text{CaO}$  и  $\text{MgO}$ , поглощают влагу из воздуха, образуя гидроксиды, и, значительно увеличиваясь в объеме, разрушают изделие. Поэтому при отбеливании глины надо добавлять тонкомолотый известняк (остаток на сите  $5100 \text{ отв./см}^2$  (сито № 0085) не должен превышать 5 %) и равномерно перемешивать его с глиной.

Известь ( $\text{CaO}$ ) в тонкомолотом состоянии лучше реагирует с составляющими глины при обжиге, после чего теряет способность гидратироваться.

Установлено, что при получении керамического черепка определенного цвета соотношение оксидов в массе должно быть следующим:

- для черепка розового цвета  $\text{Fe}_2\text{O}_3 / \text{CaO} = 0,4$ ;
- для черепка желтого цвета  $\text{Fe}_2\text{O}_3 / \text{CaO} = 0,3$ ;
- для черепка светло-желтого цвета  $\text{Fe}_2\text{O}_3 / \text{CaO} = 0,2$ .

Количество добавляемого известняка для отбеливания рассчитывают по формуле

$$И = \frac{A_{ж.з.} - M_{ж.и.} \cdot A_{к.з.}}{0,4M_{ж.и.}}, \quad (2.2.1)$$

где  $И$  — добавка известняка к глине, %;  $A_{ж.з.}$  — содержание  $Fe_2O_3$  в глине, %;  $A_{к.з.}$  — содержание  $CaO$  в глине, %;  $M_{ж.и.}$  — необходимое отношение  $Fe_2O_3 / CaO$ ; 0,4 — условно принятое содержание  $CaO$  в известняке в долях единицы.

Если химический состав глины, помимо  $Fe_2O_3$ , содержит и  $FeO$ , то содержание  $FeO$  нужно пересчитать на  $Fe_2O_3$  по формуле

$$Fe_2O_3' = 2,2 \cdot FeO, \quad (2.2.2)$$

где  $FeO$  — количество оксида железа в глине;  $Fe_2O_3$  — количество диоксида триоксида, пересчитанное на оксид, %.

В этом случае величина  $A_{ж.з.} = Fe_2O_3 + Fe_2O_3'$ .

Интенсивность отбеливающего действия  $CaCO_3$  зависит также от температуры обжига. Поэтому для выбора оптимальной температуры обжига необходимо сделать пробные обжиги при различных температурах.

Основной задачей работы является исследование зависимости интенсивности отбеливания керамического черепка от количества добавки тонкомолотого известняка и температуры обжига изделий. Работа выполняется бригадой студентов в количестве 2...3 человек в течение 8 учебных часов.

Методика исследования. Легкоплавкую глину с известным химическим составом предварительно высушивают, измельчают на бегунах или в лабораторной дробилке и просеивают через сито с размерами отверстий 1 мм.

По химическому составу глины рассчитывают количество тонкомолотого известняка, которое надо добавить к глине для получения черепков розового, желтого и светло-желтого цвета.

Для испытуемой глины без добавок известняка и с добавками различного количества известняка определяют нормальную формовочную влажность органолептическим способом. Для этого к навеске глины (или глины с добавкой известняка) массой 150 г постепенно добавляют воду небольшими порциями.

После каждой добавки воды пробу тщательно перемешивают шпателем на стекле.

Нормальной формовочной влажностью проба обладает в том случае, если последующая добавка воды в количестве  $0,5 \text{ см}^3$  приводит ее в такое состояние, при котором она начинает прилипать к тыльной стороне ладони.

Подсчитать нормальную формовочную влажность испытуемой глины можно после высушивания подготовленной пробы до постоянной массы. Для этого пользуются обычным весовым способом (сушка в сушильном шкафу).

Расчет нормальной формовочной влажности производят по формулам

$$W_{\text{абс}} = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \cdot 100, \quad (2.2.3)$$

$$W_{\text{отн}} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100, \quad (2.2.4)$$

где  $W_{\text{абс}}$  — абсолютная влажность, %;  $W_{\text{отн}}$  — относительная влажность, %;  $m_1$  — масса влажной пробы, г;  $m_2$  — масса абсолютно сухой пробы, г.

Определить нормальную формовочную влажность можно и приборными способами: с помощью иглы Вика, прибора Куманина и др.

Наиболее простой прибор — игла Вика, широко используемая для определения нормальной плотности и сроков схватывания цементного теста. Определение проводят следующим образом. Из испытуемого теста в стальной цилиндрической форме изготавливают образец высотой 50 мм и диаметром 35 мм и помещают его на площадку прибора под иглу. Масса всей перемещающейся части прибора вместе с иглой должна составлять  $(300 \pm 2)$  г. Опустив иглу до соприкосновения с поверхностью образца, предоставляют ей возможность свободно погружаться в тесто. Испытуемая масса характеризуется нормальной формовочной влажностью в том случае, если в течение 5 мин игла опускается на глубину 4 см.

Изготовление образцов лицевой керамики способом введения тонкомолотого известняка производят следующим образом.

К трем навескам воздушно-сухой глины (приблизительно по 150 г) добавляют рассчитанное количество известняка для получения образцов розового, желтого и светло-желтого цвета. Известняк должен иметь тонкость помола, соответствующую полному проходу через сито № 0085. К четвертой навеске глины известняк не добавляют; она предназначена для изготовления контрольных образцов («нулевое испытание»). Порошки глины и известняка тщательно перемешивают до получения однородной смеси и затворяют количеством воды, необходимым для получения теста нормальной формовочной влажности.

Из подготовленных четырех масс формируют по три плитки размером 60×30×15 мм и маркируют каждый образец условным обозначением, в котором должны быть указаны номера группы, подгруппы, бригады студентов, предполагаемый цвет после обжига и температура обжига. Например, условное обозначение 1-2-3-р-950 показывает, что образец изготовлен студентами первой группы, второй подгруппы, третьей бригады, предполагаемый цвет после обжига — розовый, температура обжига 950 °С.

После формовки образцы высушивают в сушильном шкафу до остаточной влажности 3...5 % и обжигают партиями по четыре плитки в каждой при температурах 950, 1000 и 1050 °С. Готовые образцы осматривают, отмечая при этом цвет, наличие дефектов (трещин и деформаций). Кроме того, определяют среднюю плотность и прочность при сжатии и изгибе образцов.

Результаты определений записывают в *табл. 2.2.1*.

Таблица 2.2.1

Результаты по исследованию количества известняка  
для отбеливания керамических изделий

Маркировка образца	Количество добавки известняка по массе, %	Температура обжига, °С	Цвет образца после обжига	Средняя плотность образцов, г/см <sup>3</sup>	Предел прочности, МПа		Примечание (наличие дефектов)
					при сжатии	при изгибе	
		950					
		1000					
		1050					

Анализ полученных результатов и выводы. По полученным данным делают вывод о рациональном

количестве добавки тонкомолотого известняка и температуре обжига для получения изделий розового, желтого или светло-желтого цвета.

#### 2.2.4.2. ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБА ХИМИЧЕСКОГО ОТБЕЛИВАНИЯ КЕРАМИЧЕСКОГО ЧЕРЕПКА ОРТОФОСФОРНОЙ КИСЛОТОЙ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ЛИЦЕВЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Для получения лицевых изделий из легкоплавких глин с отбеленной поверхностью образцы обрабатывают ортофосфорной кислотой и затем высушивают и обжигают по обычной технологии.

Метод химического отбеливания основан на реакции взаимодействия ортофосфорной кислоты ( $H_3PO_4$ ) с гематитом  $\alpha-Fe_2O_3$ , обусловливающим красно-коричневый цвет керамического черепка после обжига. Отбеливание происходит за счет образования бесцветных фосфатов железа  $FePO_4$  и  $Fe_3PO_7$ .

С экономической точки зрения для химического отбеливания керамики более рационально применять ортофосфорную кислоту, полученную экстракционным способом, как более дешевую (по сравнению с кислотой, полученной термическим способом).

Способ химического отбеливания ортофосфорной кислотой может быть применен и для получения из легкоплавких глин лицевого кирпича с отбеленной поверхностью.

Основной задачей работы является исследование зависимости интенсивности отбеливания поверхностного слоя керамического черепка, полученного из легкоплавких глин, от времени выдерживания его в ортофосфорной кислоте и температуры обжига.

Работа проводится бригадой студентов в количестве 3...4 человек в течение 8 учебных часов.

**Методика исследования.** Легкоплавкую глину, применяемую в исследованиях, предварительно высушивают, измельчают на бегунах или в лабораторной дробилке и просеивают через сито с размером отверстий 1 мм.

По методике, изложенной ранее (см. п. 2.2.4.1), определяют величину нормальной формовочной влажности глины.

Из исследуемой глины формируют партию образцов в количестве 15 шт. Для этого берут 750 г глины, готовят из нее массу с нор-



мальной формовочной влажностью и с помощью форм изготавливают образцы размером 60×30×15 мм. Полученные образцы делят на серии по три штуки (всего пять серий). Каждая серия образцов должна отличаться временем выдержки в ортофосфорной кислоте: 0 (контрольная серия), 2, 4, 6 и 8 мин. Образцы маркируют с помощью маркировочных штампиков. В маркировке указывают: номера студенческой группы, подгруппы, бригады, время выдержки в ортофосфорной кислоте и температуру обжига. Три образца каждой серии должны обжигаться при разных температурах: 900, 950, 1000 °С. Обжиг при более высоких температурах не рекомендуется из-за возможного разложения белых фосфатов. После того как образцы замаркируют, на них наносят усадочные метки с помощью штангенциркуля. Для удобства последующих вычислений расстояние между усадочными метками делают равным 50 мм.

Отформованные и замаркированные образцы высушиваются. Высушенные образцы (за исключением трех контрольных) помещают в ванночку с ортофосфорной кислотой таким образом, чтобы они были погружены в кислоту на 1/2 высоты, и выдерживают разное количество времени: вторую серию — 2 мин, третью — 4 мин, четвертую — 6 мин, пятую — 8 мин. После выдержки в сушильном шкафу при температуре около 200 °С в течение 10 мин их обжигают в лабораторных муфельных печах при соответствующих температурах: 900, 950 и 1000 °С. Время обжига — 40...60 мин. После обжига образцы осматривают, сравнивают по цвету, определяют среднюю плотность, величину общей усадки и прочность при сжатии и изгибе.

Результаты испытаний записывают в *табл. 2.2.2*.

Таблица 2.2.2

Результаты исследования влияния времени выдержки образцов в ортофосфорной кислоте и температуры обжига на свойства обожженных изделий

Маркировка образца	Время выдержки в ортофосфорной кислоте, мин	Температура обжига, °С	Цвет лицевой поверхности после обжига	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Общая усадка, %	Предел прочности, МПа	
						при сжатии	при изгибе
	0	900					
	2						
	4						
	6						
	8						

Окончание табл. 2.2.2

Маркировка образца	Время выдержки в ортофосфорной кислоте, мин	Температура обжига, °С	Цвет лицевой поверхности после обжига	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Общая усадка, %	Предел прочности, МПа	
						при сжатии	при изгибе
	2	950					
	4						
	6						
	8						
	2	1000					
	4						
	6						
	8						

Анализ полученных результатов и выводы. По полученным данным делают вывод о рациональном времени выдержки образцов в ортофосфорной кислоте и температуре обжига для получения изделий со светлым цветом керамического черепка.

#### 2.2.4.3. ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБА ОБЪЕМНОГО ОКРАШИВАНИЯ ОБРАЗЦОВ ЛИЦЕВОЙ КЕРАМИКИ МАРГАНЦЕВОЙ РУДОЙ

Одним из перспективных способов получения лицевых керамических изделий из легкоплавких глин является распространенный метод объемного окрашивания глинистой массы сравнительно не дефицитными добавками — марганцевыми, хромитовыми и железными рудами.

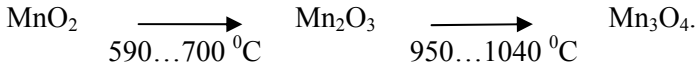
Известен способ объемного окрашивания глинистой формочной массы при получении лицевого керамического кирпича марганцевой рудой.

Объемное окрашивание глиномассы марганцевой рудой позволяет получать лицевой кирпич темного цвета — от коричневого до черного. Такой кирпич может быть использован для облицовки цоколей зданий, а также различных архитектурных вставок.

Марганцевые руды, применяемые для окрашивания лицевого кирпича, содержат 50...53 % MnO. В качестве примесей в них могут присутствовать кварцевый песок, карбонатные и глинистые породы.

Основным минералом марганцевых руд является манганит  $Mn(OH)_2 \cdot MnO_2$ . Кроме манганита, в руде содержится другой марганцевый минерал — пиролюзит  $\beta-MnO_2$  (безводный диоксид марганца).

Цвет обожженного кирпича при введении в состав керамической массы марганцевой руды определяется в основном образованием в процессе обжига минерала гаусманита, представляющего собой буровато-черный марганец три-тетраоксид  $Mn_3O_4$ :



Гаусманит — наиболее устойчивый марганцевый оксид в диапазоне температур  $940 \dots 1100 \text{ } ^\circ C$ .

Основной задачей работы является исследование зависимости интенсивности окрашивания керамического черепка и свойств получаемых изделий от количества вводимой в массу марганцевой руды и температуры обжига. Работа проводится бригадой студентов в количестве 3...4 человек в течение 8 учебных часов.

Методика исследования. Для изготовления образцов применяют легкоплавкую глину, предварительно высушенную, измельченную на бегунах или в лабораторной дробилке и просеянную через сито с размерами отверстий 1 мм. Марганцевую руду также предварительно высушивают, подвергают помолу в лабораторной шаровой мельнице и просеивают через сито с размерами отверстий 0,063 мм.

Для применяемой в работе глины определяют величину нормальной формовочной влажности. Марганцевую руду вводят в состав формовочной массы в количестве от 1 до 10 % от массы сухой глины (возможно и большее количество). Для более равномерного распределения руды во всей формовочной массе ее вводят в виде шликера, а количество воды шликера учитывается при расчете количества воды затворения формовочной массы.

Для проведения исследований изготавливают шесть (или более — по указанию преподавателя) серий образцов по три образца в каждой серии. Первая серия образцов — контрольная, в состав формовочной массы этой серии марганцевую руду не вводят. Следующие серии образцов отличаются количеством введенной руды: 1, 3, 5, 7 и 10 масс % (содержание руды может быть изменено преподавателем). Для изготовления каждой серии образцов берут по 150 г воздушно-сухой глины, добавляют рассчитанное количество марганцевой руды в виде шликера и вводят воду с таким расчетом, чтобы получилась масса с нормальной формовочной влажностью. Компоненты тщательно перемешивают до получения однородной массы, из которой форму-

ют три образца размером 60×30×15 мм. Образцы маркируют согласно п. 2.2.4.2.

Отформованные образцы всех серий высушивают в сушильном шкафу до влажности 3...5 %. Высушенные образцы комплектуют в три партии таким образом, чтобы образцы одного и того же состава обжигались при разных температурах: 950, 1000, 1050 °С.

После обжига и остывания образцы осматривают, отмечая при этом цвет, наличие трещин и деформаций, а также определяют общую усадку, среднюю плотность и прочность образцов при сжатии и изгибе.

Результаты испытаний записывают в *табл. 2.2.3*.

*Таблица 2.2.3*

Результаты исследования влияния количества марганцевой руды и температуры обжига на свойства обожженных образцов

Маркировка образцов	Количество марганцевой руды, % по массе	Температура обжига, °С	Цвет образца после обжига	Прочность, МПа		Усадка общая, %	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Примечание
				при сжатии	при изгибе			
		950						
		1000						
		1050						

Анализ полученных результатов и выводы. По полученным результатам строятся графики зависимости свойств образцов (прочности, средней плотности, усадки) от количества введенной добавки марганцевой руды.

По графическим зависимостям делают выводы о влиянии на свойства и интенсивность окрашивания керамического черепка количества введенной марганцевой руды и температуры обжига.

#### 2.2.4.4. ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБА ДВУХСЛОЙНОГО ФОРМОВАНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Основным условием получения качественной двухслойной керамики является обеспечение прочного сцепления лицевого слоя с основной массой изделия, что зависит от целого ряда свойств формовочных масс: их пластичности, формовочной влажности, величины усадки и температуры обжига.

Глинистые компоненты, применяемые для изготовления двухслойной керамики, должны относиться к классу умеренно- и среднепластичных глин (оптимальное число пластичности — 14...16), не должны иметь каменистых включений, примесей гипса и известняка более 5 % (допустимые размеры включений гипса и известняка — до 0,5 мм, каменистых включений — до 2 мм).

Для лицевого слоя обычно применяют тугоплавкие или огнеупорные глины, спекающиеся при температуре ниже 1100<sup>0</sup>С. Для понижения температуры спекания вводят плавни: тонкомолотый бой стекла, пегматиты, нефелиновый сиенит, перлит и др.

К массам основного и лицевого слоев для наилучшего их сцепления предъявляются следующие требования:

1) формовочная влажность лицевого слоя должна быть на 3...4 % выше, чем у основной массы;

2) величина общей усадки лицевого и основного слоев — не более 9 %. Допускаемые расхождения между величинами воздушной усадки основного и лицевого слоев — 1,5 %, огневой усадки — 0,5 %. У лицевой массы усадка должна быть выше (в допустимых пределах), чем у массы основного слоя. Для выравнивания усадок корректируют состав шихты;

3) водопоглощение лицевого слоя двухслойного керамического изделия, обожженного при температуре 950...1000<sup>0</sup>С, должно находиться в пределах от 8 до 12...14 %.

Готовые изделия двухслойной керамики должны выдерживать не менее 25 циклов попеременного замораживания и оттаивания при температуре ± 15<sup>0</sup>С.

Основной задачей работы является выявление зависимости прочности сцепления основного и лицевого слоев от свойств исходных масс: пластичности, формовочной влажности, величины и согласованности усадок и т. д.

Работа выполняется бригадой студентов в количестве 2...3 человек.

Методика исследования. Для применяемых в исследованиях беложгущейся и легкоплавкой глин предварительно определяют свойства: нормальную формовочную влажность и пластичность. Затем формуют образцы из этих глин для определения воздушной и огневой усадок. В случае несогласованности усадок корректируют составы шихт основного и лицевого слоев введением отоцитителей или пластификаторов таким образом, чтобы эти массы

удовлетворяли необходимым для их хорошего сцепления требованиям. У подобранных шихт тщательно проверяют формовочную влажность, воздушную и огневую усадки, а затем из них формуют образцы двухслойной керамики, причем в лицевой слой для получения цветной керамики можно ввести пигменты. После сушки и обжига образцы осматривают, отмечая при этом цвет, наличие дефектов (отслаивания и деформации), и испытывают (определяют силу сцепления слоев, среднюю плотность, водопоглощение, морозостойкость).

Определение нормальной формовочной влажности проводят по методике, изложенной выше. Число пластичности определяют на приборе Васильева. Усадочные деформации образцов после сушки и обжига определяют, пользуясь стандартными методиками.

Если усадки при сушке разнятся больше чем на 1,5 %, а при обжиге — больше чем на 0,5 %, то в более пластичную глину вводят отощители: в глину основного слоя — песок, шамот, кирпичный бой, гранулированный шлак, предварительно просеянные через сито с размером отверстий 3 мм; в глину покровного слоя — изготовленные из нее шамот или дегидратированную глину либо песок, просеянные предварительно через сито с размером отверстий 1 мм.

Для новых формовочных масс определяют нормальную формовочную влажность, воздушную и огневую усадки. Результаты определений этих свойств формовочных масс должны удовлетворять вышеуказанным требованиям для обеспечения их надежного сцепления.

После подбора составов шихт для основного и лицевого слоев и проверки их свойств формуют образцы двухслойной керамики. Для этого готовят массы с нормальной формовочной влажностью для основного и лицевого слоев.

Исходное количество шихты на три образца-близнеца:

- для основного слоя — 150 г,
- для лицевого слоя — 30 г.

Толщина лицевого слоя — 2...3 мм.

Общее требуемое количество образцов для исследования рассчитывается исходя из следующего положения: количество образцов-близнецов на каждый состав, на каждую температуру обжига и на каждый цвет должно быть не менее трех.

Для получения цветной керамики в шихту для лицевого слоя вводят пигменты:

- оксиды кобальта в количестве 1...5 %,
- оксиды железа — 3...10 %,
- марганцевую руду (пирролюзит) — 5...10 %,
- оксиды хрома — 5...10 %,
- хромовую руду — 3...5 %,
- минеральные красители — глауконит, охру, железный сурик и др.

Перед введением красителя в формовочную массу его необходимо подвергнуть тонкому помолу и просеять через сито 3600 отв./см<sup>2</sup>.

Смесь белоглущейся глины с отощителем и пигментом тщательно перемешивают в сухом виде, а затем добавляют воду до получения теста нормальной формовочной влажности.

Формовку образцов проводят следующим образом. Из массы для основного слоя формируют в металлических формах образцы и, не вынимая плиток из формы, а лишь чуть приподняв пуансон, снимают ножом верхний слой плитки, а затем, опустив пуансон, накладывают цветной слой и уплотняют его. Один из трех образцов каждой партии после сушки и обжига должен быть испытан на прочность сцепления слоев (основного и лицевого), в связи с этим поверхностный слой на данный образец накладывается не полностью, а лишь полосой шириной 10 мм для удобства испытаний на сдвиг. Отформованные плитки высушивают в сушильном шкафу и обжигают при различных температурах: 850, 950 и 1050 °С.

После сушки и обжига образцы подвергают внешнему осмотру, отмечая при этом цвет покровного слоя, наличие дефектов — отслаивание, искривление, трещины, пятна и др., анализируя возможные причины возникновения обнаруженных дефектов и намечая мероприятия по их предотвращению. Затем образцы испытывают на прочность сцепления основного и лицевого слоев, определяют их среднюю плотность, водопоглощение и морозостойкость экспресс-методом.

Испытание образцов на прочность сцепления слоев проводят на любом гидравлическом прессе, позволяющем испытывать материалы на сдвиг.

Расчет прочности сцепления  $R_{сц}$ , кгс/см<sup>2</sup> (МПа), проводят путем деления величины разрушающей нагрузки  $P$ , кгс, на площадь контакта слоев  $F_{к}$ , см<sup>2</sup>, по формуле

$$R_{cy} = \frac{P}{F_k}. \quad (2.2.5)$$

Прочность сцепления основного и лицевого слоев может быть определена по методике, изложенной в прил. 6.

Для определения водопоглощения двухслойных образцов их насыщают водой в течение 48 ч при уровне воды выше верха образцов не менее чем на 2 см. Перед взвешиванием насыщенные водой образцы обтирают влажной тканью. Водопоглощение образца  $B_m$ , %, определяют по формуле

$$B_m = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \cdot 100, \quad (2.2.6)$$

где  $m_1$  — масса обожженного образца, г;  $m_2$  — масса насыщенного водой образца, г.

При испытании образцов на водопоглощение следует параллельно определить водопоглощение поверхностного слоя (оно должно находиться в пределах 8...14 %).

Морозостойкость образцов в условиях ограниченного времени можно оценить экспресс-методом — по коэффициенту насыщения или структурности  $K_c$ , который вычисляют по формуле

$$K_c = \frac{B_n}{B_k}, \quad (2.2.7)$$

где  $B_n$  — водопоглощение образцов при нормальных температурных условиях, %;  $B_k$  — водопоглощение образца при кипячении в течение 4 ч, %.

После кипячения образцы охлаждают, не вынимая из воды. Образцы считаются морозостойкими, если значение  $K_c$  не ниже 0,85, то есть водопоглощение при кипячении не более чем на 15 % превышает водопоглощение при нормальных условиях.

Результаты экспериментов заносят в *табл. 2.2.4.*

Анализ полученных результатов и выводы. Полученные данные анализируют для выяснения причин возникновения обнаруженных дефектов и намечают мероприятия по их предотвращению.



По результатам испытаний делают выводы о зависимости прочности сцепления слоев двухслойных образцов от исследованных факторов.

Таблица 2.2.4

Результаты эксперимента										
Слой	Состав шихты	Свойства формовочных масс				Свойства двухслойных образцов				
		Формовочная влажность, %	Число пластичности, %	Воздушная усадка, %	Огневая усадка, %	Результаты визуального осмотра (цвет, наличие дефектов, деформаций, отслоения и др.)	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Прочность сцепления слоев, МПа	Водопоглощение при нормальных условиях, %	Водопоглощение при кипячении, %
Основной										
Лицевой										

### Аттестационные вопросы

1. Назовите основные свойства глинистого сырья.
2. Перечислите основные процессы, протекающие при взаимодействии глины с водой.
3. Какие процессы протекают при сушке и обжиге керамических изделий?
4. Какие требования предъявляются к глинистому сырью при изготовлении лицевого и основного слоев двухслойных керамических изделий?
5. Каковы основные особенности изготовления лицевых керамических изделий методами отбеливания, объемного окрашивания и двухслойного формования?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2.3

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШИХТОВОГО СОСТАВА КЕРАМИЧЕСКИХ ПЛИТОК РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

**2.3.1. Цель работы** — изучение влияния сырьевого состава и температуры обжига на основные физико-технические характеристики керамических плиток, выявление рационального состава и температуры спекания керамических плиток для скоростных режимов обжига.

**2.3.2. Оборудование, приборы, инструменты и сырьевые материалы:** гидравлический пресс; пресс-формы размером 50×50×50 мм; фарфоровые ступки с пестиками; мерные цилиндры на 0,25 и 0,5 л; весы технические; сушильный шкаф; муфельная печь; штангенциркуль; металлическая линейка; тонкомолотые и просеянные через сито № 0063 глина, перлит, стеклобой, мел, доломит.

### 2.3.3. Краткие теоретические сведения

Технология производства керамических плиток на поточно-автоматизированных конвейерных линиях со скоростными режимами сушки 20...40 мин и обжига 40...70 мин предъявляет определенные требования как к используемому сырью, так и к составам плиточных масс и глазурей.

Разработанные конструкции щелевых печей для обжига плиток оснащены металлическим рольганговым конвейером или металлической сеткой, на которых плитки последовательно проходят зоны подогрева, обжига и охлаждения. Применяемая для роликов и металлической сетки жаростойкая сталь не позволяет повышать температуру в печи свыше 1100 °С. В связи с этим необходимо вести процесс спекания керамических масс таким образом, чтобы все требуемые эксплуатационные свойства плиток формировались при температуре до 1000...1100 °С. Для этой цели в состав керамических

масс вводят различные плавни, обеспечивающие процесс спекания плиток в условиях скоростных режимов обжига.

При обжиге керамических плиток образуется щелочесиликатный расплав, который оказывает влияние как на спекание, так и на формирование структуры и свойств изделий. В соответствии с современной теорией строения жидких фаз щелочные оксиды ( $R_2O = K_2O + Na_2O$ ), переводя  $AlO_6$  в  $AlO_4$ , укрупняют комплексы и повышают вязкость в алюмосиликатных расплавах, а щелочноземельные оксиды ( $RO = CaO + MgO$ ), наоборот, переводят  $AlO_4$  в  $AlO_6$ , что обуславливает дробление комплексов и снижение вязкости. Исходя из этого можно предположить, что при спекании на оптимальном уровне в материале должно образовываться определенное количество алюмосиликатного расплава с оптимальным содержанием  $RO/R_2O$ . В плиточных массах в качестве щелочесодержащих материалов используются перлит, нефелиновый концентрат, нефелин-сиенитовые отходы, стеклобой и др., а в качестве материалов, содержащих щелочноземельные оксиды, — мел, доломит, магнезит, тальк, топливные шлаки, шлаки химических производств и др.

Для поточно-конвейерного способа производства облицовочных плиток в их состав рекомендуется вводить щелочесодержащие материалы совместно с добавками, содержащими щелочноземельные оксиды, в количествах, обеспечивающих содержание в шихте  $RO + R_2O = 12...20\%$  при  $RO/R_2O = 1,0...1,3$ . При введении в состав плиточных масс комплексных добавок плавней при скоростных режимах обжига синтезируются минералы (воластонит, анортит, диопсид и др.), снижающие усадку и влажностное расширение, а также улучшающие физико-механические свойства плиток. Для получения высококачественных облицовочных плиток при скоростных режимах обжига рекомендуется двукратный обжиг. При этом продолжительность первого (утельного) составляет 20 мин, а второго (политого) — 30 мин.

При производстве фасадных плиток и плиток для полов в состав масс рекомендуется вводить комплексные плавни в количествах, обеспечивающих содержание в шихте  $RO + R_2O = 8...11\%$  при  $RO/R_2O = 0,3...0,8$ . При использовании глин, содержащих значительное число оксидов железа (4...10%), плавни должны вводиться в таких количествах, чтобы обеспечить содержание в массах  $Fe_2O_3 + R_2O = 7...11\%$  при  $Fe_2O_3 / R_2O = 1$  и менее. Общая продолжительность обжига плиток для полов зависит от их размера, в

основном от толщины. Для получения качественных плиток обязательна выдержка при температурах 900...950 °С (для устранения «черной зоны», образующейся при скоростном обжиге) в течение 10...20 мин, а затем при максимальной температуре обжига.

При изготовлении фасадных плиток предпочтителен однократный обжиг. Для получения высококачественных морозостойких плиток общее время обжига должно составлять 60...70 мин. При этом выдержка при 900...950 °С составляет 9...12 мин. Максимальная температура обжига определяется водопоглощением плиток.

Таким образом, используя комплексные плавни, содержащие щелочные и щелочноземельные оксиды в определенном соотношении их в шихте, можно получать керамические плитки различного назначения с требуемыми физико-техническими свойствами. Эти свойства формируются в процессе спекания сырьевой шихты при скоростных режимах обжига по заданным температурным параметрам. Основные физико-технические свойства керамических плиток для внутренней облицовки стен, отделки фасадов зданий и для полов представлены в *табл. 2.3.1*.

На лицевой поверхности плиток не допускаются трещины и цек. Допускаемые дефекты приведены в *табл. 2.3.2*.

Таблица 2.3.1

Физико-технические свойства керамических плиток

Свойства	Значения для плиток				
	внутренней облицовки [34]	отделки фасадов [22]		полов [35]	
		стенных	цокольных	неглазурованных	глазурованных
Предел прочности при изгибе, МПа	Не менее 15	Не менее 16	Не менее 18	Не менее 25...28	
Водопоглощение, %	Не более 16...24	2...9	2...5	Не более 3,5	Не более 4,5
Термостойкость, °С	125...150	125	50	-	125
Твердость глазури по Моосу	Не менее 5	5		-	5
Истираемость, г/см <sup>2</sup>	-	-	-	Не более 0,18	
Морозостойкость, циклы	-	40	50	Не менее 25	-

Кривизна плитки (отклонение лицевой поверхности плитки от плоскости) должна быть не более 0,75 % длины наибольшей диагонали, но не более 2 мм. Косоугольность плитки должна быть не более 1 % длины ее грани, но не более 2 мм.

Таблица 2.3.2

## Допускаемые дефекты керамических плиток

Вид дефекта	Норма для плиток размерами, мм		
	50	50...200	более 200
Отбитость углов не более:			
общая площадь, мм <sup>2</sup>	4	10	15
число, шт.	1	2	2
Отбитость ребер, мм, не более:			
ширина	1	2	3
общая длина	3	15	20
Посечка общей длиной, мм, не более	2	25	30

## 2.3.4. Порядок выполнения работы

Для реализации поставленной цели исследований используется математический метод Д-оптимального планирования трехфакторного эксперимента (прил. 7). В качестве основных компонентов керамической шихты при проведении лабораторной работы принимаются:

- 1) беложгущаяся или темножгущаяся глина в зависимости от вида керамической плитки;
- 2) щелочесодержащие плавни:  $R_2O = K_2O + Na_2O$  (нефелин-сиенит, перлит, стеклобой и др.);
- 3) щелочноземельные компоненты:  $RO = CaO + MgO$  (тальк, доломит, мрамор и др.).

Условия проведения эксперимента представлены в *табл. 2.3.3*, а матрица планирования — в *табл. 2.3.4*.

Таблица 2.3.3

## Условия проведения эксперимента

Наименование фактора	Математический символ	Значения на уровнях			Интервал
		-1	0	+1	
Расход щелочесодержащего плавня, масс. %	$X_1$	10	15	20	5
Расход щелочноземельного компонента, масс. %	$X_2$	2	4	6	2
Температура обжига, °C	$X_3$	900	950	1000	50

Для выполнения эксперимента каждой бригадой студентов (3...4 человека) приготавливается сырьевая шихта в количестве 400 г согласно условиям, указанным в *табл. 2.3.3*, путем тщательного перетирания сухой смеси в фарфоровой ступке. Вода вводится в количестве, соответствующем влажности 7...8 %. Расход глинистого порошка для всех экспериментов определяется из 100-процентного содержания

всех компонентов (глина + щелочесодержащий плавень + щелочноземельный компонент) в сырьевой шихте.

Параллельно для сравнения готовится шихта из глины без использования комплексных плавней.

Приготовленная формовочная смесь (1/6 часть общего замеса) укладывается в металлическую пресс-форму и подвергается прессованию с удельной нагрузкой 20 МПа. Отформованные образцы размером 50×50×10 мм маркируются, измеряются штангенциркулем, высушиваются в сушильном шкафу при температуре 160...180 °С в течение 30 мин. Высушенные образцы плитки обжигаются в лабораторной муфельной печи при температурах 900, 950, 1000 °С (в соответствии с планом эксперимента) и выдержкой при максимальной температуре 10 мин.

Обожженные образцы охлаждают, осматривают, определяют деформации, линейную усадку, среднюю плотность, водопоглощение и предел прочности при изгибе. Результаты определений заносят в *табл. 2.3.4.*

Таблица 2.3.4

Матрица планирования и результаты эксперимента

Номер опыта	Матрица			Результаты эксперимента				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$Y_i$	$\bar{Y}$	$Y_i - \bar{Y}$	$S$	$C_v, \%$
1	+	-	-					
2	-	+	-					
3	-	-	+					
4	+	+	+					
5	+	-	+					
6	-	+	+					
7	+	+	-					
8	-	-	-					
9	+	0	0					
10	-	0	0					
11	0	+	0					
12	0	-	0					
13	0	0	+					
14	0	0	-					
15	0	0	0					
16	0	0	0					
17	0	0	0					
18	0	0	0					

Затем, используя бланк-алгоритм (см. прил. 7), выполняют расчеты (по одному или всем изучаемым свойствам) для получения уравнения регрессии в виде полинома:

$$Y = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_3 X_3 + B_{11} X_1^2 + B_{22} X_2^2 + B_{33} X_3^2 + B_{12} X_1 X_2 + B_{13} X_1 X_3 + B_{23} X_2 X_3, \quad (2.3.1)$$

где  $B_0, B_1, B_2, B_3, B_{11}, B_{22}, B_{33}, B_{12}, B_{13}, B_{23}$  — коэффициенты регрессии.

После проверки коэффициентов уравнения (2.3.1) на адекватность осуществляют графическую интерпретацию полученных моделей влияния варьируемых факторов на свойства керамических плиток.

### 2.3.5. Анализ полученных результатов и выводы

По полученным данным устанавливают рациональные (оптимальные) состав и температуру спекания керамических плиток для скоростных режимов обжига с заданным уровнем физико-технических свойств. Также проводят сравнительную оценку достигнутого уровня качества керамических плиток-образцов, изготовленных из шихтовых составов и «чистой» глины, при прочих равных для всех технологических параметрах.

### Аттестационные вопросы

1. Назовите основные сырьевые материалы, используемые при производстве керамических облицовочных материалов.
2. Какие виды плавней вводят в составы шихт при производстве керамических плиток?
3. В чем заключаются технологические особенности производства керамических плиток на поточно-автоматизированных конвейерных линиях?
4. В чем заключается декорирование керамических плиток? Назовите виды глазурей и способы нанесения их на поверхность керамических изделий.
5. Опишите физико-химические процессы, протекающие при скоростных режимах сушки и обжига керамических изделий.
6. Перечислите основные пути экономии материальных и топливно-энергетических ресурсов при производстве керамических плиток.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2.4

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОСТАВА ДЕКОРАТИВНОГО БЕТОНА (РАСТВОРА)

**2.4.1. Цель работы** — подбор состава декоративного бетона (раствора) с определенными цветовыми и физико-механическими характеристиками.

**2.4.2. Оборудование, приборы, инструменты и сырьевые материалы:** гидравлический пресс; лабораторная виброплощадка; лабораторная пропарочная камера; ванна металлическая для определения водопоглощения; штыковка для уплотнения бетонной смеси; металлическая чашка со сферическим дном; формы металлические 10×10×10 см; весы технические; весы торговые; мерные цилиндры объемом 0,5 и 1 л; стандартный конус для определения подвижности бетонной смеси; емкость для перемешивания бетонной смеси; порландцемент; пигменты 3...4 видов; щебень светлых тонов фракции до 10 мм; песок фракции 0,8...2,5 мм.

### 2.4.3. Краткие теоретические сведения

Отделка бетонных и железобетонных изделий и конструкций декоративными бетонами и растворами отличается долговечностью благодаря высокой прочности сцепления бетона изделия с отделочным слоем, сходным с ним по составу и свойствам.

Применение декоративных бетонов и растворов позволяет получать отделочные слои неограниченной цветовой палитры, а также любой фактуры — гладкой, бугристой или рельефной.

Отделочные слои, имеющие различную фактуру, могут быть получены как в процессе формования (за счет реализации пластических свойств бетонных или растворных смесей или выявления декоративных качеств заполнителей), так и путем специальной обработки бетонных поверхностей после тепловлажностной обработки.

Основной задачей подбора состава цветных бетонов и растворов является выбор заполнителя, обеспечивающего необходимому



прочность и декоративные качества бетона, а также количество пигмента, придающего необходимый цвет цементному камню без снижения его прочности.

Для получения декоративных бетонов и растворов в качестве вяжущих применяют белый, обычный и цветной портландцементы, известь, гипс, а также магниевые вяжущие вещества.

При отсутствии цветного цемента в качестве вяжущего для цветных бетонов и растворов можно использовать белый или разбеленный серый цемент с добавкой пигментов. Для разбеления в цемент добавляют (при перемешивании в мельницах) белый молотый известняк или мрамор с тонкостью помола около  $3000 \text{ см}^2/\text{г}$ . Общее количество тонкомолотой добавки и пигмента не должно превышать 25 % от массовой доли цемента. Примерное содержание пигмента в цементе, необходимое для получения бетона или раствора заданного цвета, приведено в *табл. 2.4.1*.

Таблица 2.4.1

Изменение интенсивности цвета бетона или раствора в зависимости от массовой доли пигмента в цементе

Отделочный бетон или раствор		Вид пигмента	Содержание пигмента, % от массы цемента	
Цвет	Интенсивность окрашивания		белого	серого
Желтый	Слабая	Охра	5	10
	Средняя		10	20
Красный с коричневым оттенком	Слабая	Железный сурик или пиритные огарки	2	3
	Средняя		4	5
	Высокая		6	8
Красный	Слабая	Редоксайд	2	3
	Средняя		3	5
	Высокая		5	8
Зеленый	Слабая	Оксид хрома	1	3
	Средняя		3	5
	Высокая		5	8
Коричневый	Слабая	Смесь железного сурика и пиролюзита	1	4
	Средняя		5	10
	Высокая		10	15
Синий	Слабая	Ультрамарин	1	3
	Средняя		3	5
	Высокая		5	-

В качестве заполнителей применяют дробленые горные породы (граниты, мраморы, базальты, диориты, лабрадориты, вулканиче-

ские туфы, кварциты и др.), а также природный гравий и песок с декоративными свойствами. Прочность крупного заполнителя при этом должна быть не менее 20 МПа, а водопоглощение — не более 4 % по массе.

Для усиления декоративного эффекта в состав декоративных бетонов и растворов вводят дробленый бой стекла, слюду, эрклез, отдельные виды шлаков и др. Для улучшения удобоукладываемости декоративных бетонов и растворов, а также для повышения их эксплуатационных свойств в состав формовочных смесей вводят поверхностно-активные вещества (ГКЖ, ЛСТ и др.).

При подборе состава цветного бетона или раствора следует учитывать, что введение пигментов снижает активность цемента, а значит и прочностные характеристики покрытия (*табл. 2.4.2*).

Таблица 2.4.2

Изменение активности портландцемента в зависимости от вида и количества пигментов

Активность цемента, %, в зависимости от массовой доли пигмента, %	Пигмент						
	Охра	Сурик железный	Оксид хрома	Пиролузит	Ультрамарин	Редоксайд	Пиритные огарки
<b>0</b>	100	100	100	100	100	100	100
<b>1</b>	90	95	95	100	100	100	100
<b>2</b>	85	95	90	95	95	95	100
<b>4</b>	80	90	85	90	90	90	95
<b>5</b>	70	85	80	85	85	85	85
<b>8</b>	60	80	75	80	85	80	80
<b>10</b>	50	75	70	75	70	75	70
<b>20</b>	40	65	60	65	60	65	55
<b>30</b>	-	50	50	50	50	50	40

Примерный расход цветного цемента для изготовления бетона и раствора различных марок представлен в *табл. 2.4.3*.

Таблица 2.4.3

Расход цветного цемента на 1 м<sup>3</sup> бетонной или растворной смеси

Вид декоративного бетона или раствора	Проектная прочность бетона или раствора, МПа	Ориентировочный расход цемента, кг, марки	
		300	400
Бетон с заполнителем крупностью до 20 мм	10	250	230
	15	300	270
Бетон с заполнителем крупностью до 10 мм	10	280	260
	15	320	290
Раствор на основе кварцевого песка или песка из дробленых горных пород до 2,5 мм	7,5	320	270
	10	360	320
	15	400	380

При изготовлении декоративных бетонов необходимо использовать бетонные смеси подвижностью 2...4 см по осадке стандартного конуса. Коэффициент уплотнения бетонной смеси должен быть не менее 0,97.

Основными показателями свойств декоративно-отделочных бетонов (растворов) являются: морозостойкость — не менее 50 циклов, водопоглощение — не более 8 %, прочность при сжатии — не менее 10 МПа (но не должна превышать прочность конструкционного бетона более чем в 2 раза).

Для отделки декоративными растворами применяют умеренно жесткие растворные смеси подвижностью не более 4 см погружения стандартного конуса.

Толщина фасадного растворного слоя для стеновых изделий из легкого бетона должна быть не менее  $(20 \pm 5)$  мм, для цокольных — не менее  $(30 \pm 5)$  мм. Толщина защитного слоя до рабочей арматуры при применении растворов на обычных серых цементах должна быть не менее 20 мм, а для растворов на белом и цветных цементах — не менее 25 мм.

#### 2.4.4. Порядок выполнения работы

При выполнении данной лабораторной работы последовательно производят: расчет состава цветного бетона, корректировку состава методом пробных замесов, изготовление лабораторных образцов бетона, твердение бетона в нормальных температурно-влажностных условиях, определение физико-механических свойств и цветовых характеристик бетона.

В работе используются цветные вяжущие, полученные из портландцемента с добавлением пигмента, крупный заполнитель (светлый) с размером частиц до 10 мм и мелкий заполнитель (песок кварцевый) фракции 0,8...2,5 мм.

Для каждой бригады студентов (3...4 человека) устанавливается определенный цвет бетона согласно данным *табл. 2.4.1.*

##### 2.4.4.1. РАСЧЕТ СОСТАВА ЦВЕТНОГО БЕТОНА НА 1 м<sup>3</sup> БЕТОННОЙ СМЕСИ

Расчет состава цветного бетона производится по методу абсолютных объемов, принятому при расчете составов тяжелых строительных бетонов.

Последовательность расчета включает следующее:

1. Определение водоцементного отношения ( $B/C$ ), необходимого для получения заданной прочности бетона:

$$B / C = \frac{AR_{цц}}{R_б + 0,5AR_{цц}}, \quad (2.4.1)$$

где  $R_б$  — заданная прочность бетона, МПа (назначается преподавателем в пределах 15...20 МПа);  $R_{цц}$  — активность цветного цемента, МПа (определяется экспериментально или устанавливается с учетом данных табл. 2.4.2);  $A$  — коэффициент, учитывающий качество исходных заполнителей (для высококачественных материалов — 0,65; для материалов среднего качества — 0,6 и для материалов пониженного качества — 0,55).

2. Определение расхода воды  $B$ , л/м<sup>3</sup>, в зависимости от требуемой удобоукладываемости бетонной смеси с учетом поправок на вид цемента и качество заполнителей.

Расход воды определяется по таблицам или графикам, приведенным в справочной или нормативной литературе. Для бетонов на мраморном заполнителе до 10 мм и речном песке расход воды можно принять равным 195 л/м<sup>3</sup>.

3. Расчет расхода цветного цемента  $C$ , кг/м<sup>3</sup>:

$$C = \frac{B}{B / C}. \quad (2.4.2)$$

Для получения достаточной плотности и хорошей цветной выразительности поверхности декоративного бетона (раствора) по сравнению с обычным бетоном (раствором) несколько повышают расход цветного цемента. При крупности заполнителя до 10 мм расход цветного цемента составляет 450...500 кг/м<sup>3</sup> [2].

4. Определение расхода песка  $\Pi$ ) кг/м<sup>3</sup>, для растворной части бетона из расчета  $C: \Pi = 1: 1$  или  $1: 2$ ,  $1: 3$  исходя из требований к декоративному виду бетона.

5. Расчет расхода крупного заполнителя  $\text{Ш}$ , кг/м<sup>3</sup>:

$$\text{Ш} = \frac{\left( \frac{C}{\rho_c} + \frac{\Pi}{\rho_n} + \frac{B}{1000} \right) \cdot \rho_{нц}}{V_{нц} \cdot \alpha}, \quad (2.4.3)$$

где  $\alpha$  — коэффициент раздвижки зерен крупного заполнителя, равный 1,2;  $\rho_{ц}$ ,  $\rho_n$  — истинные плотности цемента и песка, кг/м<sup>3</sup>, принимаются соответственно равными 3100 и 2670;  $\rho_{нц}$  — насыпная плотность крупного заполнителя, кг/м<sup>3</sup>, определяется экспериментально;  $V_{нц}$  — межзерновая пустотность крупного заполнителя:

$$V_{нц} = 1 - \frac{\rho_{нц}}{\rho_{ц}}, \quad (2.4.4)$$

где  $\rho_{ц}$  — истинная плотность крупного заполнителя, принимаемая равной 2600 кг/м<sup>3</sup>.

Приведенный способ расчета состава бетонной смеси основан на том, что для получения бетона заданного цвета в качестве основного носителя цветовых характеристик используется цветной цемент, близкий по цвету к декоративному бетону, заданному проектом. При этом используются крупный заполнитель и песок светлых тонов, оказывающие влияние лишь на светлоту общего цвета бетона.

Также заданный цвет бетона можно получить и за счет сочетания заполнителей разных цветов и белого цемента или использования цветных заполнителей и цветового цемента, при этом следует применять методику подбора, приведенную в прил. 8.

6. Определение расчетной средней плотности бетонной смеси  $\rho_{\text{ос}}^p$ , кг/м<sup>3</sup>, по формуле

$$\rho_{\text{ос}}^p = Ц + П + ШЦ + В \quad (2.4.5)$$

и коэффициента выхода цветного бетона  $\beta$  по формуле

$$\beta = \frac{1}{\frac{Ц}{\rho_{нц}} + \frac{П}{\rho_{пн}} + \frac{ШЦ}{\rho_{нц}}}, \quad (2.4.6)$$

где  $\rho_{нц}$  — насыпная плотность цемента (определяется экспериментально или принимается равной 1200 кг/м<sup>3</sup>);  $\rho_{пн}$  — насыпная плотность песка (определяется экспериментально), кг/м<sup>3</sup>.

Величина коэффициента выхода цветного бетона обычно находится в пределах 0,6...0,75.

2.4.4.2. УТОЧНЕНИЕ РАСЧЕТНОГО СОСТАВА ЦВЕТНОГО БЕТОНА  
ПРОБНЫМИ ЗАМЕСАМИ

После выполнения расчета состава бетона готовится пробный замес объемом 10 л и определяется подвижность бетонной смеси по стандартному конусу. Если подвижность отличается от заданной, то необходимо провести корректировку состава бетонной смеси. После этого определяется фактический объем замеса  $V_з$ , м<sup>3</sup>, по формуле

$$V_з = \frac{Ц_з + B_з + П_з + Ш_з}{\rho_{\phi c}^{\phi}}, \quad (2.4.7)$$

где  $Ц_з$ ,  $B_з$ ,  $П_з$ ,  $Ш_з$  — соответственно массы цветного цемента, воды, песка и крупного заполнителя, израсходованные на замес, кг;  $\rho_{\phi c}^{\phi}$  — фактическая средняя плотность бетонной смеси, кг/м<sup>3</sup>.

Зная объем бетонной смеси и фактический расход материалов для получения этого объема, рассчитывают расход материалов на 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси, кг/м<sup>3</sup>:

$$\begin{aligned} Ц &= Ц_з / V_з, & B &= B_з / V_з, \\ П &= П_з / V_з, & Ш &= Ш_з / V_з. \end{aligned} \quad (2.4.8)$$

Готовые образцы декоративного бетона после твердения в естественных условиях подвергают испытанию на определение цветовых характеристик, предела прочности при сжатии и водопоглощения. Цветовые характеристики бетона определяют с помощью компонаторов цвета или с помощью образцов из атласа цветов ВНИИ метрологии.

Результаты испытаний заносятся в *табл. 2.4.4* и *2.4.5*.

Таблица 2.4.4

Исходные данные для проектирования состава декоративного бетона (раствора) заданного цвета

Показатели	Значение показателя	Показатели	Значение показателя
Заданные цветовые характеристики бетона (раствора): цветовой тон $\lambda$ , нм		Модуль крупности песка	
		$M_k$	
чистота цвета, %		Наибольший размер зерен крупного заполнителя, мм	
яркость цвета, %			
Вид и массовая доля пигмента, %		Истинная плотность крупного заполнителя, кг/м <sup>3</sup>	
Заданная прочность бетона (раствора), МПа			
Активность цветного цемента, МПа		Насыпная плотность крупного заполнителя, кг/м <sup>3</sup>	

Окончание табл. 2.4.4

Показатели	Значение показателя	Показатели	Значение показателя
Истинная плотность цветного цемента, кг/м <sup>3</sup>		Межзерновая пустотность крупного заполнителя, %	
Насыпная плотность цветного цемента, кг/м <sup>3</sup>			
Истинная плотность песка, кг/м <sup>3</sup>		Удобоукладываемость бетонной смеси (подвижность), см	
Насыпная плотность песка, кг/м <sup>3</sup>			

Таблица 2.4.5

Результаты определения состава и свойств декоративного бетона (раствора)

Показатели	Значение показателя	Показатели	Значение показателя
Предварительный расход материалов на 1 м <sup>3</sup> бетонной смеси: цветного цемента $Ц$ , кг воды $B$ , л песка $П$ , кг крупного заполнителя $Щ$ , кг		Коэффициент выхода бетонной смеси	
		Фактическая средняя плотность бетонной смеси, кг/м <sup>3</sup>	
		Рациональный состав декоративного бетона в массовых частях 1: $X$ : $Y$ , $B/Ц$	
Расход материалов на пробный замес 10 л: цветного цемента, кг воды, л песка, кг крупного заполнителя, кг		Фактические цветовые характеристики бетона цветовой тон $\lambda$ , нм	
		чистота цвета, %	
		яркость цвета, %	
Рациональное значение $B/Ц$			
Фактический расход материалов на пробный замес: цветного цемента, кг воды, л песка, кг крупного заполнителя, кг		Предел прочности при сжатии декоративного бетона (раствора), МПа	
		Водопоглощение декоративного бетона (раствора), %	

### 2.4.5. Анализы полученных результатов и выводы

На основании результатов, представленных в табл. 2.4.4 и 2.4.5, устанавливают зависимости между характеристиками исходных материалов и свойствами полученного декоративного бетона (раствора) и делают необходимые выводы по его рациональному составу.

### **Аттестационные вопросы**

1. Перечислите разновидности декоративно-отделочных бетонов и растворов.
2. Какие требования предъявляются к сырьевым материалам для декоративно-отделочных бетонов и растворов?
3. Подбор состава декоративно-отделочных бетонов и растворов. Особенности их приготовления.
4. Перечислите индустриальные способы отделки декоративными бетонами и растворами.
5. Какие требования предъявляются к отделочным покрытиям на основе цветных бетонов и растворов?
6. Отличительные особенности изготовления штукатурок: обычных и декоративных (известково-песчаных цветных, терразитовых, каменных и штукатурок с графитом).
7. Дайте сравнительную оценку технико-экономических показателей различных способов отделки фасадов зданий.

**Литература** [2, 10, 18]



**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2.5**  
**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ**  
**РЕЦЕПТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ**  
**НА ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА**  
**ОТДЕЛОЧНЫХ ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

**2.5.1. Цель работы** — изучение влияния массовой доли полимерного связующего, размера древесных частиц (стружек или опилок) и условий изготовления на основные свойства отделочных древесно-полимерных изделий. Определение рационального состава и параметров изготовления древесно-полимерных материалов.

**2.5.2. Оборудование, приборы, инструменты и сырьевые материалы:** гидравлический пресс; сушильный шкаф; весы технические; металлические чашки со сферическим дном; комплект металлических форм с перфорированными днищами; распылитель полимерного связующего; металлическая линейка; стеклянные цилиндры емкостью 0,25 и 0,5 л; древесные опилки или стружка фракции 0...5, 5...10 и 10...15 мм; водная дисперсия полимерного связующего с концентрацией 10...20 % (ПВА, латекс, мочевиноформальдегидные или фенолоформальдегидные смолы); отвердитель — 20-процентный раствор хлористого аммония.

**2.5.3. Краткие теоретические сведения**

Для изготовления отделочных плит из древесных частиц могут быть использованы почти все виды отходов лесопильного, фанерного и деревообрабатывающего производств, а также неделовая и тонкомерная древесина хвойных и лиственных пород. Возможность применения отходов древесины любых пород создаёт обширную базу сырья и эффективную экономическую предпосылку развития этого производства.

Плиты из древесных частиц получают путем горячего прессования измельченной древесины, предварительно смешанной с полимерным связующим (ПВА, фенолспиртами, латексом, карбамидной смолой и др.).

По виду измельченной древесины различают плиты из специально изготовленной стружки на стружечных станках, из стружки-отходов механической обработки древесины и из дробленки, щепы и опилок-отходов лесопиления и других видов обработки древесины.

Плиты из специально приготовленной стружки определенного размера (длина — 10...20 мм, ширина — 2...6 мм и толщина — 0,1...0,2 мм) имеют лучшую поверхность и более высокие физико-механические свойства по сравнению с плитами из станочной стружки или дробленки. Плиты из опилок имеют хорошую поверхность, но более низкую прочность по сравнению с плитами из стружек и дробленых отходов. Это объясняется тем, что опилки по сравнению со специально нарезанной стружкой неравномерны по форме и размерам отдельных частиц. Небольшая длина и почти кубовидная форма опилок исключают у них свойство переплетения, необходимое для получения высокой прочности склеивания древесных частиц между собой.

Отношение длины древесных частиц к их толщине называется *коэффициентом гибкости*. Для специально нарезанной стружки коэффициент гибкости находится в пределах 40...80. Из данных, приведенных в *табл. 2.5.1*, видно, что коэффициент гибкости опилок составляет в среднем (с учетом массовой доли фракции) всего 2,5, что примерно в 20 раз ниже, чем у специально нарезанной стружки.

Таблица 2.5.1

Коэффициент гибкости и фракционный состав древесных опилок

Средние размеры, мм		Удельная площадь поверхности, м <sup>2</sup> /100 г	Массовая доля фракции, %	Коэффициент гибкости
Длина	Ширина и толщина			
6,0	3,30	2,80*	2	1,8
3,4	1,70		11	2,0
2,1	0,90		35	2,3
0,9	0,30		34	3,0
0,9	0,18		13	5,0
0,8	0,10	9,90	5	8,0

**Примечание:** \*средний показатель для фракций размером по длине от 3,4 до 0,9 мм.

В связи с тем, что опилки более мелкой фракции имеют наибольшую удельную площадь поверхности (см. *табл. 2.5.1*), расход связующего на их склеивание больше, чем при использовании крупных. Это приводит к непропорциональному распределению связующего по фракционной смеси опилок.

Таким образом, опилки по сравнению с плоской специально нарезанной стружкой представляют собой неравномерную смесь, отдельные частицы которой обладают сравнительно низким коэффициентом гибкости и имеют неодинаковую удельную площадь поверхности. Кроме того, при распиливании древесины образуются отдельные частицы, имеющие больший размер не вдоль, а поперек волокон, что ведет к снижению прочности некоторой части опилок и способствует снижению прочности (при изгибе и растяжении) готовых материалов и изделий из них.

Однако наряду с указанными недостатками опилки имеют целый ряд преимуществ перед стружками-отходами, дробленкой и даже перед специально приготовленной стружкой. Так, однородное гранулированное строение опилок обеспечивает их хорошую текучесть, что имеет большое значение при прессовании изделий на профильных матрицах. Текучесть опилок увеличивается при повышении температуры и давления прессования.

Плитные материалы и изделия из опилок, полученные способом горячего прессования, как правило, не требуют дополнительной шлифовки, так как чистота их поверхности значительно выше, чем чистота поверхности изделий из других видов древесных отходов. Кроме того, опилки – это сырье, не требующее дополнительного измельчения (в отличие от кусковых отходов и стружки).

Учитывая положительные и отрицательные качества опилок и других видов древесных отходов, в настоящее время выпускают в основном трехслойные древесно-полимерные плиты, в которых высококачественную, специально приготовленную стружку применяют только для облицовочных слоев, составляющих 15...20 % от общей массы плиты, а опилки, грубую станочную стружку или дробленку используют для внутренних слоев. Такие плиты по своим качественным показателям не уступают однослойным плитам из специально нарезанной стружки.

Помимо формы и размера древесных частиц, на физико-технические свойства древесно-полимерных изделий оказывает влияние и ряд технологических факторов: вид и массовая доля полимерного связующего, порода древесины, примеси коры, содержание пыли в стружке, влажность стружечно-клеевой массы перед началом прессования, температура, давление и продолжительность прессования.

Таким образом, меняя в определенных пределах перечисленные технологические факторы, можно придавать древесно-полимерным изделиям необходимые (заданные) свойства, что позволяет расширить область применения изделий из древесных частиц и одновременно снизить затраты на их производство.

### 2.5.4. Порядок выполнения работы

В данной работе предлагается изучить одновременное влияние группы технологических факторов на свойства древесно-полимерных изделий. Для реализации поставленной задачи используется математический метод Д-оптимального планирования эксперимента. Использование аппарата математической статистики и алгебры матриц для выполнения условий эксперимента и обработки его результатов позволяет значительно сократить число опытов и увеличить получаемую информацию об исследуемых факторах.

Контролируемый результат эксперимента условно называют *откликом* и обозначают  $Y$ . Применительно к древесно-полимерным изделиям в качестве отклика могут быть приняты прочность изделия при изгибе —  $Y_1$  и его средняя плотность  $Y_2$ . Условия проведения эксперимента представлены в *табл. 2.5.2*, а матрица планирования и результаты эксперимента — в *табл. 2.5.3*.

Таблица 2.5.2

Условия проведения эксперимента

Наименование фактора	Математический символ	Значения на уровнях			Интервал
		- 1	0	+ 1	
Размеры древесных частиц, мм	$X_1$	0...5	5...10	10...15	5
Массовая доля полимерного связующего, % (по сухому веществу)*	$X_2$	4	8	12	4
Температура тепловой обработки, °С	$X_3$	160	180	200	20
Длительность тепловой обработки при максимальной температуре, мин	$X_4$	6	12	18	6

**Примечание:** вид полимерного связующего выбирается по указанию преподавателя.

Перед изготовлением древесно-полимерных образцов каждая бригада студентов производит расчёт расхода сырьевых материалов согласно условиям, указанным в *табл. 2.5.2*.

Таблица 2.5.3

Номер серии	Матрица				Результаты эксперимента	
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	Прочность при изгибе $Y_1$ , МПа	Средняя плотность $Y_2$ , кг/м <sup>3</sup>
1	+	+	+	+		
2	+	+	+	-		
3	+	+	-	+		
4	+	+	-	-		
5	+	-	+	+		
6	+	-	+	-		
7	+	-	-	+		
8	+	-	-	-		
9	-	+	+	+		
10	-	+	+	-		
11	-	+	-	+		
12	-	+	-	-		
13	-	-	+	+		
14	-	-	+	-		
15	-	-	-	+		
16	-	-	-	-		
17	+	0	0	0		
18	-	0	0	0		
19	0	+	0	0		
20	0	-	0	0		
21	0	0	+	0		
22	0	0	-	0		
23	0	0	0	+		
24	0	0	0	-		

Вначале определяют массу готового древесно-полимерного образца  $m_{обр}$ , г, по формуле

$$m_{обр} = \frac{a \cdot b \cdot h \cdot \rho_m}{1000}, \quad (2.5.1)$$

где  $a$ ,  $b$ ,  $h$  — длина, ширина и толщина отпрессованного образца, см (устанавливаются в зависимости от размеров формы для изготовления образцов);  $\rho_m$  — заданная средняя плотность древесно-полимерного образца, кг/м<sup>3</sup> (принимается в пределах 650...850 кг/м<sup>3</sup>).

Затем вычисляют расход абсолютно сухих древесных частиц (определенного фракционного состава) на один образец  $m_{абс.сух}$ , г, по формуле

$$m_{абс.сух} = \frac{m_{обр} \cdot 10^4}{(100 + W_{обр})(100 + p)}, \quad (2.5.2)$$

где  $W_{обр}$  — влажность готовых образцов (8...10 %);  $p$  — массовая доля полимерного связующего в пересчете на абсолютно сухое вещество, %.

Расход древесных частиц с учетом их влажности на один образец  $m_W$ , г, определяют по формуле

$$m_W = \frac{100 \cdot m_{обр} (100 + W_{сmp})}{(100 + W_{обр})(100 + p)}, \quad (2.5.3)$$

где  $W_{сmp}$  — влажность древесных опилок (стружки), %.

Расход полимерного связующего на один образец в сухом виде  $m_{сyx.св}$ , г, определяют по формуле

$$m_{сyx.св} = \frac{m_{абс.сyx} \cdot p \cdot K_n}{100} = \frac{100 \cdot m_{обр} \cdot p \cdot K_n}{(100 + p)(100 + W_{обр})}, \quad (2.5.4)$$

где  $K_n$  — коэффициент, учитывающий потери смолы при изготовлении образцов:  $K_n = 1,06$ .

Расход полимерного связующего в виде водной эмульсии  $m_{w.св}$ , г, определяют по формуле

$$m_{w.св} = \frac{m_{сyx.св} \cdot 100}{K}, \quad (2.5.5)$$

где  $K$  — концентрация применяемой водной эмульсии полимерного связующего, % (для лучшего распределения полимерного связующего на поверхности древесных частиц приготавливают эмульсию с концентрацией 10...20 %).

При использовании отвердителя для полимерного связующего его расход  $m_{омв}$ , г, определяют по формуле

$$m_{омв} = \frac{m_{w.св} \cdot P_{омв}}{100}, \quad (2.5.6)$$

где  $P_{омв}$  — массовая доля отвердителя, которую устанавливают в зависимости от вида и назначения отвердителя, % (для мочевино- и фенолоформальдегидных смол обычно применяют в качестве отвердителя 20-процентный раствор хлористого аммония в количестве 5...6 %).

Изготовление древесно-полимерных образцов производится следующим образом: отвешенное количество древесных частиц помещают в сферическую чашу и при непрерывном их перемешивании вводят водный раствор полимерного связующего путем распыления. Приготовленная древесно-полимерная композиция укладывается в специальные формы с перфорированными днищами, и производится уплотнение массы на прессе для получения необходимой толщины образца с помощью имеющихся в форме ограничителей.

Тепловая обработка образцов производится в сушильном шкафу при температуре и по режиму, указанным в *табл. 2.5.2*.

После тепловой обработки полученные образцы извлекаются из форм и подвергаются испытанию на определение средней плотности и прочности при изгибе. Результаты определений для каждой серии образцов заносят в *табл. 2.5.3*. Затем, используя бланк-алгоритм (прил. 9), выполняются необходимые расчеты для получения уравнения регрессии в виде полинома:

$$\begin{aligned}
 Y = & B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + B_4X_4 + \\
 & + B_{11}X_1^2 + B_{22}X_2^2 + B_{33}X_3^2 + B_{44}X_4^2 + \\
 & + B_{12}X_1X_2 + B_{13}X_1X_3 + B_{14}X_1X_4 + \\
 & + B_{23}X_2X_3 + B_{24}X_2X_4 + B_{34}X_3X_4,
 \end{aligned}
 \tag{2.5.7}$$

после чего осуществляется графическое построение полученных математических зависимостей влияния исследуемых рецептурно-технологических факторов на основные свойства древесно-полимерных изделий.

### 2.5.5. Анализ полученных результатов и выводы

Анализируя полученные уравнения и графические зависимости, делают выводы, в которых указывают рациональные рецептурно-технологические факторы изготовления древесно-полимерных материалов, обеспечивающие получение изделий с заранее заданными свойствами.

### **Аттестационные вопросы**

1. Перечислите виды и основные свойства древесно-полимерных изделий.
2. Как влияют виды древесных отходов на свойства древесно-полимерных изделий?
3. Какое влияние оказывают рецептурно-технологические факторы изготовления на качество древесно-полимерных материалов?
4. Перечислите основные технологические процессы изготовления древесно-волоконистых плит (ДВП).
5. В чем состоит особенность изготовления древесно-стружечных плит (ДСП)?
6. Перечислите основные технологические параметры изготовления бумажно-слоистого и древесно-слоистого пластиков.
7. Опишите основные области применения древесно-полимерных изделий в индустриальном строительстве и дайте оценку их технико-экономической эффективности.

**Литература [4, 6, 10]**



## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2.6

### ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ

**2.6.1. Цель работы** — изучение методики испытания и определения показателей качества лакокрасочных материалов и покрытий.

**2.6.2. Оборудование, приборы, инструменты и сырьевые материалы:** мерный стеклянный цилиндр объемом 0,25 или 0,5 л.; набор денсиметров; вискозиметр ВЗ-4; стеклянный мерный стакан объемом 250 мл; стеклянные палочки для размешивания красочных составов; йодометрическая шкала; стеклянные пробирки и бюретки; фарфоровые чашки; кисточки; секундомер; краскораспылитель КР-2; лупа с четырехкратным увеличением; микрометр МК-025; бритвенные лезвия; металлические линейки; шкала гибкости; маятниковый прибор М-3; прибор У-1; стеклянные пластинки 5×10 см; пластинки из листовой стали 100×100×0,5 мм; пластинки из жести размером 20×100×0,3 мм; связующие вещества; пигменты различных цветов и видов; олифы и различные лакокрасочные материалы.

### 2.6.3. Краткие теоретические сведения

Лакокрасочными материалами называют составы, наносимые в вязко-жидком состоянии тонким слоем на поверхность строительных материалов, изделий и конструкций и образующие после высыхания твердые покровные пленки. Эти пленки должны прочно сцепляться с окрашенной поверхностью, защищать основной материал конструкции от атмосферных факторов и агрессивных воздействий, придавать окрашенным поверхностям декоративный внешний вид, а также улучшать санитарно-гигиенические условия в помещениях.

В зависимости от применяемого материала толщина наносимого слоя может быть 60...500 мкм.

К лакокрасочным материалам относятся: краски, образующие покрытия нужного цвета; лаки, образующие пленку, отличающуюся блеском; связующие вещества и пигменты; вспомогательные веще-

ства (растворители и разбавители красок и лаков) — сиккативы, шпатлевки, грунтовки, подмазки, отвердители и пластификаторы и др. Лакокрасочная промышленность выпускает в основном готовые к употреблению или густотертые краски, состоящие из сухого вещества (пигментов и наполнителей) и связующего (олифы, полимера, клея). Перед употреблением густотертые краски разводят до нужной консистенции соответствующим связующим. Для снижения вязкости лакокрасочного состава в них добавляют небольшое количество растворителя или разбавителя.

При отделке помещений и ремонте применяют клеевые, известковые, масляные, эмалевые и воднодисперсионные краски, олифу и различные лаки, отличающиеся по цвету, составу, вязкости, скорости высыхания, адгезии, прочности, твердости, гибкости, горючести, водостойкости, химической стойкости и другим свойствам.

Клеевые краски пригодны для окрашивания потолков и стен внутри помещений, известковые — для отделки потолков и стен подсобных помещений, олифа, масляные и эмалевые краски служат для отделки панелей, дверей, окон, газо- и водопроводных труб. Воднодисперсионные краски используют для окраски потолков и наружных и внутренних стен, лаки применяют для окончательной окраски дверей, окон и потолков, для защиты лакокрасочной пленки и придания ей блеска.

## 2.6.4. Порядок выполнения работы

### 2.6.4.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ СВЯЗУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

Связующие для лакокрасочных составов подразделяют на связующие для водных окрасочных составов (различные клеи, цементы, известь, растворимое жидкое стекло), для неводных окрасочных составов (олифа, смолы, лаки) и эмульсии (водомаляные и синтетические).

Эмульсии применяют в качестве связующих и разбавителей. Их использование позволяет значительно улучшить качество окрасочных составов, способствует экономии дефицитных связующих, особенно олифы.

**Определение плотности связующего.**  
*Плотность* характеризует однородность, чистоту и концентрацию

связующего и находится в зависимости от химической природы компонентов. Плотность связующего вещества (олифы, лака, смол) определяют с помощью денсиметров (ареометров). Глубина погружения прибора в жидкость характеризует ее плотность.

Для определения плотности исследуемое связующее вещество наливают в стеклянный цилиндр вместимостью 250 или 500 мл так, чтобы 1/4 его объема осталась свободной и перемешивают стеклянной палочкой. Денсиметр опускают в жидкость и отсчитывают по его шкале уровень погружения с точностью до сотых долей единицы. Данный уровень соответствует плотности связующего в граммах на кубический сантиметр.

Результаты испытаний рекомендуется записывать по следующей форме:

Вид связующего вещества — ...

Ареометрическая плотность —  
... г/см<sup>3</sup>.

О п р е д е л е н и е у с л о в -  
н о й в я з к о с т и с в я з у ю щ е -  
г о [ 3 9 ]. Вязкость связующего вещества определяет способ нанесения приготовленного на нем лакокрасочного состава на окрашиваемую поверхность. Для каждого вида связующего или готового лакокрасочного состава степень вязкости регламентируется требованиями соответствующих ГОС-Тов или ТУ.

Для определения условной вязкости используют вискозиметр истечения ВЗ-4 с диаметром выпускного сопла 4 мм и объемом 100 мл (рис. 2.6.1). Сущность метода заключается в определении времени, необходимого для истечения 100 мл связующего через выпускное отверстие прибора. Для этого вискозиметр закрепляют в штативе и под сопло устанавливают сосуд емкостью не менее 110 мл. Отверстие сопла снизу закрывают и заполняют вискозиметр исследуемым связую-

щим вровень с краями, затем отверстие сопла открывают и одновременно включают секундомер. В момент первого прерывания струи жидкости секундомер останавливают. Время истечения в секундах характеризует условную вязкость.

Вязкость вычисляют как среднее арифметическое значение трех определений. Расхождение результатов не должно превышать 5 % (максимальное принимаем за 100 %). Результаты опытов записывают в *табл. 2.6.1*.

Таблица 2.6.1

Условная вязкость связующего		
Вид связующего вещества	Время истечения связующего, с	Среднее значение условной вязкости, с

О п р е д е л е н и е   ц в е т а   с в я з у ю щ е г о   в е щ е - ст в а [ 2 4 ] . Цвет связующих веществ определяют по йодометрической шкале, состоящей из растворов с различным содержанием йода в 10-процентном растворе йодистого калия. В комплект шкалы входят следующие цвета пробирок с растворами различной концентрации, обозначенной цифрами: 4000, 3076, 2366, 1820, 1400, 1076, 827, 636, 489, 376, 289, 222, 170, 130, 100, 76, 58, 45, 35, 27, 21, 16, 12, 9, 7, 2, 1, 0,5; 0,25; 0. Показатель шкалы указывает число миллиграмм йода в 100 мл раствора йодистого калия.

Для определения цвета олифы или другого связующего его наливают в стеклянную пробирку (того же объема, что и пробирка в йодометрической шкале) и путем сравнения цветов связующего и содержимого пробирок шкалы определяют цвет используемого связующего вещества. За цвет связующего принимается или номер пробирки шкалы по цвету соответствующей испытываемому материалу, или промежуточное значение, если цвет испытываемого связующего находится между двумя соседними пробирками шкалы.

Результаты испытаний рекомендуется записывать по следующей форме:

Вид связующего вещества — ... .

Цвет по йодометрической шкале — ... мг йода (например, 289...376) или мг йода, не темнее ... (например, 636).

## 2.6.4.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ ПИГМЕНТОВ

*Пигменты* — это тонкодисперсные красящие вещества, обладающие определенным цветом. Они нерастворимы в воде, органических растворителях и связующих материалах, но способны хорошо смешиваться с ними, образуя при этом красочные составы. По происхождению пигменты бывают природными (неорганическими), синтетическими (неорганическими и органическими) и металлическими. Пигменты влияют на физико-механические свойства лакокрасочных материалов и покрытий: повышают их прочность, снижают водопроницаемость, поглощают ультрафиолетовые лучи, защищают пленку покрытия от старения и разрушения. При оценке качества пигментов определяют их маслоспособность, укрывистость и др.

**О п р е д е л е н и е** маслоспособности пигмента [ 2 5 ]. Маслоспособность пигмента выражается количеством масла, требуемого для его смачивания 100 г и получения однородной густой пасты, называемой густотертой краской. Чем меньше маслоспособность пигмента, тем он экономичнее и тем более стойкой будет масляная краска, так как разрушение ее слоя происходит главным образом вследствие старения масляной пленки.

Для определения маслоспособности на технических весах с точностью до 0,01 г отвешивают 5 г сухого пигмента и помещают его в фарфоровую чашку. Затем из бюретки периодически, по каплям, приливают отбеленное льняное масло или олифу, тщательно перемешивая при этом пигмент стеклянной палочкой. Приливание масла прекращают в момент, когда весь пигмент смачивается маслом и образуется сплошной комочек краски с блестящей масляной поверхностью. Это означает, что точка насыщения пигмента маслом достигнута. Количество израсходованного масла вычисляют по разности уровней масла в бюретке до начала опыта и по окончании его.

Маслоспособность пигмента  $M$ , %, вычисляют по формуле

$$M = \frac{V \cdot \rho}{m} \cdot 100, \quad (2.6.1)$$

где  $V$  — объем израсходованного масла, см<sup>3</sup>;  $\rho$  — плотность масла (связующего вещества), г/см<sup>3</sup>;  $m$  — масса пигмента, г.

Определение маслоспособности производят дважды. Допускается расхождение в результатах испытаний не более 4 % (максимальная маслоспособность — 100 %). Результаты определения маслоспособности для каждого вида пигмента заносят в *табл. 2.6.2.*

Таблица 2.6.2

Результаты определения маслосеомкости пигментов

Показатели	Наименование пигмента		
	1	2	3
Объем израсходованного связующего $V$ , см <sup>3</sup>			
Плотность связующего $\rho$ , г/см <sup>3</sup>			
Количество пигмента $m$ , г			
Маслосеомкость пигмента $M$ , %			
Среднее значение маслосеомкости $M$ , %			
Маслосеомкость пигмента по справочным данным, %			

Определение маслосеомкости краски малярной консистенции. Настоящая работа является продолжением предыдущей и проводится следующим образом: к полученной густотертой краске добавляют по каплям масло и тщательно перемешивают до однородного состояния. Опыт продолжают до тех пор, пока не будет получена краска малярной консистенции (краска рабочей вязкости). Малярная консистенция определяется при нанесении краски кистью тонким слоем на стеклянную пластинку. При этом поверхность покрытия должна быть совершенно гладкой (без штрихов от волосков кисти). Расчет маслосеомкости краски малярной консистенции  $M$ , %, производят по формуле

$$M = \frac{(V + V_1) \cdot \rho}{m} \cdot 100, \quad (2.6.2)$$

где  $V$  и  $V_1$  — объем связующего (масла), израсходованного на приготовление густотертой краски и на доведение последней до малярной консистенции, см<sup>3</sup>.

Результаты испытаний заносят в табл. 2.6.3.

Таблица 2.6.3

Результаты определения маслосеомкости краски малярной консистенции

Показатели	Наименование пигмента		
	1	2	3
Объем связующего для получения густотертой краски $V$ , см <sup>3</sup>			
Объем связующего для получения из густотертой краски малярной консистенции $V_1$ , см <sup>3</sup>			
Суммарный объем связующего для получения краски малярной консистенции $V + V_1$ , см <sup>3</sup>			
Плотность связующего $\rho$ , г/см <sup>3</sup>			
Количество пигмента $m$ , г			
Маслосеомкость краски малярной консистенции $M$ , %			
Среднее значение маслосеомкости краски малярной консистенции $M$ , %			

**Определение укрывистости пигмента [ 4 1 ]**. Укрывистость (кроющая способность) — это способность пигмента, диспергированного в связующем, перекрывать цвет окрашиваемой поверхности непросвечивающим слоем. Укрывистость измеряется расходом пигмента в граммах на 1 м<sup>2</sup> окрашиваемой поверхности. Чем выше укрывистость, тем меньше расходуется пигмента на окраску одной и той же поверхности. Для каждого пигмента соответствующими ГОСТами установлена минимальная укрывистость.

Одним из методов определения укрывистости является визуальный метод с применением черно-белой «шахматной доски». Сущность данного метода заключается в следующем. Стеклопластинку из бесцветного стекла взвешивают на технических весах и измеряют ее площадь. Затем на ее поверхность с помощью мягкой кисти наносят ранее приготовленную краску малярной консистенции, подложив под стеклопластинку «шахматную доску». Краску наносят сначала вдоль а затем поперек пластинки до тех пор, пока перестанут просвечиваться черные и белые квадраты «шахматной доски» сквозь слой невысохшей краски. После этого взвешивают пластинку с нанесенной краской, а показатель укрывистости рассчитывают по следующим формулам:

- при расчете на краску малярной консистенции  $V_K$ :

$$V_K = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 10000}{S}, \text{ г/м}^2; \quad (2.6.3)$$

- при расчете на сухой пигмент  $U_n$ :

$$U_n = \frac{(m_2 - m_1) \cdot (100 - m_3)}{S \cdot 100} 10000, \text{ г/м}^2, \quad (2.6.4)$$

где  $m_1$  — масса стеклянной пластинки, г;  $m_2$  — масса стеклянной пластинки с нанесенным слоем краски малярной консистенции, г;  $m_3$  — содержание связующего (масла) в краске малярной консистенции, %:

$$\frac{(V + V_1) \cdot \rho}{m + (V + V_1) \cdot \rho} 100; \quad (2.6.5)$$

$S$  — площадь пластинки, покрытая краской малярной консистенции, см<sup>2</sup>.

Результаты определения укрывистости пигмента заносят в табл. 2.6.4.

Таблица 2.6.4

Показатели	Наименование пигмента		
	1	2	3
$m_1$ , г			
$m_2$ , г			
$(m_2 - m_1)$ , г			
$(V + V_1) \cdot \rho$ , г			
$m + (V + V_1) \cdot \rho$ , г			
$m_3$ , %			
$(100 - m_3)$ , %			
$S$ , см <sup>2</sup>			
Укрывистость краски малярной консистенции $U_k$ , г/м <sup>2</sup>			
Среднее значение укрывистости краски малярной консистенции $U_k$ , г/м <sup>2</sup>			
Укрывистость на сухой пигмент $U_n$ , г/м <sup>2</sup>			
Среднее значение укрывистости на сухой пигмент $U_n$ , г/м <sup>2</sup>			

Полученные показатели укрывистости пигментов сравнивают с минимальной укрывистостью их по соответствующим ГОСТам. Определение укрывистости для одного и того же пигмента производят дважды. Расхождения в результате испытаний допускаются не более 5 % для красок с укрывистостью до 100 г/м<sup>2</sup> и не более 7 % для красок с укрывистостью до 300 г/м<sup>2</sup>, считая максимальную укрывистость за 100 %.

Укрывистость нельзя отождествлять с нормой расхода окрасочного состава на 1 м<sup>2</sup> поверхности, так как нормы определяют из условий нанесения состава и необходимости создания лакокрасочного покрытия требуемой толщины в зависимости от условий его эксплуатации.

### 2.6.4.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ ЛАКОКРАСОЧНЫХ СОСТАВОВ И ПОКРЫТИЙ

При испытании лакокрасочных составов определяют их вязкость и способность наноситься на поверхность, а также твердость, адгезию покрытия и прочность его при ударе и изгибе.

О п р е д е л е н и е в я з к о с т и л а к о к р а с о ч н ы х с о с т а в о в [ 3 9 ] . Вязкость краски малярной консистенции



(рабочая вязкость) определяется в соответствии с вышеприведенной методикой для определения вязкости связующего. Полученные результаты сравнивают с требованиями ГОСТ на данный вид лакокрасочного материала и заносят в *табл. 2.6.5*.

Таблица 2.6.5

Показатель вязкости лакокрасочного состава			
Наименование лакокрасочного материала	Время истечения, с (условная вязкость)	Среднее значение условной вязкости, с	Величина вязкости по ГОСТу

Определение розлива и способности наноситься на поверхность [ 4 2 ]. Розливом называют свойство лакокрасочного материала, проявляющееся в том, что через некоторое время после нанесения на поверхность кистью штрихи от последней исчезают и поверхность становится совершенно гладкой. При нанесении лакокрасочного материала пульверизатором понятие «розлив» заменяется понятием «*способность наносится на поверхность*».

Перед испытанием металлические пластинки размером 20×40 см предварительно загрунтовывают масляной краской, высушивают в течение 2 суток при температуре +20 °С, а затем еще раз покрывают масляной краской и вновь высушивают при той же температуре.

Испытуемый лакокрасочный материал, доведенный до рабочей вязкости, наносят на загрунтованную пластинку и быстро (не более 2...3 мин) распределяют продольным и поперечным движением кисти по всей поверхности. Затем кистью резко проводят (как можно глубже погружая ее в краску) штрих посередине пластинки от одного края до другого. Одновременно с отрывом кисти от пластинки включают секундомер и определяют время, когда исчезнут штрихи от кисти и образуется совершенно ровная поверхность. В зависимости от времени, необходимого для розлива лакокрасочного состава, дают три оценки розливу. Розлив считается удовлетворительным, если штрихи исчезнут не позднее чем через 10 мин после нанесения; замедленным, если для этого требуется 10...15 мин и неудовлетворительным, если штрихи не исчезают через 15 мин.

При определении способности наноситься на поверхность лакокрасочный материал наносят с помощью краскораспылителя КР-2 с расстояния 150...200 мм на подготовленные (загрунтованные) пластинки и определяют по секундомеру момент, при котором материал, наносимый на поверхность, ложится ровным, гладким слоем, без рябин и подтеков.

Результаты определения заносят в *табл. 2.6.6*.

*Таблица 2.6.6*

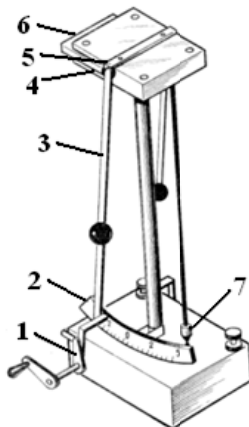
Оценка розлива лакокрасочных материалов  
и их способности наноситься на рабочую поверхность

Наименование лакокрасочного материала	Рабочая вязкость, с	Время розлива, мин	Оценка розлива материала	Способность материала наноситься на поверхность, с

Определение твердости лакокрасочного покрытия [ 3 1 ]. Твердость лакокрасочного покрытия характеризует его когезионную прочность, а также степень отверждения, которые являются функцией времени, затраченного на высушивание лакокрасочного материала. Твердость определяют на маятниковом приборе М-3 (*рис. 2.6.2*). Метод заключается в определении отношения времени затухания колебаний маятника, установленного на поверхности лакокрасочного покрытия, к времени затухания колебаний маятника, установленного на стеклянной пластинке без покрытия.

**Рис. 2.6.2.** Маятниковый прибор типа М-3:

- 1 — пусковой механизм;
- 2 — шкала; 3 — маятник;
- 4 — столик;
- 5 — соединительная планка;
- 6 — верхняя плита с двумя точками опоры в виде стальных шариков;
- 7 — отвес



При определении твердости лакокрасочного покрытия окрашенную стеклянную пластинку укладывают пленкой вверх под стальные шарики. При этом конец маятника должен находиться на нулевой отметке шкалы прибора. Затем маятник осторожно отводят влево до деления шкалы  $5^\circ$ . После чего его освобождают и дают ему возможность свободно качаться. Одновременно включают секундомер и выключают его тогда, когда амплитуда маятника достигнет показателя шкалы  $2^\circ$ .

Твердость лакокрасочного покрытия  $H$  выражается в условных единицах от 0,1 до 1,0 (1,0 — твердость стеклянной пластинки) и вычисляется по формуле

$$H = \frac{\tau}{\tau_1}, \quad (2.6.6)$$

где  $\tau$  — время затухания колебаний маятника с амплитудой от  $5^\circ$  до  $2^\circ$  на испытуемой лакокрасочной пленке, с;  $\tau_1$  — время затухания колебаний маятника с амплитудой от  $5^\circ$  до  $2^\circ$  на стеклянной пластинке, с;  $\tau_1$  равно  $(440 \pm 6)$  с.

Определение твердости пленки производят дважды, причем каждый раз на новом месте лакокрасочного покрытия. За окончательный результат принимают среднее арифметическое значение, если разница между ними не превышает 3 %. Результаты испытаний заносят в *табл. 2.6.7*.

Таблица 2.6.7

Показатели твердости лакокрасочного покрытия			
Наименование лакокрасочного материала	Время затухания колебаний, с	Среднее арифметическое значение времени затухания, с	Твердость покрытия, условных единиц

**О п р е д е л е н и е а д г е з и и л а к о к р а с о ч н о г о п о к р ы т и я [ 2 3 ] .** Адгезия — это способность лакокрасочных покрытий к «прилипанию» или прочному сцеплению с окрашиваемой поверхностью. От величины адгезии зависят механические и защитные свойства покрытий.

Адгезию лакокрасочного покрытия к основанию определяют по методу решетчатых надрезов. Для этого на металлические пластинки размером  $100 \times 100$  мм наносят испытуемый лакокрасочный

материал, высушивают его при температуре  $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ , выдерживают затем в течение 48 ч при относительной влажности  $(65 \pm 5)\%$  и замеряют толщину покровной пленки с помощью микрометра. На испытуемом покрытии делают не менее пяти параллельных надрезов до подложки бритвенным лезвием или скальпелем по линейке на расстоянии 1...2 мм друг от друга и столько же аналогичных подрезов, перпендикулярных первым. В результате на покрытии образуется стандартная решетка из квадратов  $1 \times 1$  мм для покрытий толщиной менее 60 мкм или  $2 \times 2$  мм для покрытий толщиной более 60 мкм. Поверхность покрытия после нанесения решетки очищают кистью от отслоившихся кусочков пленки и оценивают адгезию покрытия по четырехбалльной шкале:

- края надрезов гладкие и нет кусочков отслоившегося покрытия (высшая оценка) — 1 балл;
- незначительное отслаивание покрытия в виде точек вдоль линии надрезов или в местах их пересечения (до 5 % поверхности с каждой решетки) — 2 балла;
- отслаивание покрытия вдоль линии надрезов или полос (до 35 % поверхности с каждой решетки) — 3 балла;
- полное или частичное отслаивание покрытия полосами или квадратами вдоль линии надрезов (более 35 % поверхности с каждой решетки) — 4 балла.

Результаты оценки адгезии лакокрасочного материала заносят в табл. 2.6.8.

Таблица 2.6.8

Показатели адгезии лакокрасочного покрытия

Наименование лакокрасочного материала	Толщина покрытия, мкм	Вид и размер надрезов	Адгезия, балл

Определение прочности лакокрасочного покрытия при ударе [30]. Под сопротивлением ударным воздействиям понимают способность лакокрасочного покрытия противостоять, не разрушаясь, ударным нагрузкам. Прочность пленки при ударе является стандартизованным показателем, который входит в технические требования практически на все лакокрасочные материалы.

Сущность метода состоит в определении при помощи приборов У-1 и У-1а (рис. 2.6.3) максимальной высоты, с которой свободно падает на окрашенную поверхность металлической пластинки груз массой 1 кг, не вызывая при этом механического разрушения лакокрасочной пленки.

Испытуемый лакокрасочный материал наносят на металлические пластинки размером  $100 \times 100 \times 0,5$  мм. После высыхания покрытия пластинку помещают на наковальню прибора пленкой вверх. Груз поднимают на заданную высоту. Затем нажимают спусковую пленку, освобождают груз, который при падении передает ударное усилие через боек на пластинку с нанесенным на нее лакокрасочным покрытием. Место удара рассматривают через лупу с четырехкратным увеличением. Если на поверхности покрытия отсутствуют трещины, вмятины и отслаивания, то высоту падения груза увеличивают на 2...10 см, подставляя под боек каждый раз новое место пластинки. Испытание ведут до разрушения покрытия или до тех пор, пока высота падения груза не достигнет 50 см.

Прочность пленки при ударе выражают максимальной высотой  $h_{\max}$ , м, с которой падает груз массой  $m = 1$  кг, не вызывая разрушений пленки, или работой удара  $A_{\text{уд}}$ , которая вычисляется по формуле

$$A_{\text{уд}} = mg \cdot h_{\max}, \text{ Н}\cdot\text{м}, \quad (2.6.7)$$

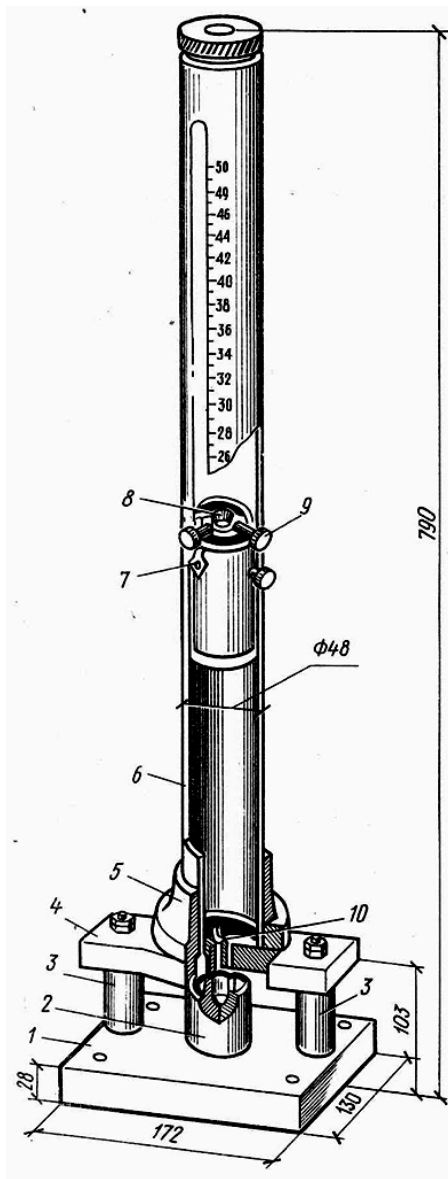
$g$  — ускорение свободного падения, равное  $9,81 \text{ м/с}^2$ .

За результат испытания принимают среднее арифметическое значение двух параллельных определений при условии, что расхождение между ними не превышает  $\pm 10$  мм.

Результаты испытания заносят в табл. 2.6.9.

Таблица 2.6.9

Показатели прочности лакокрасочного покрытия						
Наименование лакокрасочного материала	Толщина пленки, мкм	Масса груза $m$ , кг	Максимальная высота падения груза $h_{\max}$ , м	Среднее арифметическое значение высоты падения груза $\bar{h}_{\max}$ , м	Наличие дефектов и повреждений	Прочность пленки при ударе, Н·м



**Рис. 2.6.3.** Прибор У-1а для определения прочности лакокрасочного покрытия при ударе:  
1 — станина;  
2 — наковальня;  
3 — стойка;  
4 — траверса;  
5 — конус;  
6 — направляющая труба;  
7 — указательная стрелка;  
8 — стопор;  
9 — стопорный винт;  
10 — боек

Определение эластичности лакокрасочного покрытия при изгибе [36]. Прочность лакокрасочной пленки при изгибе характеризует ее эластичность и способность изгибаться без разрушения. Под эластичностью понимают способность покрытия выдерживать значительные упругие деформации без растрескивания и отслаивания от подложки.

Сущность испытания состоит в том, чтобы определить минимальный диаметр стержня, при изгибании на котором металлической пластинки с лакокрасочным покрытием не происходит его разрушения. Лакокрасочный материал наносится на пластину из жести толщиной 0,2...0,3 мм и размером 20...100 мм и после высыхания подвергается испытанию при помощи шкалы гибкости. Прибор представляет собой станину (рис. 2.6.4), на которой закреплены три стержня круглого сечения диаметром 20, 15 и 10 мм (при необходимости могут быть установлены стержни большего диаметра: 25, 30, 35, 40 и 55 мм) и три плоских закругленных стержня 5×10, 3×10 и 1×10.

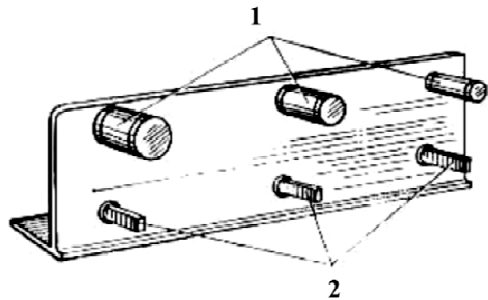


Рис. 2.6.4. Шкала эластичности лакокрасочных покрытий:

- 1 — круглые стержни;  
2 — прямоугольные стержни

При проведении испытания окрашенную пластинку в течение 1...2 с пленкой вверх изгибают вокруг стержня диаметром 20 мм на 180°. Если при рассмотрении в лупу на пленке в месте изгиба не обнаружены трещины и отслаивания (принимая дефекты от края на 3...5 мм), то производят изгибание пластинки в другом месте вокруг стержня меньшего диаметра и так далее до тех пор, пока на пленке не будут обнаружены вышеуказанные изменения.

За показатель прочности покрытия при изгибе принимают величину минимального диаметра стержня, мм, на котором лакокрасочная пленка осталась неповрежденной. Оценку производят по трем определениям на одном и том же стержне, при этом должны совпадать результаты не менее чем двух определений. В случае расхождения результатов испытание повторяют.

Эластичность покрытия  $\mathcal{E}$ , %, вычисляют по формуле

$$\mathcal{E} = \frac{h + 2R}{2h_1 + h} \cdot 100, \quad (2.6.8)$$

где  $h$  — толщина подложки, мм;  $h_1$  — толщина покрытия, мм;  $R$  — минимальный радиус стержня, вокруг которого изгибалось покрытие, мм.

Толщина подложки и покрытия замеряется с помощью микрометра. Результаты проведенных испытаний заносят в *табл. 2.6.10*.

Таблица 2.6.10

Показатели эластичности лакокрасочного покрытия

Наименование лакокрасочного материала	Толщина подложки, мм	Толщина покрытия, мм	Минимальный диаметр стержня, на котором обнаружены дефекты, мм	Прочность покрытия при изгибе (гибкость), мм	Эластичность, %

### 2.6.5. Анализ полученных результатов и выводы

Анализируя полученные результаты испытаний различных видов связующих веществ, пигментов, лакокрасочных материалов и покрытий, делают выводы о соответствии качественных показателей требованиям соответствующих ГОСТов и ТУ.

#### Аттестационные вопросы

1. Что представляют собой лакокрасочные составы?
2. Какие основные компоненты используются при приготовлении лакокрасочных материалов?
3. Какие виды красочных составов существуют?
4. Представьте классификацию лакокрасочных материалов.
5. Перечислите основные свойства лакокрасочных материалов.



6. Какие вещества являются связующими в лакокрасочных составах?

7. Что представляют собой пигменты в лакокрасочных составах? По каким признакам их классифицируют? Назовите пигменты, применяемые в лакокрасочных материалах.

8. Изложите методику оценки плотности условной вязкости и цвета связующих веществ.

9. Что представляют собой пигменты и как определяют маслоемкость пигмента и краски малярной консистенции?

10. Что такое укрывистость и как определяют укрывистость лакокрасочного материала на краску малярной консистенции и сухой пигмент?

11. Опишите методику определения розлива лакокрасочных материалов и способности их нанесения на окрашиваемые поверхности.

12. Как производят определение твердости лакокрасочного изделия?

13. Каким образом производят оценку адгезии лакокрасочных покрытий?

14. Опишите методику определения прочности лакокрасочного покрытия при ударе.

15. Что такое эластичность лакокрасочного покрытия и какова методика ее оценки?

### **Литература [1, 5, 7]**

## ЧАСТЬ 3 ТЕХНОЛОГИЯ КРОВЕЛЬНО-ГИДРОИЗОЛЯЦИОННО- ГЕРМЕТИЗИРУЮЩИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

### Назначение

Кровельные, гидроизоляционные и герметизирующие материалы предназначены для защиты различных строительных конструкций, зданий и сооружений от агрессивного воздействия воды (антифильтрационная гидроизоляция) и внешней среды (антикоррозионная гидроизоляция).

*Антифильтрационную гидроизоляцию* устраивают для обеспечения водонепроницаемости подземных, подводных и наземных сооружений (подвалы зданий, тоннели, шахты, кровли, каналы, бассейны и др.).

*Антикоррозионная гидроизоляция* выполняет функции не только обеспечения водонепроницаемости, но и защиты зданий и сооружений от химически агрессивных сред и атмосферных факторов.

Способы гидроизоляции подразделяют на поверхностные и объемные.

### Способы гидроизоляции

1. *Поверхностная гидроизоляция* представляет собой покрытие, которое выполняется на наружных или внутренних поверхностях изолируемых конструкциях (окрасочная, оклеечная, штукатурная гидроизоляция).

2. *Объемная гидроизоляция* — это вид изоляции, при котором сам материал конструкции обладает гидроизоляционными свойствами (например, полимербетоны, цементные бетоны повышенной плотности за счет пропитки их специальными полимерными составами и др.).

Выделяют также *гидротеплоизоляцию*, которая представляет собой конструкцию, сочетающую гидро- и теплоизоляционные функции.

Гидротеплоизоляцию подразделяют на комбинированную и комплексную.

1. *Комбинированная гидротеплоизоляция* состоит из теплоизоляционного слоя, защищенного специальными гидроизоляционными материалами (окрасочными, оклеечными, штукатурными).

2. *Комплексную гидротеплоизоляцию* выполняют из теплоизоляционного материала, обладающего одновременно водонепроницаемостью и водоустойчивостью (асфальтокерамзитобетона, асфальтошлакобетона, легких полимербетонов, пенопластов и др.).

По виду применяемых вяжущих гидроизоляционные материалы делят на битумные, дегтевые, дегтебитумные, резинобитумные, резинодегтевые, битумно-полимерные, полимерные и минеральные (на основе различных цементов и силикатов).

Кровельные и гидроизоляционные материалы предназначены главным образом для защиты строительных конструкций от воздействия воды и различных минерализованных и химически агрессивных водных растворов, и поэтому они отличаются повышенной водонепроницаемостью и водоустойчивостью.

#### *Классификация*

Условия эксплуатации сооружений различны, и это необходимо учитывать при использовании того или иного гидроизоляционного материала. Так, например, для гидроизоляции подземных конструкций, кроме водонепроницаемости, требуется надежная химическая стойкость, для гидроизоляции наземных сооружений — тепло- и морозостойкость. Надежность работы гидроизоляционных материалов во многом зависит от их трещиностойчивости, деформативности, гибкости и эластичности, особенно при отрицательных температурах.

#### *Кровельные и гидроизоляционные материалы*

Гидроизоляция не только предохраняет изолируемую поверхность от контактов с водой, но и создает паро-, воздухо- и газоизоляцию, что сближает гидроизоляционные материалы с герметиками, которые предназначаются для уплотнения стыков и швов строительных изделий и конструкций.

Область применения гидроизоляционных материалов достаточно обширна и включает:

- защиту от действия грунтовых вод котлованов, фундаментов, тоннелей, коллекторов;
- изоляцию бассейнов, водохранилищ;
- защиту проезжей части мостов и их опор;
- защиту междуэтажных перекрытий и санузлов;

- устройство кровель;
- заделку и герметизацию стыков между панелями;
- заделку температурных швов и др.

Герметизирующие материалы в процессе эксплуатации зданий и сооружений должны сохранять эластичность и адгезионную прочность при положительных и отрицательных температурах, обеспечивая плотность стыков и швов. Для мастичных герметиков требуется сохранение долговременной пластичности, позволяющей шприцеванием вводить мастику в швы конструкций, а также способность их удерживаться в вертикальных и наклонных швах без сползания в широком интервале температур.

В настоящее время при производстве гидроизоляционных и герметизирующих материалов широко используются полимеры и олигомеры, которые играют роль самостоятельного связующего или модифицируют битум, улучшая тем самым свойства готовой продукции (повышается прочность и теплостойкость, снижается хрупкость).

Среди полимеров для этих целей применяют дисперсионные полиэтилен, хлорсульфированный полиэтилен, полипропилен, полиизобутилен, полистирол, а также синтетические каучуки и латексы. Из олигомеров используются эпоксидные, эфирные, фурановые, фенольные смолы с отвердителями.

*Герметизирующие материалы*

К основным видам синтетических каучуков, применяемых для гидроизоляционных материалов и герметиков, относятся: этиленпропиленовый каучук (СКЭП), бутилкаучук (БК), тиокол (полисульфидный каучук), бутадиенстирольные каучуки (СКС).

Синтетические латексы — водные дисперсии каучуков в виде мельчайших частиц (глобул) размером 0,1...3,0 мк.

Для гидроизоляции применяются главным образом акриловые, дивинилстирольные, хлоропреновые и карбоксилатные латексы.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3.1

### ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ ОКРАСОЧНЫХ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

**3.1.1. Цель работы** — изучение методов приготовления и определения основных качественных показателей окрасочных гидроизоляционных материалов.

**3.1.2. Оборудование, приборы, инструменты и сырьевые материалы:** смеситель с тепловым обогревом; сушильный шкаф; приспособление «кольцо и шар»; металлические стержни диаметром 10, 15, 20, 30, 40 мм; металлическая пластина толщиной 2 мм; лист пергамина размером 50×100 мм; тугоплавкий битум марок БНК-90/30 или БНК-90/40; легкоплавкий битум марок БНД-60/90 или БНК-45/180; пылевидный наполнитель — тонкомолотые известняк, доломит, трепел, мел; волокнистый наполнитель — хризотилковый асбест 7 сорта.

#### 3.1.3. Краткие теоретические сведения

Окрасочная гидроизоляция представляет собой водонепроницаемое покрытие, выполняемое малярными способами (кистями, шпателями, краскораспылителями) в несколько слоев, общей толщиной от 10 до 50 мм.

К окрасочным гидроизоляционным материалам относятся: битумные, дегтевые и смешанные битумно-дегтевые эмульсии, битумные и дегтевые пасты, битумные, битумно-резиновые, битумно-полимерные и полимерные мастики.

Общие требования к окрасочным гидроизоляционным материалам представлены в *табл. 3.1.1.*

Таблица 3.1.1

Общие требования к окрасочным гидроизоляционным материалам

Свойство материала	Вид конструкций		
	Наземные	Подземные	Кровли
Водонепроницаемость, напор воды, м	10	40	1,0
Водостойкость $K_p$ через 3 мес., не менее	0,75	0,8	0,7
Водопоглощение по массе, %, не более	5,0	3,0	7,0
Набухаемость по объему, %, не более	1,0	0,8	1,5

Продолжение табл. 3.1.1

Свойство материала	Вид конструкций		
	Наземные	Подземные	Кровли
Теплостойкость, °С, не ниже	60	40	70
Температура хрупкости, °С, не выше	-40	-5	-50
Трещиностойчивость (по гибкости), мм, не более:			
для покрытия монолитных конструкций	0,3	0,1	0,5
то же сборных железобетонных	2,0	0,5	0,4
Предел прочности, МПа, не менее:			
при сжатии	1,0	1,0	0,5
при растяжении	0,8	0,5	0,3
Коэффициент атмосферостойкости через 500 циклов, не менее	0,9...0,8	0,7...0,6	0,95...0,9
Щелочестойкость, рН, не более	12,0	12,0	8,0
Кислотостойкость, рН, не ниже	2,0	5,0	6,0
Долговечность, лет, не менее	10	40	10

### 3.1.4. Порядок выполнения работы

#### 3.1.4.1. ПРИГОТОВЛЕНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАРКИ ГОРЯЧЕЙ БИТУМНОЙ МАСТИКИ

Битумная мастика представляет собой однородную массу, состоящую из битумного вяжущего и наполнителя. В качестве сырьевых материалов применяют: битум легкоплавкий БНД или БНК, битум тугоплавкий кровельный БНК, волокнистый или пылевидный наполнители.

В качестве волокнистого наполнителя применяют хризотил-овый асбест седьмого сорта, а для пылевидного наполнителя используются тонкомолотые тальк, сланцевые породы, известняки, доломиты, трепел, мел (табл. 3.1.2).

Таблица 3.1.2

Требования к наполнителю для изготовления мастики

Наименование показателя	Норма
Плотность, г/см <sup>3</sup> , не более	2,7
Влажность наполнителя, % по массе, не более:	
волокнистого	5,0
пылевидного	3,0
Зерновой состав наполнителя:	
волокнистого	Проходит 100 % через сито с сеткой № 04
пылевидного	Проходит 100 % через сито с сеткой № 02, а на сите с сеткой № 009 остаток не более 10 %

Горячую битумную мастику готовят следующим образом. Первоначально в смеситель с тепловым обогревом загружают куски легкоплавкого битума (например, БНД-60/90, БНК-45/180) и обезвоживают его, доводя температуру до 110...115 °С. После обезвоживания в расплавленный битум добавляют тугоплавкий битум марки БНК-90/30 или БНК-90/40 и при постоянном перемешивании температуру вяжущего доводят до 160...180 °С.

Количество тугоплавкого битума, вводимого в расплавленный легкоплавкий битум, зависит от требуемой температуры размягчения битумного вяжущего (табл. 3.1.3) и определяется по формулам

$$B_T = \frac{t_g - t_d}{t_T - t_d}, \quad (3.1.1)$$

$$B_d = 100 - B_T, \quad (3.1.2)$$

где  $B_T$  — количество тугоплавкого битума, масс. %;  $B_d$  — количество легкоплавкого битума, масс. %;  $t_g$  — температура размягчения битумного вяжущего, °С;  $t_T$ ,  $t_d$  — температура размягчения соответственно тугоплавкого и легкоплавкого битумов, °С.

Таблица 3.1.3

Температура размягчения битумного вяжущего для мастик

Марка мастики	Температура размягчения битумного вяжущего по прибору «кольцо и шар», °С
МБК-Г-55	45...50
МБК-Г-65	51...60
МБК-Г-75	61...70
МБК-Г-85	71...80
МБК-Г-100	85...95

В том случае если температура битумного вяжущего будет ниже заданной, надо увеличить процентное содержание тугоплавкого битума и после тщательного перемешивания повторить эксперимент до получения битумного вяжущего с требуемой температурой размягчения.

После проверки температуры размягчения битумного вяжущего вводят наполнитель отдельными порциями при постоянном перемешивании. Количество загружаемого наполнителя в каждой порции составляет примерно 1/3 от потребного количества. При интен-

сивном подъеме пены введение наполнителя прекращают до понижения уровня пены, после чего засыпку наполнителя возобновляют. После загрузки наполнителя варку мастики продолжают при температуре 160...180 °С при постоянном перемешивании до получения однородной смеси.

Мастика должна быть удобно наносимой: при температуре 160...180 °С мастика массой 10 г должна свободно растекаться по поверхности листа пергамина размером 100×50 мм ровным слоем толщиной 2 мм.

В зависимости от марки мастика должна удовлетворять требованиям, приведенным в *табл. 3.1.4*.

Таблица 3.1.4

Требования к мастикам различных марок

Наименование показателя	Марка мастики				
	МБК-Г-55	МБК-Г-65	МБК-Г-75	МБК-Г-85	МБК-Г-100
Теплостойкость в течение 5 ч, °С, не менее	55	65	75	85	100
Температура размягчения по методу «кольцо и шар», °С	55...60	68...72	78...82	88...92	105...110
Гибкость при температуре (18 ± 2) °С на стержне диаметром, мм	10	15	20	30	40
Содержание наполнителя, % по массе:					
	волокнистого	12...15	12...15	12...15	12...15
пылевидного	25...30	25...30	25...30	25...30	25...30

#### 3.1.4.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОСТОЙКОСТИ БИТУМНОЙ МАСТИКИ

Для определения теплостойкости на образец пергамина размером 100×50 мм наносят 8...10 г мастики, предварительно разогретой до температуры 140...160 °С. Сверху накладывают лист пергамина тех же размеров и прижимают грузом в 20 Н на 2 ч. Груз прикладывают через плоскую металлическую пластину толщиной 2 мм таких же размеров, как листы пергамина.

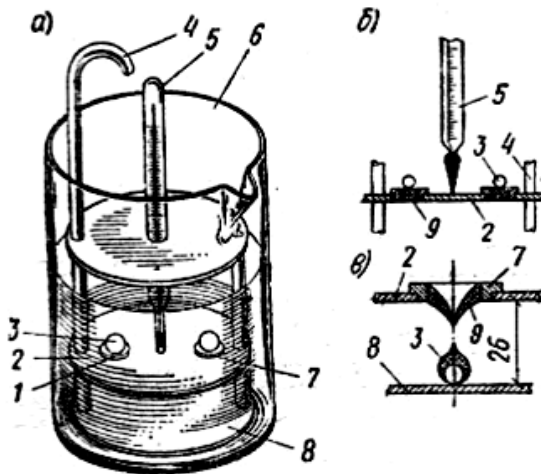
После 2 ч выдержки в нормальных условиях образцы помещают на наклеенную под углом 45° подставку, находящуюся в су-



шильном шкафу, который нагрет до температуры, соответствующей заданной марке мастики (см. табл. 3.1.4). Образцы выдерживают в шкафу в течение 5 ч при постоянной температуре, после чего их вынимают и осматривают. Мастику считают выдержавшей испытание на теплостойкость, если она не потечет и не начнет сползать по наклонной подставке.

### 3.1.4.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ РАЗМЯГЧЕНИЯ БИТУМНОЙ МАСТИКИ

Температуру размягчения битумной мастики определяют по аналогии с нефтяными битумами по прибору «кольцо и шар» (рис. 3.1.1).



**Рис. 3.1.1.** Определение температуры размягчения битумной мастики: а) прибор «кольцо и шар»; б) размещение колец на средней полке; в) проход битума с шариком через кольцо; 1, 7 — латунные кольца; 2 — средняя полка; 3 — стальной шарик; 4 — подвеска; 5 — термометр; 6 — сосуд; 8 — нижняя полка; 9 — битум

Для этого испытуемую мастику разогревают и наливают с некоторым избытком в латунные кольца прибора, помещенные на металлическую или стеклянную пластинку, покрытую смесью талька с глицерином (1: 3). После охлаждения колец в течение 30 мин при температуре  $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$  избыток мастики гладко срезают нагретым

ножом вровень с краями колец. Кольца с мастикой помещают в отверстия на подвеске прибора. В среднее отверстие подвески вставляют термометр так, чтобы нижняя точка ртутного резервуара была на одном уровне с нижней поверхностью мастики в кольцах.

Если температура размягчения битумной мастики ниже  $80^{\circ}\text{C}$ , подвеску с кольцами ставят на 15 мин в стакан, наполненный водой, температура которой  $(25 \pm 0,5)^{\circ}\text{C}$ . Если же температура размягчения битумной мастики выше  $80^{\circ}\text{C}$ , то образец выдерживают в течение 15 мин в глицерине при температуре  $(35 \pm 0,5)^{\circ}\text{C}$ . Воду или глицерин наливают до метки на скрепляющем стержне прибора. Через 15 мин подвеску вынимают из стакана, на каждое кольцо в центре поверхности мастики кладут стальной шарик и помещают подвеску в сосуд с водой. Сосуд с водой устанавливают на нагревательный прибор так, чтобы плоскость колец была строго горизонтальной. Температура воды или глицерина в стакане после первых 3 мин нагревания должна подниматься со скоростью  $(5 \pm 0,5)^{\circ}\text{C}$  в минуту.

За температуру размягчения битумной мастики принимают температуру, при которой выдавливаемая шариком мастика коснется нижней полки прибора.

#### 3.1.4.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИБКОСТИ БИТУМНОЙ МАСТИКИ

Метод основан на деформации (изгибе) образца пергамина с нанесенной на него мастикой по полуокружности стержня определенного диаметра при заданной температуре. На образец пергамина размером  $100 \times 50$  мм равномерным слоем наносят 8...10 г мастики, предварительно разогретой до  $140 \dots 160^{\circ}\text{C}$ .

После этого образец 2 ч выдерживают в нормальных условиях.

Затем вместе со стержнем, диаметр которого принят для соответствующей марки мастики, помещают в сосуд с водой, температура которой должна быть  $(18 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ . Выдерживают в нем в течение 15 мин.

После указанного времени образец медленно изгибают по полуокружности стержня в течение 5 секунд лицевой поверхностью (мастикой) наружу.

Мастикку считают выдержавшей испытание на гибкость для данной марки, если на поверхности образца не образуются трещины.

Результаты испытаний рекомендуется записывать в следующей форме:

1. Проектируемая марка мастики — ... .
2. Массовая доля легкоплавкого битума марки..., %, — ... .
3. Массовая доля тугоплавкого битума марки..., %, — ... .
4. Температура размягчения битумного вяжущего, °С, — ... .
5. Вид наполнителя — ... .
6. Массовая доля наполнителя в мастике, %, — ... .
7. Теплостойкость мастики, °С, — ... .
8. Температура размягчения мастики, °С, — ... .
9. Гибкость мастики на стержне диаметром, мм, ... .
10. Вывод: мастика соответствует марке ... .

### **3.1.5. Анализ полученных результатов и выводы**

На основании полученных качественных показателей горячей битумной мастики делают вывод о ее соответствии той или иной марке.

#### **Аттестационные вопросы**

1. Какие виды гидроизоляционных материалов относятся к окрасочным?
2. Какие сырьевые материалы используют для получения окрасочных гидроизоляционных мастик?
3. Перечислите последовательность технологических операций при изготовлении горячих битумных мастик.
4. Опишите методику, по которой определяется температура размягчения битумной мастики по прибору «кольцо и шар».
5. Как определяется теплостойкость и гибкость битумной мастики?
6. Назовите разновидности и приведите основные технические показатели горячих битумных мастик.

**Литература:** [5, 9]

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3.2

### ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОКЛЕЕЧНОЙ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ

**3.2.1. Цель работы** — изучение методики испытаний и определения основных качественных показателей рулонных кровельных и гидроизоляционных битумных, битумно-полимерных и полимерных материалов (основных и безосновных).

**3.2.2. Оборудование, приборы, инструменты и сырьевые материалы:** линейка металлическая; угольник; рулетка измерительная; штангенциркуль; толщиномер; разрывная машина для испытаний с ценой деления шкалы до 0,05 Н и до 2 Н; камера морозильная; секундомер; ткань хлопчатобумажная или бумага фильтровальная; стеклянная пластинка размерами 150×150 мм; труба из стали диаметром 100...110 мм и толщиной 1,5...2,5 мм; шкаф сушильный; устройство для определения водонепроницаемости; весы лабораторные с допустимой погрешностью не более 0,05 г; эксикатор; образцы рулонных и гидроизоляционных материалов на битумной, битумно-полимерной и полимерной основе; битум нефтяной.

### 3.2.3. Краткие теоретические сведения

Оклеечная поверхностная гидроизоляция представляет собой водонепроницаемое покрытие из рулонных, пленочных или листовых гидроизоляционных материалов. Крепление материалов осуществляют с помощью различных клеев, клеящих мастик или оплавлением покровного слоя (например, наплавляемый рубероид и др.).

Наибольшее применение нашли рулонные материалы, которые классифицируют по назначению, структуре, виду основы, вяжущего и посыпки.

*По назначению* материалы бывают кровельные и гидроизоляционные, *по структуре полотна* — основные и безосновные. Основные материалы по виду основы подразделяют на материалы на картонной основе (пергамин, рубероид, наплавляемый рубероид, экарбит и др.); материалы на стеклооснове (стеклорубероид, армо-

гидробутил, армобитэп, бикрост); материалы на основе асбестовой бумаги (гидроизол).

Основные материалы могут быть *беспокровные* и *покровные*. Беспокровные рулонные материалы получают путем пропитки основы горячим вяжущим (битумным или битумно-полимерным). Покровные материалы получают путем нанесения на пропитанную основу с двух сторон покровного слоя, состоящего из вяжущего и наполнителя.

Для повышения атмосферостойкости и неслипаемости рулонов на одну или две поверхности полотна материала наносят посыпку. Посыпка может быть крупнозернистая, мелкозернистая, пылевидная и чешуйчатая, цветная.

Безосновные рулонные материалы не имеют основы. Их получают термомеханической обработкой наполненных битумных, резинобитумных, битумно-полимерных и полимерных композиций с последующим формованием полотна экструзионным или каландровым способами.

К таким материалам относятся: изол, фольгоизол, бризол, гидробутил, эластобит и др. По виду вяжущего вещества рулонные материалы подразделяют на битумные, дегтебитумные, резинобитумные, битумно-полимерные, полимерные.

### 3.2.4. Порядок выполнения работы

#### 3.2.4.1. Оценка качества

РУЛОННЫХ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ  
ПО ВНЕШНЕМУ ВИДУ, ЛИНЕЙНЫМ РАЗМЕРАМ, ПЛОЩАДИ РУЛОНА,  
МАССЕ РУЛОНА И МАССЕ 1 м<sup>2</sup>, ПОЛНОТЕ ПРОПИТКИ ПОЛОТНА

Внешний вид рулонных материалов проверяют визуально, контролируя правильность упаковки и маркировки рулонов, а также ровность их торцов. Затем рулоны разворачивают на всю длину и устанавливают количество полотен в рулоне, равномерность распределения посыпки, наличие слипаемости, дыр, трещин, разрывов и складок. Длину надрывов на кромках (краях) полотна измеряют линейкой.

Линейные размеры (ширину и длину) полотна материала в рулоне измеряют линейкой и рулеткой, а толщину — индикаторным ручным толщиномером. Длину измеряют по краю полотна с

погрешностью до 0,1 м, а ширину — на расстоянии не менее 1 м от края полотна с точностью до 1 мм. Толщину материала измеряют посередине каждого из трех образцов размерами  $(100 \times 50) \pm 1$  мм и результат округляют до 0,01 мм.

Площадь полотна рулона вычисляют по результатам измерений длины и ширины и округляют до 0,1 м<sup>2</sup>.

Справочную массу рулона определяют взвешиванием его на весах с погрешностью не более 0,5 кг.

Массу 1 м<sup>2</sup> материала  $M$  в граммах устанавливают взвешиванием каждого из трех образцов размером  $(100 \times 100) \pm 1$  мм и вычисляют с точностью до 1 грамма:

$$M = m \cdot 100, \quad (3.2.1)$$

где  $m$  — масса образца, г; 100 — коэффициент приведения площади образца к 1 м<sup>2</sup>.

Для определения полноты пропитки поперечную полосу материала, отрезанную на всю ширину полотна длиной  $(50 \pm 5)$  мм, разрывают в пяти местах таким образом, чтобы обнажился внутренний слой основы. Материал считают выдержавшим испытание, если при визуальном осмотре не обнаружено наличие световых прослоек непропитанной основы и посторонних включений.

#### 3.2.4.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗРЫВНОЙ СИЛЫ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ, УСЛОВНОЙ ПРОЧНОСТИ, УСЛОВНОГО НАПРЯЖЕНИЯ, ОТНОСИТЕЛЬНОГО УДЛИНЕНИЯ И ОТНОСИТЕЛЬНОГО ОСТАТОЧНОГО УДЛИНЕНИЯ БИТУМНЫХ И БИТУМНО-ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Испытание основных оплавливаемых и неоплавливаемых битумных и битумно-полимерных материалов производят на трех образцах размерами  $(50 \times 220) \pm 1$  мм, вырезанных в продольном направлении.

Испытание безосновных битумных, битумно-полимерных и полимерных материалов проводят на трех образцах-лопатках, тип которых указывается в нормативной документации на конкретный вид продукции (рис. 3.2.1).

Для обеспечения одинакового крепления образцов в захватах разрывной машины наносят установочные метки, расстояние

$L_1$  между которыми для образца-полоски и образца-лопатки типа 1 составляет  $(150 \pm 1)$  мм, а для образца-лопатки типа 2 —  $(50 \pm 1)$  мм.

Для определения разрывной силы, условной прочности, условного напряжения и относительного удлинения фиксируют удлинение образца. В случае разрыва образца вне рабочего участка или его границе результаты не учитывают и проводят повторные испытания. Длину рабочего участка  $L$  принимают для образца-полоски  $(130 \pm 1)$  мм, для образца-лопатки типа 1 —  $(100 \pm 1)$  мм, а для образца-лопатки типа 2 —  $(25 \pm 0,5)$  мм и отмечают на образцах параллельными метками.

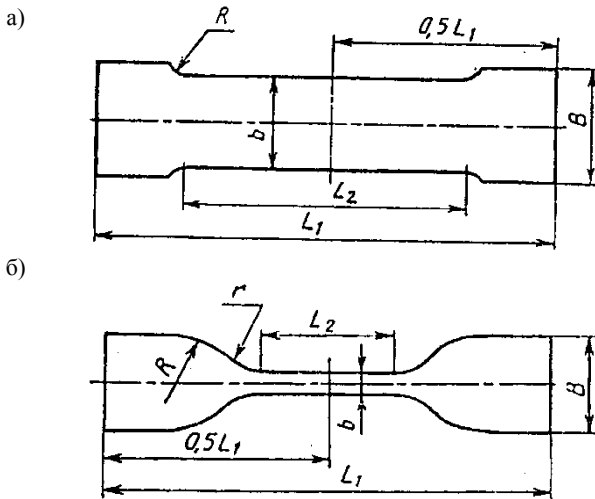


Рис. 3.2.1. Образцы-лопатки:

а) типа 1; б) типа 2

Условную прочность  $\sigma_p$ , МПа, образца-полоски или образца-лопатки вычисляют с точностью до 0,1 МПа по формуле

$$\sigma_p = \frac{P_p}{b \cdot h_0}, \quad (3.2.2)$$

где  $P_p$  — разрушающая сила, Н (кгс);  $b$  — ширина образца-полоски или образца-лопатки, м (см);  $h_0$  — среднее значение толщины образца-полоски или образца-лопатки на рабочем участке, м (см). Толщину измеряют в трех точках на рабочем участке.

Условное напряжение  $\sigma_e$ , МПа, образца-лопатки вычисляют с точностью до 0,1 МПа по формуле

$$\sigma_e = \frac{P_e}{b \cdot h_0}, \quad (3.2.3)$$

где  $P_e$  — разрушающая сила, Н (кгс);  $b$  — ширина образца-лопатки, м (см);  $h_0$  — среднее значение толщины на рабочем участке, м (см).

Относительное удлинение  $\varepsilon$ , %, вычисляют с точностью до 1 % по формуле

$$\varepsilon = \frac{L - L_2}{L_1} \cdot 100, \quad (3.2.4)$$

где  $L_1$  — расстояние между захватами в момент разрыва или максимального значения силы, мм;  $L_2$  — расстояние между установленными метками, мм.

Для определения относительного остаточного удлинения части разорванного образца освобожденные из захватов машины помещают на горизонтальную поверхность и через  $(120 \pm 2)$  секунд после разрыва измеряют расстояние, ограничивающее рабочий участок двух сложенных вместе (без зазора) по месту разрыва частей образца ( $L_3$ ).

Относительное остаточное удлинение  $\varepsilon_{OCT}$ , %, с погрешностью до 1 % вычисляют по формуле

$$\varepsilon_{OCT} = \frac{l_3 - l}{l} \cdot 100, \quad (3.2.5)$$

где  $L$  — длина рабочего участка образца до испытания, мм;  $L_3$  — длина рабочего участка образца (двух сложенных вместе частей разорванного образца) после испытания, мм.

Результаты испытаний оформляются в виде *табл. 3.2.1*.

Таблица 3.2.1

Результаты определения разрывной силы, условной прочности, условного напряжения, относительного удлинения и относительного остаточного удлинения рулонных материалов

Вид испытываемого материала	Сила, Н (кгс)		Размеры, мм						$\sigma_p$ , МПа	$\sigma_e$ , МПа	$\varepsilon$ , %	$\varepsilon_{OCT}$ , %
	$P_p$	$P_e$	$b$	$h_0$	$L$	$L_1$	$L_2$	$L_3$				

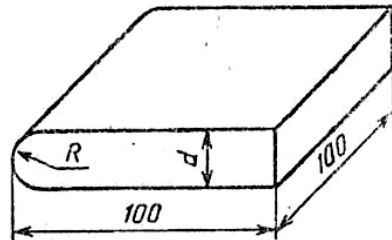


## 3.2.4.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИБКОСТИ РУЛОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Этот показатель важен для рулонных материалов: так как они не обладает необходимой гибкостью, установленной стандартом, то при разворачивании рулона или наклейке полотна на сильно изогнутые поверхности могут появиться трещины, уменьшающие водонепроницаемость материала.

Испытания проводят на трех образцах размером  $(20 \times 150) \pm 1$  мм, вырезанных в продольном направлении. Метод основан на изгибании образцов материала вокруг закругленной части испытательного бруса (рис. 3.2.2).

**Рис. 3.2.2.** Брус испытательный для определения гибкости рулонных материалов



Брус изготавливают из твердой древесины, пластмассы или другого материала низкой теплопроводности. Радиус закругления  $R$  должен быть указан в нормативно-технической документации на данный вид продукции.

Перед испытанием при положительной температуре образцы помещают в сосуд с водой, температура которой должна соответствовать указанной на продукцию данного вида. Выдерживают в нем  $(10 \pm 0,5)$  мин. При проведении испытаний при  $0^\circ\text{C}$  образцы помещают в воду со льдом, а при отрицательных температурах — в морозильную камеру и выдерживают  $(20 \pm 0,5)$  мин.

По истечении заданного времени образцы извлекают из испытательной среды и прикладывают к ровной поверхности бруса нижней стороной около  $0,25$  длины образца. Свободный край образца изгибают в течение  $(5 \pm 1)$  с вокруг закругленной части бруса до достижения другой ровной поверхности (образец принимает U-образную форму). Время с момента извлечения образца из испытательной среды и до конца испытания не должно превышать 15 с.

Образцы считают выдержавшими испытание, если на их лицевой поверхности (для фольгоизола — на слое вяжущего) не появи-

лись трещины (разрывы слоя связующего) и отслаивания вяжущего или посыпки.

#### 3.2.4.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДОПОГЛОЩЕНИЯ МАТЕРИАЛА С ПЫЛЕВИДНОЙ ПОСЫПКОЙ

Испытание материала с пылевидной посыпкой проводят на трех образцах, а материалов с крупнозернистой или чешуйчатой посыпкой — на шести образцах размером  $(100 \times 100) \pm 1$  мм.

Пылевидную посыпку с образца материала счищают тканью или щеткой. Прокладочный материал (пленку, бумагу и т. п.) перед испытанием с образцов удаляют.

Для материалов с крупнозернистой или чешуйчатой посыпкой готовят сдвоенные образцы. Для этого каждый из двух образцов подогревают с лицевой стороны, а затем складывают друг с другом подплавленными поверхностями так, чтобы края обоих образцов совпадали между собой, и устанавливают на  $(30 \pm 1)$  мин под груз массой  $(1 \pm 0,1)$  кг.

Для устранения капиллярного подсоса торцы образцов материала на картонной и асбестоцементной основах погружают на 3...5 мм в разогретый битум, температура которого  $160...180$  °С, а затем охлаждают.

Подготовленные образцы взвешивают  $m_1$ , а затем погружают на 1 мин в сосуд с водой, после чего извлекают из воды, вытирают мягкой тканью или фильтровальной бумагой в течение 30...60 с и вновь взвешивают  $m_2$ . Затем образцы повторно помещают в сосуд с водой таким образом, чтобы слой воды над ними был не менее 50 мм, и выдерживают в течение времени, указанного в нормативно-технической документации на конкретный вид продукции. После этого образцы извлекают из воды, обтирают фильтровальной бумагой и взвешивают ( $m_3$ ). Время с момента извлечения образцов из воды до взвешивания не должно превышать 60 с.

Водопоглощение  $B_m$ , % по массе, с точностью до 0,1 % определяют по формуле

$$B_m = \frac{m_3 - m_2}{m_1} \cdot 100, \quad (3.2.6)$$

где  $m_1$  — масса сухого образца, г;  $m_2$  — масса образца после одноминутной выдержки в воде, г;  $m_3$  — масса образца после заданной выдержки в воде (чаще всего в течение 24 ч), г.

Результаты определения водопоглощения заносятся в табл. 3.2.2.

Таблица 3.2.2

Вид испытуемого материала	Масса, г			Водопоглощение отдельного образца $B_m$ , %	Среднее значение водопоглощения $B_m$ , %
	$m_1$	$m_2$	$m_3$		

#### 3.2.4.5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТИ ОБРАЗЦОВ

Испытания проводят на трех образцах размерами  $(150 \times 150) \pm 1$  мм.

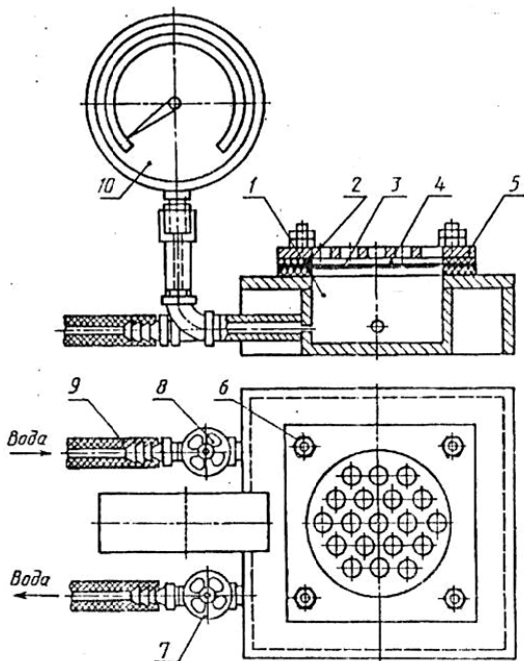
Определение водонепроницаемости образца при давлении 0,001 МПа. На подставку помещают стеклянную пластинку размером  $(150 \times 150) \pm 1$  мм, сверху фильтровальную бумагу на всю поверхность пластинки, затем укладывают образец лицевой стороной вверх.

Посередине образца устанавливают трубу из стали диаметром 100...110 мм, толщиной 1,5...2,5 мм и длиной не более 120 мм. Трубу предварительно погружают отшлифованным торцом на 10...15 мм в нагретый до температуры 120...140 °С битум и выдерживают в нем 40...60 с. Затем в трубу наливают воды на высоту 100 мм, при которой обеспечивается создание избыточного гидростатического давления водяного столба 0,001 МПа (0,01 кгс/см<sup>2</sup>). Количество воды поддерживается на постоянном уровне в течение времени, установленного стандартом на данный вид продукции.

Через каждые 24 ч проверяют наличие мокрого пятна на фильтровальной бумаге. При появлении воды испытание прекращают. Образец считают выдержавшим испытание, если в течение установленного времени на его внутренней поверхности не появилась вода.

Определение водонепроницаемости образца при давлении до 0,3 МПа. В верхней части

рабочей камеры прибора (рис. 3.2.3) укладывают резиновую прокладку шириной  $(15 \pm 1)$  мм, затем образец лицевой стороной (по сыпкой) вниз и вторую резиновую прокладку.



**Рис. 3.2.3.** Прибор для определения водонепроницаемости:

- 1 — рабочая камера; 2 — резиновые прокладки; 3 — образец;
- 4 — контактная сетка; 5 — прижимная плита; 6 — зажимные винты;
- 7, 8 — краны; 9 — резиновая трубка, соединяющая прибор с водопроводом; 10 — манометр

На образец укладывают контактную сетку толщиной 3...4 мм с отверстиями диаметром не более 5 мм, закрывают плитой и плотно прижимают винтами. При помощи кранов устанавливают давление, указанное в нормативной документации на данный вид продукции.

Образец выдерживают при заданном давлении в течение времени, установленного нормативной документацией на данный вид продукции.

Образец считают выдержавшим испытание, если в течение установленного времени при заданном давлении на его поверхности не появится вода.

## 3.2.4.6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОСТОЙКОСТИ ОБРАЗЦОВ

Испытание проводят на трех образцах размерами  $(50 \times 100) \pm 1$  мм, вырезанных в продольном направлении. Сушильный шкаф нагревают до температуры, указанной в нормативно-технической документации на данный вид продукции. Образцы подвешивают в шкафу в вертикальном положении на расстоянии не менее 50 мм от стенок шкафа и выдерживают при заданной температуре в течение времени, указанного в нормативной документации. Образцы считают выдержавшими испытание на теплостойкость, если на их поверхности отсутствуют вздутия и следы перемещения покровного слоя.

## 3.2.4.7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗОЛА ПРИ НАГРЕВАНИИ

Испытание проводят на трех образцах размерами  $(50 \times 100) \pm 1$  мм. Вначале замеряют первоначальную длину  $L_4$  образца штангенциркулем с погрешностью не более 0,2 мм. Сушильный шкаф нагревают до заданной температуры и выдерживают в нем образцы в течение времени, установленного в нормативно-технической документации на данный вид продукции. Затем образцы извлекают из шкафа, охлаждают и замеряют длину  $L_5$ .

Изменение длины  $\Delta L$  в процентах с погрешностью до 1 % вычисляют по формуле

$$\Delta L = \frac{L_5 - L_4}{L_4} 100. \quad (3.2.7)$$

Результаты определения линейных размеров полимерных материалов и изола при нагревании заносят в *табл. 3.2.3*.

Таблица 3.2.3

Результаты определения изменения линейных размеров полимерных материалов и изола при нагревании

Вид испытуемого материала	Размеры образца, мм		Изменение длины для отдельного образца $\Delta L$ , %	Среднее значение изменения длины при нагревании $\Delta L$ , %
	$L_4$	$L_5$		

### 3.2.4.8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕРИ МАССЫ ПРИ НАГРЕВАНИИ

Испытание проводят на трех образцах размерами  $(50 \times 100) \pm 1$  мм. Образцы материала взвешивают ( $m_4$ ), подвешивают в вертикальном положении (образцы бесосновных материалов должны быть закреплены по всей ширине в деревянном зажиме) и выдерживают в сушильном шкафу при заданной температуре и в течение времени, установленных в нормативно-технической документации на данный вид продукции. Затем образцы извлекают из шкафа, охлаждают в эксикаторе и взвешивают ( $m_3$ ).

Потерю массы при нагревании  $Q$  в процентах с точностью до 0,1 % вычисляют по формуле

$$Q = \frac{m_4 - m_3}{m_4} 100. \quad (3.2.8)$$

Результаты определения потери массы при нагревании оформляют в виде *табл. 3.2.4.*

Таблица 3.2.4

Результаты определения потери массы при нагревании рулонных материалов				
Вид испытуемого материала	Масса образца до испытания $m_4$ , г	Масса образца после испытания $m_3$ , г	Потеря массы при нагревании для отдельного образца $Q$ , %	Среднее значение потери массы при нагревании $Q$ , %

### 3.2.4.9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СНИЖЕНИЯ РАЗРЫВНОЙ СИЛЫ ВОДОНАСЫЩЕННОГО МАТЕРИАЛА

Испытание проводят на двух образцах-полосках размером  $(300 \times 200) \pm 1$  мм. Перед испытанием проводят обработку торцов одной полосы путем погружения их на 3...5 мм в битум, разогретый до температуры 160...180 °С, а затем охлаждают. Обработанную полосу помещают в сосуд с водой так, чтобы слой воды над ней был не менее 50 мм, и выдерживают не менее 24 ч. Затем полосу вынимают из воды, осушают тканью или фильтровальной бумагой. Из сухой и водонасыщенной полос вырезают в продольном направлении по три образца размерами  $(50 \times 220) \pm 1$  мм и проводят испытания на разрыв-

ной машине не позднее чем через 20 мин после извлечения полосы из воды.

Снижение разрывной силы водонасыщенного материала  $\Delta P$  с точностью до 1 % вычисляют по формуле

$$\Delta P = \frac{P_{\text{сух}} - P_{\text{нас}}}{P_{\text{сух}}} 100, \quad (3.2.9)$$

где  $P_{\text{сух}}$  — разрывная сила сухого образца, Н (кгс);  $P_{\text{нас}}$  — разрывная сила водонасыщенного образца, Н (кгс).

Результаты определения снижения разрывной силы водонасыщенного образца оформляют в виде *табл. 3.2.5*.

Таблица 3.2.5

Результаты определения снижения разрывной силы водонасыщенного образца

Вид испытываемого материала	Разрывная сила, Н		Снижение разрывной силы для отдельного образца $\Delta P$ , %	Среднее арифметическое снижение разрывной силы $\Delta P$ , %
	$P_{\text{сух}}$	$P_{\text{нас}}$		

Результаты испытаний рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов рекомендуется записывать в следующей форме:

1. Наименование материала по нормативно-технической документации;

2. Внешний вид — упаковка и маркировка, ровность торцов, равномерность распределения посыпки, наличие или отсутствие слипаемости, дыр, трещин, разрывов и складок, количество полотен в рулоне, длина надрывов;

3. Линейные размеры и площадь — длина и ширина в метрах, толщина в миллиметрах, площадь в квадратных метрах;

4. Масса 1 м<sup>2</sup> материала в граммах;

5. Полнота пропитки — наличие (или отсутствие) светлых прослоек непропитанной основы и посторонних включений;

6. Разрывная сила при растяжении, Н (кгс), условная прочность, МПа (кгс/см<sup>2</sup>), относительное удлинение и относительное остаточное удлинение, проценты;

7. Гибкость — наличие (или отсутствие) трещин на поверхности образца;

8. Водопоглощение в процентах по массе;
9. Водонепроницаемость — наличие (или отсутствие) воды на поверхности образца;
10. Теплостойкость — наличие (или отсутствие) вздутий и следов перемещения покровного слоя;
11. Изменение линейных размеров при нагревании в процентах;
12. Потеря массы при нагревании в процентах;
13. Снижение разрывной силы водонасыщенного материала в процентах;
14. Дата и место проведения испытаний;
15. Выводы: испытанный материал соответствует или не соответствует (указать, по каким свойствам) требованиям нормативно-технической документации на данный вид продукции.

### **3.2.5. Анализ полученных результатов и выводы**

По полученным данным делается вывод о соответствии испытываемого материала требованиям нормативно-технической документации на данный вид продукции.

Кроме того, полученные результаты испытаний позволяют производить сравнительную оценку качественных показателей различных рулонных материалов как между собой, так и со справочными данными.

### **Аттестационные вопросы**

1. Перечислите основные классификационные признаки гидроизоляционных материалов и их основные физико-технические свойства.
2. Назовите основные виды и свойства сырья для производства кровельно-гидроизоляционных материалов.
3. Что представляют собой основные и безосновные кровельные и гидроизоляционные материалы?
4. Как производится оценка рулонных материалов по внешним признакам, линейным размерам, массе, полноте пропитки?



5. В чем заключается методика определения прочностных показателей рулонных гидроизоляционных материалов и их удлинение под нагрузкой?

6. Как и для каких целей производят определение гибкости рулонных материалов?

7. Опишите методику определения водопоглощения и водонепроницаемости кровельно-гидроизоляционных материалов.

8. Как производят оценку снижения прочности водонасыщенных гидроизоляционных материалов?

9. Перечислите основные технологические переделы и процессы при производстве рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов.

**Литература:** [5, 12]

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3.3

#### ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ШТУКАТУРНОЙ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ

**3.3.1. Цель работы** — изготовление эпоксидно-битумной мастики и исследование ее свойств.

**3.3.2. Оборудование, приборы, инструменты и сырьевые материалы:** шкаф сушильный; пресс гидравлический; штангенциркуль; металлическая линейка; цементно-песчаные образцы размером 5×5×5 см; битум строительный БН-70/30 или БН-90/10; эпоксидный олигомер; стирол; полиэтиленполиамин; растворы 15-процентной концентрации серной кислоты и соли  $MgCl_2$ .

#### 3.3.3. Краткие теоретические сведения

Штукатурная гидроизоляция представляет собой многослойное водонепроницаемое покрытие толщиной 5...50 мм. Составы для штукатурной гидроизоляции в отличие от составов для окрасочной гидроизоляции обладают меньшей подвижностью, включают, как правило, более крупные наполнители и наносятся на изолируемую поверхность штукатурными способами.

Основными материалами для устройства штукатурной гидроизоляции являются: торкрет-раствор, коллоидный цементный раствор, коллоидный полимерцементный раствор, асфальтовые (горячие и холодные) растворы, битумно-полимерные и полимерные мастики.

Покрытия из мастичных материалов выполняют не только антифильтрационные, но и антикоррозионные функции.

#### 3.3.4. Порядок выполнения работы

К числу материалов для химически стойких гидроизоляционных защитных покрытий в первую очередь относятся эпоксидно-битумные мастики.

Покрытия на основе эпоксидных смол, модифицированных битумами, имеют высокую прочность, трещиностойкость, водоне-

проницаемость, хорошую адгезию к бетону, металлу и другим материалам в сочетании с надежной стойкостью к целому ряду кислот, щелочей и солей.

Основной задачей работы является сравнение химической стойкости обычных тяжелых бетонов без покрытия и с покрытием из эпоксидно-битумной мастики к растворам 15-процентной концентрации серной кислоты и соли  $MgCl_2$ .

Для испытаний изготавливают образцы-кубы размером  $5 \times 5 \times 5$  см из цементного бетона. На образцы с помощью шпателя наносят штукатурный слой эпоксидно-битумной мастики толщиной 3...4 мм и вместе с контрольными образцами (без покрытия) выдерживают в химических растворах не менее 14 сут. Эпоксидно-битумную мастику готовят следующим образом. Битум марки БН-70/30 или БН-90/10, разжиженный стиролом в соотношении 2:1, тщательно смешивают с эпоксидным олигомером ЭД-16 или ЭД-20. Затем в смесь вводят наполнитель и после перемешивания добавляют отвердитель эпоксидного олигомера — полиэтиленполиамин.

Состав эпоксидно-битумной мастики, масс. доли:

- эпоксидный олигомер — 100;
- битум строительный — 100;
- стирол — 50;
- полиэтиленполиамин — 10;
- кварцевый песок тонкомолотый — 300.

После выдержки образцы высушивают и подвергают испытанию на прочность при сжатии, а затем рассчитывают коэффициенты химической стойкости испытанных материалов. Коэффициент кислотостойкости  $K_k$  и солестойкости  $K_c$  определяют по формулам

$$K_k = \frac{R_k}{R}, \quad (3.3.1)$$

$$K_c = \frac{R_c}{R}, \quad (3.3.2)$$

где  $R$  — предел прочности образцов при сжатии в нормальных условиях, МПа;  $R_k$  — то же, после выдержки в растворе кислоты, МПа;  $R_c$  — то же, после выдержки в растворе соли, МПа.

Результаты рекомендуется представить по форме, приведенной в *табл. 3.3.1*.

Таблица 3.3.1

Результаты испытания материалов на химическую стойкость

Вид бетона	Предел прочности при сжатии после выдержки, МПа			Коэффициент кислотно- стойкости $K_k$	Коэффициент солеустойкости $K_c$
	в нормальных условиях	в растворе кислоты	в растворе соли		
Цементный бетон					
Цементный бетон с покрытием					

### 3.3.5. Анализ полученных результатов и выводы

На основании выполненных исследований и сравнительной оценки химической стойкости образцов с гидроизоляционным покрытием и без покрытия делают выводы об эффективности использования штукатурной гидроизоляции.

#### Аттестационные вопросы

1. Что представляет собой штукатурная гидроизоляция?
2. Какие сырьевые материалы используются для приготовления штукатурной гидроизоляции?
3. Опишите основные способы определения химической стойкости гидроизоляционных штукатурных покрытий.

**Литература:** [1, 9]

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3.4**

### **ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ ОБЪЕМНОЙ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ**

**3.4.1. Цель работы** — изготовление бетонополимера и исследование его свойств.

**3.4.2. Оборудование, приборы, инструменты и сырьевые материалы:** шкаф сушильный; виброплощадка; пресс гидравлический; металлические формы; пропарочная камера; ванны с водой и пропиточным составом; песок с модулем крупности  $M_k = 2...3,25$ ; щебень фракции 5...10 мм; портландцемент марки М500; раствор стирола или метилметакрилата; отвердитель — пероксид бензоила.

#### **3.4.3. Краткие теоретические сведения**

К объемной гидроизоляции относят полимерцементные бетоны, полимербетоны, а также камнеподобные материалы (в основном тяжелые цементные бетоны), в массу которых вводят путем пропитки (пропиточная гидроизоляция) или инъекции (инъекционная гидроизоляция) водонепроницаемые уплотняющие материалы.

В качестве пропиточного материала используют разжиженные битумы, битумные эмульсии, каменноугольные дегти, петролатум, жидкие мономеры термопластичных полимеров (стирол, метилметакрилат), олигомеры терморезистивных полимеров с отвердителями.

В качестве инъекционных составов применяют битумные расплавы и эмульсии, битумно-латексные композиции, коллоидные, цементные и коллоидные полимерцементные растворы, жидкое стекло, фенолоформальдегидные, фурановые и эпоксидные олигомеры с отвердителями.

#### **3.4.4. Порядок выполнения работы**

Бетонополимеры получают пропиткой цементных бетонов мономерами или олигомерами с последующей полимеризацией или отверждением проникшего в поры бетона пропиточного материала.

Для изготовления бетонополимера используют материалы, предназначенные для обычного тяжелого бетона: песок с модулем крупности 2...3,25, щебень фракции 5...10 мм.

По стандартной методике производят расчет состава бетона и делают замес бетонной смеси в объеме, достаточном для приготовления необходимого количества образцов-кубов с размером ребра 5 см (по три образца на каждое испытание).

Бетонную смесь укладывают в формы и уплотняют на виброплощадке. Отформованные образцы выдерживают 28 сут в нормальных условиях, или для ускорения твердения бетон подвергают пропариванию или автоклавной обработке. Одну половину образцов оставляют для контрольных испытаний, а вторую половину используют для изготовления бетонополимера. Сначала их высушивают при температуре 70...80 °С, а затем кладут в ванну, наполненную пропиточным составом.

В качестве пропиточного состава можно использовать стирол или метилметакрилат в смеси с инициатором — пероксидом бензоила (3...5 % от массы мономера). Пропитку проводят при температуре (20 ± 5) °С в течение 1,5...2 ч. Для полимеризации мономера образцы подвергают термообработке при температуре 90...100 °С в течение 45...60 мин. Пропитку и термообработку необходимо производить под вытяжкой.

Образцы испытывают по общепринятой методике и определяют предел прочности при сжатии в сухом и водонасыщенном состоянии, водопоглощение по массе, а затем подсчитывают коэффициент водостойкости изготовленных цементных бетонов и бетонополимеров.

Результаты испытаний заносят в *табл. 3.4.1.*

*Таблица 3.4.1*

Сравнение некоторых свойств цементного бетона и бетонополимера

Вид бетона	Масса образцов, г		Водопоглощение, %	Предел прочности при сжатии образцов, МПа		Коэффициент водостойкости
	высушенных	водонасыщенных		высушенных	водонасыщенных	
Цементный бетон						
Бетонополимер						

### **3.4.5. Анализ полученных результатов и выводы**

На основании выполненных исследований устанавливают влияние полимерного пропиточного связующего на повышение водостойкости обычного бетона.

#### **Аттестационные вопросы**

1. Назовите особенности изготовления полимерцементных бетонов и полимербетонных изделий.
2. Перечислите основные сырьевые компоненты для изготовления полимерцементных и полимербетонных гидроизоляционных изделий.
3. Опишите основные пропиточные и инъекционные составы для объемной гидроизоляции.
4. Как определяется коэффициент водостойкости изделий?

**Литература:** [1, 9]

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3.5

### ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НЕТВЕРДЕЮЩИХ ГЕРМЕТИЗИРУЮЩИХ МАСТИК

**3.5.1. Цель работы** — приготовление и исследование основных свойств нетвердеющих герметизирующих мастик, определение их марки.

**3.5.2. Оборудование, приборы, инструменты и сырьевые материалы:** разрывная машина, снабженная специальными захватами и прибором для измерения удлинения; приспособление-захват для определения площади отрыва; плитки из бетона класса В15 размером 50×50×25 мм; деревянные ограничительные планки высотой 20 мм и длиной 50 мм; шпатель; нож; стеклянная пластинка размером 50×50 мм; сосуд с водой для определения водопоглощения; фильтровальная бумага; стандартный конус массой 150 г для определения консистенции мастики; лоток из белой жести для определения теплостойкости мастики; деревянный брусок размером 40×40×60 мм; шкаф сушильный (термостат); латунное кольцо высотой 5 мм с наружным и внутренним диаметром соответственно 25 и 20 мм; весы лабораторные; образцы строительных нетвердеющих герметизирующих мастик (2...3 вида).

### 3.5.3. Краткие теоретические сведения

Строительные герметизирующие нетвердеющие мастики представляют собой вязкие однородные массы, изготавливаемые на основе полиизобутиленового, изопренового, бутилового и этиленпропиленового каучуков, пластификаторов и наполнителей.

Содержание каучуков колеблется от 5 до 12 %, пластификаторов (различные масла) — от 15 до 20 %, наполнителей — от 50 до 70 %.

Нетвердеющие мастики предназначены для герметизации закрытых и дренированных стыков наружных стен и для уплотнения мест примыкания оконных и дверных блоков к элементам стен. Они должны сохранять свои свойства в интервале температур от -50 до



+70 °С при ширине герметизирующего стыка 10...30 мм и относительной деформации мастики в шве не более 10 %.

Приготовление мастик заключается в подготовке каучуков (разрезка на куски массой 0,5...1,0 кг), их пластификации на вальцах при температуре 80...90 °С и последующем смешении всех составляющих на смесительных вальцах при температуре 100...110 °С. Готовую мастику охлаждают, фасуют в брикеты прямоугольной формы 60×30 мм и длиной не более 150 см.

### 3.5.4. Порядок выполнения работы

Для проведения испытаний и изготовления образцов (не менее трех) приготовленную мастику выдерживают около 18 ч при температуре  $(20 \pm 2)$  °С. По внешнему виду мастика должна быть однородной (определяют визуально в срезе брикета), при этом не допускается на поперечном сечении брикета более двух включений диаметром свыше 1 мм.

#### 3.5.4.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ, ОТНОСИТЕЛЬНОГО УДЛИНЕНИЯ ПРИ МАКСИМАЛЬНОЙ НАГРУЗКЕ И ХАРАКТЕРА РАЗРУШЕНИЯ МАСТИК

Для изготовления образцов мастичного шва применяют изготовленные и выдержанные в течение трех месяцев плитки из бетона класса В15 (марки 200) размером 50×50×25 мм.

Мастику, подогретую до 70 °С, наносят в виде валика на середину бетонной плитки и обжимают с двух сторон деревянными ограничительными планками до размеров в плане 30×50 мм. Сверху мастичный валик прижимают второй бетонной плиткой с таким усилием, чтобы между плитками был слой мастики толщиной 20 мм. Избыток мастики удаляют шпателем или ножом.

Подготовленные образцы выдерживают не менее 3 ч при температуре  $(20 \pm 2)$  °С, а затем помещают в захваты (*рис. 3.5.1*) разрывной машины и растягивают со скоростью 10 мм/мин до разрыва.

При этом записывают диаграмму «нагрузка—деформация», по которой определяют величину удлинения образца в момент разрыва при максимальной нагрузке.

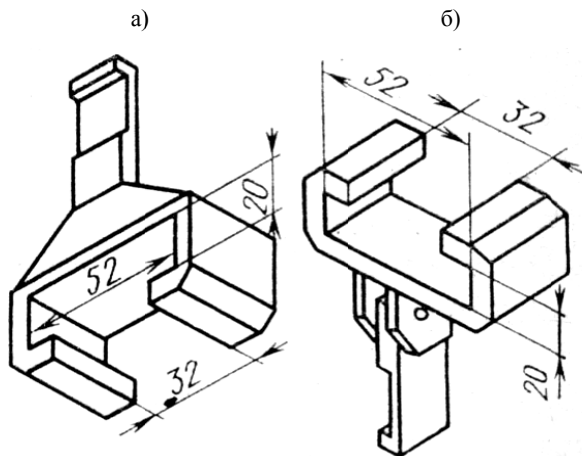


Рис. 3.5.1. Верхний (а) и нижний (б) зажимы для закрепления образцов при испытании на отрыв

Предел прочности при растяжении,  $R_p$ , МПа, вычисляют по формуле

$$R_p = \frac{F}{A}, \quad (3.5.1)$$

где  $F$  — максимальная нагрузка при растяжении в момент разрыва, Н (кгс);  $A$  — площадь первоначального поперечного сечения образца мастики,  $m^2$  ( $cm^2$ ).

Относительное удлинение  $\varepsilon$ , %, вычисляют по формуле

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h} 100, \quad (3.5.2)$$

где  $h$  — расстояние между бетонными плитами до испытания, мм;  $\Delta h$  — удлинение образца мастики при максимальной нагрузке, мм.

Результаты определения прочности при растяжении и относительного удлинения оформляют в виде *табл. 3.5.1*.

Для определения характера разрушения после испытания на разрыв бетонные плитки освобождают от захватов разрывной машины и срезают с них основную массу мастики ножом, смоченным водой, таким образом, чтобы на поверхности образцов слой мастики был не более 3 мм. Затем трафаретом (*рис. 3.5.2*) определяют площадь

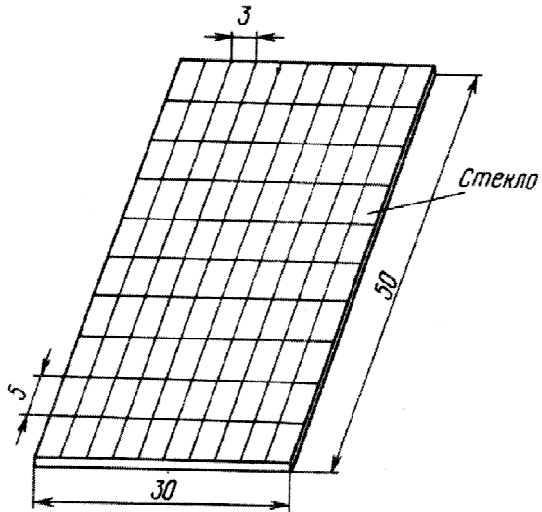
отрыва мастики от поверхности бетонной плитки. Если площадь отрыва мастики составляет не более 10 % от площади бетонной плитки, характер разрушения считается когезионным.

Таблица 3.5.1

Результаты определения предела прочности при растяжении  
и относительного удлинения мастики

Наименование мастики	Максимальная нагрузка $F$ , Н (кгс)	Площадь сечения образца $A$ , $\text{м}^2$ ( $\text{см}^2$ )	Расстояние между плитками		Удлинение образца $\Delta h = h_2 - h_1$ , мм	Предел прочности при растяжении $R_p$ , МПа	Относительное удлинение $\epsilon$ , %
			до испытания $h_1$ , мм	после испытания $h_2$ , мм			

Рис. 3.5.2. Прибор для определения площади отрыва мастики



#### 3.5.4.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДОПОГЛОЩЕНИЯ МАСТИКИ

Сущность метода заключается в определении массы воды, поглощенной образцом мастики при выдерживании его в воде в течение установленного времени.

Для определения водопоглощения стеклянную пластинку размером  $50 \times 50$  мм взвешивают ( $m_1$ ) с погрешностью 0,001 г. Подогре-

тую до  $70^{\circ}\text{C}$  мастику (около 10 г) наносят на нее ровным слоем и выдерживают в течение 3 ч при температуре  $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ . Взвешивают пластинку с нанесенной мастикой ( $m_2$ ). Затем помещают ее в воду, где выдерживают при температуре  $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$  в течение 24 ч. После извлечения из воды стеклянную пластинку с мастикой промокают фильтровальной бумагой и снова взвешивают ( $m_3$ ). Водопоглощение  $B_m$ , %, определяют по формуле

$$B_m = \frac{m_3 - m_2}{m_2 - m_1} \cdot 100. \quad (3.5.3)$$

Результаты испытаний заносят в *табл. 3.5.2*.

*Таблица 3.5.2*

Наименование мастики	Масса, г			Водопоглощение отдельного образца, $B_m$ , %	Среднее арифметическое значение водопоглощения $\bar{B}_m$ , %
	$m_1$	$m_2$	$m_3$		

### 3.5.4.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСИСТЕНЦИИ МАСТИКИ

Консистенция мастики характеризуется глубиной погружения в нее стандартного конуса массой 150 г при заданной температуре и в течение установленного времени, при этом сосуд заполняют подогретой до температуры  $70^{\circ}\text{C}$  мастикой и выдерживают до испытания в течение 3 ч при температуре  $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ .

### 3.5.4.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОСТОЙКОСТИ МАСТИКИ ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ $70^{\circ}\text{C}$

Сущность метода заключается в определении величины стекания мастики под действием собственной массы при заданных температуре и времени. Для определения стекания мастики применяют специальный лоток (*рис. 3.5.3*), изготовленный из белой жести толщиной 1,0...1,4 мм.

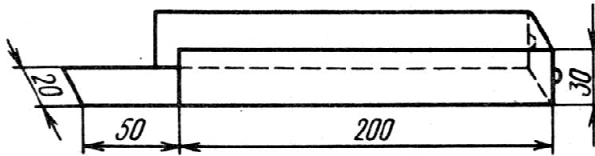


Рис. 3.5.3. Лоток для определения стекания мастики

Мастикой, выдержанной в течение 1 ч при температуре  $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ , заполняют лоток таким образом, чтобы она немного выступала над уровнем стенок лотка. После выдержки заполненного лотка в горизонтальном положении в течение 3 ч при температуре  $(20 \pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$  срезают ножом излишек мастики вровень с верхними и торцевыми обрезамы стенок лотка. В ушки лотка вставляют стержень и помещают лоток в вертикальном положении выступающей частью вниз в термостат, где выдерживают при температуре  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$  в течение 24 ч.

Затем лоток вынимают из термостата и устанавливают горизонтально. По выступающей части лотка, на которой нанесены риски с ценой деления 1,0 мм, придвигают деревянный брусок с размерами  $40 \times 40 \times 60$  мм до соприкосновения с мастикой и измеряют зазор, мм, между бруском и торцом боковых стенок лотка.

#### 3.5.4.5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИГРАЦИИ ПЛАСТИФИКАТОРА

Для определения миграции пластификатора на стеклянную пластинку укладывают слой фильтровальной бумаги и ставят на нее латунное кольцо высотой 5 мм с наружным и внутренним диаметром соответственно 25 и 20 мм, которое заполняют мастикой. После выдержки кольца с мастикой в термостате при температуре  $(100 \pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$  в течение 4 ч на фильтровальной бумаге не должно быть следов пластификатора.

### 3.5.5. Анализ полученных результатов и выводы

На основании проведенных испытаний по определению физико-механических свойств нетвердеющей герметизирующей мастики устанавливается ее марка в соответствии с нормативными требованиями, приведенными в *табл. 3.5.3.*

Таблица 3.5.3

Нормативные требования к физико-механическим свойствам герметизирующей нетвердеющей строительной мастики

Наименование показателей	Мастика высшей категории качества	Мастика первой категории качества
Предел прочности при растяжении, МПа	0,01...0,015	0,008...0,01
Относительное удлинение при максимальной нагрузке, %, не менее	45	35
Характер разрушения	Когезионный	
Водопоглощение, %, не более	0,2	0,4
Консистенция, мм	7...11	7...11
Стекание мастики при 70 °С (теплостойкость), мм, не более	1,0	2,0
Миграция пластификатора	Не допускается	

### Аттестационные вопросы

1. Какие виды гидроизоляционных материалов относятся к пластично-вязким?
2. Какие сырьевые материалы используют для получения герметизирующих мастик?
3. Перечислите последовательность технологических операций при производстве строительных герметиков.
4. Какова методика определения прочности при растяжении и относительного удлинения мастик при максимальной нагрузке?
5. Как оценивается водопоглощение мастик?
6. В чем заключается методика определения теплостойкости мастики?
7. Назовите разновидности и приведите техническую характеристику нетвердеющих строительных мастик.

**Литература:** [7, 12]

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК****УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. **Бадьин, Г. М.** Справочник технолога-строителя / Г. М. Бадьин. — СПб.: БХВ-Петербург, 2008. — 512 с.
2. **Баженов, Ю. М.** Технология бетона / Ю. М. Баженов. — М.: АСВ, 2007. — 524 с.
3. **Гончаров, Ю. И.** Сырьевые материалы силикатной промышленности / Ю. И. Гончаров. — М.: АСВ, 2009. — 128 с.
4. **Колесов, А. А.** Древесно-полимерные композиты / А. А. Колесов. — СПб.: Научные основы и технологии, 2010. — 736 с.
5. **Основин, В. Н.** Справочник современных строительных материалов и конструкций / В. Н. Основин, Л. В. Шуляков, Л. Г. Основина. — Ростов-н/Д: Феникс, 2003. — 423 с.
6. **Пахаренко, В. А.** Пластмассы в строительстве / В. А. Пахаренко, В. В. Пахаренко, Р. А. Яковлева. — СПб.: Научные основы и технологии, 2010. — 350 с.
7. **Рыбьев, И. А.** Строительное материаловедение: учеб. пособие / И. А. Рыбьев. — М.: Высшая школа, 2008. — 701 с.
8. **Современные отделочные и облицовочные материалы** / под ред. А. И. Юдина. — Ростов-н/Д: Феникс, 2003. — 448 с.
9. **Строительные материалы (материаловедение и технология): учеб. пособие** / В. Г. Миккульский [и др.]; под ред. В. Г. Миккульского. — М.: ИАСВ, 2002. — 536 с.
10. **Суслов, А. А.** Технология стеновых и отделочных материалов и изделий: лаб. практикум / А. А. Суслов, А. М. Усачев, А. Е. Турченко; Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. — Воронеж, 2009. — 56 с.
11. **Технология вяжущих веществ: лаб. практикум** / А. В. Крылова [и др.]; Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. — Воронеж, 2008. — 72 с.
12. **Технология кровельных, гидроизоляционных и герметизирующих строительных материалов и изделий: лаб. практикум** / А. А. Суслов [и др.]; Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. — Воронеж, 2009. — 80 с.
13. **Управление процессами технологии, структурой и свойствами бетонов** / под ред. Е. М. Чернышова, Е. И. Шмигько; Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. — Воронеж, 2002. — 344 с.
14. **Федин, А. А.** Научно-технические основы производства и применения силикатного ячеистого бетона / А. А. Федин. — М.: ГАСИС, 2002. — 264 с.
15. **Физико-химические основы строительного материаловедения** / под ред. Г. Г. Волокитина и Э. В. Козлова. — М.: АСВ, 2004. — 192 с.
16. **Химическая технология керамики: учеб. пособие** / под ред. И. Я. Гузмана. — М.: Стройматериалы, 2003. — 496 с.
17. **Чернушкин, О. А.** Архитектурное материаловедение: лаб. практикум / О. А. Чернушкин, А. А. Суслов, В. Я. Мищенко. — Воронеж, 2003. — 224 с.
18. **Чернушкин, О. А.** Технология конструкционных материалов: лаб. практикум / О. А. Чернушкин, С. В. Черкасов, Ю. И. Калгин; Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. — Воронеж, 2006. — 90 с.
19. **Чернушкин, О. А.** Технология конструкционных материалов: учеб. пособие / О. А. Чернушкин, А. М. Усачев. — Воронеж, 2008. — 191 с.

## НОРМАТИВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

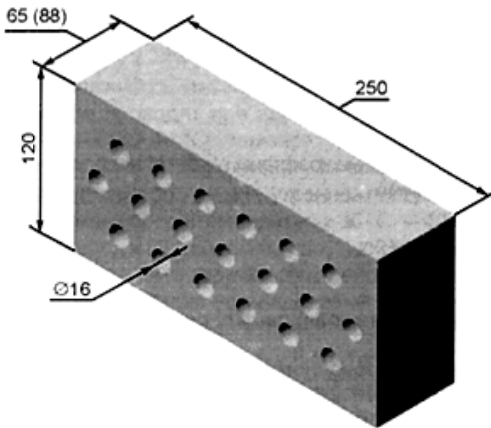
1. **ГОСТ 10180-90.** Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. — М.: Стандартинформ, 2006. — 31 с.
2. **ГОСТ 12730.1-78.** Бетоны. Методы определения плотности. — М.: Стандартинформ, 2007. — 5 с.
3. **ГОСТ 13996-93.** Плитки керамические фасадные и ковры из них. Технические условия. — М: Изд-во стандартов, 1994. — 20 с.
4. **ГОСТ 15140-78.** Материалы лакокрасочные. Методы определения адгезии. — М.: Изд-во стандартов, 2001. — 12 с.
5. **ГОСТ 19266-79.** Материалы лакокрасочные. Метод определения цвета. — М.: Изд-во стандартов, 1991. — 10 с.
6. **ГОСТ 21119.4-75.** Общие методы испытаний пигментов и наполнителей. Методы определения остатка на сите. — М.: Изд-во стандартов, 1999. — 9 с.
7. **ГОСТ 21520-89.** Блоки из ячеистых бетонов стеновые мелкие. Технические условия. — М.: Изд-во стандартов, 1991. — 19 с.
8. **ГОСТ 25485-89.** Бетоны ячеистые. Технические условия. — М.: Изд-во стандартов, 2003. — 15 с.
9. **ГОСТ 26254-84.** Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. — М.: Изд-во стандартов, 1994. — 27 с.
10. **ГОСТ 379-95.** Кирпич и камни силикатные. Технические условия. — М.: МНТКС, 1995. — 10 с.
11. **ГОСТ 4765-73.** Материалы лакокрасочные. Метод определения прочности при ударе. — М.: Изд-во стандартов, 1993. — 7 1с.
12. **ГОСТ 5233-89.** Материалы лакокрасочные. Метод определения твердости по маятниковому прибору. — М.: Изд-во стандартов, 2003. — 7 с.
13. **ГОСТ 530-2007.** Кирпич и камень керамические. Общие технические условия. — М.: МНТКС, 2007. — 52 с.
14. **ГОСТ 6133-99.** Камни бетонные стеновые. Технические условия. — М.: МНТКС, 1999. — 45 с.
15. **ГОСТ 6141-91.** Плитки керамические глазурованные для внутренней облицовки стен. Технические условия. — М.: Изд-во стандартов, 2002. — 14 с.
16. **ГОСТ 6787-2001.** Плитки керамические для полов. Технические условия. — М.: МНТКС, 2001. — 18 с.
17. **ГОСТ 6806-73.** Материалы лакокрасочные. Метод определения эластичности пленки при изгибе. — М.: Изд-во стандартов, 1988. — 7 с.
18. **ГОСТ 6992-68.** Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Методы испытаний на стойкость в атмосферных условиях. — М.: Изд-во стандартов, 2003. — 10 с.
19. **ГОСТ 7025-91.** Кирпич и камни керамические и силикатные. Методы определения водопоглощения, плотности и контроля морозостойкости. — М.: Стандартинформ, 2006. — 12 с.
20. **ГОСТ 8420-74.** Материалы лакокрасочные. Методы определения условной вязкости. — М.: Изд-во стандартов, 2004. — 7 с.
21. **ГОСТ 8462-85.** Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе. — М.: Изд-во стандартов, 2001. — 7 с.
22. **ГОСТ 8784-75.** Материалы лакокрасочные. Методы определения укрывистости. — М.: Изд-во стандартов, 2002. — 11 с.
23. **ГОСТ 8832-76.** Материалы лакокрасочные. Методы получения лакокрасочного покрытия для испытания. — М.: Стандартинформ, 2006. — 14 с.



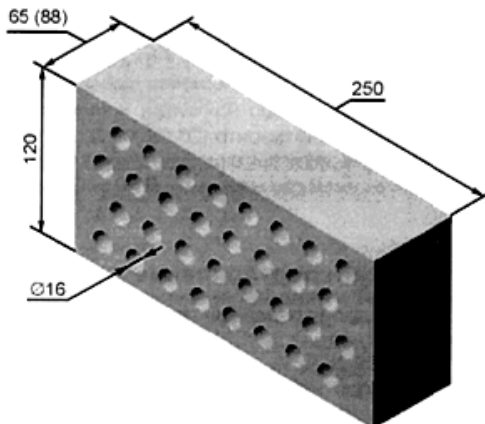
## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### ФОРМЫ И РАЗМЕРЫ СТЕНОВЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

#### 1.1. Изделия, изготовленные методом пластического формования



**Рис. П.1.1.** Кирпич  
формата 1(1,4) НФ  
с 19 цилиндрическими  
пустотами



**Рис. П.1.2.** Кирпич  
формата 1(1,4) НФ  
с 32 цилиндрическими  
пустотами

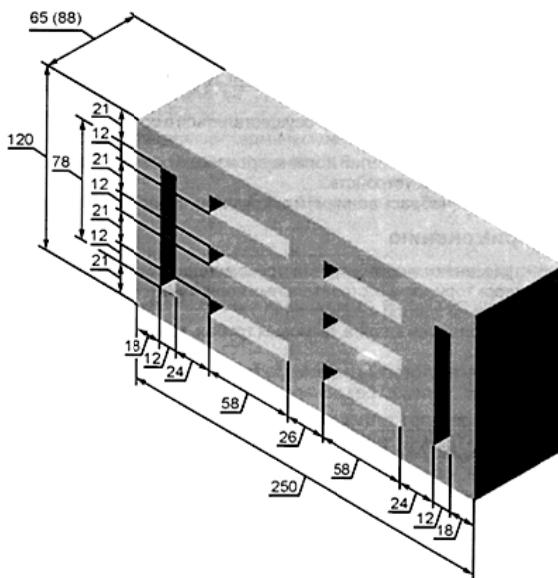


Рис. П.1.3. Кирпич формата 1(1,4) НФ с 8 щелевидными пустотами

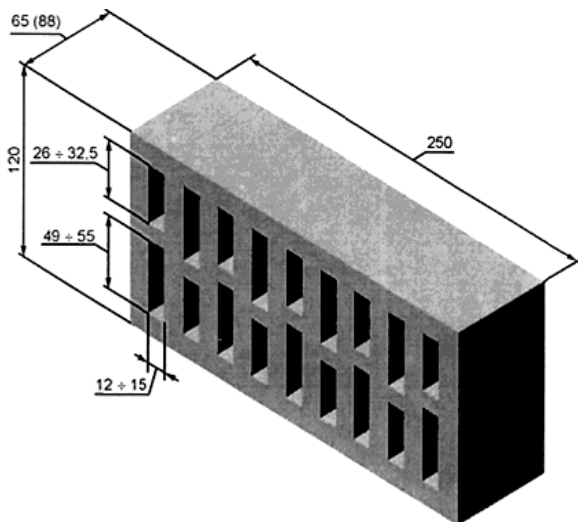


Рис. П.1.4. Кирпич формата 1(1,4) НФ с 18 щелевидными пустотами

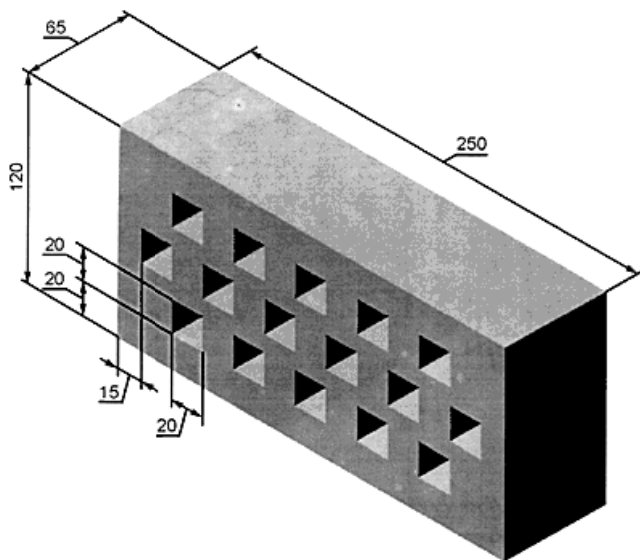


Рис. П.1.5. Кирпич формата 1(1,4) НФ с 16 квадратными пустотами

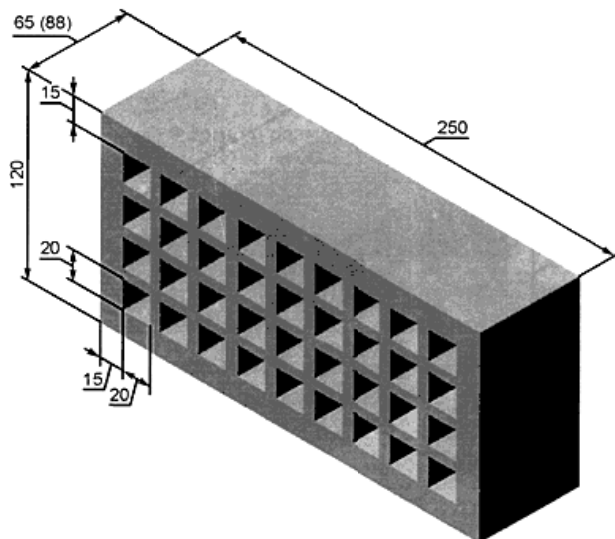


Рис. П.1.6. Кирпич формата 1(1,4) НФ с 36 квадратными пустотами

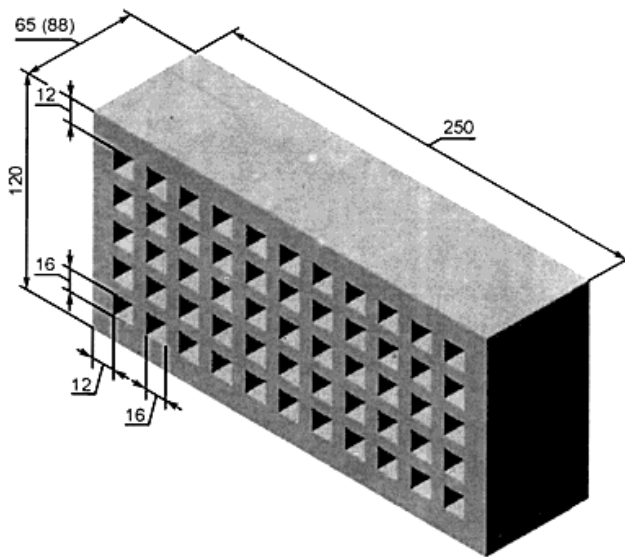


Рис. П.1.7. Кирпич формата 1(1,4) НФ с 55 квадратными пустотами

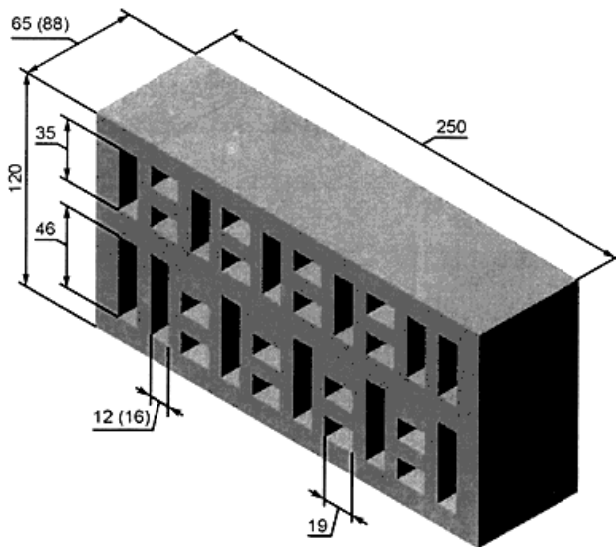


Рис. П.1.8. Кирпич формата 1(1,4) НФ с 28 щелевидными пустотами

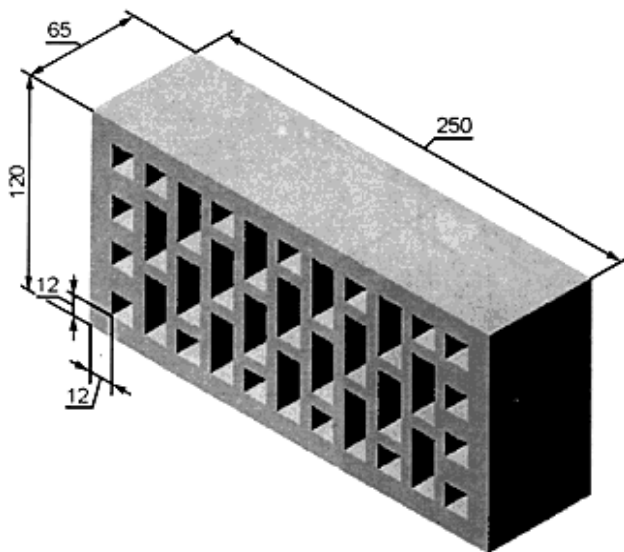


Рис. П.1.9. Кирпич формата 1 НФ с 35 пустотами

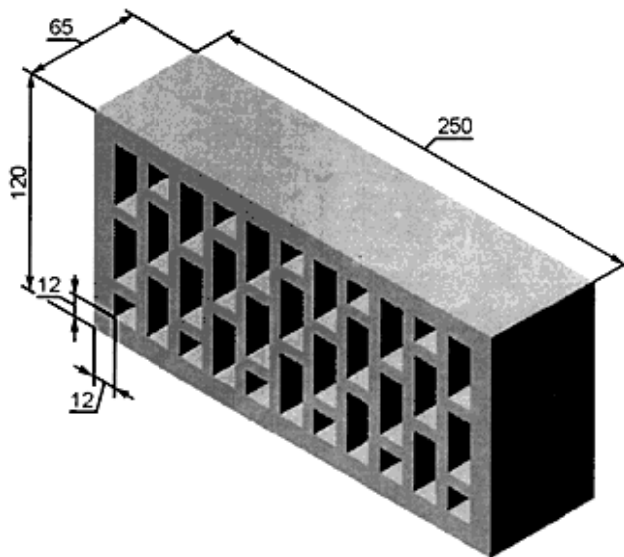


Рис. П.1.10. Кирпич формата 1 НФ с 33 пустотами

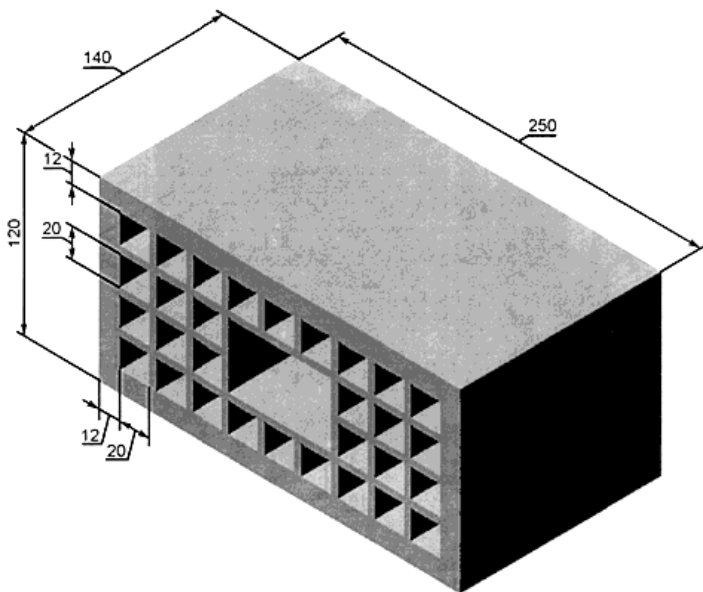


Рис. П.1.11. Камень формата 2,1 НФ с 30 квадратными пустотами и отверстием для захвата

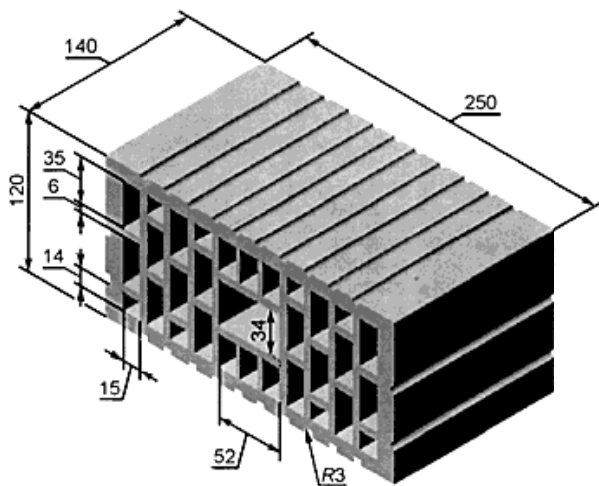


Рис. П.1.12. Камень формата 2,1 НФ с 30 пустотами и отверстием для захвата

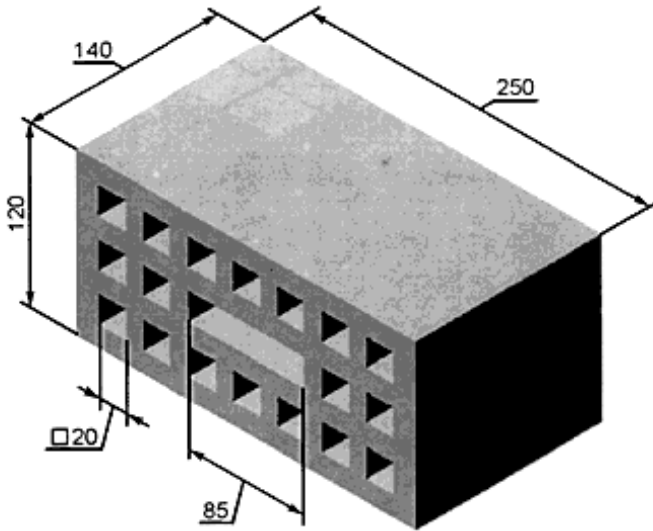


Рис. П.1.13. Камень формата 2,1 НФ с 18 квадратными пустотами и отверстием для захвата

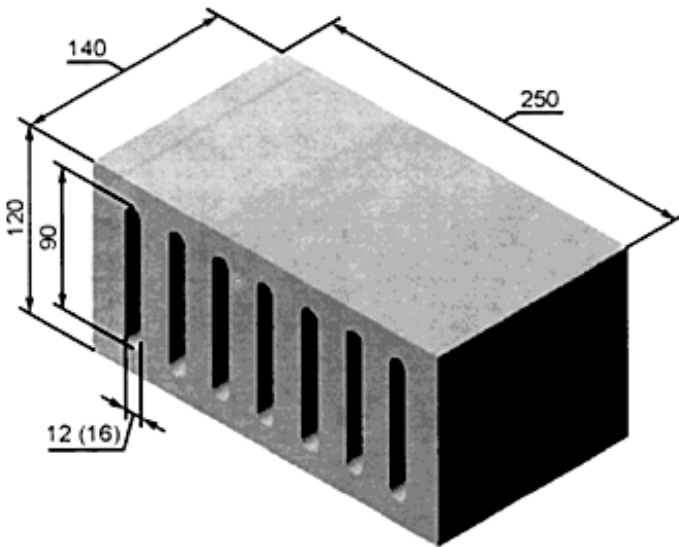


Рис. П.1.14. Камень формата 2,1 НФ с 7 щелевидными пустотами

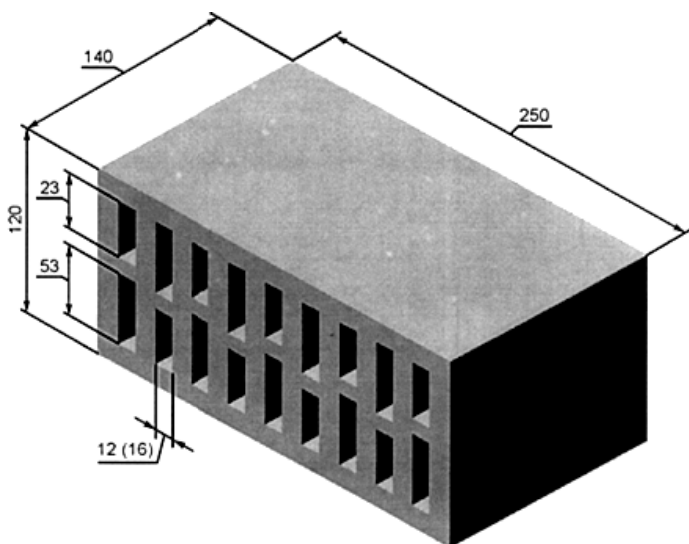


Рис. П.1.15. Камень формата 2,1 НФ с 18 щелевидными пустотами

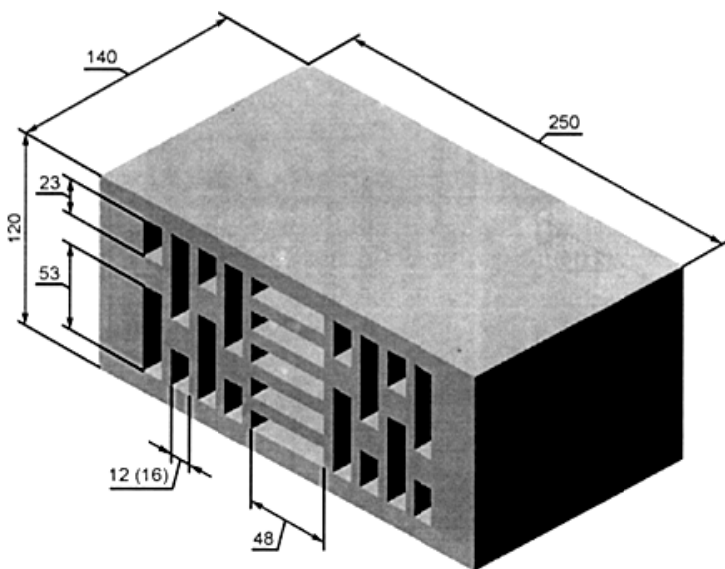


Рис. П.1.16. Камень формата 2,1 НФ с 21 щелевидной пустотой



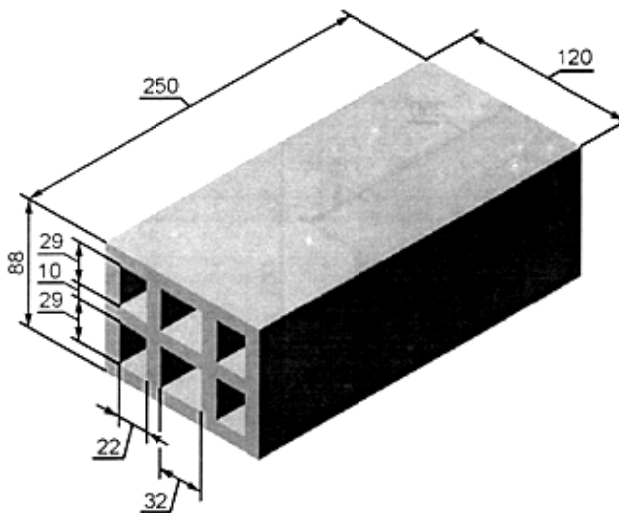


Рис. П.1.17. Кирпич формата 1,4 НФ с 6 пустотами

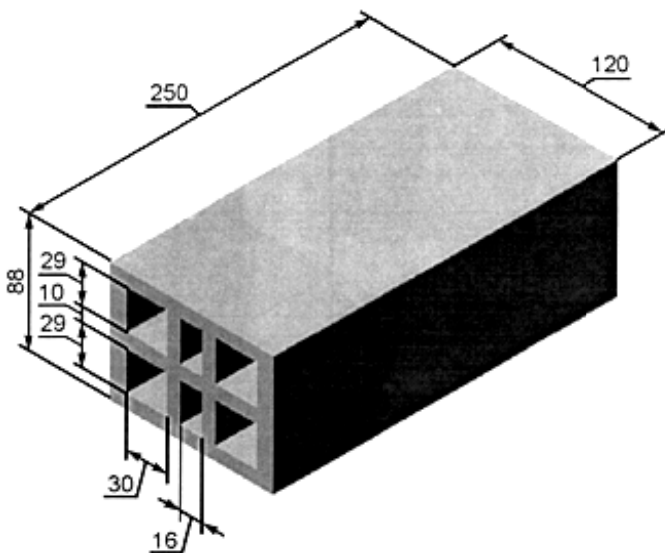
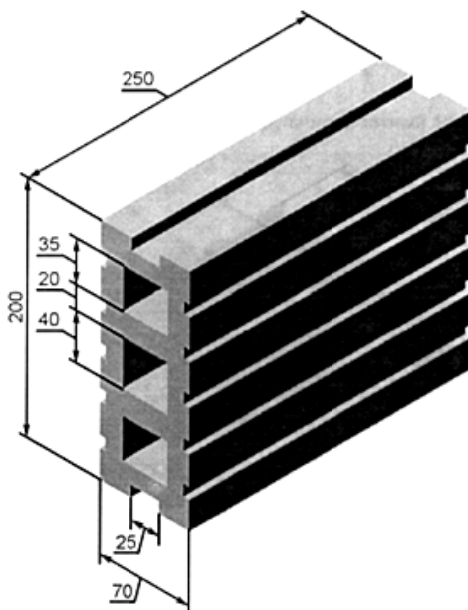
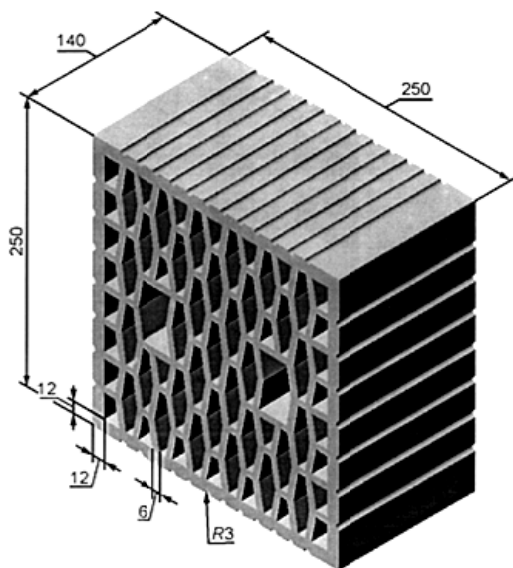


Рис. П.1.18. Кирпич формата 1,4 НФ с 6 пустотами

**Рис. П.1.19.** Камень формата 1,8 НФ с 3 пустотами



**Рис. П.1.20.** Камень крупноформатный 4,5 НФ



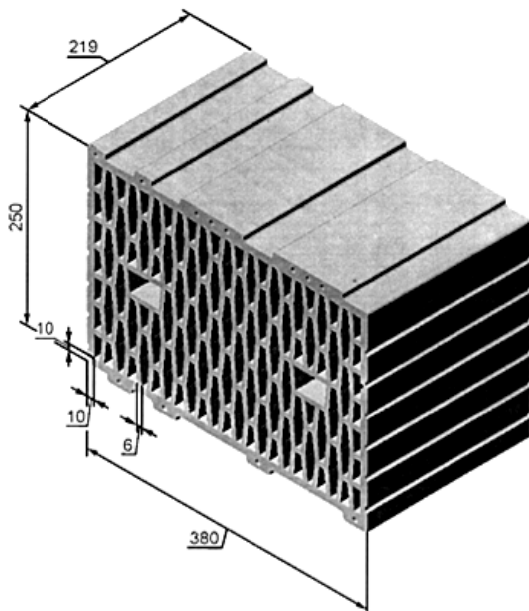


Рис. П.1.21. Камень крупноформатный 10,7 НФ

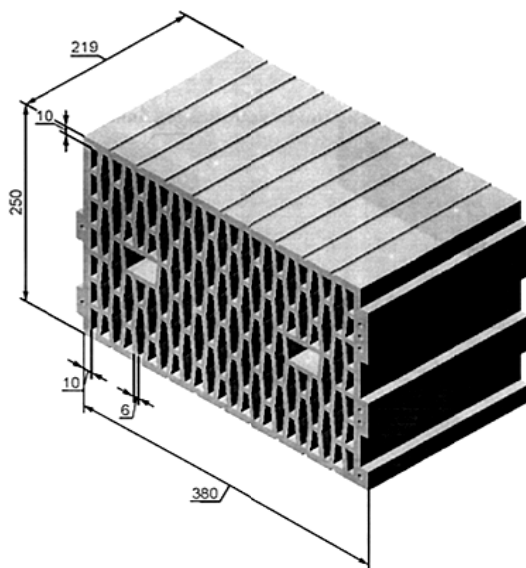


Рис. П.1.22. Камень крупноформатный 10,7 НФ

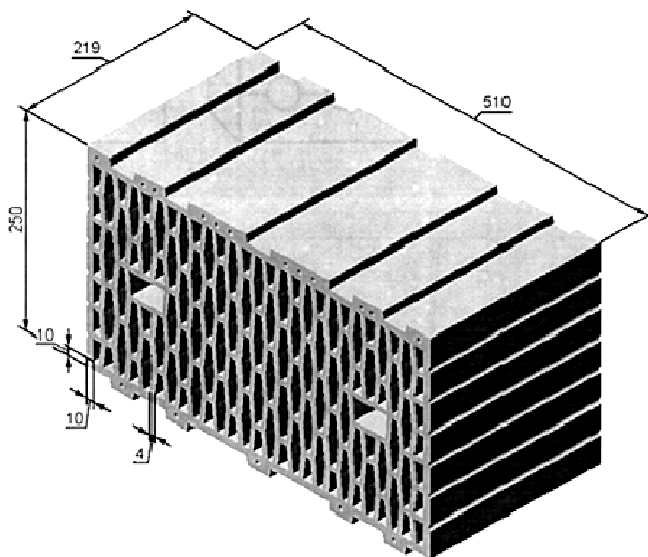


Рис. П.1.23. Камень крупноформатный 14,3 НФ

## 1.2. Изделия, изготовленные методом полусухого прессования

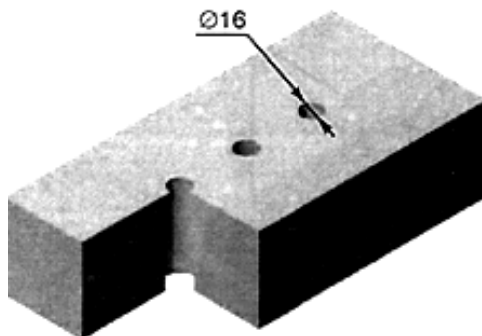


Рис. П.1.24. Кирпич формата 1 НФ с 3 цилиндрическими отверстиями

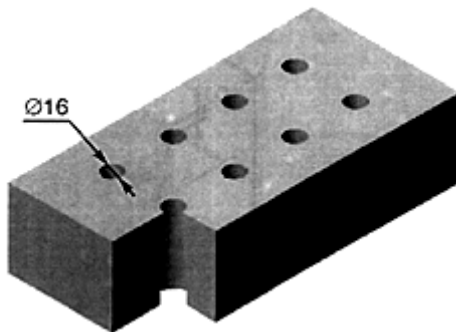


Рис. П.1.25. Кирпич формата 1 НФ с 8 цилиндрическими отверстиями

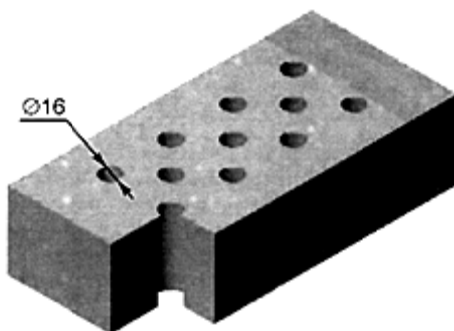


Рис. П.1.26. Кирпич формата 1 НФ с 11 цилиндрическими отверстиями

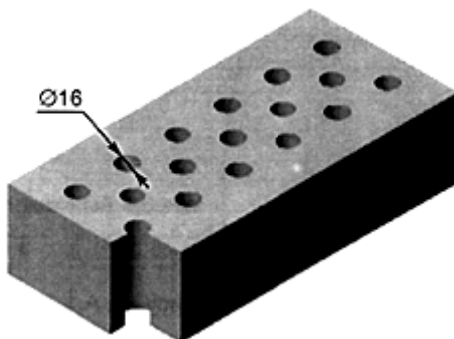


Рис. П.1.27. Кирпич формата 1 НФ с 17 цилиндрическими отверстиями

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ФОРМЫ И РАЗМЕРЫ  
СТЕНОВЫХ СИЛИКАТНЫХ ИЗДЕЛИЙ

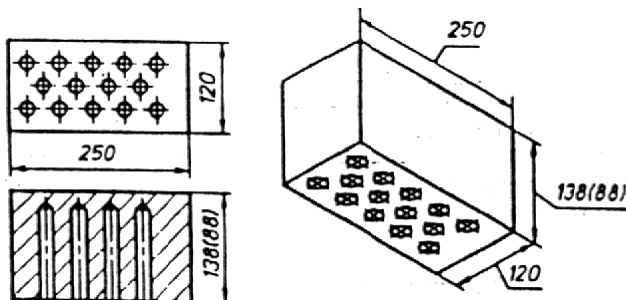


Рис. П.2.1. Камень (кирпич) 14-пустотный  
(диаметр отверстий — 30...32 мм, пустотность — 28...31 %)

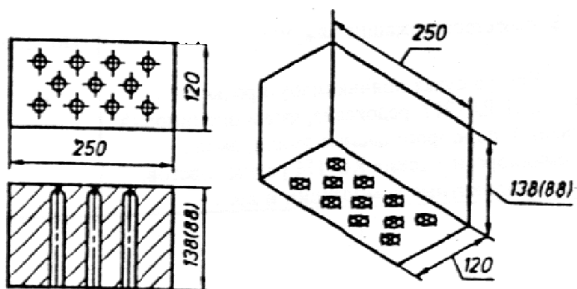


Рис. П.2.2. Камень (кирпич) 11-пустотный  
(диаметр отверстий — 27...32 мм, пустотность — 22...25 %)

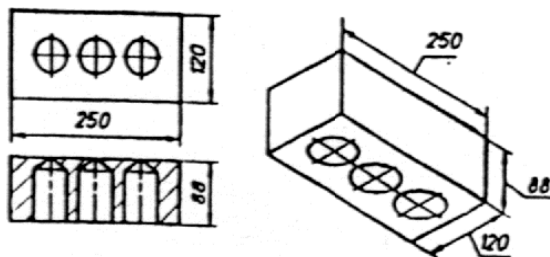


Рис. П.2.3. Кирпич 3-пустотный (диаметр отверстий — 52 мм, пустотность — 15 %)

## ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
СПЛОШНЫХ (УСЛОВНЫХ) КЛАДОК

Приведенное сопротивление теплопередаче кладок определяют на основе расчета по температурным полям для каждого конкретного проекта здания с учетом требований действующих строительных норм и правил.

Расчет приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен из керамических изделий осуществляют, исходя из условия обеспечения теплотехнических и санитарно-гигиенических характеристик в соответствии с действующими строительными нормами и правилами. Примеры приведенного сопротивления теплопередаче кладок из керамических изделий, принимаемых по санитарно-гигиеническим условиям в зданиях с расчетной температурой внутреннего воздуха, равной 20 °С, приведены в *табл. П.3.1*.

Таблица П.3.1

Температура холодной пятидневки $t_h$ , °С	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50
Приведенное сопротивление теплопередаче $R_0^{пр}$ кладок наружных стен, м <sup>2</sup> ·°С/Вт, не менее	0,89	1,04	1,19	1,34	1,49	1,64	1,78	1,93	2,08

Теплотехнические характеристики сплошных (условных) кладок, выполненных из керамических изделий в лабораторных условиях, приведены в *табл. П.3.2*.

Теплотехнические характеристики кладки с применением пустотелых изделий приведены для кладки, выполненной без заполнения пустот раствором.

Примеры сплошных (условных) кладок, выполненных из керамических изделий, приведены на *рис. П.3.1—П.3.3*.

Теплотехнические характеристики сплошных кладок

Вид кладки	Средняя плотность кирпича, камня $\rho_m$ , кг/м <sup>3</sup>	Характеристика кладки в сухом состоянии		Массовое отношение влаги в кладке (при условиях эксплуатации А, Б) $\omega$ , %		Коэффициенты (при условиях эксплуатации А, Б)		
		Средняя плотность $\rho_m$ , кг/м <sup>3</sup>	Теплопроводность $\lambda_{об}$ , Вт/(м·°С)			теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м·°С)		паропроницаемости $\mu$ , мг/(м·ч·Па)
				А	Б	А	Б	
Кладка из камня и кирпича на цементно-песчаном растворе плотностью $\rho_m = 1800$ кг/м <sup>3</sup>								
Камень крупноформатный пустотелый из пористой керамики	600	670	0,13	1,0	1,5	0,15	0,16	0,12
	800	890	0,18	1,0	1,5	0,21	0,23	0,12
Камень пустотелый	800	960	0,20	1,0	1,5	0,27	0,35	0,14
	1000	1130	0,24	1,0	2,0	0,32	0,41	0,14
	1100	1215	0,28	1,0	2,0	0,36	0,45	0,14
	1200	1300	0,33	1,0	2,0	0,40	0,48	0,14
	1300	1460	0,38	1,0	2,0	0,44	0,51	0,14
Кирпич трепельный полнотелый одинарный и утолщенный	900	1090	0,30	2,0	4,0	0,40	0,47	0,23
	1000	1170	0,34	2,0	4,0	0,45	0,50	0,19
Кирпич пустотелый одинарный и утолщенный	1000	1170	0,26	1,0	2,0	0,35	0,44	0,14
	1100	1250	0,28	1,0	2,0	0,39	0,47	0,14
	1200	1330	0,30	1,0	2,0	0,42	0,50	0,14
	1300	1405	0,39	1,0	2,0	0,46	0,53	0,13
Кирпич полнотелый одинарный и утолщенный	1400	1480	0,41	1,0	2,0	0,49	0,55	0,13
	1600	1640	0,45	1,0	2,0	0,61	0,70	0,11
	1800	1800	0,56	1,0	2,0	0,70	0,81	0,10
	2000	1960	0,66	1,0	2,0	0,80	0,90	0,09
Кладка на теплоизоляционном цементном растворе с пористыми наполнителями плотностью $\rho_m = 1200$ кг/м <sup>3</sup>								
Камень крупноформатный пустотелый из пористой керамики	600	640	0,13	1,0	1,5	0,15	0,16	0,13
	800	870	0,18	1,0	1,5	0,21	0,23	0,13
Камень пустотелый	800	890	0,20	1,5	3,0	0,26	0,32	0,15
	1000	1030	0,24	1,5	3,0	0,31	0,37	0,15
	1100	1115	0,26	1,5	3,0	0,32	0,39	0,16
	1200	1200	0,27	1,5	3,0	0,32	0,41	0,15
	1300	1285	0,30	1,5	3,0	0,37	0,47	0,14
Кирпич трепельный полнотелый одинарный и утолщенный	1400	1370	0,32	1,5	3,0	0,42	0,52	0,14
	900	960	0,26	2,0	4,0	0,31	0,37	0,24
Кирпич пустотелый одинарный и утолщенный	1000	1040	0,31	2,0	4,0	0,39	0,45	0,20
	1000	1040	0,24	1,5	3,0	0,29	0,36	0,15
	1100	1120	0,27	1,5	3,0	0,31	0,39	0,15
	1200	1200	0,29	1,5	3,0	0,33	0,42	0,15
	1300	1280	0,31	1,5	3,0	0,36	0,45	0,14
	1400	1360	0,33	1,5	3,0	0,37	0,46	0,14

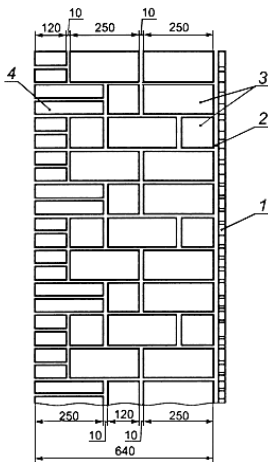


Вид кладки	Средняя плотность кирпича, камня $\rho_m$ , кг/м <sup>3</sup>	Характеристика кладки в сухом состоянии		Массовое отношение влаги в кладке (при условиях эксплуатации А, Б) $\omega$ , %		Коэффициенты (при условиях эксплуатации А, Б)		
		Средняя плотность $\rho_m$ , кг/м <sup>3</sup>	Теплопроводность $\lambda_0$ , Вт/(м·°С)	теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м·°С)		паропроницаемости $\mu$ , мг/(м·ч·Па)		
				А	Б		А	Б
Кирпич полнотелый одинарный и утолщенный	1600	1510	0,42	1,5	3,0	0,56	0,66	0,12
	1800	1670	0,50	1,5	3,0	0,70	0,82	0,11
	2000	1830	0,60	1,5	3,0	0,74	0,86	0,10
Кладка на теплоизоляционном цементно-перлитовом растворе плотностью $\rho_m = 800$ кг/м <sup>3</sup>								
Камень крупноформатный пустотелый из пористой керамики	600	630	0,12	1,0	1,5	0,14	0,15	0,14
	800	800	0,17	1,0	1,5	0,20	0,22	0,14
Камень пустотелый	800	800	0,19	2,0	3,0	0,24	0,30	0,16
	1000	970	0,23	2,0	3,0	0,30	0,36	0,16
	1100	1055	0,24	2,0	3,0	0,33	0,39	0,16
	1200	1140	0,25	2,0	3,0	0,35	0,42	0,16
	1300	1220	0,27	2,0	3,0	0,38	0,45	0,15
	1400	1300	0,28	2,0	3,0	0,40	0,47	0,15
Кирпич пустотелый одинарный и утолщенный	1000	960	0,23	2,0	4,0	0,31	0,37	0,16
	1100	1035	0,25	2,0	4,0	0,34	0,40	0,16
	1200	1110	0,27	2,0	4,0	0,36	0,43	0,16
	1300	1190	0,29	2,0	4,0	0,39	0,46	0,15
Кирпич полнотелый одинарный и утолщенный	1400	1270	0,30	2,0	4,0	0,41	0,49	0,15
	1600	1430	0,39	2,0	4,0	0,50	0,60	0,13
	1800	1590	0,45	2,0	4,0	0,58	0,70	0,12
	2000	1750	0,53	2,0	4,0	0,65	0,77	0,12

- Примечания:**
1. Промежуточные значения теплотехнических показателей кирпичных кладок определяют интерполяцией.
  2. Значения коэффициентов кладок из пустотелых изделий приведены для кладок, выполненных по технологии, исключающей заполнение пустот раствором.
  3. Коэффициенты теплопроводности кладок из пустотелых изделий плотностью до 1200 кг/м<sup>3</sup> на цементно-песчаном растворе плотностью 1800 кг/м<sup>3</sup>, выполненных без мероприятий, исключающих заполнение пустот раствором, следует принимать соответствующими плотности кладки, увеличенной на 100 кг/м<sup>3</sup>.
  4. Значение коэффициента теплопроводности кладки при фактическом заполнении пустот раствором определяют по плотности изготовленного и высушенного до воздушно-сухого состояния фрагмента кладки размером 1,0×1,0×0,38 м с использованием данных настоящего приложения.
  5. Условия эксплуатации А и Б принимают в соответствии с действующими строительными нормами и правилами.
  6. Удельная теплоемкость кладки в сухом состоянии  $C_0 = 0,88$  кДж/(кг·°С).

Приведенное сопротивление теплопередаче кладки наружной стены (рис. П.3.1):

а) из пустотелого камня ( $\rho_m = 1400 \text{ кг/м}^3$ ,  $\rho_m^{кл} = 1460 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda_{кл} = 0,54 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ ) и лицевого кирпича ( $\rho_m = 1400 \text{ кг/м}^3$ ,  $\rho_m^{кл} = 1480 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda_{кл} = 0,55 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ ) —  $R_0^{np} = 1,37 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$ ;



**Рис. П.3.1.** Пример сплошной кладки наружной стены из камня размерами  $250 \times 120 \times 138 \text{ мм}$  с наружным слоем из лицевого одинарного кирпича:

- 1 — сухая штукатурка из гипсовых обшивочных листов:  $\delta = 12 \text{ мм}$ ,  $\rho_m = 800 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda = 0,21 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ ;
- 2 — воздушная прослойка:  $\delta = 10 \text{ мм}$ ,  $R = 0,13 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$ ;
- 3 — кладка из камня;
- 4 — лицевой кирпич

б) из пустотелого камня ( $\rho_m = 1200 \text{ кг/м}^3$ ,  $\rho_m^{кл} = 1300 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda_{кл} = 0,48 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ ) и лицевого кирпича ( $\rho_m = 1200 \text{ кг/м}^3$ ,  $\rho_m^{кл} = 1330 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda_{кл} = 0,50 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ ) —  $R_0^{np} = 1,50 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$ ;

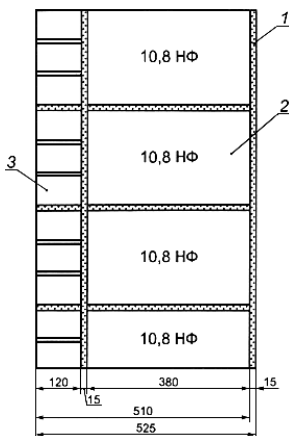
в) из пустотелого камня ( $\rho_m = 1000 \text{ кг/м}^3$ ,  $\rho_m^{кл} = 1130 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda_{кл} = 0,41 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ ) и лицевого кирпича ( $\rho_m = 1000 \text{ кг/м}^3$ ,  $\rho_m^{кл} = 1170 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda_{кл} = 0,44 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ ) —  $R_0^{np} = 1,70 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$ ;

г) из пустотелого камня ( $\rho_m = 800 \text{ кг/м}^3$ ,  $\rho_m^{кл} = 960 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda_{кл} = 0,35 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ ) и лицевого кирпича ( $\rho_m = 1000 \text{ кг/м}^3$ ,  $\rho_m^{кл} = 1170 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda_{кл} = 0,44 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ ) —  $R_0^{np} = 1,92 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$ .

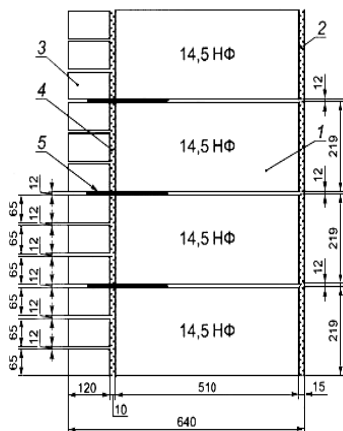
Приведенное сопротивление теплопередаче кладки для рис. П.3.2 составит  $R_0^{np} = 2,90 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$ .

Приведенное сопротивление теплопередаче кладки наружной стены (рис. П.3.3):

а) из крупноформатного камня ( $\rho_m = 800 \text{ кг/м}^3$ ,  $\rho_m^{кл} = 890 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda_{кл} = 0,23 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ ) и лицевого кирпича ( $\rho_m = 1400 \text{ кг/м}^3$ ,  $\rho_m^{кл} = 1480 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda_{кл} = 0,55 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ ) —  $R_0^{np} = 2,37 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$ ;



**Рис. П.3.2.** Пример сплошной кладки наружной стены из крупноформатного камня размерами  $380 \times 250 \times 219$  мм с наружным лицевым кирпичным и внутренним штукатурным слоями:  
 1 — штукатурка внутренняя:  
 $\delta = 15$  мм,  $\rho_m = 1600$  кг/м<sup>3</sup>,  
 $\lambda = 0,7$  Вт/(м·°С);  
 2 — крупноформатный камень:  
 $\delta = 380$  мм,  $\rho_m = 600$  кг/м<sup>3</sup>,  
 $\lambda = 0,16$  Вт/(м·°С);  
 3 — лицевой кирпич:  
 $\delta = 120$  мм,  $\rho_m = 1000$  кг/м<sup>3</sup>,  
 $\lambda = 0,44$  Вт/(м·°С).



**Рис. П.3.3.** Пример сплошной кладки наружной стены из крупноформатного камня размерами  $510 \times 250 \times 219$  мм с наружным слоем лицевого одинарного кирпича:  
 1 — крупноформатный камень;  
 2 — штукатурка внутренняя:  
 $\delta = 15$  мм,  $\rho_m = 1800$  кг/м<sup>3</sup>,  
 $\lambda = 0,87$  Вт/(м·°С);  
 3 — лицевой кирпич;  
 4 — цементно-песчаный раствор;  
 5 — гибкие связи

б) из крупноформатного камня ( $\rho_m = 800$  кг/м<sup>3</sup>,  $\rho_m^{кл} = 890$  кг/м<sup>3</sup>,  $\lambda_{кл} = 0,23$  Вт/(м·°С)) и лицевого кирпича ( $\rho_m = 1200$  кг/м<sup>3</sup>,  $\rho_m^{кл} = 1330$  кг/м<sup>3</sup>,  $\lambda_{кл} = 0,50$  Вт/(м·°С)) —  $R_0^{np} = 2,69$  м<sup>2</sup>·°С/Вт;

в) из крупноформатного камня ( $\rho_m = 800$  кг/м<sup>3</sup>,  $\rho_m^{кл} = 890$  кг/м<sup>3</sup>,  $\lambda_{кл} = 0,23$  Вт/(м·°С)) и лицевого кирпича ( $\rho_m = 1000$  кг/м<sup>3</sup>,  $\rho_m^{кл} = 1000$  кг/м<sup>3</sup>,  $\lambda_{кл} = 0,44$  Вт/(м·°С)) —  $R_0^{np} = 2,73$  м<sup>2</sup>·°С/Вт;

г) из крупноформатного камня ( $\rho_m = 700$  кг/м<sup>3</sup>,  $\rho_m^{кл} = 780$  кг/м<sup>3</sup>,  $\lambda_{кл} = 0,195$  Вт/(м·°С)) и лицевого кирпича ( $\rho_m = 1000$  кг/м<sup>3</sup>,  $\rho_m^{кл} = 1000$  кг/м<sup>3</sup>,  $\lambda_{кл} = 0,44$  Вт/(м·°С)) —  $R_0^{np} = 3,22$  м<sup>2</sup>·°С/Вт.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 4**

**БЛАНК-АЛГОРИТМ Д-ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ  
ДВУХФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА**

№ п/п	$X_0 = Y_0$	Расчетная матрица				
		$X_1$	$X_2$	$X_1^2$	$X_2^2$	$X_1 X_2$
1		+	+	+	+	+
2		+	-	+	+	-
3		-	+	+	+	-
4		-	-	+	+	+
5		+	0	+	0	0
6		-	0	+	0	0
7		0	+	0	+	0
8		0	-	0	+	0
9		0	0	0	0	0
	$(0Y) =$	$\Sigma^+$	$\Sigma^+$	$(11Y)$	$(22Y)$	$\Sigma^+$
	$\rho_1 = -1/3(0Y)$	$\Sigma^-$	$\Sigma^-$			$\Sigma^-$
	$\rho_2 = -0,55556(0Y)$	$(1Y)$	$(2Y)$	$\Sigma(iiY) =$		$(12Y)$
	$b_0 = \rho_2 + \rho_3$			$\rho_3 = -1/3 \Sigma(iiY)$		
		$b_1 = 1/6(iY)$		$1/2(iiY)$		$b_{12} = 1/4(12Y)$
		$b_1$	$b_2$			
				$1/2(iiY) + \rho_1$		
				$b_{11}$	$b_{22}$	

Расчет ошибок в определении коэффициентов регрессии  $S\{b\}$

$S_{\text{эв}}^2 =$  \_\_\_\_\_  $S_{\text{эв}} =$  \_\_\_\_\_ при  $f_{\text{эв}} =$  \_\_\_\_\_

	$b_0$	$b_i$	$b_{ij}$	$b_{ij}$
$T_i \cdot 10^{-5}$	74536	40825	70711	50000
$T_i S_{\text{эв}}$				
$b_{\text{кр}} = t \cdot T_i S_{\text{эв}}$	$\alpha_1 = 0,05$			
	$\alpha_2 = 0,10$			

По таблицам при  $f_{\text{эв}} =$  \_\_\_\_\_  $t\{\alpha_1\} = \frac{2,92}{\alpha=0,10}$   $t\{\alpha_2\} = \frac{4,3}{\alpha=0,05}$

Проверка адекватности модели (квадратичная)

$f_{\text{на}} = 9 - \lambda =$  \_\_\_\_\_

$S_{\text{на}}^2 = S S_{\text{на}} / f_{\text{на}} =$  \_\_\_\_\_

$F_{\text{на}} = S_{\text{на}}^2 / S_{\text{эв}}^2 =$  \_\_\_\_\_

$F_{\text{мабл}} = \{f_{\text{на}}, f_{\text{эв}}\} =$  \_\_\_\_\_

## ПРИЛОЖЕНИЕ 5

### МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ СЦЕПЛЕНИЯ ДЕКОРАТИВНО-ОТДЕЛОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ С БЕТОНОМ<sup>1</sup>

Для оценки степени сцепления декоративно-отделочных покрытий с бетоном изготавливаются образцы-призмы размером  $10 \times 10 \times 30$  см из легкого бетона (ячеистого бетона, керамзитобетона или других видов бетона) с покрытием по технологии, принятой на заводе-изготовителе стеновых изделий с фасадной отделкой.

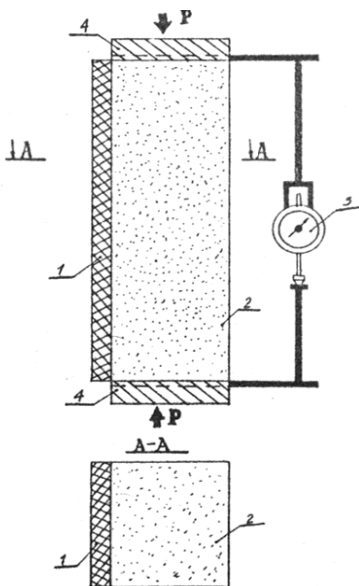


Рис. II.5.1. Схема испытания для определения степени сцепления отделочного покрытия с бетоном:  
1 — отделочное покрытие; 2 — бетонный образец; 3 — индикатор; 4 — опорные пластины

Испытание образцов-призм производится в соответствии со схемой, представленной на рис. II.5.1. На боковых гранях бетонных призм устанавливаются индикаторы (3), с помощью которых центрируются образцы-призмы при установке их на плиты пресса и измеряются деформации при сжатии призмы. Нагрузка  $P$  передается на тело бетона (2) через опорные пластины (4) и не сообщается на декоративно-отделочное покрытие (1).

Данная методика испытаний моделирует действительный характер работы стеновой конструкции с отделочным покрытием в процессе эксплуатации. Это объясняется тем, что при таком методе испытания по контакту декоративно-отделочного покрытия с бетоном возникают тангенциальные сдвигающие напряжения, вызывающие разрушение или отслоение отделочного покрытия. Точно такие же напряжения возникают и в процессе эксплуатации стеновых изделий с декоративно-защитной отделкой.

В процессе испытания одновременно с контролем прилагаемой сжимающей нагрузки (призмы нагружают ступенями, равными  $0,1 R_{np}$ , с вы-

<sup>1</sup>Методика разработана д. т. н., проф. А. А. Фединым, д. т. н., проф. Е. М. Чернышовым и к. т. н., доц. А. А. Сусловым

держкой под нагрузкой на каждой ступени в течение 10 мин) производятся замеры деформаций бетонного образцы-призмы. По данным измерений вычисляются отношение нагрузки  $P$ , при которой наблюдается отслоение декоративно-отделочного покрытия, к нагрузке  $P_p$ , при которой разрушается бетонная часть призмы, а также отношение соответствующих этим нагрузкам деформаций  $\varepsilon$  и  $\varepsilon_p$ .

О степени сцепления декоративно-отделочного покрытия с бетонной частью образца судят по коэффициенту сцепления  $K_{сц}$ , определяемому по формуле

$$K_{сц} = \frac{P}{P_p} \times \frac{\varepsilon}{\varepsilon_p}. \quad (\text{П.5.1})$$

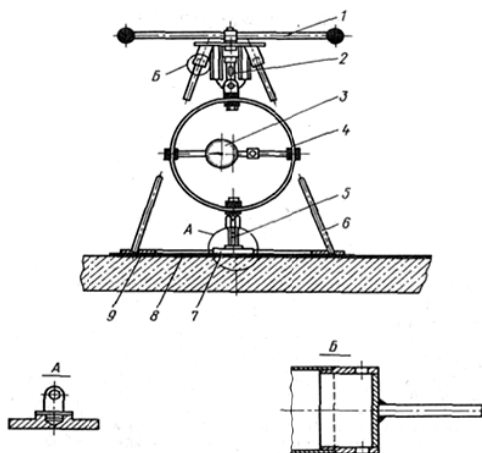
Известно, что максимально допустимые напряжения и максимально допустимые деформации в бетонных конструкциях в процессе эксплуатации не должны превышать соответственно  $0,7R_{нр}$  и  $0,7\varepsilon_{сж}$  ( $\varepsilon_{сж}$  — максимальные деформации, соответствующие  $R_{нр}$ , мм/м). Поэтому надежная долговечная совместная работа декоративно-отделочного покрытия с бетоном в конструкции гарантируется при условии  $K_{сц} \geq 0,5$ , то есть находится в пределах 0,5...1.

Предложенная методика позволяет проводить сопоставительную оценку прочности сцепления различных видов и способов отделки на конкретно рассматриваемом виде бетонного изделия. Эта методика также дает возможность прогнозирования долговечности отделочного покрытия в результате комплексных циклических температурно-влажностных лабораторных испытаний (чередование попеременного увлажнения-высушивания и замораживания-оттаивания с ультрафиолетовым облучением).

## ПРИЛОЖЕНИЕ 6

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
СЦЕПЛЕНИЯ ОСНОВНОГО И ЛИЦЕВОГО СЛОЕВ  
КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Прочность сцепления основного и лицевого слоев может быть определена по методике для определения адгезии облицовочных плиток (керамических, стеклянных и др.) к поверхности бетона. Схема прибора для испытания адгезии плиток приведена на *рис. П.6.1*.



**Рис. П.6.1.** Схема прибора для испытания адгезии плиток:

1 — штурвал; 2 — винт с шарнирным устройством; 3 — индикатор; 4 — упругое кольцо; 5 — тяга; 6 — стойки; 7 — съемный элемент для отрыва плиток; 8 — плиточное покрытие; 9 — опорное кольцо; А — элемент для отрыва плитки; Б — узел для регулирования вертикальности установки прибора

В соответствии с данной методикой перед испытанием контактную пластину прибора приклеивают к испытуемому материалу (плитке) эпоксидной смолой и выдерживают в течение 24 ч. Для определения прочности сцепления лицевого и основного слоев двухслойных керамических изделий поверхность лицевого слоя приклеивают эпоксидной смолой к контактной пластине, а тыльную сторону плитки приклеивают эпоксидной смолой к металлической плите. Испытания проводят сразу на двух образцах плитках размером 25×50 мм.

Расчет прочности сцепления слоев производят по формуле

$$R_{сц} = \frac{P}{F_{к}}, \text{ МПа}, \quad (\text{П.6.1})$$

где  $P$  — показание динамометра прибора, Н;  $F_{к}$  — площадь контакта слоев, см<sup>2</sup>.





## ПРИЛОЖЕНИЕ 8

ПОДБОР СОСТАВОВ ДЕКОРАТИВНОГО БЕТОНА  
ПО ЦВЕТОВЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ

При подборе составов декоративного бетона по цвету следует учитывать, что существенное влияние на общий цвет поверхности оказывает размер заполнителей и выход их на поверхность отделочного слоя (путем обнажения заполнителей замедлителями твердения или другими способами). Поверхность, отделанная мелкозернистым бетоном, выглядит, например, почти однотонной и более тусклой, чем поверхность, отделанная крупнозернистым бетоном. Это обуславливается взаимным рефлектирующим действием зерен заполнителя и прожилок цементной составляющей. Выход зерен на поверхность зависит от технологических приемов формирования. Так, при формировании панелей «лицом вниз» достигается более плотная укладка зерен заполнителя, чем при нанесении отделочного слоя бетона «лицом вверх».

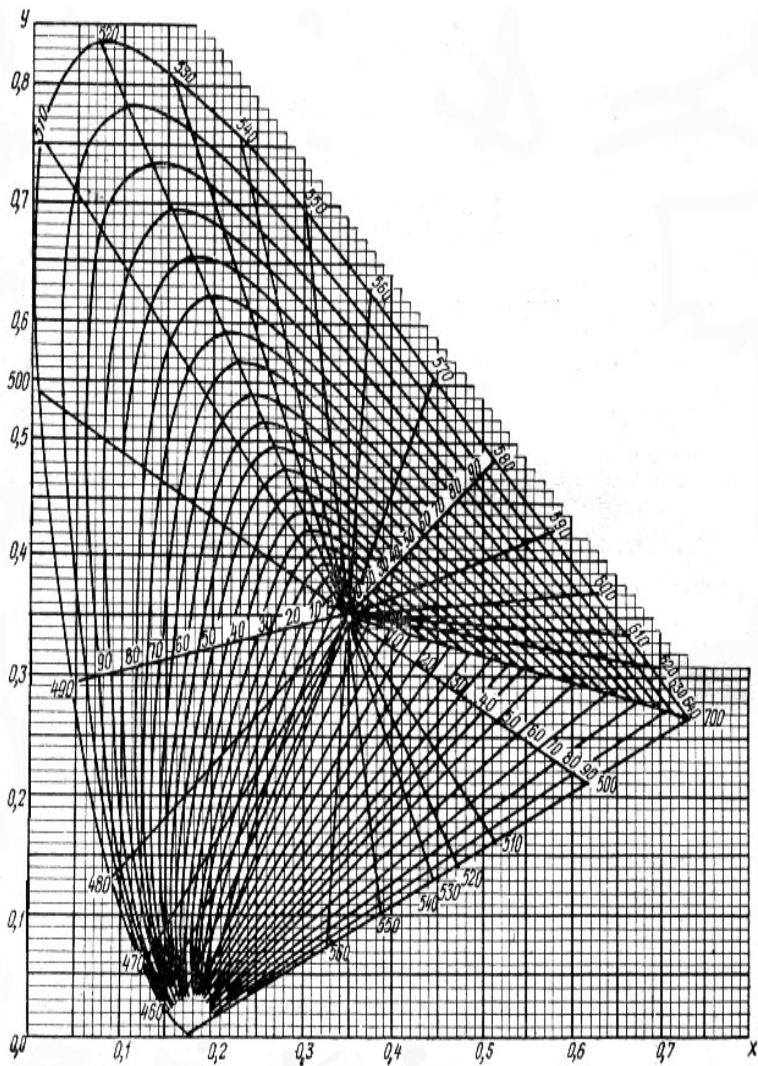
О п р е д е л е н и е ц в е т о в ы х х а р а к т е р и с т и к ( $\lambda$  — цветового тона, нм;  $\rho$  — насыщенности (чистоты) цвета, %;  $\zeta$  — светлоты (яркости) цвета (коэффициента отражения) исходных материалов (цветного камня и декоративных заполнителей)) для сравнения с цветовыми характеристиками заданного по проекту декоративного бетона производится при помощи компонаторов ФКЦ-III (М) или ЭКЦ-I. В результате колориметрических испытаний определяют цветовые параметры  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ . Параметры  $X$  и  $Y$  наносят на специальный график (рис П.8.1) и определяют по нему длину волны  $\lambda$  и чистоту цвета  $\rho$ .

График представляет собой поле реальных цветов, ограниченное линией спектральных цветов, вдоль которой указаны длины волн, нм.

Основные цвета соответствуют следующим длинам волн: красные — 700...620 нм, оранжевые — 620...550 нм, зеленые — 550...510 нм, голубые — 510...480 нм, синие — 480...450 нм, фиолетовые — 450...390 нм.

На прямых линиях, соединяющих спектральные цвета с белым цветом (точка  $B$ ), располагаются цвета, получающиеся при их смешивании. Все цветовое поле покрыто кривыми постоянных значений чистоты цвета ( $\rho = \text{const}$ ), поэтому для любой точки графика легко определить значение  $\rho$ .

Насыщенность  $\rho$  чистого спектрального цвета равна 100 %, чистого белого цвета — 0 %. Чем больше насыщенность, то есть чем ближе она к 100 %, тем интенсивнее и резче выражена окраска и, следовательно, тем дальше от центра графика располагаются кривые чистоты цвета.



**Рис. П.8.1.** График перехода от координат  $X$  и  $Y$  к характеристикам цвета  $\lambda$  (цветовому тону) и  $\rho$  (чистоте тона)

Длину волны  $\lambda$  и чистоту цвета  $\rho$  определяют по графику цвета после нанесения на него точек с цветовыми параметрами  $X$  и  $Y$ , полученными при измерении цвета компонентором. Для определения длины волны  $\lambda$  точку пересечения координат  $X$  и  $Y$  (точку цветности) соединяют с точкой  $B$  прямой, в области пересечения ее со спектральной кривой находят  $\lambda$ . Чистоту

цвета  $\rho$  определяют по значениям ближайшей спектральной кривой, имеющей  $\rho = \text{const}$ .

Величина  $Z$ , определяемая непосредственно при измерении цвета по шкале компонатора, соответствует светлоте  $\zeta$  (коэффициенту отражения).

### 8.1 Методика подбора

Подбор состава бетона заданного цвета производится следующим образом. Вначале по компонатору определяются цветовые характеристики  $X, Y$  заданного по проекту цвета бетона и наносятся на график (рис. П.8.2, точка  $B$ ). Затем выбираются компоненты бетона (заполнители, цемент), имеющие цвета, близкие при визуальной оценке к заданному цвету бетона. Определяются фактические цветовые характеристики компонентов бетона и наносятся на график. Заданный цвет бетона можно получить либо за счет сочетания цветов заполнителей с цветом цемента, либо в результате сочетания цветов заполнителей (при использовании белого цемента).

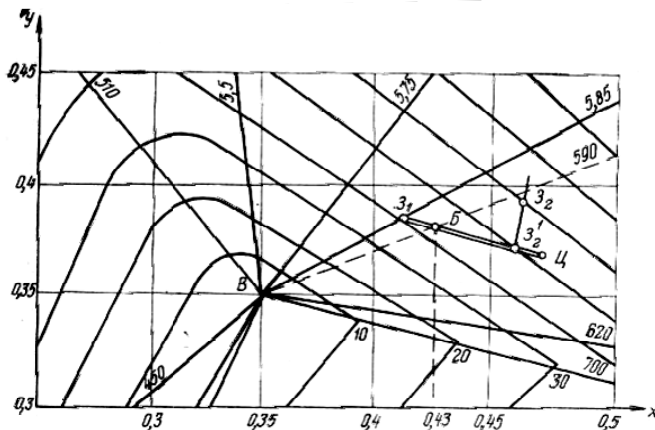


Рис. П.8.2. Увеличенный участок графика, представленного на рис. П.8.1, для иллюстрации методики подбора составов бетона по цвету

Учитывая, что после тепловлажностной обработки цвет цемента несколько меняется, фактические цветовые характеристики цементной составляющей следует определять на плитках  $10 \times 10 \times 2$  см из раствора 1:3 (цветной цемент: белый песок — по массе), прошедших пропаривание.

Так как в качестве основного носителя цвета в бетоне целесообразно иметь декоративный заполнитель, занимающий на поверхности отделочного слоя более 60 % площади, то вначале на график (см. рис П.8.2, точка  $3_1$ ) наносят цветовые характеристики заполнителя.

Если его цветовой тон  $\lambda$  и насыщенность  $\rho$  отличаются от цветовых характеристик заданного по проекту цвета бетона не более чем на  $\pm 10\%$ , а светлота  $\xi$  — на  $\pm 20\%$ , то применение второго цветного компонента (заполнителя или цветного цемента) становится излишним. Если же цветовые характеристики имеют большее отклонение, то их корректировку следует производить за счёт заполнителя другого цвета или цветного цемента. Цветовые характеристики второго компонента (точка  $Ц$ , если для этого используется цветной цемент, или тоже точка  $З_2$ , если применяют заполнитель иного цвета, чем  $З_1$ ) должны лежать на продолжении прямой, соединяющей точки  $З_1$  и  $Б$ .

Для определения соотношения площадей между первым  $S_3$  и вторым  $S_4$  цветовыми компонентами можно использовать аналитический или графический способы, математически совпадающие с методикой отыскания координат центра тяжести двух точек с массами  $m_3S_3$  и  $m_4S_4$ , применяя следующие уравнения:

$$X_B = \frac{(X_3 m_3 S_3 + X_4 m_4 S_4)}{(m_3 S_3 + m_4 S_4)}, \quad (\text{П.8.1})$$

$$Y_B = \frac{(Y_3 m_3 S_3 + Y_4 m_4 S_4)}{(m_3 S_3 + m_4 S_4)}, \quad (\text{П.8.2})$$

$$\xi_B = \xi_3 S_3 + \xi_4 S_4, \quad (\text{П.8.3})$$

где  $X_B, Y_B, \xi_B$  — цветовые характеристики бетона;  $X_3, Y_3$  — цветовые характеристики заполнителя;  $X_4, Y_4$  — цветовые характеристики второго компонента (заполнителя либо цветного цемента);  $\xi_3$  — светлота заполнителя;  $\xi_4$  — светлота второго компонента (заполнителя либо цветного цемента);  $S_3/S_4$  — соотношение площадей заполнителя и второго компонента (заполнителя либо цветного цемента);  $m_3$  — модуль заполнителя, который вычисляется по формуле

$$m_3 = \frac{\xi_3}{Y_3}; \quad (\text{П.8.4})$$

$m_4$  — модуль второго компонента (заполнителя либо цветного цемента), вычисляется по формуле

$$m_4 = \frac{\xi_4}{Y_4}. \quad (\text{П.8.5})$$

Значительно проще графический метод, который основан на пропорциональности отрезков  $Z_1B$  и  $ЦБ$  или  $Z_2B$ ;  $m_3S_3$  и  $m_4S_4$ :

$$\frac{Z_1B}{ЦБ(Z_2B)} = \frac{m_4S_4}{m_3S_3} \quad (П.8.6)$$

или

$$\frac{S_4}{S_3} = \frac{Z_1B \cdot m_3}{ЦБ(Z_2B) \cdot m_4}. \quad (П.8.7)$$

Если обозначить

$$\frac{Z_1B}{ЦБ(Z_2B)} = k,$$

то

$$\frac{S_4}{S_3} = \frac{km_3}{m_4}. \quad (П.8.8)$$

Таким образом, измерив по графику отрезки  $Z_1B$  и  $ЦБ$  или  $Z_2B$ , можно легко определить коэффициент  $k$ . Величины же  $m_3$  и  $m_4$  вычисляются по формулам (П.8.4) и (П.8.5).

В тех случаях, когда вторым компонентом является цветной цемент, экономически целесообразно, чтобы он занимал не более 40 % площади отделочного слоя.

Следовательно, наиболее экономичными с точки зрения расхода цемента будут бетоны, где соотношение площадей цемента и заполнителя составит менее  $0,4 / 0,6 = 0,67$ , то есть

$$\frac{S_4}{S_3} \leq 0,67. \quad (П.8.9)$$

Если имеющиеся цветные цементы не позволяют получить такое соотношение, то делают попытки заменить их цветным заполнителем. Если же нет возможности подобрать подходящий по цвету заполнитель, то в виде исключения допускается повышать расход цемента с соответствующим увеличением  $S_4 / S_3$ .

Для перехода от полученных соотношений площадей к составу декоративного бетона, при ориентировочных расчетах массовую долю заполнителя можно определить по графику, приведенному на *рис. П.8.3*.

Цвет изготовленных пробных образцов измеряют с помощью компонатора и в случае несоответствия заданному по проекту цвету бетона изменяют количество или цвет второго компонента.

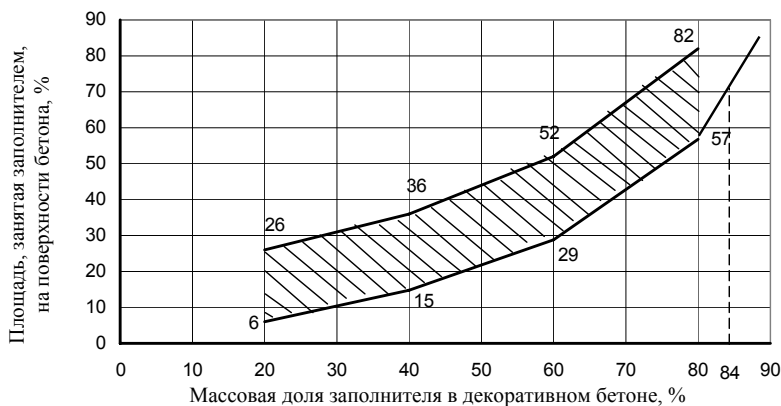


Рис. П.8.3. График для определения массовой доли крупного заполнителя в декоративном бетоне

## 8.2. Пример подбора состава бетона заданного цвета

Заданный цвет бетона определяется следующими цветовыми характеристиками:  $\lambda_B = 590$  нм;  $\rho_B = 43$  %;  $\xi_B = 31,6$  %. На графиках (рис. П.8.1 и рис. П.8.2) этим характеристикам соответствует точка Б, которая лежит в оранжевой области спектра (620...585 нм).

Визуальный анализ имеющихся заполнителей показал, что наиболее подходящим является желтый известняк. Колориметрические измерения показали, что он имеет следующие характеристики:  $X_3 = 0,420$ ;  $Y_3 = 0,390$ ;  $Z_3 = 37,9$  %, что соответствует следующим показателям:  $\lambda_3 = 585$  нм;  $\rho_3 = 41$  %;  $\xi_3 = 37,9$  %. Данным характеристикам отвечает точка  $Z_1$  (см. рис. П.8.2).

Цветовые характеристики второго компонента должны располагаться на продолжении линии  $Z_1Б$ . Из имеющихся материалов наиболее близкие характеристики имеет щебень красного кирпича:  $\lambda_3^1 = 590$  нм;  $\rho_3^1 = 60$  %;  $\xi_3^1 = 21,2$  % — точка  $Z_2$  или красный цемент:  $\lambda_{и} = 594$  нм;  $\rho_{и} = 53$  %;  $\xi_{и} = 20,3$  % — точка Ц. Точка Ц лежит на продолжении линии  $Z_1Б$ , а точка  $Z_2$  находится выше нее.

П е р в ы й с л у ч а й . Подбираем состав бетона на красном цементе. Измеряя по графику расстояние между точками  $Z_1Б$  и  $БЦ$ , находим, что

$$Z_1Б / БЦ = k = 1/4 = 0,25.$$

По формуле (П.8.8) определяем соотношение площадей, занимаемых красным цементом и желтым известняком:

$$\frac{S_u}{S_3} = \frac{k(\xi_3 / Y_3)}{(\xi_u / Y_u)} = \frac{0,25(37,9 / 0,39)}{(20,3 / 0,355)} = 0,25 \times \frac{97,3}{57,2} = 0,426.$$

Так как

$$S_u + S_3 = 1,$$

то  $0,426S_3 + S_u = 1$ ;  $S_3 = 1/1,426 = 0,7$ ;  $S_u = 0,3$ .

Так как  $S_u / S_3 = 0,43 < 0,67$ , то такой расход цемента экономически оправдан.

По графику на *рис. П.6.2* видно, что при  $S_3 = 70\%$  массовая доля заполнителя в бетоне колеблется от 70 до 84% (в среднем 77%); на долю растворной составляющей приходится 23%. При соотношении цемента к песку 1:1 состав бетона будет 1,15:1,15:7,7 или 1:1:7 (красный цемент: песок: заполнитель – массовая доля).

Второй случай. Допустим, что красный цемент отсутствует, тогда подбираем бетон с учетом использования красного кирпича. Из точки  $Z_2$  на продолжение прямой  $Z_1B$  опускают перпендикуляр, дающий при пересечении с ней точку  $Z_2^1$ .

Измеряя по графику расстояние между точками  $Z_1B$  и  $Z_2^1$ , находим, что

$$Z_1B / Z_2^1 = k = 0,5,$$

тогда соотношение площадей, занимаемых заполнителем (желтый известняк и красный кирпич), составит:

$$S_{31} / S_{32} = km_{31} / m_{32}; \quad m_{31} = 97,3; \quad m_{32} = \xi_{32} / Y_{32}^1 = 21,2 / 0,40 = 53;$$

$$S_{31} / S_{32} = 0,5 \cdot 97,3 / 53 = 0,92; \quad S_{31} + S_{32} = 1; \quad S_{32} \cdot 0,92 + S_{32} = 1;$$

$$1,92 \cdot S_{32} = 1; \quad S_{32} = 1/1,92 = 0,52; \quad S_{31} = 0,48.$$

Таким образом, для получения бетона заданного цвета можно использовать крупные заполнители, включающие массовую долю желтого известняка около 50% и кирпичного щебня около 50% (по *рис. П.8.3*).

Бетон следует приготавливать на белом цементе. Если принять рациональный расход растворной составляющей в пределах 30%, а состав ее 1:1 (цемент: песок — массовая доля), то на долю цветных заполнителей приходится 70%.

Состав декоративного бетона будет 1,5:1,5:3,5:3,5 или 1:1:2,3:2,3 (белый цемент: песок: желтый известняк: красный кирпич — массовая доля).

**ПРИЛОЖЕНИЕ 9**  
**БЛАНК-АЛГОРИТМ Д-ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ**  
**ЧЕТЫРЕХФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА**

№ п/п	$\bar{y}, i = x_0$	Расчетная матрица эксперимента															
		$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_1 X_2$	$X_1 X_3$	$X_1 X_4$	$X_2 X_3$	$X_2 X_4$	$X_3 X_4$	$X_1 X_2 X_3$	$X_1 X_2 X_4$	$X_1 X_3 X_4$	$X_2 X_3 X_4$	$X_1 X_2 X_3 X_4$	
1		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
2		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
3		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
4		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
5		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
6		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
7		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
8		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
9		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
10		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
11		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
12		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
13		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
14		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
15		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
16		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
17		+	0	0	0	0	0	0	0	$\sum^+$	$\sum^+$	$\sum^+$	$\sum^+$	$\sum^+$	$\sum^+$	$\sum^+$	
18		-	0	0	0	0	0	0	0	$\sum^-$	$\sum^-$	$\sum^-$	$\sum^-$	$\sum^-$	$\sum^-$	$\sum^-$	
19		0	+	0	0	0	0	0	0	(12y)	(13y)	(14y)	(23y)	(24y)	(34y)	(34y)	
20		0	-	0	0	0	0	0	0								
21		0	0	+	0	0	0	+	0	$b_{11} = 0,0625(\bar{y})^2$	$b_{13}$	$b_{14}$	$b_{23}$	$b_{24}$	$b_{34}$	$b_{34}$	
22		0	0	-	0	0	0	+	0	$b_{12}$	$b_{13}$	$b_{14}$	$b_{23}$	$b_{24}$	$b_{34}$	$b_{34}$	





## СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ УТЕПЛЕНИЯ И ОТДЕЛКИ ФАСАДОВ

Фасад не только определяет внешний вид здания, но и защищает его от воздействия окружающей среды. В связи с этим фасадные конструкции, помимо архитектурной выразительности, должны отвечать требованиям эксплуатационной стойкости, обладать комплексом теплофизических показателей. Выбор той или иной фасадной системы зависит от типа наружной стены, от того, новое это строительство или реконструкция. При реконструкции можно выделить два направления работ:

- 1) «мокрые» штукатурные работы (с одновременным утеплением фасада либо по специально укрепленной подложке без утепления);
- 2) «сухие» методы отделки (отделка комплексными изоляционными панелями без ремонта поверхности старого фасада или отделка декоративными элементами с предварительным утеплением).

В некоторых случаях фасад является автономной конструкцией, монтируемой на несущую стену после ее возведения, в других — элементом, образующим собственно конструкцию (например, оставляемая опалубка).

В малоэтажном строительстве в качестве материала для несущих и ограждающих конструкций используют, как правило, легкий бетон, кирпич, древесину. Существуют системы фасадной отделки, универсальные для любого типа стен, и системы, использование которых предпочтительно только для определенного вида стен.

### 10.1. Фасадная отделка с утеплением

Многослойная система «мокрого» типа (система скрепленной изоляции). «Мокрая» система состоит из жесткой теплоизоляционной плиты, приклеенной и закрепленной дюбелями, армированной стекловолоконной сеткой, и комплекса эластичных штукатурок.

Достоинство системы состоит в том, что благодаря использованию паропроницаемых компонентов естественная влага не скапливается ни внутри утеплителя, ни на поверхности утепляемой стены. В результате этого система «дышит», обладает хорошей влаго- и морозостойкостью. Кроме того, данный метод отличается многообразием вариантов декоративной отделки фасадов.

Однако отделочные работы при устройстве «мокрых» систем можно осуществлять только при температуре воздуха выше 5 °С, что препятствует

проведению работ в зимний период. Кроме того, такие фасадные системы менее ремонтнопригодны по сравнению с другими способами.

**Системы с вентилируемым фасадом.** Вентилируемые фасады предусматривают использование, как правило, мягких теплоизоляционных плит и отделочных панелей, крепящихся на подконструкцию с воздушным зазором.

Навесные фасадные системы можно использовать для коттеджей и других построек. Особенностью данной системы является наличие воздушной прослойки между утеплителем и облицовкой, проветриваемой естественным образом за счет ветрового напора и разности высот верха и низа облицовки. Кроме того, вентилируемая прослойка обуславливает быстрое высыхание стены и утеплителя, что положительно сказывается на термическом сопротивлении. Подобные системы эффективны при отделке деревянных стен. Циркуляция воздуха через вентилируемую полость обеспечивает отвод избытка влаги от деревянной конструкции, что снижает опасность ее загнивания и образования грибка.

Достоинствами подобных систем являются долговечность и всепогодность монтажа. Навесные вентилируемые фасады можно монтировать круглый год, независимо от температуры окружающего воздуха. Однако они обладают меньшими архитектурными возможностями, чем «мокрые», и стоят дороже.

**Металлокассеты** — одна из разновидностей вентилируемого фасада. Они могут быть выполнены из алюминиевых профилей или тонколистовой оцинкованной стали с полиэстерным покрытием. Кассеты могут быть изготовлены также из композитов, которые представляют собой два слоя окрашенных алюминиевых листов с сердечником из полиэтилена или минерального вещества. Достоинство этого материала состоит в том, что он имеет необычайно гладкую поверхность. Кроме того, материал легко приобретает сложные криволинейные очертания, сохраняя жесткость.

**Стеновые конструкции из сэндвич-панелей.** Фасадные панели типа «сэндвич» состоят из жестких обойм-скорлуп (наружных и внутренних) с теплоизолирующим сердечником, выполненным из эффективного теплоизоляционного материала, например базальтовой ваты или пенополистирола. Особенно легкие сэндвич-панели изготовлены с применением алюминиевых скорлуп. Достоинства таких систем в том, что их можно монтировать в любую погоду без применения громоздких подъемных механизмов. Стыки между панелями исключают «мостики холода».

**Системы с колодцевой кладкой.** Такие системы относительно дешевы и поэтому часто применяются в строительстве. Облицовочный слой в этом случае является самонесущим, капитальная стена выполняется из традиционных материалов (полнотелого керамического

или силикатного кирпича, легкого бетона), по стене укладывают теплоизоляционные плиты и далее устраивают кладку из облицовочного материала.

В качестве облицовочного слоя может применяться вибропрессованный бетонный кирпич или вибропрессованные пустотные бетонные блоки, а также различные виды лицевого керамического кирпича.

Монтаж может производиться при отрицательных температурах. Однако у таких систем есть ряд недостатков: во-первых, при равной площади застройки для этой системы требуется сложный и объемный фундамент; во-вторых, при промерзании внешней стены теплоизоляционный материал в межстенном пространстве может накапливать влагу, что в конечном итоге приведет к ухудшению теплоизолирующих свойств конструкции. В-третьих, в таких системах весьма затруднителен ремонт теплоизоляции. В-четвертых, внешние слои конструкции отрезаны от потока теплоты из помещения, поэтому к ним должны предъявляться повышенные требования по морозостойкости.

Система с применением несъемной (теплоизоляционной) опалубки из мелкоштучных элементов. Эта технология заключается в возведении монолитных бетонных стен, где роль опалубки выполняют блоки из газонаполненных пластмасс (пенополиуретана), легких бетонов. Таким образом, бетонные стены получаются как бы с двойной теплоизоляцией.

Достоинства такого метода возведения стен следующие: обеспечивается точный и быстрый монтаж элементов, возведение стен можно осуществлять в зимний период, такая опалубка готова под финишную отделку.

## **10.2. Фасадная отделка без утепления**

**Оштукатуривание без утеплителя.** Оштукатуривание является наиболее традиционным и широко применяемым способом финишной отделки фасадов. Оно влияет не только на архитектурную выразительность, но и на прочность здания, охраняет стеновые конструкции от действия огня, влаги, вредных атмосферных воздействий. Штукатурные смеси могут наноситься на поверхности, выполненные из керамического кирпича, бетона, цементно-стружечных плит, по обрешетке на деревянные поверхности.

Недостатком является то, что нельзя проводить штукатурные работы при отрицательной температуре.

Отделка бетонных или кирпичных стен плиткой под колотый камень и кирпичом. В последнее время становится популярной отделка кирпичных или бетонных стен плиткой под колотый камень. Преимущество данного метода в том, что плитка может укладываться как на выровненную, подготовленную, так и на шероховатую поверхность по сетке с помощью плиточных смесей и клеев,

а также обыкновенного цементного раствора. Плитку укладывают как со швами, так и в бесшовном варианте. После окончания работы швы заполняются цементным раствором (в том числе с пигментами) или специальным составом для затирки швов.

**Облицовка стен сайдингом.** Сайдинг может быть выполнен на основе алюминия, поливинилхлорида, древесного пластика или стали с покрытием. Крепят сайдинг с помощью канавочно-шпунтовых профилей, которые позволяют обеспечить горизонтальную, вертикальную или диагональную облицовку поверхностей фасадов.

**Покраска фасадов.** Окрашивать можно цементные, известково-цементные, бетонные основания и дерево. Существуют целые системы для окраски фасадов, в которые входят специальные шпатлевки, грунтовки и краски. Для покраски деревянных фасадов (вагонки) используются системы, которые включают в себя антисептик, грунтовочный состав и финишное лакокрасочное покрытие.

### 10.3. Системы утепления и отделки фасадов «мокрым» способом

Под «мокрыми» фасадными системами принято понимать системы с наружным защитно-декоративным штукатурным слоем.

«Мокрые» штукатурные работы подразделяются на работы с одновременным утеплением фасада и работы по специально укрепленной подложке без утепления фасада.

Если необходимо повысить тепло- и звукоизоляцию наружных стен, то в этом случае следует применить «мокрую» систему с одновременным утеплением фасада. Такая система состоит из трех основных слоев:

- 1) теплоизоляционный слой;
- 2) армирующий слой, состоящий из специального клеевого состава и армирующей сетки, необходимый для обеспечения адгезии последующего защитно-декоративного слоя к поверхности теплоизоляционного слоя;
- 3) защитно-декоративный слой, представленный чаще всего грунтовкой и декоративной штукатуркой (минеральной или полимерной). Возможна также окраска специальными красками или облицовка плитами или панелями. Защитно-декоративный слой защищает теплоизоляционный слой от неблагоприятных погодных воздействий, а также придает фасаду архитектурную выразительность.

В системе применяются также доборные элементы, обеспечивающие усиление углов здания, оконных и дверных откосов, примыкание системы к кровле, оконным и дверным блокам.

Все конструктивные решения данной группы фасадных систем похожи, они отличаются лишь видом утеплителя, финишной декоративной отделки, составом и толщиной защитного слоя, видом армирующей сетки, способом крепления и типом крепежных элементов.

## ВИДЫ МАТЕРИАЛОВ

1. Утеплители. Для одновременной тепло- и звукоизоляции используют материалы, представленные ниже.

*Минеральная вата* — волокнистый материал, получаемый из силикатных расплавов горных пород (базальта, диабазы и др.), металлургических шлаков и их смесей. Основным свойством минеральной ваты, отличающим ее от других теплоизоляционных материалов, является негорючесть в сочетании с высокой тепло- и звукоизолирующей способностью. Минераловатные изделия обладают устойчивостью к температурным деформациям, негигроскопичностью, химической и биологической стойкостью, экологичностью и легкостью выполнения монтажа, малой усадкой, сохраняют геометрические размеры в течение всего периода эксплуатации.

Однако изделия из минеральной ваты обладают высокой паропроницаемостью, поэтому такой утеплитель должен быть защищен с «теплой» стороны пароизоляционным барьером. Снаружи, наоборот, должны быть созданы благоприятные условия для свободного выхода пара и высыхания утеплителя. Минераловатные плиты можно применять как в системах утепления «мокрого» типа, так и в качестве теплоизоляционного слоя в навесных вентилируемых фасадах. Этот материал можно использовать и в системах с утеплением внутренней стороны ограждающей конструкции, и в системах с утеплением внутри самой ограждающей конструкции.

Существуют следующие виды утеплителей на основе минеральной ваты: *Rockwool, Нобасил, Isover, Paroc, Термо, Изотек* и др.

*Стекловолокно* изготавливают из того же сырья, что и обычное стекло. Оно представляет собой минеральное волокно, которое по технологии получения и свойствам имеет много общего с минеральной ватой. Основное отличие стекловаты от минеральной — длина волокна. Средняя длина стекловолокна составляет 5 см, а минерального — 1,5 см. По сравнению с минеральной ватой стекловата более прочна и виброустойчива. Изделия из стекловаты отличаются стабильностью формы, обладают хорошей звукоизоляцией, химической стойкостью и негигроскопичностью. Под воздействием огня стекловата не выделяет токсичных и вредных веществ.

Известны следующие изделия из стекловолокна: *Isover, URSA, Термозвукоизол* и др.

*Пенополистирол* — высокопористый утеплитель, характеризующийся низкой теплопроводностью и средней плотностью. Пенополистирол — долговечный, экологически чистый материал, не меняющий свою форму и размеры долгое время. Существует технология производства этого материала, позволяющая получать трудновоспламеняемые и самозатухающие марки. Пенополистирол не пропускает воду, в силу чего под ее воздействием не теряет своих теплоизоляционных свойств. Он имеет более высокую, чем минеральный утеплитель, механическую прочность и примерно в

10 раз легче. Недостаток пенополистирола в том, что он не может долго противостоять воздействию ультрафиолетовых лучей. Этот материал чаще всего используется для теплоизоляции уже существующего здания.

Из вспененного полистирола изготавливают изделия *ПСБ, Knauf, Изотек, Пенoplex, Styrodur* и др.

*Пенополиуретан* является неплавкой пластмассой с ярко выраженной ячеистой структурой. 97 % его объема занимают поры и полости. Новое поколение материалов на основе пенополиуретана не содержит опасных хлорфторуглеродных вспенивателей, соответствует требованиям по горючести, обладает высокой химической стойкостью, не подвержено гниению, биологически стойко.

Изделия из пенополиуретана известны под марками *PH, Изолан, Цуспор*.

*Целлюлозная вата Termex* изготавливается в основном из целлюлозы с добавлением антисептиков и антипиренов. Целлюлозная вата — это универсальный утеплитель для полов, междуэтажных, кровельных и цокольных перекрытий, который лучше всего подходит для деревянных домов. Целлюлоза, как известно, легко впитывает и отдает влагу, поэтому при увлажнении вата незначительно увеличивается в объеме и не рассыпается при высыхании. *Termex* экологически чистый материал, имеет среднюю плотность 30...70 кг/м<sup>3</sup>, коэффициент теплопроводности 0,04 Вт/м<sup>0</sup>С. Существуют два способа монтажа целлюлозной ваты: сухая засыпка горизонтальных поверхностей и напыление.

**2. Доборные элементы.** Как правило, несущие элементы, на которые устанавливается система утепления, представляют собой поверхность с множеством внутренних и внешних углов, оконных и дверных проемов, а также включают ряд других деталей, усложняющих конструкцию. Кроме того, сюда относятся места стыковки несущего основания с крышей и цоколем. При проектировании системы утепления для конкретного объекта необходимо предусмотреть и выбрать технически правильное решение всех узлов, соединений и стыковки системы с вышеперечисленными элементами.

Для беспроблемного исполнения системы утепления разработаны следующие доборные элементы: профиль примыкания к оконным и дверным рамам; цокольный профиль; профиль деформационного шва; угловой профиль; профили примыкания к крышам; профили гашения повышенной вибрации.

**3. Армирующие материалы.** Армированный слой на поверхности теплоизоляционного материала состоит из клеевого состава, армированного щелочестойкой сеткой. Армированный слой служит основанием для окончательной отделки поверхности декоративными материалами. Он обеспечивает необходимые механические характеристики системы, оказывает значительное влияние на срок эксплуатации и стабильность системы.

В настоящее время армирующий слой устраивают из сеток на основе стекловолокна, стальных оцинкованных сеток, панцирных сеток, металлических сеток облегченного профиля и др.

4. К л е е в ы е с м е с и . Теплоизоляционные материалы крепятся к основанию полимерцементными или акрилатными клеевыми составами. Клеевой слой значительно влияет на долговечность системы. Качество клеевого состава должно быть подтверждено результатами лабораторных испытаний на морозостойкость, паропроницаемость и другие физико-механические показатели. Составы должны быть легкими и, как правило, содержать волокна целлюлозы или другие волокна во избежание появления микротрещин в результате их высыхания и усадки.

Сегодняшний рынок предлагает немало клеевых смесей, таких как клей *Авангард-К*; клеearмирующая смесь *СМ 700*; клей *Флизенклебер*; клеевой раствор для термоизоляции домов *Scanmix*; клеи с противоморозными добавками; составы *Ceresit*, *ALFAFIX*, *Anker*, *Драйгезив*, *Адгезив* и др.

5. К р е п е ж н ы е э л е м е н т ы . Основным крепежным элементом, применяемым при устройстве фасадов, является дюбель. При выборе фасадного крепления необходимо учитывать, в первую очередь, тип основания (кирпич, бетон, легкий бетон и т. д.), в зависимости от которого выбирают тип дюбеля. Помимо вышесказанного, тип дюбеля и его длина в системе утепления по мокрому способу выбираются в зависимости от толщины и вида теплоизоляционного материала. Закреплять плиты теплоизоляционного материала следует только после высыхания клеевого состава. Расчет числа дюбелей производится исходя из ветровой нагрузки, собственной массы системы, без учета нагрузки приклеиваемых плит к основанию.

Для крепления фасадных систем «мокрого» типа используют дюбели из ударопрочного полипропилена *DHK*; тарельчатые дюбели *Ejot* и *SK Fastening*; дюбели *Koelner*.

Помимо дюбелей, крепить утеплитель можно кронштейнами, изготовленными из кислотостойкой (*Серпорок*) или нержавеющей (*Anker*) стали.

6. Г р у н т о в о ч н ы е с о с т а в ы . В ходе монтажа системы грунтовку наносят два раза. В первый раз грунтуют основание. Грунтование необходимо для укрепления поверхности, снижения водопоглощения, а также для улучшения адгезии клеевого состава к основанию. Второй раз грунтуют поверхность армированного слоя перед окончательной декоративной отделкой. Грунтовать можно вручную или механически.

Производители предлагают разнообразные грунтовые смеси, такие как штукатурная грунтовка *Путцгрунд-Минерал*; грунтовочный раствор *Scanren Primer*; грунтовка *Crown*; грунтовочные составы *НС-4*; лаковые грунтовки *EH*, *HF*, *ADO*; проникающая грунтовка *Anker*, *Колор Прайм*, *Стронгсил*, *Serpo 342*, а также многие другие грунтовочные составы.

7. М а т е р и а л ы д л я д е к о р а т и в н о й о т д е л к и ф а с а д а . Финишная отделка фасада заключается либо в окраске фаса-



да, либо в его отделке декоративными штукатурками. *Штукатурки и фасадные краски* создают поверхностный слой, устойчивый к воздействию воды, неблагоприятных погодных условий и ультрафиолетового излучения, эластичный, проницаемый для водяных паров, но препятствующий проникновению воды в конструкцию. Существуют материалы для отделки при отрицательных температурах.

Для защитно-декоративного отделочного слоя используют штукатурки минеральные и полимерные, а также мозаичные декоративные. Полимерные штукатурки более деформативны, чем минеральные, и с их помощью легче придать поверхности требуемую фактуру. Они имеют широкую гамму цветов. Минеральные же штукатурки выпускают, главным образом, белого цвета, и лишь некоторые из них имеют дополнительные пастельные тона. Белая штукатурка окрашивается специальными красками. Минеральные штукатурки в 2...3 раза дешевле полимерных и не подвержены процессам старения. Помимо этого на выбор штукатурки влияет фактура отделываемой поверхности.

Из штукатурок на строительном рынке наибольшее распространение получили универсальные декоративные штукатурки для стен и фасадов *SP 260*; известково-цементные штукатурки *KS 35/65*, *KS 50/50*, *KS 65/35*; фактурная штукатурка *KS 70/30*; структурная штукатурка *Диамант*, а также штукатурки *Ceresit CT*, *Alfadekor*, *Betadekor*, *Авангард*; декоративные фасадные штукатурки *Anker*; декоративные составы *Шуба-ФС*, *Драйтекс*, *Алсекко*, *Фескотерм* и др.

Из красок следует выделить воздухопрускающую фасадную краску *Scanren lime color*; фасадную краску по дереву, металлу, бетону, кирпичу и т. п. *Crown*, а также состав *Gamadekor*; окрасочный состав *Интеко-У*, краску фасадную *ВД-АК-1308*, *Силстар*, *Димандит*, *Серпо 246* и другие фасадные краски.

## 10.4. Системы отделки фасадов «мокрым» способом с одновременным утеплением

### 10.4.1. Виды СИСТЕМ

При утеплении наружных стен с использованием плит из пенополистирола применяется система *Ceresit VWS (Цересит ФВС)*, а при использовании плит из минерального утеплителя — система *Ceresit WM (Цересит ВМ) (рис. П.10.1)*. В качестве армирующих материалов применяют сетку из стекловолокна. Сетка приклеивается с помощью клеев *Ceresit*.

Клеи *Ceresit* — это сухие смеси, изготавливаемые смешением цемента, минерального заполнителя, полимерных модификаторов и армирующих волокон. Они предназначены для монтажа теплоизоляционных плит и изготовления защитного армированного стеклосеткой слоя.

Показатели приведены в табл. П.10.1.



Рис. П.10.1. Схема системы Ceresit VMS

Таблица П.10.1

Характеристика клеев Ceresit

Показатели	Ceresit CT 85	Ceresit CT 190
Время применения после затворения водой, мин	120	90
Адгезия к бетону, МПа, не менее	0,6	0,6
Толщина защитного армированного слоя с одним слоем сетки, мм	3...4	4...5

В системе Ceresit WM в качестве материалов для декоративной отделки фасадов применяются только штукатурки на основе минеральных вяжущих веществ, что обусловлено необходимостью сохранения положительных свойств минерального утеплителя, а именно — большой огнестойкости и высокой паропроницаемости. В системе Ceresit VWS применяются штукатурки на основе как минерального, так и полимерного вяжущего. Показатели свойств штукатурок Ceresit даны в табл. П.10.2.

Таблица П.10.2

Характеристика штукатурок Ceresit

Показатели	Ceresit CT 35	Ceresit CT 36	Ceresit CT 68	Ceresit CT 89	Ceresit CT 137
Вяжущее	Минеральное	Минеральное	Полимерное	Минеральное	Минеральное
Фактура поверхности	«Короед»	Любая	«Короед»	Любая	«Камешковая»
Толщина слоя, мм	2,5...3,5	1,5...8,0	2,5	1,5...6,0	1,5 или 2,5
Размер зерна, мм	2,5...3,5	2,0	2,5	1,5	1,5 или 2,5
Время применения после затворения водой, мин	60	60	120	120	90
Температура применения, °С	5...30				

Тонкослойные штукатурки *Ceresit* — это сухие смеси, изготавливаемые смешением цемента, минерального заполнителя со специально подобранным фракционным составом, полимерных модификаторов и армирующих микроволокон.

Рассмотрим системы *Stomix Therm alfa* (*Стомикс Терм-альфа*) и *Stomix Therm beta* (*Стомикс Терм-бета*). Подходящим основанием для монтажа таких систем является бетон, штукатурка, пенобетон, газосиликат, кирпичная кладка, цементно-волоконные плиты, цементно-стружечные плиты и др.

Для систем *Stomix Therm alfa* применяется утеплитель — плита из пенополистирола, а для систем *Stomix Therm beta* — минераловатная плита. Армирующими материалами служат щелочестойкие сетки из стекловолокна и специальные клеевые составы. Плиты теплоизоляционного материала приклеиваются к основанию полимерцементным (*Alfafix S1, S2, S11*) или акрилатным (*Alfafix TIS*) клеевым составом.

Для защитно-декоративного отделочного слоя используются минеральные и полимерные (акрилатная, силиконовая и силикатная) декоративные штукатурки *Betadekor*, а также мозаичные декоративные штукатурки *Alfadekor* или керамическая облицовочная плитка.

Для окрашивания поверхности применяют воднодисперсионные краски *Gamadekor SA* (силиконоакрилатная) и *Gamadekor SIL* (силиконовая), которые создают на поверхности матовую пленку. Окрашенную поверхность можно мыть водой, она пропускает водяные пары, хорошо противостоит неблагоприятным погодным условиям и ультрафиолетовому излучению. С целью достижения большей декоративной выразительности применяют декоративные элементы из пенополистирола *Stoporo*.

Система *Baumit Grund Putz Leicht* (*Баумит Грюнд Путьц Лихт*) представляет собой легкую штукатурную систему, которая оптимальна для оштукатуривания наружных и внутренних стен, не требующих дополнительной теплоизоляции. Может наноситься на кирпичные стены, на стены, выполненные из тяжелого бетона, пенобетона, а также на основания со старой штукатуркой. Для декоративной отделки фасада используют цементно-известковую штукатурку с легким наполнителем, которая может наноситься как вручную, так и с помощью специальной штукатурной машины.

Санирующие системы *Baumit Sanova* (*Баумит Санова*) специально разработаны для восстановления и защиты фасадов и внутренних стен, подверженных воздействию влаги и агрессивных солей. Пористая структура санирующей штукатурки обеспечивает равномерное испарение влаги из конструкции стены и предотвращает появление высолов.

В зависимости от степени повреждений и области применения различают несколько типов санирующих систем: *Sanova WTA* (для сильных повреждений), *Sanova L* (для умеренных повреждений), *Sanova S* (для цоколей).

Система *Лазс* представляет собой композиционную систему на основе акрилового связующего, минеральных и специальных добавок, предназначенную для отделки фасадов и интерьеров. Для завершающей декоративной отделки фасадов используют специальные покрытия, насчитывающие 8 типов фактур, отличающихся рельефом, а также более 500 цветов и оттенков. Система может наноситься как вручную, так и напылением на кирпич, монолитный или ячеистый бетон, штукатурку, ДСП и гипсокартон. Показатели данной системы приведены в *табл. П.10.3*.

Таблица П.10.3

Характеристики покрытий *Лазс*

Показатели	Величина показателя
Адгезия, МПа	1,5
Морозостойкость, циклов	Не менее 50
Паропроницаемость, г/ч·м <sup>2</sup>	120
Время полного высыхания, мин	Не более 180

Система *Шуба-плюс* — это комплексная теплоизоляция наружных стен с использованием в качестве основного утеплителя плит на основе минеральных базальтовых волокон *Rockwool*. Важным моментом является то, что применение составов *Шуба* позволяет вести работы по устройству изоляции стен при температуре до -30 °С. Покровный слой состава *Шуба* имеет светло-серую шероховатую поверхность. При использовании различных видов декоративной отделки в виде декоративных паст и штукатурок на основе акриловых сополимеров, обладающих гидрофобными свойствами, можно добиться высококачественной отделки с широким спектром цветов.

Система *Dryvit Roxsulation-Ru (Драйвит Роксьюлэйшен-Ру)* представляет собой систему утепления и отделки фасадов с использованием в качестве основного утеплителя жестких плит из пенополистирола с устройством противопожарных рассечек из минераловатных плит.

Система *Сэнарджи* — это четырехкомпонентная комбинированная система теплозащиты зданий, состоящая из теплоизоляционного материала, на который наносится армирующий и отделочный материал. Технические характеристики системы представлены в *табл. П.10.4*.

Теплоизоляционный материал на основе базальтового волокна или пенополистирола наклеивается составом адгезива на предварительно подготовленное основание с соблюдением перевязки по методу кирпичной кладки и дополнительно закрепляется специальными фасадными дюбелями. Поверхность утеплителя армируется стеклосеткой с нахлестом не менее 10 см и подвергается окончательной отделке декоративным составом.

Материалы для декоративной отделки должны обладать особыми свойствами, поскольку именно они определяют внешний вид фасада. Система *Сэнарджи* может иметь покрытия более 200 цветов и 5 фактур, отличающихся своим рельефом:

– *Классик* — фактура имеет своеобразный, напоминающий червяка, рисунок, который может быть вертикальным, горизонтальным, хаотичным, а также иметь форму круга в зависимости от метода затирки;

Таблица П.10.4

Технические характеристики системы *Сэнрджи*

Показатели	Величина показателя
Долговечность, лет	Не менее 38
Морозостойкость, циклов	Не менее 100
Адгезия, МПа	1,5
Кислотостойкость	0,32
Щелочестойкость	0,08
Паропроницаемость, г/ч·м <sup>2</sup>	83

– *Сэнд* — мелкозернистая фактура, создающая видимость однородной гладкой поверхности;

– *Аврора* — фактура, имитирующая различные природные материалы (мрамор, гранит и др.);

– *Фристайл* — фактура представляет собой массу, напоминающую шпатлевку. В зависимости от применяемых инструментов достигаются всевозможные виды рисунков;

– *Сахара* — фактура имеет четко выраженную зернистую структуру.

Помимо вышеперечисленных систем для отделки фасадов «мокрым» способом с одновременным утеплением также применяются система наружного утепления *Тепло-Авангард*; системы фасадной теплоизоляции *Anker* (*Анкер*) и *Теплоград-Анкер*; системы отделки фасадов *Baumit Fassolit Mineral* (*Баумит Фассолит Минерал*) и *Fassolit EPS* (*Фассолит ЕПС*); системы наружной теплоизоляции *Синтеко*; системы наружной теплоизоляции фасадов зданий *Текс-Колор А2* и *Текс-Колор В1*; системы *Серпорок*, *Фескотерм* (Финляндия) и *Алсекко* (Германия).

## 10.4.2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

### 10.4.2.1. Общие требования монтажа

Монтаж системы утепления состоит из ряда технологических операций, выполнять которые надо строго в определенном порядке. В первую очередь необходимо подготовить наружные стены (основание) к монтажу. Поверхность следует подготавливать в зависимости от выбранного материала.

При подготовке *бетонного основания* необходимо:

– тщательно выверить (при помощи рейки) бетонную поверхность;

– выявленные на стене впадины следует выровнять при помощи выравнивающих составов для стен; если на стене есть впадины глубиной

более 15 мм, то в этом месте следует прикрепить дюбелями стальную сетку, а затем покрыть ее слоем цементно-песчаного раствора;

- бугры и выпуклости следует «срубить» или, если это возможно, устранить при помощи выравнивающих растворов;

- перед нанесением выравнивающего состава поверхность следует отгрунтовать или обработать 10...15-процентным раствором ПВА и воды;

- при наличии на стене масляных пятен надо их удалить 3-процентным раствором соляной кислоты или 5-процентным раствором кальцинированной соды; после этого поверхность следует обмыть чистой водой при помощи кисти.

*Кирпичные стены* подготавливают следующим образом:

- выверить при помощи рейки поверхность;
- срубить выступающие элементы кирпичной кладки;
- впадины выровнять цементно-песчаным раствором;
- отслаивающиеся поверхности кирпичей и непрочные участки кладки отбить молотком и выровнять раствором;
- удалить пыль с поверхности кистью, смоченной в воде.

Подготовка *деревянного основания* — более трудоемкий процесс и состоит в следующем:

- сначала обрабатывают деревянную стену антисептирующим составом;

- на деревянную поверхность прибивают бруски толщиной 2,0...2,5 см на расстоянии 40...45 см друг от друга; предварительно бруски также необходимо обработать антисептиком;

- к рейкам крепят полотна рубероида, которые служат гидроизоляцией;
- поверх рубероида натягивают и закрепляют гвоздями мелкоячеистую металлическую сетку; плоскость сетки следует выверить по вертикали и горизонтали;

- поверх сетки наносят цементно-песчаный раствор и штукатурят поверхность;

- после того как раствор окончательно схватится, поверхность можно отделять.

После того как проведены подготовительные работы, можно переходить к креплению утеплителя. Начинают с установки цокольного профиля. Затем на него устанавливают первый ряд теплоизоляционных плит, потом второй и т. д. Системы утепления с оштукатуриванием фасадов предусматривают клеевое или механическое крепление утеплителя с помощью анкеров, дюбелей и каркасов к стенам с последующим покрытием его защитными слоями. В описываемых системах утепления обязательным является выполнение требования паропроницаемости накрывочных штукатурных слоев.

В зависимости от толщины фасадных штукатурных слоев рекомендуются два способа закрепления плит утеплителя: жесткими или гибкими

(подвижными или шарнирными) крепежными элементами. Первый используют при малых толщинах (8...12 мм) штукатурных слоев, температурно-влажностные деформации которых не вызывают растрескивания штукатурки, а нагрузка от массы воспринимается жесткими крепежными элементами.

Система утепления с жесткими крепежными элементами предусматривает предварительное обустройство адгезионного (клеящего) слоя толщиной 2...5 мм, а при неровном основании — до 10 мм. После механического закрепления плит крепежными элементами на них наносят слой штукатурки толщиной 3...5 мм, аналогичный адгезионному, в который втапливают армирующую полимерную сетку или стеклотетку из щелочестойкого стекла. Для лучшего сцепления с отделочным слоем, согласования цвета слоев и повышения водонепроницаемости штукатурки можно нанести промежуточный грунтовочный слой специального состава толщиной 2...4 мм.

Отделочный слой представляет собой объемно окрашенные штукатурные массы с зернами различной крупности. В зависимости от этого толщина отделочного слоя может составлять 3...5 мм. Общая толщина штукатурных слоев не превышает, как правило, 12 мм. Исходя из требований пожарной безопасности необходимо применять негорючий утеплитель, например, плиты на основе базальтового волокна.

Система утепления с гибкими крепежными элементами включает теплоизоляционный слой из плит утеплителя необходимой толщины, закрепляемых насухо к стене путем накладывания их на гибкие кронштейны и фиксации с помощью армирующей металлической сетки и шпилек с последующим покрытием двумя или тремя слоями штукатурки. Толщина защитно-декоративных слоев штукатурки (25...30 мм) позволяет применять в качестве утеплителя такой материал, как пенополистирол, с обязательным обустройством противопожарных рассечек из минеральной ваты.

Наибольшее распространение получили жесткие минераловатные плиты на синтетическом связующем. Плиты утеплителя устанавливают с соблюдением правил перевязки швов: смещения швов по горизонтали, зубчатой их перевязки в углах здания, обрамления оконных проемов плитами с вырезами по месту и т. п.

В подобных системах в качестве декоративной отделки фасада можно использовать не только декоративную штукатурку, но и специальные фасадные краски.

#### *10.4.2.2. Утепление фасада и его отделка на примере систем Ceresit VWS*

Монтаж производится в следующем порядке:

- установка цокольного профиля;
- приклеивание плит теплоизоляционного материала;
- закрепление плит дюбелями;

- установка усиливающих элементов;
- нанесение слоя клеевого состава и армирование его сеткой из стекловолокна;
- грунтование клеевого состава, армированного сеткой;
- нанесение декоративно-защитного штукатурного состава;
- грунтование и окраска (при необходимости);
- заделка мест крепления лесов к стене при их демонтаже.

При производстве работ необходимы: стальные линейка и угольник; нож и пила с жесткими лезвиями; резиновый молоток; штукатурный шпатель из нержавеющей стали; зубчатая кельма из нержавеющей стали с размером зуба 8 мм; зубчатая кельма из нержавеющей стали с размером зуба 4 мм; кельмы для внешних и внутренних углов из нержавеющей стали; широкий фасадный шпатель из нержавеющей стали; пластиковая терка толщиной не менее 3 мм; терки полиуретановые приблизительно 30×40 см (для уплотнения стыков плит).

#### Подготовительные работы

*Установка лесов.* Устанавливают леса на расстоянии от стены, равном толщине минераловатной плиты плюс 45 см. Для крепления лесов максимально используют оконные и дверные проемы. В местах, где необходимо обеспечить прямое крепление лесов к стене, анкеры крепят с небольшим наклоном вниз. Это предотвратит попадание дождевой воды внутрь теплоизоляционной системы. Устанавливают леса с заходом за углы здания не менее 2 м. При таком расположении лесов удобнее производить монтаж теплоизоляционной системы на углах здания. Если леса установлены неправильно, то это значительно усложнит монтаж системы теплоизоляции и нанесение декоративно-защитного состава.

*Подготовка строительного основания и оценка его несущей способности.* Перед монтажом системы следует проверить прочность основы. Можно сделать это следующим образом. Очистить поверхность стены от пыли и других, непрочно связанных с основанием, слоев. Затем смыть водой основание и подождать, пока оно высохнет. Заготовить около 10 пробных плиток стиропора размером 10×10 см, покрыть их клеящим раствором *Ceresit CT 85* и приклеить к наиболее непрочным (по вашему мнению) участкам стены. Спустя 4 дня пробные плитки оторвать движением, направленным перпендикулярно к основанию (никаких инструментов не применять). Если при этом стиропор треснет, значит, прочность основания и адгезия раствора удовлетворительны. Если же пробная плитка оторвется вместе со слоем раствора, повторяют опыт. Если результат будет тот же, плиты следует дополнительно крепить соединительными элементами. Если основание недостаточно прочное, дальнейшие действия зависят от его вида и состояния.



На прочную, неокрашенную штукатурку утепление *Ceresit* можно укладывать без предварительной подготовки. Сильно загрязненную штукатурку следует очистить при помощи проволочной щетки или смыть водой под давлением. Трещины и выемки в штукатурке глубиной более 2 мм следует заполнить специальным раствором *Ceresit CT 29*. Трещины шириной менее 2 мм, а также мелкие царапины заполнять не надо.

Слабую и легко осыпающуюся штукатурку следует удалить. Неровности основания до 2 см можно оставить, но в этом случае на плиты стиропора придется наносить больше клеящего раствора *Ceresit CT 85*. Большие уступы и неровности стены, а также места, в которых была отколота плохо прилегающая к стене штукатурка, заполняют раствором *Ceresit CT 29* или *Ceresit CT 37*.

Если слой раствора получается очень толстым, уступы и неровности выгоднее заполнить, приклеивая куски стиропора соответствующей толщины. Чтобы клеящий раствор достаточно прочно прилегал к неоштукатуренной стене, части швов, выступающие над лицевой стороной кладки, необходимо устранить. Затем всю поверхность следует очистить проволочной щеткой или водой под давлением.

Если штукатурка окрашена, действовать следует в зависимости от вида краски. Если краска относится к так называемым «дышащим», необходимо убедиться, хорошо ли держится малярное покрытие. Наиболее простой способ — нанести перекрестные нарезки, отдельные куски краски при этом не должны отпадать. Можно также приклеить полоску клеящей ленты. Если на оторванной ленте останутся куски малярного покрытия, значит, основание недостаточно прочное.

Покрывают из красок, плохо пропускающих водный пар (особенно масляных и дисперсионных), а также неизвестного состава следует полностью удалить. Бетонные стены, особенно новые, следует промыть водой под давлением.

В некоторых местах фасада, особенно на участках с северной стороны, при повышенной влажности могут появляться микроорганизмы (грибки, мхи и т. п.), поэтому прежде чем начать приклеивание плит из стиропора, стену следует очистить проволочной щеткой, а затем пропитать препаратом *Ceresit CT 99* и выждать, пока она высохнет.

#### Монтаж теплоизоляционного материала

*Установка цокольного профиля.* Перед началом монтажа плит утеплителя устанавливают цокольные профили. Их крепят к стенам с помощью дюбелей на высоте не менее чем на 30 см выше уровня земли. Если утепляемое здание имеет подвал, то профили крепят ниже уровня подвала.

Цокольный профиль закрепляют дюбелями с расстоянием между ними в 30 см, применяя соответствующие по толщине подкладочные шайбы из ПВХ. Соединяют цокольные профили между собой с помощью пла-

стиковых соединительных элементов, выдерживая зазор между соседними рейками 2...3 мм. На углах здания цокольные профили стыкуют косыми срезами и также соединяют их при помощи пластиковых соединительных элементов.

*Приклеивание плит теплоизоляционного материала.* Выкраивают плиты теплоизоляционного материала с помощью стальной линейки, угольника, ножа и пилы с широкими, негнувшимися лезвиями. После этого можно готовить клеевую смесь.

Для утепления по системе *Ceresit* применяют *Ceresit CT 85*, который служит для приклеивания плит из стиропора, а также для выполнения слоя основания под штукатурку (армированного стекловолокном).

Клеящий раствор в виде сухой смеси *Ceresit CT 85* расфасован в мешки по 25 кг. Раствор замешивается водой на строительной площадке при помощи бетономешалки объемом до 50 л. Сухой раствор следует постепенно засыпать в емкость с водой, постоянно перемешивая. На мешок массой 25 кг надо добавить 5,75 л воды.

Для утепления применяют плиты из стиропора типа ФС (самогаснущие), средней плотности 15...20 кг/м<sup>3</sup>.

Как принято в строительной практике, все работы следует выполнять при температуре воздуха и основания выше 5 °С. Однако не рекомендуется выполнять работы в жару, особенно с южной стороны фасада. Из-за высокой температуры и ветра вода может быстро испаряться еще до момента схватывания раствора. Впоследствии снизятся его адгезия и прочность. От температуры зависит время схватывания, затвердевания и высыхания отдельных слоев. Чем температура ниже, тем дольше длятся эти процессы. Такую зависимость особенно необходимо учитывать в случаях, когда плиты из стиропора дополнительно крепятся при помощи соединительных элементов, так называемых «грибков» или дюбелей. К моменту этой операции клеящий раствор должен быть в стадии затвердевания, но на практике это происходит не раньше, чем на третий день после приклеивания.

В зависимости от степени неровностей поверхности следует выбрать и способ приклеивания плит.

Если стена не заштукатурена, а неровности не более 2 см, раствор наносят на плиту полоской (шириной 6 см) возле ребер. Между раствором и краем плиты следует оставить расстояние около 2 см. В противном случае под воздействием плиты раствор может попасть на стыки, что недопустимо. На поверхности плиты укладывают 4 порции раствора диаметром около 10 см, если используются типовые плиты размером 50×100 см; при меньших размерах плит раствора требуется соответственно меньше. Если стена заштукатуренная и ровная, всю поверхность плит можно покрывать тонким слоем раствора. С этой целью используют зубчатую терку с квадратными зубьями величиной 8 или 10 мм (*рис. П.10.2*).

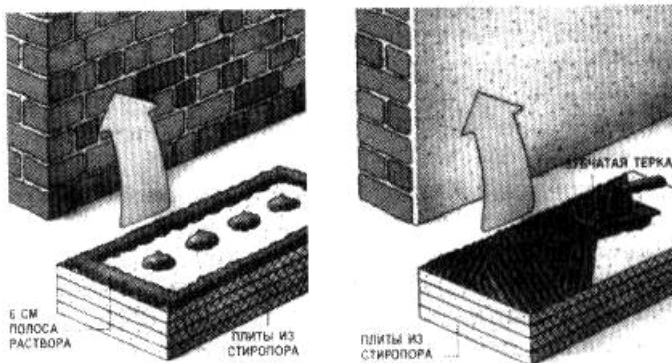


Рис. П.10.2. Способы нанесения раствора на теплоизоляционную плиту

В обоих случаях после покрытия плиты раствором ее следует немедленно приложить к стене в нужном месте и тщательно прижать, ударя деревянной шпательной теркой, пока плоскость плиты не сравняется с уровнем соседних плит. Это можно проверить, приложив деревянную рейку. Если на свободных краях раствор выступит за контур плиты, его следует немедленно удалить.

Закрепленную плиту нельзя вторично ударять или трогать, чтобы не ослаблять соединение с основанием. Если плита хорошо не приклеилась, надо ее оторвать, удалить раствор (как и со стены), покрыть свежим раствором и снова приклеить.

Первый ряд плит монтируют на цокольный профиль. После установки первого ряда плит теплоизоляционного материала зазор между строительным основанием и цокольной рейкой необходимо заполнить полиуретановой пеной.

Плиты из стиропора приклеивают полосами снизу доверху, сохраняя шахматный порядок расположения вертикальных швов. Ширина щелей — вертикальных и горизонтальных — не может превышать 2 мм. Если щель получится шире, ее следует заполнить монтажной пеной или вдавить в нее узкую полоску стиропора. На стыках смежных плит могут быть небольшие неровности. Их удаляют, затирая деревянной теркой, обернутой наждачной бумагой.

Если на поверхности или краях плит имеются выемки и повреждения, то поврежденную часть плиты необходимо вырезать ножом и на ее место вклеить хорошо подогнанный кусок стиропора. Когда раствор затвердеет, починенное место нужно затереть теркой, обернутой наждачной бумагой.

На краях отчетливо видны все неточности отделки, портящие вид фасада. Поэтому именно вблизи ребер плиты следует приклеивать особен-

но аккуратно. Плиты приклеивают в шахматном порядке. Та плита, край которой виден, должна выступать из-за лицевой стороны стиропора на смежной стене. Избыток раствора надо удалить и затереть наждачной бумагой.

*Закрепление плит дюбелями.* Если утепляется только одна из смежных стен, крайние плиты в угловой части, вблизи их ребра, следует дополнительно анкеровать вертикальным рядом дюбелей. Закрепление плит теплоизоляционного материала дюбелями производят только после высыхания клеевого состава. Технологический перерыв должен составлять не менее 72 ч (при температуре 20 °С и относительной влажности воздуха 65 %).

В системе *VWS* к основаниям с недостаточной несущей способностью плиты дополнительно (помимо клея) крепят дюбелями. Головки дюбелей не должны выступать из плоскости плит и должны быть зашпатлеваны клеем. Сопряжение теплоизоляционных плит с дверными и оконными проемами, а также с кровельными элементами заполняют герметиком *Ceresit CS 11*. Для этого в плитах вдоль сопряжений вырезают наклонные щели шириной 5 мм и заполняют их герметиком. Герметик в шве разглаживают смоченным в воде шпателем.

### А р м и р о в а н и е с и с т е м ы

Армирование представляет собой нанесение слоя клеевого состава и армирование его стеклосеткой. Три слоя различных материалов, применяемых для утепления по системе *Ceresit*, составляют теплоизоляционную систему, ограждающую от механических повреждений и атмосферных осадков. Напомним, что для этого служит армированный слой в 3 мм клеящего раствора *Ceresit CT 85*.

Чтобы армирующую ткань разместить точно в середине раствора, его следует наносить двумя слоями. Первый, толщиной 1...2 мм, нужно выровнять штукатурной теркой. Затем теркой или лопаткой в него вдавливают ткань из стекловолокна. Следует позаботиться, чтобы ткань не выступала над раствором. Выложенный слой нужно зашпатлевать тонким, в 1,0...1,5 мм, слоем клеящего раствора. Важно, чтобы это было сделано, пока раствор под тканью еще свежий.

Сначала укладывают одну полосу ткани, сверху донизу, затем снова сверху другую, смежную полосу, которую с первой соединяют складкой шириной около 10 см. Такой же складкой соединяют очередные отрезки одной полосы. После закрепления третьей полосы следует зашпатлевать ранее приклеенную первую.

На следующий день после нанесения защитного слоя его поверхность, пока она еще не очень прочная, выравнивают, то есть сошлифовывают следы от полутерка, используя наждачную бумагу, и заполняют раствором мелкие выемки.

*Установка усиливающих элементов.* Все внешние углы здания, а также углы дверных и оконных проемов усиливаются пластиковыми уголками с

сеткой. Уголки устанавливают встык по отношению друг к другу с нахлестом сетки на местах стыка. Для защиты углов и цокольной части утепленного фасада от механических повреждений их дополнительно усиливают. Для этого в углы в первый слой раствора вклеивают уголок из перфорированного алюминиевого листа, и на него клеят сетку на высоту не менее 2 см с выпуском на прилегающую стену не менее 15 см. Можно использовать для усиления углов готовые уголки, оклеив их потом полосой сетки. Это облегчит формирование углов здания и краев проемов, так как в этом случае отпадет необходимость изготовления выпуска сетки на прилегающую стену.

После установки усиливающего уголка следует нанести клеевой состав на плоскость откоса и армировать его сеткой из стекловолокна. Вершины углов оконных и дверных проемов необходимо дополнительно усиливать прямоугольными полосками из армирующей сетки размерами не менее 20×30 см.

*Оформление дверных и оконных проемов.* Теплота уходит через проемы окон и дверей, если на них нет теплоизоляции. Здесь температура стены ниже, чем в остальных частях наружной стены, что способствует конденсации водяного пара, поэтому в этих местах может появляться сырость.

Утепление *Ceresit* выкладывается через проемы до дверных и оконных рам. После укладки стиропора и до момента укладки основного слоя ткани наружные углы отверстий надо укрепить, приклеивая куски ткани размером 20×35 см. Следует укладывать их под углом 45° таким образом, чтобы середина более длинной стороны прилежала к наружному углу отверстия. Это необходимо, поскольку в противном случае могут образоваться трещины, распространяющиеся от наружного угла. Наружные углы (выпуклые) возле дверей надо укрепить защитными профилями. В углах, на стыке ребер коробок и перемычек, надо срезать профиль наискось, под углом 45°. Срезанные профили вдавливают в слой клеящего раствора и зашпаклевывают тем же раствором. Затем всю поверхность покрывают тканью из стекловолокна и также зашпаклевывают.

Дверные и оконные проемы необходимо очень тщательно покрыть стекловолокном.

Плиту из стиропора срезают на 5 мм менее длины проема. Щель между стиропором и оконной рамой следует заполнить акриловой замазкой *Ceresit CS 11*. Можно также предварительно вырезать из плиты клин шириной 8...10 мм, а образовавшийся возле рамы скос заполнить замазкой *Ceresit CS 11*. Защитное угловое ребро не обязательно, так как вертикальный наружный угол возле окна редко подвергается повреждениям. Однако стоит его закрепить, так как благодаря ему легче обеспечить ровность ребра.

После шпатлевки ткани замазку надо открыть на 5 мм и дополнительно уплотнить стык еще одним ее слоем. Следует обратить внимание на то, чтобы край ткани по всей ширине находился на одинаковом расстоянии

от оконной или дверной рамы. Уплотнение из акриловой замазки можно покрыть штукатуркой, не нарушая системы утепления.

Если не планируется проемы покрывать штукатуркой, а хочется лишь отделать цветом, тогда их красят фасадной краской *Ceresit CT 49*. Этот высококачественный материал изготавливается в виде порошка, замешивается водой.

*Грунтование.* Готовый затвердевший слой с арматурной тканью покрывают с помощью кисти грунтом *Ceresit CT 16*. При работе с грунтовкой нельзя разбавлять ее водой и использовать валики.

### Декоративная отделка фасада

Через 3 дня после изготовления защитного слоя можно наносить штукатурное покрытие *Ceresit* для наружных работ: в отмеренное количество чистой холодной воды засыпают сухую смесь и перемешивают дрелью с мешалкой до получения однородной массы без комков. Чтобы все покрытие было одного тона на одной плоскости, для замесов следует брать одно и то же количество воды и использовать штукатурку одной партии.

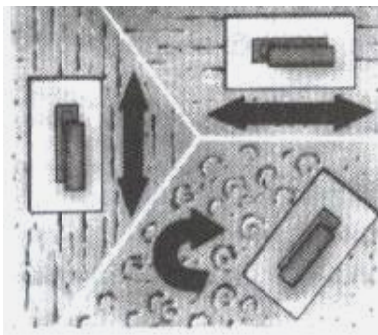
Фактуру поверхности структурным штукатуркам придают сразу после нанесения при помощи мастерка, шпателя, терки, влажной кисти, валика, бутылки или иных инструментов и приспособлений.

Возможностей достижения различных художественных эффектов при использовании структурных штукатурок бесконечно много. Одна из них — прижатие и отрыв полутерка. Чем более толстым слоем была нанесена штукатурка, тем более объемной получится «шуба». Можно фактурировать поверхность штукатурки валиком из твердой пористой губки. В этом случае также можно придать поверхности фактуру «шуба».

Для получения однородной фактуры поверхности и готового покрытия штукатурный раствор равномерно распределяют на загрунтованном основании металлическим полутерком слоем одинаковой толщины и равным размером зерна. При работе нельзя пользоваться инструментом и емкостями без антикоррозионного покрытия, а также наносить раствор на нагретые солнцем поверхности.

При использовании так называемых «короедных» штукатурок требуемую фактуру поверхности придают с помощью пластмассового полутерка, когда штукатурка перестает прилипать к инструменту. В зависимости от направления его движения содержащиеся в штукатурке зерна процарапывают горизонтальные, вертикальные и круговые борозды (*рис. П.10.3*). Нельзя смачивать нанесенные штукатурки водой.

Поверхность так называемых камешковых штукатурок формируют затиркой пластмассовым полутерком, после того как они перестают прилипать к инструменту. Большое количество содержащегося в этих штукатурках минерального заполнителя обеспечивает получение однородной фактуры в виде плотно уложенных зерен.



**Рис. П.10.3.** Создание различных фактур в зависимости от направления движения полутерка

Структурные штукатурки также можно наносить набрызгом сжатым воздухом. В этом случае штукатурное покрытие наносят за два прохода, при этом окна, двери и элементы кровли необходимо тщательно закрыть пленкой.

На одной плоскости рекомендуется работать без перерыва.

### Заделка мест крепления лесов к стене

Заделку мест крепления лесов к стене производят в процессе их демонтажа в следующем порядке:

- заполнение места крепления тем же теплоизоляционным материалом;
- нанесение слоя клеевого состава и армирование его сеткой из стекловолокна;
- грунтование;
- нанесение декоративно-защитного штукатурного состава;
- грунтование и окраска (в случае необходимости).

#### 10.4.2.3. Окраска фасада на примере систем *Nobiles*

Окончательная отделка фасада может заключаться в отделке его не только декоративными штукатурками, но и специальными красками. Применяется несколько специальных систем:

1. Система *Универсальная*. Состав: шпаклевка универсальная; грунтовка *Грунт*; краска *Акрил Плюс-Нобиполь* или *Фронталь*.

Способ применения:

- новое основание должно хорошо высохнуть (срок не менее 4 недель);
- на основание наносят один слой *Грунта*, разбавленного водой в соотношении 1:4;
- неровности штукатурки выравнивают шпаклевкой универсальной производства *Нобилес*, через 3 ч после нанесения *Грунта*;

– через 8 ч после шпаклевания на подготовленное таким образом основание вторично наносят один слой *Грунта*, заранее разбавленного водой в соотношении 1:4;

– после грунтования наносятся два слоя краски *Акрил Плюс-Нобиполь* или *Фронталь* с соблюдением 2...3-часового перерыва.

2. Система *Традиционная*. Состав: шпаклевка универсальная; грунтовка *Грунт*; эмульсия *Экстра-Нобилит*.

Способ применения:

– новое основание должно просыхать около 4 недель;

– далее наносят один слой *Грунта*, разбавленного водой в соотношении 1:4;

– неровности штукатурки выравниваются шпаклевкой универсальной производства *Нобилес* через 3 ч после нанесения *Грунта*;

– через 8 ч после нанесения шпаклевки на подготовленное основание вторично наносят один слой *Грунта*, заранее разбавленного водой в соотношении 1:4;

– после грунтования наносят два слоя краски-эмульсии *Экстра-Нобилит* с соблюдением 2...3-часового перерыва.

3. Система *Специалистическая*. Состав: растворитель для краски *Супер Акрил-Нобифас*, краска *Супер Акрил-Нобифас* или *Фасад*.

Способ применения:

– новое основание просушить около 4 недель;

– на основание нанести один грунтовочный слой краски *Супер Акрил-Нобифас* или *Фасад*, разбавленных растворителем *Нобифас* в соотношении 1:1;

– через 5 ч нанесения грунтовочного слоя нанести два слоя краски *Супер Акрил-Нобифас* или *Фасад*.

4. Система *Эластичная*. Покровная краска создает эластичное и упругое покрытие в широком интервале температур в цветовой гамме *Нобилес Тинторама*. Состав: шпаклевка универсальная; грунтовка *Грунт*; краска эластичная.

Способ применения:

– новое основание просушить не менее 4 недель;

– нанести один слой *Грунта*, разбавленного водой в соотношении 1:4;

– через 2 ч после нанесения грунта на протяжении 24 ч нанести два слоя краски.

Если на фасаде имеются царапины и микротрещины от 2 до 4 мм, неровности основания следует подравнивать шпатлевкой универсальной производства *Нобилес*. В таком случае через 8 ч после нанесения шпаклевки нанести еще один слой *Грунта* и два слоя краски эластичная.



Как окрашивать основание:

1. Перед применением краски следует тщательно перемешать;
2. На основание, сильно поглощающее влагу (свежая штукатурка), нанести *Грунт*, разбавленный питьевой водой в соотношении 1:2. Для окраски применять покровные краски торговой вязкости и разбавляемые водой (водоразбавляемые краски) или растворителем *Супер-Нобифас* (органорастворимые краски);
3. При температуре более 5 °С окрашивают водоразбавляемыми составами; более 0 °С — органорастворимыми составами;
4. Не следует окрашивать при плохих атмосферных условиях, во время дождя, тумана;
5. Окрашивать следует кистью, валиком или пневмораспылителем.

### 10.5. Системы навесных вентилируемых фасадов

Навесной фасад представляет собой конструкцию, состоящую из материалов облицовки (плит или листовых материалов) и под облицовочной конструкции, которая, в свою очередь, крепится к стене таким образом, чтобы между защитно-декоративным покрытием и стеной оставался воздушный промежуток. Для дополнительного утепления наружных конструкций между стеной и облицовкой может устанавливаться теплоизоляционный слой. В этом случае вентиляционный зазор оставляется между облицовкой и теплоизоляцией.

Подоблицовочная конструкция может крепиться на несущие или на самонесущие стены из бетона, кирпича, дерева. Применяют вентилируемые фасады не только в новом строительстве, но и при реконструкции старых зданий.

Навесные конструкции с дополнительным утеплением позволяют не только отделать фасад, но и улучшить теплотехнические характеристики ограждающей конструкции, защитить ее от вредных атмосферных воздействий, а стену — от попеременного замерзания и оттаивания.

Вентилируемый фасад с теплоизоляцией также повышает звукоизоляционные характеристики ограждающей конструкции.

Принципиальное отличие навесного фасада от фасадов других типов — это наличие воздушного промежутка. Благодаря перепаду давления этот промежуток работает по принципу вытяжной трубы, в результате чего из ограждающей конструкции в окружающую среду удаляется атмосферная и внутренняя влага. Вентилируемый воздушный промежуток снижает и теплопотери (он практически является температурным буфером). Температура воздуха в нем примерно на 3 °С выше, чем снаружи. Поэтому при проектировании конструкций фасада с вентиляционным зазором особое внимание необходимо обращать на возможность свободной циркуляции воздуха.

Наружный экран из отделочных материалов защищает расположенный за ним слой теплоизоляции, а также ограждающую конструкцию от атмосферных воздействий. Летом он выполняет функцию солнцезащитного экрана, отражающего значительную часть падающего на него теплового потока.

### ВИДЫ МАТЕРИАЛОВ

В вентилируемом фасаде отдельные слои конструкции располагаются следующим образом:

- ограждающая стена;
- теплоизоляция;
- воздушный промежуток;
- защитный экран.

Слои различных материалов располагаются именно в такой последовательности не случайно, а по мере уменьшения показателей их теплопередачи, в то время как сопротивление паропроницаемости возрастает снаружи внутрь.

1. Утеплители. Утеплитель, используемый для вентилируемых фасадов, должен обладать следующими характеристиками: являться долговечным, негорючим, быть биологически стойким, иметь стабильную форму, обладать высокими теплоизолирующими свойствами, позволять водяным парам и влаге беспрепятственно попадать в воздушную прослойку, предотвращая образование и скопление на конструкциях разрушающего их конденсата, быть устойчивым к ветровому потоку.

В качестве утеплителя в вентилируемых фасадах чаще применяются жесткие *минераловатные плиты*, хотя иногда используют и *стекловату*. Оба эти материала являются неблагоприятной средой для образования плесени и грибков, обладают высокими теплоизолирующими и акустическими свойствами.

2. Ветрозащитная паропроницаемая пленка. Необходимым элементом в системе навесного вентилируемого фасада является ветрозащитная паропроницаемая пленка, которая служит для защиты утеплителя от влаги. Под ветрозащитной пленкой следует понимать не просто любую пленку, выдерживающую напор ветра, а специальную мембрану, способную, кроме этого, беспрепятственно пропускать сквозь себя водяные пары и обладать гидроизоляционными свойствами.

Некоторые производители минераловатных утеплителей прямо на заводе наносят слой мембраны на поверхность утеплителя, но в российских условиях экономически выгоднее производить эту операцию непосредственно на стройплощадке.

*Ветрозащитная паропроницаемая пленка (мембрана) Tyvek (Тайвек)* представляет собой нетканый материал на основе бесконечного волокна из полиэтилена высокой плотности (*табл. П.10.5*).

Таблица П.10.5

Технические характеристики мембраны <i>Jutvek</i>	
Показатели	Величина показателя
Масса, г/м <sup>2</sup>	60
Цвет	Белый
Толщина, мм	0,2
Размер рулона, м	1,5×50
Масса рулона, кг	11,75
Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	0,06
Паропроницаемость за 24 ч, кг/м <sup>2</sup>	Не менее 0,75

*Супердиффузионная мембрана Jutavek (Ютавек)* представляет собой трехслойный полипропиленовый материал, состоящий из двух внешних слоев (черного и белого), обеспечивающих прочность, и внутреннего, обеспечивающего гидроизоляционную способность (табл. П.10.6).

Сегодняшний рынок предлагает и другие мембраны, такие как *Монофлекс*, *Varobar (Варобар)*, *Acebar (Айсбар)*, *Микробар*, *Алюбар*, ветрозащитные и пароизоляционные пленки *Baltias Brasta* и многие другие.

Таблица П.10.6

Технические характеристики мембраны <i>Jutavek</i>	
Показатели	Величина показателя
Размер рулона, м	1,5×50
Паропроницаемость за 24 ч, г/м <sup>2</sup>	1000

3. **Подоблицовочная конструкция.** Подоблицовочная конструкция состоит из кронштейнов (они крепятся на стену) и несущих профилей (они устанавливаются на кронштейны). Подоблицовочная конструкция нужна для того, чтобы надежно прикрепить плиты облицовки и теплоизоляции к стене так, чтобы между теплоизоляцией и отделочной панелью остался вентилируемый промежуток. При этом исключаются клеевые и другие «мокрые» процессы, а все соединения осуществляются механически.

Правильно спроектированная подоблицовочная конструкция должна обладать следующими качествами: достаточной несущей способностью, воспринимающей собственную массу, а также массу облицовочных материалов и утеплителя; антикоррозионной стойкостью; необходимой подвижностью узлов для выдерживания динамических нагрузок (ветер, температурные перепады и т. д.); возможностью выравнивания неровностей несущего основания; легкостью и высокой скоростью монтажа.

На российском рынке представлено большое количество различных подоблицовочных систем, как отечественных (*Алкон Трейд*, *Диат*, *Кантехнострой*, *Техноком* и др.), так и западных производителей (австрийские *Slavonia*, *Eurofox*, немецкие *BWM*, *Wagner-System*, голландские *Hunter Douglas* и др.).

*Кронштейны* в зависимости от материала под облицовочной конструкции могут быть выполнены из разных материалов: алюминия, оцинкованной и нержавеющей стали. Кронштейны должны обеспечивать возможность установки несущей конструкции на неровные основания. Поэтому важнейшими характеристиками кронштейнов являются несущая способность и возможность изменения длины.

*Несущие профили* могут быть выполнены из стали (антикоррозионные профили алюминия, нержавеющая или оцинкованная сталь, легированные сплавы) или из антисептированной древесины. Разработано большое многообразие профилей для различных фасадов (Т-, Г- и П-образные и др.).

4. *Вспомогательные элементы*. К вспомогательным элементам систем вентилируемых фасадов относятся: уплотнительные ленты между панелью и профилем под облицовочной конструкции, декоративные уголки и вставки для закрытия торцов и зазоров между панелями, перфорированные металлоконструкции для вентиляции системы снизу и вверх, заклепки, кляммеры, гребенки для крепления панелей к профилям.

5. *Крепежные элементы*. В навесных вентилируемых фасадах крепежные элементы используются:

- для фиксации плит утеплителя;
- для крепления под облицовочной конструкции к стене;
- для соединения отдельных элементов;
- для крепления облицовки.

Масса теплоизоляции в системах навесных вентилируемых фасадов меньше, чем в системах «мокрого» типа, поэтому для крепления плит утеплителя применяют *тарельчатые дюбели* или *грибообразные крепежные элементы* без распорных составляющих.

Для крепления под облицовочной конструкции используют полимерные дюбели. Металлические дюбели применяют для крепления под конструкции к стенам из бетона и натурального камня. Для крепления облицовочных материалов применяют разные шурупы, заклепки, клипсы и т. д. Их выбирают в зависимости от вида облицовочного материала.

6. *Облицовочные изделия*. Облицовочные панели можно разделить на три группы: тяжелые (натуральные камни); легкие (керамогранит, цементно-волокнистые плиты); разного рода самонесущие металлические изделия.

Облицовочные материалы в конструкции вентилируемого фасада выполняют защитно-декоративную функцию. Они защищают утеплитель, под облицовочную конструкцию и стену здания от повреждений и атмосферных воздействий, формируют его эстетический облик.

В настоящее время существует большой выбор фасадных панелей для облицовки стен здания. Кроме внешнего вида, они отличаются по материалу, размеру, типу крепления (видимое, невидимое), цене и т. д.

Материалы, применяемые для изготовления панелей, могут быть самые разные, причем их ряд постоянно пополняется: металлы, композитные материалы, бетоны, фиброцементы (цементно-волоконистые материалы), керамический гранит, а также стекла со специальным покрытием, ламинаты высокого давления и т. д.

Эти материалы используют для производства следующих видов облицовочных изделий:

- крупноразмерных (высотой с этаж) и мелкоразмерных панелей,
- сайдинга (длинных узких наборных панелей),
- профилированных (волнистых) листов и кассет (объемных панелей из тонколистовых материалов).

Наиболее распространенные облицовочные материалы:

- цементно-волоконистые панели;
- бетонные плиты с мраморным наполнителем;
- полимербетонные панели;
- натуральный камень;
- керамический гранит;
- ламинированные панели;
- виниловый сайдинг;
- полипропиленовые панели;
- полиуретановые и полиэфирные панели;
- стеклянные облицовочные изделия;
- металлические облицовочные изделия;
- облицовочные изделия из композиционных материалов;
- облицовочные сэндвич-панели.

## **10.6. Системы навесных вентилируемых фасадов с одновременным утеплением наружных стен**

### 10.6.1. Виды СИСТЕМ

Система *Фасст* представляет собой металлический или деревянный каркас, закрепленный с помощью анкерных крепителей на внешней стороне зданий, с вложенным утеплителем и навесными плитами *Фасст* с горизонтальными и вертикальными направляющими, укрепленными с помощью кислотостойких шурупов. Между плитой и внешней стороной утеплителя делается вентилируемый зазор в 22 мм для свободной циркуляции воздуха.

Облицовочная плита *Фасст* состоит: из основы — прессованного асбестоцементного листа или фиброцементной плиты; из эпоксидного компаунда; из натуральной каменной крошки — яшмы, мрамора, гранита, кварца и других минералов.

Системы *Cemstone*, *CemColour*, *Cynop* представляют собой фиброцементные плиты с различными покрытиями. Облицовочные плиты могут иметь 36 цветов. Размеры плит 1194×2440, 780×3050 мм, толщина — 8...10 мм, средняя плотность — 1600 кг/м<sup>3</sup>.

Система *Parmet* — это металлические фасадные кассеты с открытым или скрытым креплением, которые изготавливаются из оцинкованной стальной жести толщиной 0,8...1,2 мм или алюминиевой жести толщиной 1,5...2,0 мм. Максимальные размеры кассеты 900×2800 мм. Дополнительные детали для окон, дверей и парапетов также изготавливают из стали или алюминия толщиной 0,5...0,7 мм.

Системы *Гранитогрес* представляют собой трехслойные конструкции, состоящие из плитного утеплителя, закрепляемого на поверхности стены с помощью механического крепления, воздушной вентилируемой прослойки и декоративно-защитного слоя, крепящегося по металлическому каркасу к наружным ограждающим конструкциям здания. Облицовка фасада производится керамогранитными плитами размером 400×400×10, 600×600×10, 300×600×10, 600×600×12, 600×1200×12 мм.

Системы *ФиКоТе*. Основными элементами системы являются металлический каркас, утеплитель и навесные фиброцементные плиты *ФиКоТе*. Важно отметить, что каркас имеет резиновое уплотнение, а все горизонтальные стыки между навесными плитами защищаются планками, которые препятствуют попаданию дождевой влаги внутрь конструкции и предохраняют утеплитель от намокания.

Системы *СД1*, *СД2*, *СД3* и *СД4*. Системы *СД1* и *СД2* разработаны для облицовки вентилируемых фасадов керамической плиткой различных габаритов и предусматривает открытое крепление на комбинированные кляммеры (рис. П.10.4).

В системе *СД3* крепление керамической плитки осуществляется с помощью скрытых креплений оригинальной конструкции (рис. П.10.5).

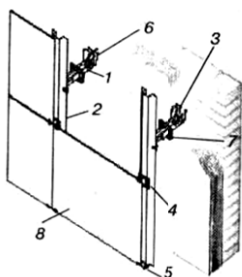


Рис. П.10.4. Схема системы *СД1* и *СД2*:

- 1 — кронштейн; 2 — прожиллина; 3 — дюбель; 4 — кляммер рядовой; 5 — кляммер концевой; 6 — теплоизоляционная прокладка; 7 — прижимная пленка; 8 — плитка

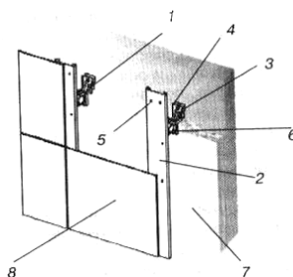


Рис. П.10.5. Схема системы *СД3*:

- 1 — кронштейн; 2 — прожиллина; 3 — дюбель; 4 — теплоизоляционная прокладка; 5 — заклепка; 6 — прижимная пленка; 7 — утеплитель; 8 — плитка

Система *СД4* разработана для использования в качестве облицовки вентилируемых фасадов фиброцементных плит различных габаритов и толщин. Плиты крепятся к фахверку несущей конструкции с помощью болтов и специальных зажимных гаек. Технология позволяет облицовывать криволинейные поверхности.

Применяются также системы *КраспанСтоун*, *КраспанКолор*, *Mi-nerit*, *DuraCo*, *Glascal NT*, *Multiboard* и др.

## 10.6.2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

### 10.6.2.1. Общие требования монтажа

Монтаж любого навесного фасада происходит примерно в такой последовательности. Вначале на поверхность стены с помощью дюбелей крепятся опорные узлы, на которые монтируются направляющие профили. Между профилями закладывают плиты утеплителя. Поверх утеплителя механически закрепляют облицовочные панели таким образом, чтобы между облицовкой и утеплителем был небольшой зазор около 20 мм.

При изготовлении системы вентилируемого утепленного навесного фасада здания применяются инструменты, которые не только облегчают труд и повышают производительность, но и являются одним из условий качественного выполнения работ (*табл. П.10.7*).

Таблица П.10.7

Инструменты для устройства навесного фасада

Вид инструмента	Марка	Назначение
Электродрель	ИЭ-1505Э, ИЭ-102 3А	Для сверления отверстий в металлическом каркасе и в облицовочных панелях под крепежные элементы
Электроперфоратор	ИЭ-1511БЭ ИЭ-4717	Для сверления отверстий в ограждающих конструкциях здания под крепление теплоизоляционного слоя и кронштейнов
Электрошуруповерт	ИЭ-36044Э	Для ввинчивания саморезов, гаек при креплении облицовочных панелей
Дисковая отрезная машина (болгарка)	МШУ-1,6-230	Для обрезания стоек фахверков, алюминиевых панелей
Обрезной станок с алмазным диском	-	Для обрезания керамогранитных плит, панелей из натурального камня, армированного стекла
Клепочный аппарат	CL703	Для заклепочного крепления скоб
Ключи гаечные	-	Для затяжки крепежных элементов, болтовых соединений
Пила-ножовка	-	Для резки плит утеплителя и вырезания пластин из утеплителя для заполнения пустот
Набор инструментов и приспособлений для выполнения жестяных работ	-	Для установки металлического защитного козырька в местах примыкания, обрамления оконных и дверных проемов
Молоток	-	Для забивки анкеров, фахверков в пазы, распорных стержней в дюбели тарельчатого типа

Для измерительного контроля в процессе производства работ следует применять: отвес на шнурке длиной 50 м; уровень длиной 2 м; рулетка длиной 50 и 5 м; теодолит; нивелир.

Подготовка основания под монтаж кронштейнов и крепление утеплителя состоит из следующих технологических операций. Старую осыпающуюся и непрочную штукатурку удаляют; разрушенную кирпичную или каменную кладку восстанавливают; прочную штукатурку, способную нести нагрузку от распорных дюбелей для крепления плит утеплителя и несущих кронштейнов фахверков, оставляют.

Монтаж несущих кронштейнов фахверков выполняется по проекту в указанной последовательности:

1. Производится привязка проекта конструкций вентилируемого утепленного навесного фасада к фактически выполненным ограждающим конструкциям здания на основании исполнительного листа, геодезических съемок, геометрических промеров.

2. Устанавливаются вертикальные или горизонтальные маяки по линии несущих фахверков системы вентилируемого утепленного навесного фасада с шагом согласно проекту по размеченным вертикалям или горизонталям.

3. Производится разметка отверстий крепления несущих кронштейнов на ограждающих конструкциях здания согласно проекту.

4. Бурение отверстий в стене с помощью механизированного инструмента ударно-вращательного действия или алмазными сверлильными коронками.

5. Монтаж несущих кронштейнов фахверков с помощью анкерных болтов на стену через теплоизолирующие прокладки.

6. Монтаж вспомогательных кронштейнов фахверков производится аналогично монтажу несущих кронштейнов, начиная с п.3.

В случае если ограждающие конструкции здания выполнены из пустотелых блоков или кирпичей, рекомендуется применять анкерные болты, тип, параметры и размеры которых определяются расчетным путем и уточняются (при необходимости) после проведения пробных испытаний. Проверку усилия анкерного болта на вырывание следует проводить с помощью динамометра, позволяющего обеспечить и измерить усилие, приложенное на оси дюбеля, с ценой деления не более 50 Н.

Крепление плит утеплителя производится механическим способом с помощью специальных пластмассовых дюбелей тарельчатого типа с распорным стержнем.

Крепление осуществляется в такой технологической последовательности:

1. Установка плиты утеплителя на место.
2. Разметка отверстий под пластиковые дюбеля.
3. Вырезка отверстий в плите утеплителя.



4. Бурение отверстий в основании с помощью механизированного инструмента ударно-вращательного действия или алмазными сверлильными коронками с пылеотсасывающим ротором.

5. Очистка отверстия от буровой пыли путем продувки сжатым воздухом (если бурение отверстия осуществлялось без пылеотсоса).

6. Забивка пластмассового дюбеля тарельчатого типа в отверстие. Прижимная часть дюбеля должна плотно прилегать к плите утеплителя. Наличие зазоров недопустимо.

7. Забивка распорного стержня во втулку дюбеля. Окончание процесса забивки стержня должно соответствовать моменту, когда торец стержня перестает выступать над прижимной частью дюбеля.

8. Длину дюбеля и распорного стержня следует назначать с учетом толщины закрепляемой плиты утеплителя.

9. Глубина погружения пластмассового дюбеля тарельчатого типа в основание должна быть не менее 30 мм.

Для обеспечения высокого качества выполнения слоя теплозащиты и сохранения его теплотехнических свойств необходимо соблюдать следующие условия:

- при креплении плит утеплителя необходимо обеспечивать «перевязку» стыков (по типу кирпичной кладки);

- не допускать ширину щели на стыках между плитами более 2 мм, а более широкие заполнять специально нарезанными полосами из материала этого же утеплителя;

- крепление плит теплоизоляции к наружным ограждающим конструкциям осуществлять специальными пластмассовыми дюбелями тарельчатого типа в количестве не менее 4 штук на одну плиту.

Допускается крепление утеплителя перед монтажом кронштейнов. В этом случае в местах крепления кронштейнов к основанию в плите утеплителя вырезаются отверстия и после монтажа кронштейнов отверстия заполняются материалом из этого же утеплителя.

**М о н т а ж н е с у щ и х ф а х в е р к о в .** Установка несущих фахверков системы вентилируемого утепленного навесного фасада производится на несущие и вспомогательные кронштейны. Крепление осуществляется с помощью оцинкованных болтов или алюминиевых заклепок в местах согласно разработанному и согласованному комплекту рабочих чертежей.

Точность монтажа контролируется с помощью вертикальных или горизонтальных маяков в соответствии с проектом по линии несущих фахверков системы, установленных до начала монтажа несущих кронштейнов.

**М о н т а ж д е к о р а т и в н о - з а щ и т н о г о п о к р ы т и я .** К монтажу облицовки фасада здания следует приступать после полного окончания работ по устройству теплоизоляционного слоя, выполненного с соблюдением вышеизложенных технологических требований, и монтажа несущих фахверков.

Технология монтажа осуществляется по следующей схеме:

1. Монтаж плит начинают вести с нижнего ряда.
2. В системах, где крепление декоративно-защитного покрытия невидимое, начинают монтаж с установки горизонтальных алюминиевых профилей в количестве двух штук на плиту. После установки профилей на них монтируется декоративная плита. Далее необходимо установить второй ряд горизонтальных профилей и монтировать плиты в той же последовательности.
3. Под нижний ряд плит методом заклепочного соединения в пазы несущих фахверков крепятся специальные нижние скобы.
4. На профиле фахверка в месте прилегания плит устанавливается резиновый профиль.
5. На нижние скобы устанавливаются фасадные плиты, прижимаются к фахверкам и закрепляются поворотными скобами по обе стороны верхней грани.
6. С помощью заклепочного соединения в пазы фахверков крепятся скобы для следующего ряда фасадных плит. Последующий монтаж ведется согласно пп. 4...6.

Вариант расположения отделочных плит в плоскости фасада определяется при разработке проектно-сметной документации.

#### *10.6.2.2. Особенности обработки проемов, углов и других мест примыкания*

**Цокольная часть здания.** Для увеличения срока службы систем вентилируемого утепленного навесного фасада с целью защиты от механических повреждений облицовки рекомендуется вентилируемые системы начинать устанавливать со второго этажа здания и выше. Первый этаж, а также цокольную часть здания рекомендуется выполнять «мокрым» способом, для чего следует:

- выполнить гидроизоляцию цокольной части здания, например, на базе битумной эмульсии или на основе гидрофобных цементов;
- для цокольной части здания применять утеплитель из плит пенополистирола;
- по штукатурке произвести облицовку фасадной плиткой или натуральным камнем.

При приклеивании плит и камня рекомендуется использовать морозостойкий клей на цементной основе, а в штукатурный слой добавлять прообразователь.

**Наружные и внутренние углы.** Внутренние углы, места примыкания систем вентилируемого утепленного навесного фасада выполняются из материалов согласно проектной документации.

При выполнении работ по монтажу наружных углов крепление несущих фахверков осуществляется на типовые угловые кронштейны. Угловые плиты, наиболее подверженные аэродинамическому воздействию, крепятся к несущим фахверкам с дополнительной скобой на каждую закрепленную сторону.

**П р и м ы к а н и е к п а р а п е т а м , к а р н и з а м .** Верхняя часть системы вентилируемого утепленного навесного фасада и ее примыкание к парапетам и карнизам должны выполняться по следующим схемам:

- верхняя часть системы на фронте, выполненная по обычной технологии, либо перекрывается металлическим защитным козырьком, закрепленным на стене винтами с уплотнительными шайбами, либо защищается краевой черепицей;

- при наличии карниза верхняя кромка утеплителя в месте примыкания защищается либо металлическим профилем с водоотливом, который предварительно крепится к стене с помощью ввинчивающихся дюбелей, либо накрывается мягким кровельным материалом до установки карниза.

**О б р а м л е н и е п р о е м о в** выполняется либо из металлического профиля, либо из основного облицовочного материала, который крепится к фахверкам на специальных кронштейнах. При этом необходимо соблюдать следующее

- плиты утеплителя должны перекрывать шов между ограждающей конструкцией здания и оконным или дверным блоком на величину, указанную в проекте;

- в нижней части оконного проема устанавливается металлический отлив, крепящийся к оконному блоку и системе;

- в случае открывания окон наружу конструкция системы не должна препятствовать их открыванию.

## **10.7. Утепление и отделка фасадов панелями и плитами**

Если не планируется утепление стен здания, то можно обновить фасад, облицевав его декоративным сайдингом, панелями или плитами. На рынке представлено множество разнообразных облицовочных материалов, изготовленных из различных материалов: металлов, композитных материалов, бетонов, фиброцементов, керамического гранита, а также стекла со специальным покрытием, ламинатов высокого давления и т. д. Из этих материалов могут быть изготовлены и крупногабаритные элементы (высотой с этаж) и мелкогабаритные панели, сайдинг (длинные узкие наборные панели), профилированные (волнистые) листы и кассеты (объемные панели из тонколистовых материалов).

Наиболее широкое применение получили следующие облицовочные материалы:

- цементно-волоконистые панели;
- бетонные плиты с мраморным наполнителем;
- полимербетонные панели;
- натуральный камень;
- виниловый сайдинг;
- полипропиленовые панели;
- металлические облицовочные изделия;
- облицовочные изделия из композиционных материалов;
- облицовочные сэндвич-панели.

**Цементно-волоконистые панели.** Цементно-волоконистые плиты (или панели) называют также фиброцементными или асбестоцементными. Состоят такие плиты из цемента, армирующего волокна и минеральных наполнителей. Армирующим волокном может служить асбест, синтетические волокна либо специальные щелочестойкие стеклянные волокна. Благодаря своему составу плиты практически не горючи и экологически чисты, обладают морозостойкостью и коррозионной стойкостью, не гниют. Кроме того, цементно-волоконистые плиты влагонепроницаемые, ударостойкие, противостоят УФ-излучению и обладают хорошей звукоизоляцией.

Плиты могут быть отшлифованы, окрашены акриловой водорастворимой краской (такие плиты, как *Супор*), на них также может наноситься полиуретановое покрытие (например, плиты *CemColour*), которое дает высокую защиту от ультрафиолетового излучения и атмосферного воздействия. Широкое распространение получили цементно-волоконистые плиты с поверхностным слоем, покрытым крошкой из натурального камня, причем может варьироваться не только цвет, но и фракция крошки (например, плиты *Фасст*).

Панели можно обрезать по требуемому размеру. Работать лучше в респираторе, так как при обработке плит может образовываться цементная пыль. Крепить плиты следует на деревянный или металлический каркас кислотостойкими гвоздями или винтами, после этого загерметизировать швы резиновой лентой или алюминиевыми планками различного профиля. Для того чтобы влага не проникала внутрь конструкций, в горизонтальных швах стоит применять специальную планку (водослив). Для свободной циркуляции воздуха между горизонтальной планкой и нижележащей плитой оставляется небольшой зазор.

**Бетонные плиты с мраморным наполнителем.** Бетонные плиты изготавливаются из мраморной крошки, цемента и красящего пигмента. Поверхность таких плит слегка шероховатая и покрыта специальным водоотталкивающим составом. Бетонные плиты могут быть различных расцветок и размеров — 300/600×100 мм, толщиной 30 мм. Толщина плит вместе с монтажным каркасом составляет около 45 мм, а

весит такая конструкция примерно  $47 \text{ кг/м}^2$ . Помимо плит выпускаются и угловые планки, соответствующие цвету панелей.

Для монтажа панелей применяют специальный каркас из оцинкованного железа. Он крепится к основанию шурупами с межцентровым расстоянием между точками крепления 30 см. Затем на этот каркас легко монтируются бетонные панели. При этом за фасадными панелями образуется вентиляционный канал шириной более 20 мм. При использовании дополнительной изоляции устанавливаются дистанционные консоли, а затем изоляция и ветрозащитная мембрана. Любую поврежденную панель можно легко заменить.

**Н а т у р а л ь н ы й к а м е н ь .** В зависимости от архитектурных задач выбирают породу камня, фактуру его поверхности, размер облицовки. Так, на восприятие архитектурного сооружения в значительной степени влияют цвет и текстура породы, например, здание, облицованное темным камнем (темным габбро, гранитом, диоритом), выглядит монументальным и даже мрачным по сравнению со зданием, отделанным светлыми породами (известняком, мрамором или травертином).

Кроме того, важна фактурная обработка камня, в зависимости от нее каменные облицовочные материалы могут быть:

- *полированными* — с зеркальным блеском, четким отражением предметов, без следов обработки от предыдущей операции;
- *гладкими матовыми* (лощеными) — без следов обработки от предыдущей операции и с полным выявлением рисунка камня;
- *шлифованными* — равномерно шероховатая поверхность со следами обработки, получаемыми только при шлифовании, с неровностями рельефа высотой до 0,5 мм;
- *пилеными* — неравномерно шероховатыми с неровностями рельефа высотой до 2 мм;
- *обработанными ультразвуком* — с выявленным цветом и рисунком камня;
- *термообработанными* — с шероховатой поверхностью со следами шелушения;
- *точечными* (бучардованными) — с равномерно шероховатой поверхностью с неровностями рельефа высотой до 5 мм.

Все более популярной становится фактура «скала», которая имитирует природный раскол породы с хаотическими впадинами и буграми без следов инструмента, с высотой рельефа 50...200 мм.

В зависимости от толщины плит облицовки из натурального камня могут крепиться следующим образом:

- на мастиках и клеях без дополнительного механического крепления (этот вариант подходит для крепления тонких — до 10 мм — плит);

– если толщина плит 10...60 мм, облицовки крепят на цементный или цементно-полимерный раствор, можно дополнительно закрепить металлическими элементами (крюками, анкерами).

**В и н и л о в ы й с а й д и н г .** Виниловый сайдинг представляет собой довольно тонкие пластиковые панели (толщиной около 1 мм) длиной 300...400 см и шириной 20...25 см. Фактура поверхности чаще всего имитирует дерево.

Виниловый сайдинг не гниет, не впитывает влагу, не коробится под воздействием солнечных лучей, его можно применять при температуре от -50 до +50 °С.

Перед началом монтажа следует укрепить плохо закрепленные и удалить гнилые доски. Удалить плохой уплотнитель и законопатить щели вокруг окон, дверей, чтобы обеспечить воздухо непроницаемость здания и защитить от проникновения влаги. Демонтировать желоба и трубы системы водослива, подвесные фонари и т. п. там, где они могут помешать установке сайдинга. Проверить все стены на предмет неровностей.

Во избежание «волнового эффекта» на неровные стены здания следует установить обрешетку. Обрешетку чаще всего устраивают из досок или реек, рекомендуемый размер которых 2,5×8 см. Для горизонтального сайдинга рейки должны устанавливаться вертикально на расстоянии 30...40 см. Они должны устанавливаться вокруг окон, дверей и других проемов, во всех углах, понизу и поверху зоны установки сайдинга. При необходимости утепления конструкции монтируют теплоизоляцию.

Для крепления сайдинга следует использовать алюминиевые, оцинкованные стальные или другие устойчивые к коррозии гвозди. При креплении элементов сайдинга друг к другу оставляют минимум 0,6 мм свободного пространства во всех пазах элементов, чтобы не препятствовать возможному расширению-сжатию.

**П о л и п р о п и л е н о в ы е п а н е л и .** Полипропиленовые панели изготавливают методом инжекторной прессовки из термопластичных полипропиленовых смол, в состав которых входят специальные добавки, значительно улучшающие эксплуатационные свойства панелей.

Каждая панель обязательно несколько раз покрывается краской, что создает дополнительную защиту от насекомых и позволяет дольше сохранить привлекательный вид и текстуру панели. Однако со временем в результате влияния погодных условий цвет панели может измениться. Чтобы восстановить цвет, можно периодически подкрашивать панели латексной краской для наружных работ.

Панели можно монтировать практически на любой фасад, вне зависимости от его конструктивного решения. Смонтировать панели не трудно — они защелкиваются одна в другую и закрепляются шурупами, саморезами или гвоздями. Если невозможно крепление непосредственно на фа-

сад, панели монтируются на металлический (алюминиевый) каркас или на деревянную обрешетку.

**Металлические облицовочные панели.** Металлические облицовки — это профилированные листы, сайдинг, а также металлические кассеты и облицовочные панели для фасадов.

*Металлический сайдинг* представляет собой длинные легкие панели шириной 120...300 мм с гладкой или перфорированной поверхностью. Помимо рядовых панелей выпускаются дополнительные комплектующие элементы — фасонные профили (торцевые и угловые рейки, откосы, отливы). Панели изготавливаются из оцинкованной стали, стали с полимерными покрытиями (полиэстер) и алюминия. Металлический сайдинг долговечен, негорюч, коррозионностоек, устойчив к ультрафиолетовому излучению, экологически безопасен и эстетичен, температурный диапазон применения от  $-50$  до  $+800$  °С.

Металлический сайдинг, как и виниловый, монтируется на деревянную или металлическую подконструкцию. Чтобы не использовать специальные соединительные элементы, монтировать панели лучше внахлест. Особых требований к монтажу стального и алюминиевого сайдинга нет, так как эти материалы не реагируют столь значительно на температурные колебания воздуха, как виниловый сайдинг. Однако они не имеют такой гибкости, как пластик. Например, если алюминиевую панель согнуть, то она уже не сможет восстановить свою прежнюю форму, и ее придется менять.

*Фасадные металлические панели-кассеты* представляют собой металлическую конструкцию с загнутыми с четырех сторон листами. Цвет и фактура таких кассет могут быть самыми разными. Можно добиваться различных эффектов, сочетая на фасаде кассеты различных цветов, фактур, используя различные способы навески кассет.

Изготавливают кассеты из стали, нержавеющей стали, стали с полимерным покрытием, оцинкованной стали, алюминия, алюминия с полимерным покрытием, алюминия с защитным напылением на основе полиэфирного порошка *Pulcolam*, меди и латуни. В кассетах, изготовленных в заводских условиях, делают отверстия для удаления конденсата, а при их креплении к под облицовочной конструкции учитывают термическое расширение в горизонтальном и вертикальном направлениях.

Кассеты навешивают на под облицовочную конструкцию одним из следующих способов:

- с помощью винтовых соединений, которые остаются снаружи;
- на винтовых скрытых соединениях;
- на болтах, которые вставляются в обращенные наружу U-образные стойки. Такая конструкция позволяет в процессе эксплуатации здания легко заменять кассеты.

**Облицовочные сэндвич-панели.** Основное различие данных облицовочных панелей от других типов облицовок — это сочетание

декоративно-защитных свойств, присущих всем облицовочным материалам, и функции теплозащиты.

Крепление панелей осуществляется на прерывистую реечную обрешетку. По всей стене горизонтально набиваются с помощью дюбелей и коррозионностойких болтов деревянные, пропитанные защитным составом рейки (при этажности здания до 4-х этажей) или устанавливается металлическая решетка (при этажности более 4-х этажей). Для обрамления фасада, а также балконных выступов, оконных и дверных проемов применяются профили различной конфигурации. Для уплотнения швов на стыках используется стойкий силиконовый уплотнитель.

**Облицовочные изделия из композиционных материалов.** Композиционные панели состоят из двух предварительно окрашенных алюминиевых листов толщиной от 0,2 до 0,5 мм с пластиковой (полиэтилен) или негорючей минеральной прослойкой. Изделия производятся в виде непрерывной ленты, позволяющей отрезать листы необходимого размера. Общая толщина листа от 3 до 6 мм, максимальная ширина — 1600 мм, максимальная длина — 7 м.

Изделия устойчивы к температурам от -50 до +80 °С, не выделяют токсичных газов при возгорании, устойчивы к ударам, механическим повреждениям, давлению. Однако, хотя в состав композиционного материала и входит теплоизоляционная прослойка, она настолько мала, что материал не обладает хорошими теплоизоляционными свойствами. Композиционный материал весит в 3 раза меньше стального и в 1,5 раз меньше сплошного алюминиевого листа. Другое немаловажное преимущество композиционных материалов состоит в том, что из них может быть выполнена любая криволинейная форма.

Композиционные материалы выпускаются без окраски, с цветным покрытием с одной или двух сторон, с анодированной поверхностью, а также окраской под натуральный камень (мрамор, гранит). Окрашенные поверхности могут покрываться защитной пленкой, которая удаляется непосредственно после монтажа на объекте.



## ПРИЛОЖЕНИЕ 11

## СОВРЕМЕННЫЕ КРОВЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

*Алюминиевый цветной лист* изготовлен на основе антикоррозийного сплава алюминия  $AlMn_1Mg_{0,5}$ . Цветовая гамма содержит 40 цветов, включая покрытия, имитирующие старую медь, светлую бронзу и серебристый металл. Цвет покрытия устойчив к воздействию солнечного света и к загрязнению. Выпускается в длинных рулонах, исключая поперечные швы. Срок службы — 80...90 лет.

*Coversys (Coversys)* — кровельный материал (черепица, листы), в основе которого лежит стальной лист с покрытием *Aluzinc*. *Aluzinc* содержит 55 % алюминия и 45 % цинка. Стальная основа листа придает покрытию прочность, алюминий защищает от коррозии, цинк образует катодную защиту поверхностей среза и повреждений. Возможно получение различных профилей и покрытий, в том числе имитирующих натуральный шифер (сланец), и двухцветных покрытий (имитирующих старую черепицу), покрытий с гранулятом натурального камня.

При производстве материала *Coversys* применяется антикоррозийное покрытие фирмы *Du Pont*, обладающее следующими свойствами: стойкостью к ударам, истиранию, атмосферным воздействиям и влагостойкостью, сопротивляемостью к воздействию плесени и бактерий, проницаемостью для водных испарений, стабильностью и стойкостью окраски к действию ультрафиолетового излучения.

Цвета: терракот, красный коралл, коричневый, серый сланец (по отдельному заказу любые цвета *RAL*). Вид покрытия: мелкая или крупная текстура, шагрень, сатиновый эффект, металлики, антики, гранулят.

Листы *NOLA PROFLAB* — листы стальные оцинкованные с полимерным покрытием. Характеристика листов *NOLA PROFLAB* приведена в табл. П.11.1.

Таблица П.11.1

Показатели	Профилированные	Несущие профилированные	Плоские листы
Лицевое покрытие	Полиэфир полуматовый	Пластизол Р 175	Пластизол PVF2
Размеры, м	До 12,0	(2,0...8,0)/(0,8...0,93)	(2,0...2,5)/1,23
Масса 1 м <sup>2</sup> , кг	4,6	4,6	4,6

Медный лист *Классик (Classic Rannila Steel Oy)* — медный светло-желтый профилированный лист толщиной 0,6 мм, длиной 0,8...12 м (в Россию поставляется до 6 м), шириной 474 мм. Для его изготовления используют чистую (99,9 %) медь производства финского концерна *Outokumpu*.

Форма профиля и запатентованный *Rannila* самозащелкивающийся замок позволяют быстро монтировать листы, обеспечивают ровные стыки, водонепроницаемость. Процесс патинования начинается сразу после

монтажа: кровля постепенно приобретает розоватый оттенок, который затем переходит в светло, а затем в темно-коричневый и через 20...30 лет начинает приобретать зеленый цвет.

Медный лист *Classic Nordic Brown* — медный лист *Classic*, обработанный в заводских условиях специальным раствором, ускоряющим образование патины. Имеет оттенок, близкий к зеленому, который он бы приобрел через 15...20 лет в естественных условиях.

*Металлочерепица* — один из современных кровельных материалов, получивший наибольшее распространение (табл. П.11.2)

Таблица П.11.2

Сравнительные характеристики металлочерепицы

Фирма	Вид покрытия, его толщина, мм	Количество волн	Рабочие размеры листов, м		Общие размеры листов, м		Нахлест по длине, м
			ширина	длина	ширина	длина	
<i>Meza System EVA</i>	Полиэстер: 0,4; 0,5 Пластизол: 0,5	1	1,10	0,35	1,151	0,470	0,120
		3		1,05		1,170	
		6		2,10		2,220	
		10		3,50		3,620	
<i>Meza System ANNA</i>	Полиэстер: 0,4; 0,5 Матовый полиэстер: 0,4 Пластизол: 0,5	1	1,05	0,35	1,135	0,470	0,135
		3		1,05		1,170	
		6		2,10		2,220	
		10		3,50		3,620	
<i>Profil Plat</i>	Полиэстер: 0,4 Пластизол: 0,5	1	1,05	0,35	1,135	0,485	0,135
		3		1,05		1,185	
		6		2,10		2,235	
		10		3,50		3,635	
<i>Gassel Profil</i>	Пластизол: 0,5	1	1,10	0,35	1,151	0,450	0,110
		3		1,05		1,150	
		6		2,10		2,200	
		10		3,50		3,600	
<i>Plannja</i>	Полиэстер: 0,45 Матовый полиэстер: 0,45 «Пурал»: 0,50	1	1,10	0,35	1,185	0,470	0,120
		3		1,05		1,170	
		6		2,10		2,220	
		10		3,50		3,620	
<i>Finish Profiles</i>	Полиэстер: 0,4 Пластизол: 0,4; 0,5	1	1,10	0,35	1,185	0,450	0,110
		3		1,05		1,150	
		6		2,10		2,200	
		10		3,50		3,600	
<i>Лунецк</i>	Полиэстер: 0,55	1	1,10	0,35	1,190	0,500	0,150
		2		0,70		0,850	
		3		1,05		1,200	
		6		2,10		2,250	
		10		3,50		3,650	

Металлочерепица *Кедр, Компакт* — эксклюзивная чешуйчатая металлочерепица полностью характеризует старорусский стиль кровельного

покрытия. Изготавливается из оцинкованной стали толщиной 0,55...0,80 мм с защитным покрытием. Лицевое покрытие: цинкование, фосфатирование, грунтовка металла методом катафореза. Размеры такой металлочерепицы: 0,48/0,3 м; 1,25/0,56 м; 2,0/0,6 м. Масса 1 м<sup>2</sup> — 4,8...6,0 кг. Срок службы — 35...40 лет. Долговечна, облегчает конструкции кровли, обеспечивает их быстрый монтаж, создает эффект натуральной черепицы, возможна покраска на заказ полимерными порошками.

Металлочерепица *Rannila* — стальной лист, покрытый с двух сторон слоями цинка и пассивирующими слоями (эпоксидный композит с высокой степенью адгезии, обеспечивающий хорошее сцепление металлического слоя с последующими слоями грунтовки и с наружной стороны — слоем цветного пластика). Пластик придает кровле декоративные свойства и защищает от холода и жары (сохраняет свойства при нагревании до +120 °С). Панели имеют длину от 0,8 до 7 м, масса 1 м<sup>2</sup> — 5...5,2 кг, срок службы — более 30 лет.

В *Rannila* предлагаются следующие типы металлической кровли: *Монтеррей (Monterrey)*, *Элит (Elite)*, *Каскад (Cascade)*, имитирующие уложенную традиционную черепицу, но отличающиеся формой черепичных плиток и высотой волны. *Rannila Classic* внешне выглядит как классическая фальцевал кровля и выпускается по двум вариантам полимерных покрытий: *Пурал (Pural)* и *ПВФ2*. *Pural* характеризуется высокой коррозионной стойкостью, стабильностью цвета и глянца, хорошей формуетостью, выдерживает значительные суточные температурные перепады. Покрытие *ПВФ2* — элитное — имеет те же характеристики, но более чувствительно к механическим повреждениям. *ПВФ2* имеет варианты цветового решения «металлик»: *Silver (Серебро)*, *Gold (Золото)*, *Cooper (Медь)*.

Монтируются панели внахлест (одна на другую); под панели укладывают антиконденсационное покрытие. В покрытии *Rannila Classic* листы при укладке защелкиваются между собой с помощью специального замка и формируют водонепроницаемое покрытие, не требующее дополнительного уплотнения.

Металлочерепица *САК-2* — аналог металлочерепицы *Монтеррей*, имеет большую механическую прочность, лучшую проветриваемость со стороны подкровельного пространства. Изготавливают на основе холоднокатаного горячеоцинкованного стального листа толщиной 0,5 мм с многослойным защитным полимерным покрытием полиэстер (*Пурал* или *пластизол*) различной цветовой гаммы.

*Металлочерепица скандинавская (немецкая)* — это оцинкованная сталь или алюминий с лицевым покрытием (полиэстер, пластизол, терраплегель (матовое шероховатое покрытие из полимера с кварцевым песком и пигментом)). Размеры: длина от 1,3 до 7,2 м; ширина 1,01 м, масса 1 м<sup>2</sup> —

4,5 кг (сталь); 1,5 кг (алюминий). Применяется при уклоне кровли 10...60 град. Срок службы — 30...50 лет.

*Метро Бонд* — стальные кровельные листы с покрытием из натурального камня, формирующие элитное покрытие с эффектом объемной черепицы. Основой материала является стальной лист толщиной 0,5 мм, покрытый с двух сторон специальным алюминиево-цинковым сплавом и дополнительной многослойной защитой. На лицевую сторону листа наносится слой из крошки натурального камня, защищенного акрилатом. Каменная крошка повышает атмосферостойкость покрытия, улучшает его декоративный вид, противопожарные качества и шумоизоляцию во время дождя. Масса 1 м<sup>2</sup> покрытия — 7 кг. Размеры кровельных листов: 1330×410 и 1250×450 мм (плоского). Листы укладывают внахлест с образованием замка. На крышах с уклоном от 12 град возможен монтаж по старому кровельному покрытию.

В комплект поставки входят круглый и ребровый конек, торцевые планки, боковые примыкания к стенке, ендовы, карнизные планки, фартуки, гвозди, набор для ремонта.

*Ондутил* — металлочерепица нового поколения, содержащая семь поперечных волн с отштампованными рельефами. На оцинкованный с двух сторон металлический лист сверху нанесен акрил, а по нему в вязущем из прозрачного акрила окрашенный гранулят. Покрытие из минерального гранулята повышает долговечность, морозо- и пожароустойчивость, шумопоглощение при дожде; воссоздает благородную фактуру натуральной черепицы. Размер панели — 139,9×45,5 см, масса — 3,7 кг.

*Медная лента* — исходный материал для укладки кровли по индустриальной технологии. Выпускается в рулонах длиной до 11 м. Характеристики медной ленты приведены в табл. П.11.3.

Таблица П.11.3

Характеристики	Показатели
Ширина, м	0,67...0,70
Масса 1 м <sup>2</sup> , кг	5,4
Рекомендуемый уклон, град	11...45
Срок службы, лет	Более 50

Медь раскатывается длинным листом во всю длину ската и «сшиваются» двойным фальцем. Закаточные машины обеспечивают абсолютную герметичность. К основе медная кровля крепится специальными язычками — «кляммерами». Они же обеспечивают компенсацию термической подвижки кровли, связанной с сезонными перепадами температур.

*Пластиковые покрытия* по металлу характеризуются различной устойчивостью к УФ-излучению, к температуре, к агрессивным средам, к механическим повреждениям, а также пластическими свойствами при различных температурах.

*Пурал (PUR)* — полимерное покрытие на полиуретановой основе, модифицированной полиамидом. Имеет хорошую химическую устойчивость, выдерживает солнечное облучение, высокие температуры и большие суточные температурные перепады. Сохраняет пластичность даже при низких температурах. Температурный интервал работы с материалом от  $-15$  до  $+120^{\circ}\text{C}$ . Толщина покрытия составляет  $50$  мкм. Имеет шелковистоматовую структурную поверхность. Применяется для профилированных листов, так как легко обрабатывается и при профилировании, и монтаже.

Полидифторид (*PVF2, PVFD*) — материал, состоящий из поливинилфторида (80 %) и акрила (20 %). Полимерное покрытие прочное, температурный интервал применения от  $-60$  до  $+120^{\circ}\text{C}$ ; устойчив к УФ-облучению; практически не выцветает, имеет красивый блеск; обладает высокой стойкостью к агрессивным средам и механическим повреждениям. Применяется в условиях агрессивных сред, таких как здания химической промышленности и т. п. Для придания металлического блеска стандартное покрытие дополняется слоем прозрачного лака с пигментом «металлик».

*Полиэстер (PE, PE50, MatPE)* подходит для любых климатических поясов, стоек к атмосферным воздействиям. Толщина покрытия составляет  $25\dots 30$  мкм; обладает высокой цветостойкостью и пластичностью; температурная стойкость порядка  $+120^{\circ}\text{C}$ . Покрытие может быть глянцевым и матовым — модифицированным тефлоном (*MatPE*). Стойкость к механическим воздействиям невысока. Полиэстер (*PE50*) с увеличенной толщиной защитного слоя до  $50$  мкм обладает свойствами покрытия *Пурал* и характеризуется более высокой износостойкостью. Применяется для оцинкованных металлических листов при соблюдении условия осторожного монтажа.

*Пластикол (P175, PVC200, HPS200)* — декоративный полимер, состоящий из поливинилхлорида и пластификаторов. Толщина полимерного покрытия для кровельного стального листа —  $175$  или  $200$  мкм; выпускаются листы с двухсторонним покрытием толщиной по  $100$  мкм. Покрытие устойчиво к механическим повреждениям, обладает высокой коррозионной стойкостью, однако из-за низкой температурной стойкости и низкой стойкости к УФ-излучению материал быстро стареет. Цветостойкость покрытия невысока, и оно через несколько лет равномерно теряет яркость цвета. На покрытие толщиной  $200$  мкм может быть накатан штампованный рисунок. Применяется для изготовления труб, желобов и фальцевых кровель. Не рекомендуется использовать для южных регионов.

*Стальной гофрированный лист с полимерным покрытием* состоит из оцинкованной стали с лицевым покрытием (полиэстер, пластикол, Пурал, поливинилфторид, матовый полиэстер). Масса  $1\text{ м}^2$  —  $4,5$  кг, рекомендуемый уклон —  $10\dots 60$  град, срок службы — более  $50$  лет.

*Стальной оцинкованный лист* имеет размеры: ширина —  $2,5\times 1,25$  м, длина — любая. Масса листа —  $13,5$  кг. Масса  $1\text{ м}^2$  —  $4,5$  кг, рекомендуемый уклон —  $30\dots 45$  град, срок службы — более  $50$  лет. Листы на земле предва-

рительно соединяют лежащим фальцем в продольные «картины», боковые (продольные) пленки которых на крыше соединяют в стоячие фальцы и загibaют. В фальцы заранее закладывают жестяные кляммеры, которые прибаваются потом к боковым граням облицовки. Отверстия у вентиляционных шахт, дымовых и газовых труб обделывают фартуками из оцинкованной стали. Для покраски металлической кровли рекомендуется масляный сурик. Из-за периодического теплового расширения стали краска может местами отслаиваться; такие места закрашивают дополнительно.

*Стальной оцинкованный лист с полимерным покрытием.* Лицевое покрытие: полиэстер, пластизол, пурал, поливинилфторид, матовый полиэстер. Размеры: ширина — 1,25 м, длина — любая. Масса 1 м<sup>2</sup> — 3,6 кг, рекомендуемый уклон — 60...150 град, срок службы — более 50 лет.

*Цинковый лист* изготавливается в виде кровельных листов марок Ц1 и Ц2. Применяется для обустройства особо сложных кровель, требующих высокой квалификации; для изготовления различного рода украшений на кровле.

*Цинк-титан* — сплав цинка (содержание 95,5 %) с легирующими элементами: титаном, медью и алюминием. За рубежом известен как *ВМ ЦИНК, ЮНИОН ЦИНК, РАЙН ЦИНК*. Материал представляет собой ленту шириной 660 мм, толщиной 0,65 мм и длиной до 500 м. Срок службы кровель составляет до 120 лет. Защитная пленка (патина), предохраняющая цинк от разрушения, обуславливает долговечность покрытия. После пяти-шести лет эксплуатации патина приобретает благородный серый цвет. Цинк-титан является материалом с большим коэффициентом линейного температурного расширения: 20 мм на 10 м при перепаде температур 100 °С; пластичный материал, хорошо поддающийся механическим воздействиям. Покрытия из цинк-титана не должны иметь прямого контакта со сталью или медью, лучшей изоляцией является свинец. Цинк-титан хорошо контактирует с алюминием, свинцом, оцинкованным железом и нержавеющей сталью.

Применяется в качестве кровельного материала и при отделке фасадов зданий. Для компенсации температурного расширения по длине ряда применяют специальные скользящие кляммеры, позволяющие материалу свободно двигаться в продольном направлении. С материалом не рекомендуется работать при температурах ниже +5 °С; при необходимости листы цинк-титана подогревают в местах сгиба с помощью горелки или промышленного фена.

Если уклон крыши менее 25 %, то цинк-титан не рекомендуется укладывать на гидроизоляционный слой, только на обрешетку. В противном случае на тыльной стороне листа может образоваться так называемая белая ржавчина, которая способствует преждевременному разрушению всего кровельного покрытия.

Работают с цинк-титаном только инструментом, не имеющим острых кромок, разметку производят карандашом или маркером; все соедине-

ния выполняют двойными фальцами. Цинк-титан хорошо паяется легкоплавкими припоями типа ПОС-30, ПОС-60. В качестве флюсов применяют специальные пасты или травленую соляную кислоту. Перед пайкой поверхности зачищают и обезжиривают, после пайки — промывают содовым раствором и большим количеством воды.

### 11.1. Современные кровельные материалы на основе минерального сырья

*Асбоцементные кровельные листы* — цементный композиционный материал, упрочненный асбестовым волокном. Отечественные заводы выпускают листы унифицированного, среднего, обыкновенного и усиленного профиля (табл. П.11.4). Листы имеют шестиволновый профиль, высота волны — 28, 32, 40, 45 и 50 мм.

Асбоцементные кровли окрашивают свето- и атмосферостойкими масляными красками для кровель (железный сурик, зеленая краска на основе оксида хрома) и цветными эмалями (ПФ-115, ПФ-133 и ПФ1123).

Таблица П.11.4

Марка	Характеристика	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Прочность при изгибе, МПа	Морозостойкость	Размеры, мм		
					Длина	Ширина	Толщина
УВ-6	Унифицированный профиль	1700	18,1	25	1750 2000 2500	1125	6,0
УВ-7,5	Унифицированный профиль	1750	20,6	50	1750 2000 2500	1125	7,5
СВ	Средний профиль	1700	-	25	1750 2000 2500	980 1130 1130	5,8 6,0
ВО	Обыкновенный профиль	1700	-	25	1200	686	5,5
ВУ	Усиленный профиль	1750	-	50	2800	1000	8,0

*Вартти 2000 (минерит)* — волокнистый кровельный лист, изготовляемый на основе портландцемента и волокнистого наполнителя (целлюлозного волокна) с покрытием акриловой краской. Изделия проходят автоклавную обработку. Размеры листов — 1000×1095×5,7 мм, средняя плотность — 1200 кг/м<sup>3</sup>, масса 1 м<sup>2</sup> — 11,4 кг.

*Ардогрес (Ardogres)* — кровельная плитка, имитирующая внешний вид и свойства природного шифера (от французского *ardois* «сланец», *gres* «каменная керамика»). Изготавливается по технологии керамогранита:

прессованием под большим давлением полусухих масс с последующим обжигом при повышенных температурах до полного спекания черепка. Плитка имеет плотную структуру. Цвета плиток — серый пепельный, черный сланцевый, темно-красный (гранатовый); матовая лицевая поверхность имеет неровности и уступы, характерные для природного сланца. Свойства кровельных плиток *Ardogres* представлены в табл. П.11.5.

Таблица П.11.5

Характеристики	Показатель
Размеры плиток, мм	400×400 и 250×400
Толщина, мм	9,5
Масса покрытия, кг/м <sup>2</sup>	25...45
Водопоглощение, %	0,15
Прочность при изгибе, МПа, не менее	60
Гарантированный срок службы, лет	50

Применяется для скатных кровель с уклоном не менее 14 град. Элементы вентиляции чердачного пространства для кровель из плиток *Ardogres* не нужны, так как сам метод укладки плиток обеспечивает нормальную вентиляцию и предотвращает образование конденсата в кровельной конструкции.

*Черепица* — группа штучных кровельных строительных материалов на основе минерального сырья. Масса черепичной кровли 50...100 кг/м<sup>2</sup>. Плоские или фигурные плитки изготавливают из обожженной глины (ленточной, штампованной, голландской), цементно-песчаной смеси (франкфуртской, натуральной черепицы) и других материалов (табл. П.11.6).

Таблица П.11.6

Вид черепицы	Угол наклона крыши, град	Долговечность, лет
Керамическая	30...65	60 и более
Цементно-песчаная	30...65	25...40
Из стеклофибробетона	30...60	30...40
Бетонная	30...60	30...40

*Черепица классическая БРААС ДСК-1* — натуральная цементно-песчаная черепица. Исходным сырьем для ее изготовления являются: портландцемент, кварцевый песок и железо-оксидный краситель. Цвета черепицы: красный, коричневый, серый, черный, зеленый, вишневый.

Черепица стойка к УФ-облучению, биологическому воздействию, химически активным веществам, ветру; «не шумит» под дождем и ветром; пожаробезопасна; не накапливает статического электричества. Свойства черепицы указаны в табл. П.11.7.

*Черепица ROBEN* — керамическая (клинкерная) черепица. Возможные варианты цвета: красный ангобированный, медно-коричневый, медно-коричневый нюансированный (возникающий в результате частичного глазурирования), серо-голубой, черный матовый. Применяется для строительства скатных кровель.



Таблица П.11.7

Характеристики	Показатели
Размеры, мм	420×330, 415×330
Масса 1 м <sup>2</sup> , кг	40...60
Масса одной черепицы, кг	4,5
Прочность при изгибе, МПа	25,0
Морозостойкость, циклов, не менее	1000
Срок службы, лет	50...100

*Черепица HEISTER-HOLZ (ХЕСТЕР-ХОЛЬЦ)* — керамическая черепица: окрашенная, глянцевая, глазуванная. Глазуванная черепица, помимо декоративных качеств, обладает дополнительными защитными факторами: с нее лучше стекает вода, соскальзывает снег и не происходит раннего старения материала.

*Шифер природный* (от немецкого *schiefer* «сланец») — плиточный материал, получаемый раскалыванием на плоские плашки природного сланца. Добыча сланца организована в Германии и Испании. Для сланцевых плиток характерны приглушенные тона (темно-серые, красно-коричневые) и ступенчатая фактура поверхности. Размеры плиток — от 20×15 до 60×30 см при толщине 5 мм.

Виды кладок: старогерманская, «дикая», чешуйчатая, плитками с одним скругленным углом, прямоугольными плитками, остроугольными плитками, «рыбья чешуя», «сотами», шестиугольными плитками.

Используется для жилых и общественных зданий, имитирующих историческую застройку; для реконструкции кровли.

*Этернит* — асбоцементные изделия, изготавливаемые из смеси портландцемента (85 %) и асбестового волокна (15 %). Такие изделия выпускают в виде плиток или плоских листов квадратной формы. Типоразмеры плиток толщиной 4 мм: рядовые (ПК-1) — 400×400 мм; краевые (ПК-2) — 467×333 мм; фризвые (ПК-3) — 467×333 мм, коньковые элементы полукруглого сечения. Масса — 30...40 кг/м<sup>2</sup>. В плитках предусмотрены овальные отверстия 7×6 мм под гвозди. Для обеспечения свободы температурно-влажностных деформаций, которым подвержен асбоцемент, гвозди не добивают на 5...7 мм, и на этот участок для обеспечения прижима плитки навивают медную или алюминиевую проволоку.

*Этернит (Айфель, Бибер, Европа, Фортлэнд)* — плиточный материал, состоящий из портландцемента, известковой муки, армирующих технических волокон и краски. Характеристика плиток *Этернит* приведена в табл. П.11.8.

Таблица П.11.8

Характеристики	Показатели
Размеры, мм	400×400
Масса 1 м <sup>2</sup> , кг	12,5
Рекомендуемый уклон, град	30...90
Срок службы, лет	До 30

## 11.2. Современные кровельные материалы на основе органического сырья

### 11.2.1. ШТУЧНЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ КРОВЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

*Арбизел ПФ* — мягкая черепица (с фигурной кромкой), состоящая из дисперсно-армирующей основы из негниющих материалов, битума, полимеров. Основные характеристики черепицы *Арбизел ПФ* представлены в табл. П.11.9.

Таблица П.11.9

Характеристики	Показатели
Размеры, мм	1500×400
Масса 1 м <sup>2</sup> , кг	3,5...7,0
Рекомендуемый уклон, град	10...90
Срок службы, лет	До 20

Применяется мягкая черепица *Арбизел ПФ* для кровли различной, самой сложной конфигурации.

Битумно-полимерная плитка (*БПП*) — битумный или битумно-полимерный материал на стекловолоконистой основе. На верхней стороне плитки имеется посыпка, которая придает материалу определенный цвет и служит защитой от механических воздействий и солнечной радиации.

Используют *БПП* для монтажа кровли различной конфигурации при уклоне крыш до 85 град, с обязательным обеспечением вентиляции подкровельного пространства. Нижний слой кровли из *БПП* должен быть выполнен из любого рулонного кровельного материала. При укладке плитки нужно убедиться в том, что нижняя сторона плитки хорошо приклеена, и при необходимости осторожно подогреть нижнюю поверхность плитки для обеспечения плотного приклеивания.

*ИКО* — канадская мягкая (гибкая) черепица. Основой служит толстый стеклохолст, покрытый с двух сторон кровельным битумом с наполнителем. Нижняя поверхность представляет собой самонаклеивающийся слой из резинобитумного клея, благодаря чему обеспечивается полная герметичность кровли и существенно облегчается процедура монтажа. Минеральная посыпка защищает материал от УФ-разрушения и придает покрытию разнообразные цветовые оттенки. Формы плитки: шестигранная, прямоугольная, «бровый хвост» и др. Плитка выпускается 124 цветов, включая плитки с тенью в верхней части, придающие кровле рельефный вид. Плитка водонепроницаемая, «бесшумная», стойкая к перепадам температуры, морозам, пожарам.

*Икопал (Icopal)* — светопропускающая кровля, выполняемая из гибкого (прозрачного или белого) пластикового профиля ПВХ толщиной 1,5 мм. Материал стоек к воздействию суровых морозов, выдерживает снеговые нагрузки до 200 кг/м<sup>2</sup>, сильный ветер. Не изменяет цвет и прозрачность под действием УФ-лучей, прочен, теплостоек, прост в монтаже, по-

зволяет реализовывать различные дизайнерские решения в оформлении световых окон, террас, беседок, дворовых построек, навесов для автомобилей и дорожек.

*Катепал* — мягкая битумная черепица и резинобитумные рулонные покрытия (размеры рулона: ширина 1 м, длина 10 м). Основа материала состоит из стеклохолста, стеклоткани и полиэстера. В качестве связующего применяют СБС-модифицированный битум. Поверхность покрывают песком или окрашенной посыпкой (верх), полиэтиленовой пленкой или сплошным слоем самоклеящегося резинобитума (низ). Свойства материала представлены в табл. П.11.10.

Таблица П.11.10

Характеристики	Показатели
Толщина, мм	2,5...4,0
Масса, кг	2,5...4,0
Гибкость на бруске, мм/°С	15/-25
Теплостойкость, °С	90
Срок службы, лет	20

*Монопанель* – конструкция заводского изготовления, состоящая из несущего стального оцинкованного профилированного листа (окрашенного или неокрашенного), высокоэффективного заливочного пенопласта и полимерной кровельной мембраны *Поликром*. Характеристики конструкции приведены в табл. П.11.11.

Таблица П.11.11

Характеристики	Показатели
Размеры, м:	
длина	12,4
ширина	0,75
толщина	0,08...0,12
Масса 1 м <sup>2</sup> , кг	18...23
<b>Профилированный лист</b>	
Несущая способность точечной нагрузки при расстоянии между прогонами 3 м, кг	500
Несущая способность равномерно распределенной нагрузки при расстоянии между прогонами 3 м, кг	500
<b>Пенопласт <i>Пенорезол</i></b>	
Теплопроводность, Вт/м·°С	0,041
Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	90...100
<b>Мембрана <i>Поликром Р</i></b>	
Условная прочность, МПа	3,5...6,0
Относительное удлинение, %	300
Гибкость на бруске, мм/°С	5/-60
Теплостойкость при температуре +120 °С, ч	2

Используется для монтажа кровли. Монтаж заключается в раскладке панелей по прогонам ферм с одновременной изоляцией стыков ленточным герметиком для предотвращения проникновения паров из помещения в

утеплитель. На объектах с повышенными требованиями к надежности кровли может быть наклеен второй слой *Поликрома* при помощи холодной полимерной мастики.

*Нулин* — волнистые кровельные листы (аналог шифера) из целлюлозных волокон, пропитанных битумом и покрытых с лицевой стороны полимерной краской. Размеры листа: 1,22×2,04 м. Материал не подвержен гниению, стоек к температурным перепадам и химическому воздействию, способен выдерживать нагрузки до 300 кг/м<sup>2</sup> и противостоять порывам ветра до 160 км/ч, поглощает шум дождя и ветра. Гарантийный срок эксплуатации — 25 лет.

Используется для монтажа новой кровли или ремонта старой. Может монтироваться на неровной поверхности; в том числе и по старому кровельному покрытию.

*Ондулин* — гибкий листовой материал, являющийся облегченным аналогом асбестоцементных волокнистых листов, с высотой волны 36 мм. В состав входят дистиллированный битум, целлюлозные волокна, минеральный наполнитель, термоотверждающаяся смола и минеральные пигменты. Листы выпускают четырех цветов: красного, черного, зеленого и коричневого. Материал погодо-, морозо- и биостоек, стоек к воздействию кислот и щелочей, некоторых органических растворителей. Применяется для возведения новой кровли и ремонта старой. Свойства листов *Ондулин* приведены в табл. П.11.12.

Таблица П.11.12

Характеристики	Показатели
Размеры, мм	2000×940×27
Масса 1 м <sup>2</sup> , кг	5,75
Рекомендуемый уклон, град	От 5...20 до 90
Срок службы, лет	До 30

*Ондулин US-Шинглс* — кровельная плитка (мягкая черепица), представляющая собой битумизированные полосы, состоящие из пяти слоев: кварцевый песок, битум, основа – стекловолокно, битум, минеральная посыпка. Плитка *Шинглс*, уложенная внахлест и вразбежку, придает покрытию фактуру старинной гонтовой или драночной кровли. Имеют различную форму и 12 цветов: красный, коричневый, зеленый, черный и их оттенки. Свойства плитки *Ондулин* приведены в табл. П.11.13.

Таблица П.11.13

Характеристики	Показатели
Размеры, мм	914×305
Масса 1 м <sup>2</sup> , кг	9,78
Рекомендуемый уклон, град	26...90
Срок службы, лет	До 30

Плитку *Ондулин* можно использовать для кровли любой конфигурации. Для быстрой установки имеются самоклеящиеся полосы. *Шинглс* ук-

ладывают по сплошному настилу из листов фанеры, шпунтованных или обрезных досок с водоотталкивающей пропиткой. Полоса крепится битумным клеем, а по верхнему краю прибивается гвоздями.

*Резиноп* (*Rezinol*) — резинопolyмерная черепица. Исходным сырьем являются амортизированные автомобильные шины, вулканизаторы и полиолефины. Материал устойчив к различным агрессивным средам и перепадам температур, обладает высокой водостойкостью и стабильностью по прочности и деформируемости при воздействии воды и атмосферных факторов. Основные характеристики черепицы *Резиноп* приведены в табл. П.11.14.

Таблица П.11.14

Характеристики	Показатели
Размеры, мм	800/1100, 960/1670
Масса 1 м <sup>2</sup> , кг	9,78
Рекомендуемый уклон, град	10...90
Срок службы, лет	Не менее 20

*Солома* — натуральная и искусственная. Сырьем для натуральной соломы служит чаще всего речной камыш. Искусственную солому изготавливают из высококачественных полимерных материалов. Помимо основных кровельных функций солома выполняет функции тепло- и звукоизоляции.

Срок службы до 50 лет, масса 1 м<sup>2</sup> покрытия 32 кг, толщина 25...35 см. Благодаря свойствам исходных материалов, а также специальной технологии монтажа удается обеспечить оптимальный температурно-влажностный режим без дополнительных мероприятий по тепло-, гидро-, пароизоляции. После пропитки специальными составами покрытие приобретает пожароустойчивые и водоотталкивающие свойства.

*Шинглс (Гонт)* — листы из целлюлозного или асбестового картона, пропитанного природным битумом и покрытого с лицевой стороны бронирующей посыпкой из сланцевой мелочи. Название происходит от английского *shingle* или польского *gont* «плоская кровельная плитка, дранка». Размеры плиток (90...100)×(31...40) см. Нижний край плиток — фасонный, создающий после укладки впечатление чешуйчатого покрытия. Листы могут имитировать 3...4 черепицы (гонта) различной формы.

### 11.2.2. РУЛОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И МЕМБРАНЫ

*Аквастен-ТП*, *Аквастен-Э* — термопластичный армированный материал на основе поливинилхлорида (*Аквастен-ТП*) и мембрана на основе этиленпропиленового каучука (*Аквастен-Э*). Сохраняют деформативность кровельного ковра при отрицательных температурах, что снижает вероятность образования усталостных трещин. Основные свойства приведены в табл. П.11.15.

*Аквастен* служит для гидроизоляции бассейнов, в качестве покрытий, эксплуатируемых в условиях средне- и высокоагрессивных атмосферных воздействий и резко континентального климата.

Таблица П.11.15

Показатели	Тип	
	Аквастен-ТП	Аквастен-Э
Условная прочность при растяжении, МПа, не менее	9,0	7,0
Относительное удлинение, %, не менее	300	300
Водопоглощение, %, не более	1,0	1,0
Гибкость на стержне 5 мм, °С, не менее	-40	-60
Гибкость на стержне 25 мм, °С, не менее	-60	-
Ширина, мм	1020	1300
Толщина, мм	1,2	1,2
Изменение линейных размеров при нагревании, %	2	2

*Арбизел* — рулонный материал, состоящий из дисперсно-армирующего волокна на основе негниющих материалов, битума и полимера. Поверхности *Арбизела* покрыты цветной посыпкой. Характеристики рулонного материала *Арбизел* приведены в табл. П.11.16.

Таблица П.11.16

Характеристики	Показатели
Прочность на разрыв, МПа	1,2
Водопоглощение, %	24/1,5
Водонепроницаемость при давлении, МПа/ч	1,0/2,0
Гибкость на бруске, мм, при °С	5/-50
Теплостойкость, °С	100
Срок службы, лет	15...20

*Гидростеклоизол* — материал, основой которого служит стеклоткань, вяжущим является битум с минеральным наполнителем и пластификатором. Покрытие поверхности — пылевидная посыпка. Гидростеклоизол широко применяется для гидроизоляции кровель и подземных сооружений. Характеристики гидростеклоизола представлены в табл. П.11.17.

Таблица П.11.17

Характеристики	Показатели
Размеры, мм:	
длина	10 000
ширина	1000
толщина	3
Масса, кг	3,5
Водопоглощение, %	24/1,5
Водонепроницаемость при давлении, МПа/мин	0,5/10
Гибкость на бруске, мм, при °С	20/0
Температура хрупкости вяжущего, °С	-15
Теплостойкость, °С	65
Срок службы, лет	15

*Днепромаст, Стекломаст* — материалы, основой которых является стеклоткань *СТ* или стеклохолст *СХ* с полиэстером *ПЭ*, вяжущим — окисленный битум. Основные свойства материалов *Днепромаст* и *Стекломаст* приведены в табл. П.11.18.

Таблица П.11.18

Характеристики	Марка		
	СТ	СХ/ПЭ	СТ/ПЭ
Размеры, мм:			
длина	10 000	10 000	10 000
ширина	1000	1000	1000
толщина	3,5	4,5	4,5
Масса, кг/м <sup>2</sup>	4	5	5
Прочность на разрыв, Н	600	400	600
Водонепроницаемость при давлении, МПа/ч	0,001/72		
Гибкость на бруске, мм/°С	25/0		
Срок службы, лет	До 15		

Применяются *Днепромаст*, *Стекломаст* в качестве нижнего слоя кровельного ковра и гидроизоляции.

*Изол* — бесосновный биостойкий, гидро- и пароизоляционный рулонный материал, получаемый из резинобитумного вяжущего, пластификатора, наполнителя, антисептика и полимерных добавок. Нижняя поверхность полотна *изола* (внутренняя в рулоне) должна быть покрыта сплошным слоем пылевидной посыпки. Характеристики материала представлены в *табл. П.11.19*.

*Изол* предназначен для кровли и оклеечной гидроизоляции (в том числе подземных каналов для трубопроводов); изоляции конструкций зданий и сооружений; пароизоляции покрытий, а также для гидроизоляции пролетных строений железнодорожных мостов, расположенных в районах с температурой наиболее холодных суток до минус 35 °С; для защиты наружной поверхности стальных труб тепловых сетей от коррозии при температуре до 140 °С, а тепловой изоляции — от увлажнения в случае бескапанальной прокладки.

Таблица П.11.19

Показатели	Вид	
	И-БД	И-ПД
Условная прочность, МПа	0,45	0,60
Относительное удлинение, %	55	80
Относительное остаточное удлинение, %	25	30
Водопоглощение в течение 24 ч, %	1	0,8
Гибкость на бруске 5 мм, °С	-15	-20
Теплостойкость, °С/ч	150/2	

*Карисма* (*Carisma CI, CIK*) — рулонный материал с основой из битумосовместимого сополимера этилена и битума с внутренним армированием нетканым материалом из стекловолокна (*CI*) или с дополнительной подложкой из полиэстерового волокна (*CIK*). Цвет черный. Стоек к воздействиям окружающей среды, биостоек; нестойк против масел и органических растворителей. Остальные свойства приведены в *табл. П.11.20*.

*Карисма* применим для сварки горячим воздухом и горячим клином. Допускает складывание пополам. Используется в районах с холодным климатом.

Таблица П.11.20

Показатели	Вид	
	CI	CIK
Размеры, мм: длина	20 000	20 000
ширина	1 040...2 080	1 040...2 080
толщина	2,0	3,0
Прочность на разрыв, Н/мм <sup>2</sup>	6,0	14,0
Относительное удлинение при разрыве, %	400	25
Ударная прочность, Н/мм <sup>2</sup>	700	750
Коэффициент паропроницаемости	100 000	
Минимальная температура применения, °С	-55	

*Монарфлекс (Monarflex)* — дышащая мембрана из специального полипропиленового состава с кручеными связями. Одностороннее прохождение пара сквозь изоляцию позволяет удалять влагу в процессе вентиляции и предотвращать накапливание влаги внутри кровли и в конструкциях стен. Мембрана водонепроницаемая, образует вторую линию защиты от попадания на теплоизоляцию воды, проникающей по негерметичным стыкам или в результате конденсации. Обладает стойкостью к УФ-излучению, гниению и высокой прочностью. Характеристики мембраны *Монарфлекс* приведены в табл. П.11.21.

Таблица П.11.21

Характеристики	Показатели
Проницаемость водяного пара за 24 ч, г/см	1825
Водопроницаемость	Непроницаема на проход, при распылении влаги и каплеобразовании
Состав	100-процентный полипропилен
Толщина, мм	0,31
Прочность, кН/м	4,5
Цвет	Синий или серый

Дышащую мембрану *Монарфлекс* используют для металлической листовой кровли и наружной обшивки стен.

*Монарфол (неперфорированный)* — влагонепроницаемая полиэтиленовая мембрана, прозрачная, с желтым армированием. Выдерживает ветровую нагрузку и вес человека, не поддается гниению, стойка к УФ-излучению, долговечна. Основные размеры и величина прочности мембраны представлены в табл. П.11.22.

Таблица П.11.22

Характеристики	Показатели
Размеры, м	3×50
Толщина, мм	0,125
Прочность, кН/м	4,5

Применяется в качестве гидроизолирующего слоя для фундаментов и как подкладочный слой в конструкциях кровли. Листы *Монарфол* клеи-



ваются двусторонней бутиловой лентой *Монобонд* с формированием герметичных швов.

*Монарфол (перфорированный)* — влагонепроницаемая полиэтиленовая мембрана, прозрачная, с укрепляющей арматурной сеткой. Пропускает пар и не пропускает воду, предотвращает скопление конденсата и пара в теплоизоляции крыши, не гниет, стойка к УФ-излучению, долговечна. Характеристики перфорированной мембраны *Монарфол* представлены в табл. П.11.23.

Таблица П.11.23

Характеристики	Показатели
Размеры, м	3×50
Толщина, мм	0,125
Прочность, кН/м	4,5
Паропроницаемость за 24 ч, г/м <sup>2</sup>	220

Мембрана укладывается непосредственно под жесткую или черепичную кровлю; применяется также при гидроизоляции стен.

*Поролон* — гидроизоляционный материал с основой из полиэстера. Вяжущим являются модифицированные эластомерные мембраны. Покрытие поверхности — кварцевая посыпка (верх) и термопластичная пленка *Termonte* (низ). Основные свойства поролона приведены в табл. П.11.24.

Таблица П.11.24

Характеристики	Показатели
Размеры, мм:	
длина	10 000
ширина	1000
толщина	4
Масса, кг	4,5
Прочность на разрыв, Н	750
Водонепроницаемость при давлении, МПа/ч	0,06/24
Гибкость на бруске, мм, при °С	20/-20
Теплостойкость, °С	140
Срок службы, лет	10

Поролон широко используется при кровельных работах, для любой гидроизоляции при повышенных деформациях, в химически агрессивных средах и при высоких температурах.

*Пергамин* — гидроизоляционный материал, основой которого служит картон, вяжущим — битум. Покрытие поверхности — крупнозернистая посыпка (верх) и пылевидная посыпка (низ). Характеристики пергамин представлены в табл. П.11.25.

Таблица П.11.25

Характеристики	Показатели
Размеры, м: длина	20
ширина	1
Температура хрупкости вяжущего, °С	0
Гибкость на бруске, мм, при °С	6/-18
Срок службы, лет	5

Пергамин используется в основном для внутренних слоев кровельного покрытия.

*ПВХ-пленка* — поливинилхлоридная пленка толщиной 0,15...0,3 мм. Основные свойства пленки представлены в *табл. П.11.26*. Применяется для пароизоляции кровельного покрытия.

Таблица П.11.26

Характеристики	Показатели
Прочность на растяжение, МПа	1,5...2,0
Относительное удлинение, %	140...200
Водопоглощение за 24 ч, %	Менее 0,1
Гибкость на бруске, мм, при $^{\circ}\text{C}$	5/-60
Срок службы, лет	8...12

*ПИ-пленка* — полиизобутиленовая пленка толщиной 1,5 мм. Характеристики *ПИ-пленки* приведены в *табл. П.11.27*. Применяется для пароизоляции кровельного покрытия.

Таблица П.11.27

Характеристики	Показатели
Прочность на растяжение, МПа	2,0
Относительное удлинение, %	300
Водопоглощение за 24 ч, %	Менее 0,1
Гибкость на бруске, мм/ $^{\circ}\text{C}$	5/-60
Срок службы, лет	8...12

*Поликрафт* — высокоэффективная теплоотражающая мембрана, состоящая из фольги и крафт-бумаги. Свойства мембраны *Поликрафт* приведены в *табл. П.11.28*.

Таблица П.11.28

Характеристики	Показатели
Толщина, мм	0,10
Толщина фольги, мм	0,007
Плотность крафт-бумаги, г/м <sup>2</sup>	50
Плотность фольги, г/м <sup>2</sup>	12
Масса, г/м <sup>2</sup>	80
Термостойкость, $^{\circ}\text{C}$	90
Паропроводность за 24 ч, г/м <sup>2</sup>	0,012
Размеры, м	1,25×24

Материал используется при обустройстве стен и потолков под внутреннюю отделку в жилых и общественных зданиях; при обустройстве мансард, бань, саун, теплых полов.

*Поликров* — материал, основой и вяжущим которого является резиновая смесь (Р-130) или резиновая смесь, армированная стеклотканью (АР-130, АР-150). Поликров используется для гидроизоляции кровель, его основные свойства приведены в *табл. П.11.29*.

*Рубероид* — гидроизоляционный материал с основой из кровельного картона, вяжущее — битум, покрытие поверхности — крупнозернистой или пылевидной посыпкой. Характеристики рубероида различных марок представлены в *табл. П.11.30*.

Таблица П.11.29

Показатели	Вид	
	P-130, AP-130	AP-150
Толщина, мм	1,5	2,5
Масса, кг/м <sup>2</sup>	1,8	2,7
Прочность на разрыв, МПа	5,0	
Гибкость на бруске, мм/°С	5/-60	
Теплостойкость, °С	140	
Срок службы, лет	До 25	

Применяется рубероид для кровли и гидроизоляции.

*Рубемаст* — гидроизоляционный материал с основой из стеклохолста или стеклоткани, вяжущее — битум, покрытие поверхности — крупнозернистой (верх) и пылевидной (низ) посыпкой. Свойства рубемаста представлены в табл. П.11.31.

Таблица П.11.30

Показатели	Вид				
	РКК-400, РКЦ-400	РКК-350	РКП-350	РПП-300	РПС-300
Разрывная сила при растяжении, Н	333	313	274	216	225
Масса покровного состава, г/м <sup>2</sup>	800	800	800	500	600
Водопоглощение за 24 ч, %	2,0				
Температура хрупкости вяжущего, °С	0				
Гибкость на бруске, мм, при °С	15/5				
Теплостойкость, °С	80				
Срок службы, лет	5...7				

Таблица П.11.31

Показатели	Вид	
	РНК-С	РНП-С
Масса, кг/м <sup>2</sup>	3	
Прочность на разрыв, Н	360	400
Водопоглощение, ч/%	24/1,5	
Водонепроницаемость при давлении, МПа/ч	0,001/72	
Температура хрупкости вяжущего, °С	-10	
Гибкость на бруске, мм/°С	25/5	
Теплостойкость, °С	80	
Срок службы, лет	До 10	

Рубемаст применяется в качестве подкладочного слоя для кровли, гидроизоляции.

*Сарнафил* — гибкое полотнище из мягкого поливинилхлорида на несущей основе из стеклохолста (*Сарнафил G*) или синтетической решетчатообразной арматуры (*Сарнафил S*). Обладает высокой сопротивляемо-

стью к старению, стабильностью размеров, механическим сопротивлением, легкостью укладки. Свойства сарнафила приведены в *табл. П.11.32*.

Таблица П.11.32

Показатели	Вид	
	G	S
Толщина, мм	1,2...2,4	
Удлинение при разрыве, %	200	12
Прочность вдоль полотна, Н/мм <sup>2</sup>	10	1150
Прочность поперек полотна, Н/мм <sup>2</sup>	-	950

Используется сарнафил в качестве гидроизоляционного и кровельного ковра для покрытия зданий и инженерных сооружений. Укладывается в один слой.

*Стекломаст* — материал с основой из стеклоткани, вяжущее — пластифицированный битум, покрытие поверхности — крупнозернистой (К) или пылевидной (П) посыпкой (верх) и пылевидной (низ). Размеры полотна: ширина 1 м, длина 7,5 м. Остальные свойства стекломаста приведены в *табл. П.11.33*.

Таблица П.11.33

Характеристики	Показатели
Прочность на разрыв, Н	1000
Водопоглощение, ч/%	24/1,5
Водонепроницаемость при давлении, МПа/ч	0,001/72
Температура хрупкости вяжущего, °С	-15
Гибкость на бруске, мм, при °С	20/0
Теплостойкость, °С	80

Стекломаст служит в качестве нижнего кровельного ковра при гидроизоляции кровель зданий и сооружений.

*Стеклорубероид* — рулонный кровельный и гидроизоляционный материал на стекловолоконистой основе, получаемый нанесением с двух сторон на основу битумного вяжущего и мелкозернистой посыпки. Ширина полотна 1 м. Основные свойства стеклорубероида приведены в *табл. П.11.34*.

Таблица П.11.34

Характеристики	Показатели
Разрывная сила при растяжении, Н	245
Водопоглощение в течение 24 ч, % по массе	1,5
Масса вяжущего, г/м <sup>2</sup>	2100
Содержание наполнителя в вяжущем, % по массе	20
Температура хрупкости вяжущего, °С	-15
Температура размягчения вяжущего, °С	85
Потеря посыпки, г/образец	3,0
Водонепроницаемость при давлении 80 кПа, мин	10
Гибкость на бруске радиусом 20 мм при °С	0
Теплостойкость, °С	80

*Стеклобит* — стекловолокнистая композиция на основе пластифицированного битума. Размеры полотна: ширина 1 м, длина 7,5...10,0 м. Характеристики стеклобита представлены в *табл. П.11.35*.

*Филизол* — гидроизоляционный материал с основой из стекловолокна или полиэстера, покрытого битумом и посыпкой — крупнозернистой (верх), пылевидной (низ). Свойства филизола представлены в *табл. П.11.36*.

*Ютафол Д* — пленочный материал, состоящий из трех слоев: основного (сетка из полиэтиленовых полос) и двух внешних из полиэтиленовой пленки. Арматурная сетка придает материалу прочность, двустороннее ламинирование обеспечивает гидроизоляционные свойства, а микроперфорация создает возможность паропроницаемости. Применяется *Ютафол Д* в качестве гидробарьера при обустройстве скатных кровель. Свойства различных видов *Ютафол Д* представлены в *табл. П.11.37*.

*Таблица П.11.35*

Характеристики	Показатели
Прочность на разрыв, Н	400
Водопоглощение, ч/%	24/1,5
Водонепроницаемость при давлении, МПа/ч	0,001/72
Температура хрупкости вяжущего, °С	-25
Гибкость на бруске, мм, при °С	25/0
Теплостойкость, °С	70
Срок службы, лет	20

*Таблица П.11.36*

Характеристики	Вид			
	В	Н	Н-супер	
Размеры, мм: длина	10 000	10 000	10 000	
	ширина	1000	1000	1000
	толщина	4,0	3,5	5,0
Масса, кг/м <sup>2</sup>	5,5	4,0	5,5	
Прочность на разрыв, Н	490	390	490	
Водопоглощение, ч/%	24/1,5			
Водонепроницаемость при давлении, МПа/ч	0,1/2			
Температура хрупкости вяжущего, °С	-25			
Гибкость на бруске, мм, при °С	25/-18			
Теплостойкость, °С	85			
Срок службы, лет	20			

*Ютакон* — гидроизоляционный материал, состоящий из четырех слоев: основного (синтетическая ткань), ламинированного с двух сторон полипропиленовой пленкой, к одной из которых присоединен влагопоглощающий нетканый материал. Характеристики *Ютакона* приведены в *табл. П.11.38*.

Используется в качестве гидроизоляции при обустройстве скатных кровель и как противоконденсационная пленка. Высокая прочность и ус-

тойчивость против ультрафиолетового излучения позволяют оставлять кровлю не накрытой долгое время. Может использоваться для защиты кровельных конструкций при проведении подготовительных работ, а также для временной защиты теплоизоляции от атмосферных воздействий.

Таблица П.11.37

Характеристики	Вид				
	<i>Д-90 Блэк</i>	<i>Д-96 Силвер</i>	<i>Д-110 Стандарт</i>	<i>Д-110 Специал</i>	<i>Д-220 Специал</i>
Масса, г/м <sup>2</sup>	90	96	110	110	220
Паропроницаемость, г/м <sup>2</sup>	20,0	18,0	22,6	22,6	20,0
Прочность продольная, Н/см	220	650	190	190	250
Прочность поперечная, Н/см	190	450	160	160	220
Растяжимость продольная, %	15	14	14	14	15
Растяжимость поперечная, %	20	221	22	22	22
УФ-стабильность, мес.	6	6	3	3	3
Масса рулона, кг	7,25	7,7	8,75	8,75	17
Размеры рулона, м	1,5×50				

Таблица П.11.38

Характеристики	Показатели
Масса, г/м <sup>2</sup>	140
Паропроницаемость, г/м <sup>2</sup>	0,352
Прочность продольная, Н/см	800
Прочность поперечная, Н/см	600
Растяжимость продольная, %	10
Растяжимость поперечная, %	18
УФ-стабильность, мес	12
Масса рулона, кг	11
Размеры рулона, м	1,5×50

### 11.2.3. СОВРЕМЕННЫЕ СВЕТОПРОЗРАЧНЫЕ КРОВЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

*Ондекс (Ondex)* — листовой профилированный ПВХ пластик, включающий окрашенные, светопрозрачные и светорассеивающие модификации. Пластик характеризуется высокой прочностью при ударе и деформации, стоек к УФ-облучению, не горюч и обладает другими свойствами, указанными в *табл. П.11.39*.

Применяется пластик как кровельный и фасадный материал при строительстве торговых центров, рынков, ангаров, складов, навесов автостоянок и АЗС; при строительстве теплиц, оранжерей, спортивных комплексов.

*Прозрачный поликарбонат (литой и сотовый)* характеризуется прочностью, повышенными противоударными свойствами (литой), тепло-

изолирующей способностью (сотовой), гигиенической безопасностью, малой массой, высокой степенью светопропускания, большим диапазоном температур эксплуатации, шумозащитными свойствами, легкостью и технологичностью монтажа.

Таблица П.11.39

Характеристики	Показатели
Длина листа, м	До 12
Толщина листа, мм	1,2
Масса, кг/м <sup>2</sup>	1,9
Коэффициент теплопроводности, Вт/м·°С	0,07
Упругая деформация при ударе, кДж/м <sup>2</sup>	Более 1200
Светопропускание, %	62...80
Модуль упругости, МПа	3200

Поликарбонат выпускается различных цветов (прозрачный, бронзовый, молочный). Стандартная длина листов сотового поликарбоната 6,0; 7,0 и 12,0 м, литого — 3,05 м; стандартная ширина листов сотового поликарбоната — 2 и 10 м, литого — 2,05 м; толщина для сотового — 4, 6, 8, 10, 16, 20, 25 мм, для литого — 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12 мм. Выпускается поликарбонат с защитным покрытием от УФ-облучения, с твердым износостойким покрытием (одно- или двухсторонним).

Сотовый поликарбонат нашел широкое применение при строительстве теплиц, зданий с отапливаемыми помещениями (зимние сады, световые фонари, большепролетные сооружения). Литой поликарбонат применяется при возведении купольных и арочных конструкций. Для достижения теплоизоляции конструкции из литого поликарбоната выполняются двух- или трехслойными.

*Прозрачное оргстекло* — ударопрочный и морозостойкий материал. Способно пропускать до 75 % ультрафиолетовых лучей, что не оказывают на материал разрушающего воздействия. Применяется для внутренних и наружных светопрозрачных конструкций (остекления оранжерей, соляриев). Основные свойства оргстекла представлены в табл. П.11.40.

Таблица П.11.40

Показатели	Вид	
	Литьевое	Экструзионное
Размеры, мм:		
длина	500...1600	
ширина	400...1400	
толщина	1...30	
Масса листа толщиной 3 мм, кг	3,57	
Прочность при растяжении, МПа	85	
Ударопрочность, кДж/м <sup>2</sup>	12...17	10...15
Температура размягчения, °С	130	
Максимальная температура применения, °С	100	

*Прозрачный полистирол* уступает оргстеклу по ударопрочности. Прямое воздействие УФ-облучения вызывает его пожелтение, помутнение, снижение прочностных характеристик.

Выпускается в виде прозрачных и тонированных листов с рифленой и гладкой поверхностью. Широкое применение прозрачный полистирол нашел для внутреннего остекления, изготовления торгового оборудования, внутренней рекламы, а также для перегородок, остекления душевых кабин, витражей. Характеристики прозрачного полистирола приведены в табл. П.11.41.

Таблица П.11.41

Характеристики	Показатели
Масса листа толщиной 3 мм, кг	3,15
Ударопрочность, кДж/м <sup>2</sup>	11...12
Максимальная температура применения, °С	70

*Прозрачный ПВХ* — прозрачный поливинилхлорид. Этот материал светостабилен, пожаробезопасен, имеет высокую химическую стойкость, хорошо формуется. Помимо плоских листов, выпускается в виде корригированных (волнистых, трапецидальных) листов. Прозрачный поливинилхлорид применяется для светопрозрачного оформления кровель, навесов, изготовления торгового оборудования. Характеристики прозрачного ПВХ представлены в табл. П.11.42.

Таблица П.11.42

Характеристики	Показатели
Масса листа толщиной 3 мм, кг	4,08
Ударопрочность, кДж/м <sup>2</sup>	17...20
Максимальная температура применения, °С	60

*Прозрачные волнистые кровельные листы* — стеклопластиковые листы (гладкие, гофрированные, окрашенные) на основе полиамидной или полиэфирной смолы, усиленные стекловолокнистым наполнителем. Возможно изготовление самонесущих профилированных листов с пролетом до 7 м.

Такие изделия применяются для устройства прозрачных кровель в теплицах, зимних садах, пассажах (переходах), при обустройстве фонарей верхнего освещения.

*Стекло архитектурное многослойное (ламинированное стекло)* производится путем склеивания двух или более листов стекла с помощью поливинилбутиральной пленки (ПВБ) под воздействием высоких температур и давлений или при помощи специальной ламинирующей жидкости. Пленка ПВБ выпускается различной цветовой гаммы. Тонированная пленка ПВБ снижает пропускание солнечной энергии, существенно улучшает дизайн зданий.



Стекло характеризуется длительным сроком службы и высокими эксплуатационными качествами: обладает шумо- и звукоизоляционной способностью, защищает помещения от УФ-облучения, не искажает цветового восприятия окружающей среды. Используется в теплицах, при изготовлении зенитных фонарей, стеклянных крыш зимних садов, крытых пешеходных переходов; для остекления спортивных сооружений. Многослойные стекла классов защиты А1 и А2 толщиной 10...13 мм устанавливаются на промышленных, жилых и общественных зданиях, не имеющих значительных материальных ценностей. Многослойное стекло (класса защиты А2 и А3 толщиной 13...18 мм) устанавливается на зданиях с ценностями высокой потребительской стоимости: музеях, выставочных галереях, ювелирных и оружейных магазинах.

*Стекло, закаленное термическим способом*, изготавливают, нагревая вначале до температуры более 600 °С и затем резко охлаждая. При этом в стекле формируются напряжения сжатия, которые увеличивают механическую прочность и стойкость стекла к перепадам температур. При разрушении стекло рассыпается на мелкие безопасные осколки.

Закаленное стекло используется в качестве декоративно-защитных панелей, в ленточном остеклении фасадов зданий, при остеклении кровельных поверхностей.

*Стекло комбинированное* представляет собой теплопоглощающее стекло с нанесенными на него солнцезащитными пленками. Такое стекло имеет пониженное светопропускание и повышенные солнцезащитные свойства.

Применяется для изготовления облицовочных панелей, в ленточном остеклении фасадов зданий, при остеклении кровельных поверхностей.

*Стекло листовое полированное* — высококачественное прозрачное стекло с плоско-параллельными поверхностями, с натуральной глянцевой поверхностью, не искажающей видимость. Характеристики листового полированного стекла представлены в табл. П.11.43.

Таблица П.11.43

Характеристики	Показатели
Толщина стекла, мм	2,5; 3; 4; 5; 6; 6,5
Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	2490
Масса 1 м <sup>2</sup> стекла (толщиной 1 мм), кг	2,5
Пропускание света (листовое стекло толщиной 4 мм), %	89,4

Полированное стекло используется для производства стекла с металлическим светозащитным и теплозащитным покрытием, автомобильного стекла, зеркал, стеклопакетов, витрин, стеклянных дверей, остекления оконных проемов, то есть там, где требуется высокое пропускание света и эстетическое оформление.

*Противопожарное стекло (Fireguard)* представляет собой конструкцию, состоящую из чередующихся слоев силикатного стекла и неорганического геля (2,5...4,0 мм); с увеличением слоев класс огнестойкости возрастает. Гель содержит воду, которая при нагреве до температуры кипения начинает преобразовываться в пар. Пар выходит через обращенное к огню стекло, разрушенное до этого момента вследствие термического воздействия. Остатки обезвоженного геля вспучиваются при нагревании и образуют своеобразный щит — плотную тугоплавкую систему с достаточно высокой механической прочностью.

Противопожарное стекло *Fireguard* может быть изготовлено с использованием чистого либо тонированного стекла, солнцезащитного или декоративного, закаленного или ламинированного.

Противопожарные стекла подразделяют по защитным свойствам на огнестойкие и изолирующие от огня стекла. Огнестойкие стекла препятствуют проникновению огня и дыма в течение времени, установленного для каждого класса. Изолирующие стекла (отсекающие зону пожара) не только препятствуют проникновению огня и дыма, но и защищают от проникновения теплового излучения таким образом, что температура на противоположной поверхности поднимается медленно. Стекло *Fireguard* может входить в состав стеклопакета и использоваться в фасадных конструкциях и оконных блоках.

*Стекло теплопоглощающее* — стекло, окрашенное в массе оксидами металлов и имеющее широкую цветовую гамму (голубое, зеленое, серое, янтарное, бронзовое и др.). Цвет стекла и его светотеплозащитные свойства определяются содержанием и соотношением вводимых в его состав красителей. Стекло имеет широкий интервал оптических характеристик:

- светопропускание — не менее 50 %,
- пропускание полной солнечной энергии — не более 60 %.

Теплопоглощающее стекло используют при остеклении фасадов и окон, в стеклопакетах. Возможно применение в большинстве климатических зон. Такое стекло повышает комфорт внутри помещений, уменьшает расход электроэнергии системами кондиционирования. Однако теплопоглощающие стекла нагреваются значительно больше, чем обычные, что необходимо учитывать при разработке оконных конструкций.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 12

## ГЕРМЕТИКИ И МОНТАЖНЫЕ ПЕНЫ

12.1. Нетвердеющие герметики  
и самовулканизирующиеся эластомеры

*Акварастан, Супермаст, Эламаст* — однокомпонентные неотверждаемые композиции. Основные характеристики данных композиций приведены в табл. П.12.1.

Таблица П.12.1

Характеристики	Показатели
Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	1600
Условная прочность при разрыве, МПа	0,01
Относительное удлинение при разрыве, %	150
Прочность сцепления с основанием, МПа	0,01...0,015
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-50...+80
Срок службы, лет	Более 15

Применяют материалы для герметизации стыков между кровельными плитами, при монтаже санитарно-технического оборудования.

*Антикор МПБ-2* — композиция, полученная смешением битумного и полимерного компонентов. Обладает пониженной горючестью. Используется *Антикор МПБ-2* для гидроизоляции и защиты от коррозии строительных конструкций, герметизации стыков. Свойства представлены в табл. П.12.2.

Таблица П.12.2

Характеристики	Показатели
Адгезия к бетону, МПа	0,4
Прочность при растяжении, МПа	1,4
Удлинение при разрыве, %	300
Интервал рабочих температур, °С	-40...+100
Время высыхания, ч	1

*Армабизел, Мабизел, Битурел* — холодные полимерные композиции (табл. П.12.3), обладающие хорошим клеящим эффектом. Могут наноситься на влажное основание.

Таблица П.12.3

Характеристики	Показатели
Прочность сцепления с основанием, МПа	0,5...1,5
Относительное удлинение при растяжении, %	300...500
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-50...+120
Гибкость на брусе, мм, при °С	5/-50
Срок службы, лет	Более 15

Используют композиции для защиты и герметизации элементов кровли, наземных и подземных сооружений и конструкций фундаментов, стен и полов подвалов, открытых помещений, бассейнов, очистных сооружений, стальных трубопроводов, опор мостов, мачт ЛЭП и др.

*Бактрис* — серия каучуко-битумных мастик, представляющих собой полимерно-битумные системы, в которые введены смолы, минеральные наполнители, ингибиторы коррозии, преобразователи ржавчины, антисептики, противообрастающие присадки и другие функциональные компоненты в различных пропорциях в зависимости от назначения.

Покрытия, образуемые мастиками, сохраняют эластичность и адгезионную прочность в диапазоне температур от  $-40$  до  $+80$  °С, стабильны в слабощелочных и слабокислых водных растворах; не пропускают и не впитывают влагу; имеют высокую стойкость к истиранию и износу.

Свойства приведены в *табл. П.12.4*.

Таблица П.12.4

Характеристики	Показатели
Внешний вид пленки	Блестящее гладкое однородное покрытие
Укрывистость, г/м <sup>2</sup> , не более	60 (в пересчете на сухую пленку)
Толщина сухой пленки, мкм	75...100
Прочность пленки при ударе, Н, не менее	500
Водопоглощение, %, не более	1,0

Применяется *Бактрис* для комплексной защиты от разрушающих внешних воздействий изделий из металла, кирпича, бетона, древесины и герметизации стыков между элементами конструкций; для гидроизоляции любых конструкций (особенно заглубленных), соприкасающихся с грунтом. Применение мастики не требует специальной подготовки поверхности. Нанесение производится распылением, кистью, валиком. Расход 150...200 г/м<sup>2</sup> при однослойном нанесении для металлических поверхностей.

*Битопласт* — битумно-полимерная горячая мастика, представляющая собой многокомпонентную однородную массу, которая состоит из битумного вяжущего и наполнителя. В смесь иногда добавляются антисептики и гербициды. Характеристики мастики приведены в *табл. П.12.5*.

Таблица П.12.5

Характеристики	Показатели
Адгезия к бетону, МПа	0,35
Удлинение при разрыве, %	30
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1100...1250
Теплостойкость, °С	+75

Используется только для наружных работ (для приклеивания рулонных материалов, гидроизоляции и герметизации строительных конструкций).

*Брум* — резинобитумные композиционные мастики и вяжущие, обладающие высокой адгезией, низким водопоглощением, высокой растяжимостью. Разновидности и основные свойства приведены в *табл. П.12.6*.

Мастики *Брум-Д* применяют для заделки и герметизации мостовых деформационных швов с щебеночным заполнением; *Брум-А* — для покрытий аэродромов, для строительства и ремонта верхнего слоя покрытий автодорог; *Брум-К* — для изготовления наливных кровельных покрытий и в качестве пропиточной массы для рулонных кровельных материалов. Гидроизоляционная мастика *Брум-И* предназначена для защиты бетонных строительных конструкций, изоляции подземных стальных трубопроводов и других сооружений от почвенной коррозии.

Таблица П.12.6

Характеристики	Разновидности			
	<i>Брум-И</i>	<i>Брум-К</i>	<i>Брум-А</i>	<i>Брум-Д</i>
Температура размягчения, °С	75	90	70	70
Водопоглощение, %, не более	0,1			0,3
Температура хрупкости, °С	-25			-27
Прочность при растяжении при +20 °С, МПа, не менее	0,20	0,30	0,10	0,15
Прочность при растяжении при -20 °С, МПа, не менее	0,6	1,0	0,2	0,3
Относительное удлинение при +20 °С, %, не менее	100	80	400	200
Относительное удлинение при -20 °С, %, не менее	40	20	200	100
Прочность сцепления на отрыв с бетоном или металлом, МПа, не менее	0,5			
Характер разрушения при отрыве	Когезионный			

*БХМ* — битумная холодная мастика, представляющая собой смесь тугоплавкого вяжущего вещества (битума БНК 90/40), извести-пушонки, асбестового волокна 6-й или 7-й группы и солярового масла. Применение основано на свойстве солярового масла растворять битум и диффундировать (проникать) в рулонный материал, поэтому холодные мастики хорошо склеивают битумосодержащие рулонные материалы и приклеивают их к грунтованным основаниям.

*Вента-У* — двухкомпонентная холодная композиция на основе синтетического каучука (*табл. П.12.7*). Используется для гидроизоляции и герметизации любой кровли, куполов, шпилей, а также для защиты оборудования от коррозии.

Таблица П.12.7

Характеристики	Показатели
Прочность сцепления с основанием, МПа	0,5
Относительное удлинение при растяжении, %	1000
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-50...+150
Срок службы, лет	Более 15

*Викар* — неотверждаемая пластичная смесь на основе полимерного связующего и порошкообразных наполнителей.

Применяется для герметизации швов и соединений в строительных конструкциях различного назначения.

*Гекопрен* — битумно-нефтеполимерно-хлоропреновая композиция. Применяется для герметизации и гидроизоляции всех типов кровли. Характеристики представлены в *табл. П.12.8*.

*Таблица П.12.8*

Характеристики	Показатели
Прочность сцепления с основанием, МПа	1,5
Относительное удлинение при растяжении, %	300
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-60...+80
Срок службы, лет	Более 15

*Гемаст* — герметик на основе бутилкаучука (*табл. П.12.9*). Основное применение материал нашел в герметизации светопрозрачных ограждений.

*Таблица П.12.9*

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	2000
Водопоглощение, %, не более	0,6
Текучесть, мм, не более	1...2
Деформативность, %	25
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,07
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	20
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-60...+80

*Гермобутил* — двухкомпонентная мастика на основе синтетического каучука. Ее свойства представлены в *табл. П.12.10*.

*Таблица П.12.10*

Характеристики	Показатели
Прочность сцепления с основанием, МПа	0,4...1,4
Прочность при сдвиге с металлом, МПа	2,2
Жизнеспособность готовой мастики, ч	До 4
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	800...1000
Срок службы, лет	Более 15

Гермобутил широко используется для герметизации швов и углов при ремонте стыков в панельных и блочных домах, герметизации гибких соединений. Непосредственно перед употреблением в мастику вводят порошкообразный отвердитель. После застывания изоляция превращается в твердую воздухопроницаемую массу с хорошими тепло- и звукоизоляционными свойствами, обладающую повышенными свето-, озоностойкостью.

*Гермокров* — холодная двухкомпонентная полимерная композиция, имеющая различные цвета. Свойства композиции приведены в *табл. П.12.11*.

Применяется для защиты наземных и подземных сооружений, конструкций фундаментов, стен и полов подвалов, открытых помещений, бас-

сейнов, очистных сооружений, стальных трубопроводов, опор мостов, мачт ЛЭП и др. Обладает клеящим эффектом — на свежий гидроизоляционный слой можно приклеивать отделочные, теплоизоляционные, кровельные и другие материалы.

Таблица П.12.11

Характеристики	Вид	
	Тип-1	Тип-2
Условная прочность, МПа	1,0	1,2
Относительное удлинение при разрыве, %	350	250
Гибкость на брусе, мм <sup>0</sup> С	5/-50	
Водопоглощение за 24 ч, %, не более	2,0	
Жизнеспособность, ч	2,0	1,5
Прочность сцепления, МПа	0,4	
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-50...+100	
Срок службы, лет	Более 15...20	

*Гермокрон* — герметик плотностью 1200...1300 кг/м<sup>3</sup>, прочностью при растяжении — 10,0 МПа, удлинением при разрыве — 550 %, адгезией к стали — 1,0 МПа, алюминию — 0,3 МПа. Применяется для защиты бетонных и железобетонных фундаментов, подвальных и чердачных помещений, сантехнического и канализационного оборудования, а также для антисептической защиты деревянных конструкций.

*Гидрофор* — холодная полимерная композиция (П.12.12). Обладает клеящим эффектом — на свежий гидроизоляционный слой можно приклеивать отделочные, теплоизоляционные, кровельные и другие материалы. Данная композиция разрешена для объектов питьевого водоснабжения.

Таблица П.12.12

Характеристики	Показатели
Прочность сцепления с основанием, МПа	0,4...0,7
Относительное удлинение при растяжении, %	150
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-50...+70
Гибкость на брусе, мм, при °С	5/-50
Водопоглощение за 24 ч, %	Не более 0,7
Срок службы, лет	15...20

Применяется для защиты и герметизации наземных и подземных сооружений и конструкций фундаментов, стен и полов подвалов, открытых помещений, бассейнов, очистных сооружений, стальных трубопроводов, опор мостов, мачт ЛЭП и др.

*Изол* — многокомпонентная однородная композиция, состоящая из резинобитумного вяжущего, наполнителя, пластификатора и антисептика. Горячая мастика *Изол (Г)* вырабатывается без растворителя; холодная *Изол (Х)* — с растворителем. Основные свойства мастик представлены в табл. П.12.13.

Мастика *Изол (Г)* предназначена для обмазочной и покрасочной гидроизоляции строительных конструкций и приклеивания рулонных мате-

риалов. Мاستику *Изол (X)* применяют для приклеивания пороизола (уплотняющие прокладки из газонаполненной вулканизированной резины), мастичной гидроизоляции строительных конструкций, устройств мастичных кровель, армированных стеклотканью, для окраски рулонных кровель.

Таблица П.12.13

Характеристики	Марка	
	<i>МРБ-Г-Т<sub>10</sub></i>	<i>МРБ-Г-Т<sub>15</sub></i>
	<i>МРБ-Х-Т<sub>10</sub></i>	<i>МРБ-Х-Т<sub>15</sub></i>
Температура размягчения, °С	90...100	155...175
Теплостойкость, °С, не ниже	70	140
Гибкость (образец толщиной 0,4 мм на стержне диаметром 20 мм) при температуре, °С, не ниже	-10	-15
Температура хрупкости по Фраусу, °С	Не определяется	-25

*МБР, МБК* — многокомпонентные битумно-резиновые мастики, состоящие из нефтяного битума (или смеси битумов), наполнителя (резиновая крошка) и пластификатора (зеленое масло). Температура размягчения (по маркам) 55; 65; 75; 90; 100 °С. Используются мастики для защиты стальных трубопроводов и других подземных сооружений от почвенной коррозии; для герметизации стыков. Могут применяться при гидроизоляции подвалов, фундаментов и других строительных конструкций.

*НГМС* — неотверждающийся герметик на основе полиизобутиленового, этиленпропиленового и бутилового каучуков. Основные характеристики представлены в *табл. П.12.14*.

Таблица П.12.14

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1400
Водопоглощение, %, не более	0,2
Текучесть, мм, не более	2,0
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,03...0,07
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	30...45
Температурный диапазон эксплуатации, °С	- 50...+80

Применяется для герметизации стыков в кровельных панелях светопрозрачных ограждений.

*НГМУ* — мастика герметизирующая нетвердеющая строительная на основе полиизобутиленовых, этилен-пропиленовых, изопреновых и бутиловых каучуков (*табл. П.12.15*).

Таблица П.12.15

Характеристики	Показатели
Водопоглощение, %, не более	0,2
Текучесть, мм, не более	1,0
Деформативность, %	15
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,01
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	25
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-50...+70



Мастика *НГМУ* используется для герметизации закрытых и дренированных стыков наружных стен и для уплотнения мест примыкания оконных и дверных блоков к элементам стен.

*Новомаст* — битумно-полимерная мастика, основные характеристики которой представлены в *табл. П.12.16*.

Таблица П.12.16

Показатели	Марка мастики			
	65	75	90	100
Климатическая зона применения	1	2	3-4	5
Температура размягчения по прибору КиШ, °С	65	75	90	100
Температура хрупкости по Фраусу, °С	-25	-45	-40	-35
Относительное удлинение при растяжении на разрыв, %:				
	при 20 °С	100	450	350
при -20 °С	50	150	100	50
Предел прочности при растяжении, МПа, при температуре 20 °С	0,08	0,09	0,11	0,11

Новомаст используется для герметизации стыков, гидроизоляции, а также приклеивания рулонных материалов. Мастики применяют после предварительного разогрева в специальных котлах до температуры +180 °С в сухую погоду при температуре поверхности бетона выше +5 °С.

*Пластформ* — пластичный эластомерный материал, который с течением времени самовулканизируется, превращаясь в высокопрочную долговечную резину, стойкую к различным агрессивным воздействиям. *Пластформ* используют для заделки внутренних и внешних углов, примыканий, выхода труб, коробов и т. п.; для выполнения ремонтных работ по кровельному покрытию. Характеристики *Пластформа* представлены в *табл. П.12.17*.

Таблица П.12.17

Показатели	Вид	
	Сырой	Вулканизированный
Условная прочность при растяжении, МПа, не менее	4,5	6,5
Относительное удлинение, %, не менее	200	20
Водопоглощение, %, не более	1,0	
Гибкость на стержне 5 мм, °С, не менее	-60	
Ширина, мм	400	
Толщина, мм	1,5	

*Поликров* — гидроизоляционная композиция на основе бутилкаучука (*Поликров М 120, М 140*) или хлорсульфополиэтилена (*Поликров Л*) и специальных добавок. Характеристики представлены в *табл. П.12.18*.

Применяется *Поликров* для гидроизоляции, герметизации стыков и защиты от агрессивных воздействий бетонных, железобетонных и кирпичных конструкций зданий.

*Полур* — группа мастик, основные свойства которых указаны в табл. П.12.19.

Таблица П.12.18

Показатели	Марка мастики		
	М 120	М 140	Л
Относительное удлинение при разрыве, %	300		400
Гибкость на брусе, мм, при °С	5/-60		
Прочность сцепления, МПа	0,2	0,4	0,5
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-60...+120		
Срок службы, лет	25		

Таблица П.12.19

Показатели	Виды мастик				
	1	2	3	4	5
Условная прочность, МПа	1,0	3,5	10,0	30,0	4,0
Относительное удлинение при разрыве, %	250	200	150	20	300
Гибкость на брусе, мм, при °С	5/-50				
Водопоглощение за 24 ч, %, не более	2,0	1,5			
Жизнеспособность, ч	3	2	0,7	1,7	0,9
Прочность сцепления, МПа	0,9	0,75	0,6	1,0	0,7
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-50...+70				
Срок службы, лет	15...20				

*Полур* используется для защиты и герметизации наземных и подземных сооружений, конструкций фундаментов, стен и полов подвалов, открытых помещений, бассейнов, очистных сооружений, стальных трубопроводов, опор мостов, мачт ЛЭП и др. Разрешен для объектов питьевого водоснабжения.

*Супермаст* — однокомпонентная мастика на основе этиленпропиленового каучука. Свойства мастики представлены в табл. П.12.20.

Таблица П.12.20

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1600
Водопоглощение, %, не более	0,1
Текучесть, мм, не более	2,0
Деформативность, %	15
Условия прочности при разрыве, МПа, не менее	0,02
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	150...300
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-50...+70

Применяется для герметизации стыков керамзито- и железобетонных панелей.

*Тегерон* — герметизирующая неотверждающаяся морозостойкая строительная мастика (табл. П.12.21) на основе бутилкаучука.

*Тегерон* используется для герметизации закрытых и дренированных стыков панелей. Может наноситься при температурах от -25 °С.

Таблица П.12.21

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1700
Водопоглощение, %, не более	0,3
Текучесть, мм, не более	1,0
Деформативность, %	10
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,07
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	10
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-60...+70

*Ультрамент (Ultrament)* — специальная гидроизоляционная мастика, обеспечивающая эластичную герметизацию шва с рабочим удлинением до 25 %. Стойка к агрессивным атмосферным факторам, таким как озон, кислотные дожди, ультрафиолетовые излучения, а также к обычным моющим средствам.

Применяется для герметизации и уплотнения стыковочных швов балконов и террас, в производстве металлических конструкций из жести, в стыках кровли, в стыковочных и подвижных швах оконных рам из дерева, пластика, металла и др.

*Уникром-К* — приклеивающая мастика, имеющая высокую адгезию к бетону, углеродистой стали, битуму и битумсодержащим покрытиям. Применяется при гидроизоляции конструкций, для ремонта старых жестяных и мягких кровель.

Основные свойства мастики приведены в *табл. П.12.22*.

Таблица П.12.22

Характеристики	Показатели
Условная вязкость, с, не менее	75
Содержание сухого вещества, % по массе	16...20
Прочность сцепления с бетоном, МПа	1,2
Прочность сцепления с углеродистой сталью, МПа	1,8
Прочность на сдвиг клеявого соединения, Н/м	1500
Прочность сцепления между слоями, МПа	0,5

*Уникром-3* — защитная мастика (*табл. П.12.23*), формирующая монолитное покрытие, характеризующееся стойкостью к атмосферным воздействиям и УФ-излучению.

*Уникром-3* используется при гидроизоляции конструкций, контактирующих с грунтом, герметизации стыков, а также для ремонта старых жестяных и мягких кровель.

Таблица П.12.23

Характеристики	Показатели
Водопоглощение за 24 ч, %	0,2
Относительное удлинение при разрыве, %	150
Условная вязкость, с, не менее	90
Содержание сухого вещества, %, по массе	14...18
Прочность сцепления с бетоном, МПа	0,8
Химическая стойкость (снижение условной прочности в результате воздействия NaCl, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , NaOH концентрации 20 %), %	10

*Унимаст* создан на основе специальных полимеров, характеризуется высокой эластичностью, гарантирующей надежность пленочного покрытия при изменении геометрии конструкции, атмосферо-, био- и химической стойкостью, высокой адгезией. Характеристики *Унимаста* приведены в табл. П.12.24.

Таблица П.12.24

Характеристики	Показатели
Относительное удлинение при разрыве, %	Более 700
Водопоглощение за 24 ч, %	Не более 0,5
Температурный интервал эксплуатации, °С	-55...+120
Адгезия к бетону, МПа	0,5
Адгезия к металлу без грунта, МПа	0,3
Адгезия к металлу с грунтом, МПа	1,0
Срок службы, лет	До 20

*Унимаст* широко используется для устройства сплошных эластичных бесшовных кровель, ремонта кровли и восстановления гидроизоляции, герметизации стыков, примыканий и сопряжений, гидроизоляции фундаментов и подвалов, защиты от гниения нижних венцов срубов, в качестве антикоррозийной защиты металлических и бетонных конструкций.

*Чем-Кальк (Chem-Calc)* — однокомпонентная пластичная мастика (табл. П.12.25), применяемая для герметизации и уплотнения стыков из любых материалов.

Таблица П.12.25

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1500
Водопоглощение, %, не более	0,3
Текучесть, мм, не более	2,0
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,15
Деформативность, %, не менее	10...13
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-30...+60

*Эламаст* — однокомпонентная пластичная мастика (табл. П.12.26), используемая для герметизации и уплотнения стыков из любых материалов.

*Эластур-К* — литьевые покрытия на основе жидкого углеводородного каучука. Покрытия наносятся на поверхность кровли в жидком виде, затем в течение 1...12 ч смесь самовулканизируется (без подогрева) и превращается в прочный эластичный бесшовный материал. Кровельное покрытие *Эластур-К* может состоять из слоев различной толщины, иметь несколько армирующих элементов, бронирующий слой из песка, содержать в своей конструкции теплоизоляционный слой из пенополистирола. Покрытие характеризуется высокой стойкостью к атмосферным воздействиям, высокой морозостойкостью, теплостойкостью (до +155 °С), сроком службы до 40 лет.

Применяется для устройства покрытия на поверхностях с любым уклоном при температуре окружающей среды до -5 °С, при ремонте старой кровли. Для этого предварительно удаляют поврежденное покрытие и на

подготовленное основание наносят слой толщиной 2,5 мм из каучуковой композиции и армируют стеклотканью. На стеклоткань наносится верхний слой толщиной 1,5 мм каучуковой композиции, и поверхность кровли бронируется песком. Общая толщина покрытия 4...7 мм.

Таблица П.12.26

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1800
Водопоглощение, %, не более	0,2
Текучесть, мм, не более	2,0
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,015...0,030
Деформативность, %, не менее	20...80
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-30...+60

## 12.2. Силиконовые герметики

*Bau Max* — силиконовый герметик нейтральной вулканизации. Пригоден для нанесения на любые основания за исключением битума и некоторых пластиков. Основные свойства герметика представлены в табл. П.12.27.

Таблица П.12.27

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1100
Водопоглощение, %, не более	0,3
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,7
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	150
Время образования пленки, мин	30
Скорость вулканизации, мм/сут	2...3
Объемная усадка за 28 суток, %	8,0
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-50...+150

Применяется герметик для наружной и внутренней герметизации подвижных стыков и швов.

*Ceresit CS 24* — однокомпонентный силиконовый герметик нейтральной вулканизации, применяемый в основном для уплотнения стыков шириной 5...30 мм в высотном строительстве. Герметик обладает надежной адгезией к стеклу, эмали, керамической плитке, кирпичу, фарфору, алюминию, цинку и дереву. Легко растягивается, не окрашивается. Нежелательно прилипание герметика ко дну герметизируемого шва. Деформационные швы предварительно заполняют шнуром круглого сечения из пенополиэтилена. Отверждается без выделения уксусной кислоты, но в процессе вулканизации выделяется метанол, поэтому помещения, в которых ведутся работы, должны хорошо проветриваться.

Основные свойства герметика указаны в табл. П.12.28.

Используется материал для герметизации швов между бетонными элементами, кладочных швов, плиточных облицовок, между плитами из гипсокартона и гипсоволокнистыми листами, в штукатурных покрытиях, а также для заполнения щелей в деревянных, металлических, пластиковых окнах.

Таблица П.12.28

Характеристики	Показатели
Время образования поверхностной пленки, мин	25
Усадка, %	Менее 10
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-40...+150
Цвет	Прозрачный, белый, красное дерево, серый, черный

*Chemilux* — однокомпонентный силиконовый герметик уксусной вулканизации (табл. П.12.29), применяемый при остеклении. Не рассчитан на использование с минеральными основаниями (гранит, бетон, штукатурка) и с цветными металлами.

Таблица П.12.29

Характеристики	Показатели
Время образования поверхностной пленки, мин	20
Усадка, %	5,0
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-40...+180
Цвет	Прозрачный, белый, коричневый, серый, черный

*Chemilux* обладает хорошей адгезией к стеклу, дереву, керамике, ПВХ и другим материалам. Наносится на чистую, обезжиренную этиловым спиртом поверхность.

*Chemilux Multipurpose/Sanitary* — однокомпонентные силиконовые герметики уксусной вулканизации. Не дают усадки после высыхания, сохраняют эластичность, могут эксплуатироваться в широком диапазоне температур, выдерживают деформацию до 500 %. Поверхности для нанесения должны быть сухими, чистыми, обезжиренными. Цвета: прозрачный, белый, серый, черный, коричневый. Применяются для сантехнических работ, позволяют устранять дефекты и заполнять швы в помещениях с повышенной влажностью.

*Dow Corning* — однокомпонентные силиконовые герметики (табл. П.12.30).

Таблица П.12.30

Показатели	Герметик	
	<i>Dow Corning 785</i>	<i>Dow Corning 791</i>
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1030	1440...1540
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,55...2,30	0,43
Относительное удлинение при разрыве, %	115...480	400
Водопоглощение, %, не более	-	2,0
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-50...+150	-5...+40

*Dow Corning 785* применяется для санитарных работ, а *Dow Corning 791* — для герметизации и уплотнения расширительных швов на фасадах с навесной облицовкой и других конструкциях, а также для уплотнения соединительных швов между полами и стенами, лестницами и т. п.

*Dow Corning 796* — силиконовый герметик нейтральной вулканизации, пригодный для нанесения на основания из ПВХ, дерева, алюминия,

стекла, кирпича. Используется герметик для наружных и внутренних работ по герметизации подвижных стыков и швов, деформирующихся на 20...25 % (ширина шва должна быть не менее 6 мм). Свойства герметика приведены в табл. П.12.31.

*Elegant* — однокомпонентный силиконовый клей-герметик уксусной вулканизации (табл. П.12.32). Легко растягивается, поэтому нежелательно использовать в помещениях с повышенной влажностью. Используется для работы по стеклу, алюминию, керамике, окрашенным и лакированным поверхностям, любым видам пластмасс.

Таблица П.12.31

Характеристики	Показатели
Время образования поверхностной пленки, мин	15
Скорость вулканизации, мм/сут	2...3
Объемная усадка за 28 сут, %	Менее 0,3
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-50...+150
Цвет	Прозрачный и белый

Не рекомендуется для склеивания бетона, штукатурки, свинца, бронзы, медных сплавов. При вулканизации выделяются пары уксусной кислоты.

Таблица П.12.32

Характеристики	Показатели
Время образования поверхностной пленки, мин	10
Усадка, %	Менее 10
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-50...+80
Цвет	Прозрачный и белый

*GE Siplus AS* (табл. П.12.33) — однокомпонентный силиконовый герметик уксусной вулканизации. Легко растягивается, содержит антисептические добавки. Не предназначен для нанесения на заднюю поверхность зеркал, на поверхности из цветных металлов, стали, цемента, мрамора, некоторых пластиков. При вулканизации выделяются пары уксусной кислоты.

Таблица П.12.33

Характеристики	Показатели
Время образования поверхностной пленки, мин	15
Усадка, %	10
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-40...+150
Цвет	Прозрачный и белый

Применяется при стандартном стыковом остеклении, склейке стекол по периметру, герметизации рам из дерева, окрашенного металла, изоляции кухонного и санитарно-технического оборудования, а также для герметизации и фиксации резьбовых соединений. Пригодные для нанесения основания — стекло, дерево, окрашенный металл, керамика.

*Jobi Sanitar Silikon* — силиконовый герметик уксусной вулканизации, используемый для внутренних и наружных работ. Содержит антисептические добавки, не допускающие образования плесени на швах; обладает влагостойкостью и влагонепроницаемостью; устойчив к УФ-лучам. Герметик используют для уплотнения поверхностей с деформацией шва до 25 %.

Не предназначен для нанесения на заднюю поверхность зеркал, цветные металлы (медь, свинец), мрамор, некоторые пластмассы.

Применяют для герметизации окон и дверей, а также в санитарно-технических работах.

*Kim Tec Silicon* — однокомпонентный силиконовый герметик уксусной вулканизации. Имеет хорошую адгезию к керамике, фаянсу, алюминию, меди, хрому, лакированной древесине, эпоксидным смолам и эмалям. Устойчив к бытовым химикатам и УФ-облучению, препятствует образованию плесени. Не предназначен для работ по бетону, штукатурке, искусственным и натуральным камням, оцинкованной стали, железу, латуни, свинцу. При вулканизации герметика происходит выделение паров уксусной кислоты. Основные характеристики приведены в табл. П.12.34.

Таблица П.12.34

Характеристики	Показатели
Время образования поверхностной пленки, мин	25
Усадка, %	Менее 10
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-50...+180
Цвет	Прозрачный, белый, серый, бежевый, коричневый и черный

Применяется для заделки швов между облицовочной плиткой и ванной, плиткой и раковиной, плиткой и санитарно-техническим оборудованием.

*Kvadrosil Neutral* — силиконовый герметик нейтральной вулканизации (табл. П.12.35). Пригоден для нанесения на основания из любых материалов, за исключением битума, силикона и некоторых пластиков. Основное применение герметик нашел в наружных и внутренних работах по герметизации подвижных стыков и швов.

Таблица П.12.35

Характеристики	Показатели
Время образования поверхностной пленки, мин	24
Скорость вулканизации, мм/сут	2...3
Объемная усадка за 28 сут, %	Менее 11,2
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-50...+150
Цвет	Прозрачный, белый и черный

*Kvadrosil Universal* — однокомпонентный силиконовый герметик уксусной вулканизации. Легко растягивается, устойчив к атмосферным воздействиям. Обладает хорошей адгезией к пластмассе, дереву, керамике, стеклу, однако его нельзя применять в контакте с мрамором, цветными металлами, зеркала. При вулканизации происходит выделение уксусной кислоты.

Применяется для заполнения швов напольных и облицовочных плиток, уплотнения окон и дверей, проведения авторемонта.

*Makrosil AA/AX, SA/SX* (табл. П.12.36) — силиконовые герметики кислотной вулканизации. Герметик SA/SX содержит антисептик. Хорошо растягиваются; обладают стойкостью к УФ-облучению. Пригодны для нанесения на основания из стекла, керамики, дерева, металла, а также на окрашенные и эмалированные поверхности, ПВХ и другие пластики.



Герметики применяются для наружных и внутренних работ по герметизации подвижных стыков и швов. Герметик марки SA/SX предназначен для помещений с повышенной влажностью.

Не рекомендуется применять на поверхностях металлов, подверженных коррозии, бетонных и оштукатуренных поверхностях, на природных камнях и при работе с зеркалами.

Таблица П.12.36

Характеристики	Показатели	
	AA/AX	SA/SX
Время образования поверхностной пленки, мин	15...20	
Скорость вулканизации, мм/сут	2...3	
Усадка, %	3,5	
Температурный диапазон эксплуатации, °C	-50...+180	-50...+150
Цвет	Прозрачный, белый, коричневый, бежевый и черный	

*Parasilico S 406* — однокомпонентный силиконовый герметик уксусной вулканизации (табл. П.12.37), имеющий хорошую адгезию практически к любым материалам. При вулканизации происходит выделение уксусной кислоты.

Таблица П.12.37

Характеристики	Показатели
Время образования поверхностной пленки, мин	20
Усадка, %	Менее 10
Температурный диапазон эксплуатации, °C	-50...+150
Цвет	Прозрачный, белый, серый, бежевый, коричневый, бронзовый и черный

Применяется герметик для заделки компенсационных швов, оконных и дверных блоков, остекления межкомнатных перегородок, а также при устройстве металлических кровель, креплении зеркал, герметизации воздуховодов.

*Penoseal NES* — силиконовый герметик нейтральной вулканизации. Используется для наружных и внутренних работ по герметизации подвижных стыков и швов. Пригоден для нанесения на основания из любых строительных материалов, за исключением битума, силикона и некоторых пластиков. Основные характеристики приведены в табл. П.12.38.

Таблица П.12.38

Характеристики	Показатели
Время образования поверхностной пленки, мин	30
Скорость вулканизации, мм/сут	2...3
Объемная усадка за 28 суток, %	Менее 1,6
Температурный диапазон эксплуатации, °C	-60...+180
Цвет	Прозрачный и белый

*Quilosa Orbasil N-16* — силиконовый герметик нейтральной вулканизации (табл. П.12.39). Герметик пригоден для нанесения на любые

строительные материалы, за исключением битума, вулканизировавшегося силикона и некоторых пластиков.

Таблица П.12.39

Характеристики	Показатели
Время образования поверхностной пленки, мин	10
Скорость вулканизации, мм/сут	1...2
Объемная усадка за 28 суток, %	Менее 1,8
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-50...+150
Цвет	Прозрачный и белый

Используется герметик для наружных и внутренних работ по водостойкой герметизации подвижных стыков и швов, раскрывающихся на 25 % своей ширины.

*Qilosa Sintesel Multiuso* — однокомпонентный, многоцелевой силиконовый герметик нейтральной вулканизации. Свойства представлены в табл. П.12.40. Не пригоден для эксплуатации при низких температурах, под воздействием воды происходит резкое снижение адгезии к керамическим поверхностям, поэтому герметик рекомендуется использовать для внутренних работ.

Герметик *Qilosa Sintesel Multiuso* используется для заделки швов и трещин, герметизации сантехники.

Таблица П.12.40

Характеристики	Показатели
Время образования поверхностной пленки, мин	30
Усадка, %	более 30
Цвет	Прозрачный, белый, пепельно-серый

*Ultrament Sanitaer-Silikon* — санитарный силиконовый герметик с противогрибковыми свойствами. Обеспечивает эластичную герметизацию шва, стоек ко всем моющим средствам, используемым в домашнем хозяйстве. Применяется для герметизации и уплотнения стыковочных швов в ваннных комнатах, туалетах, а также для гидроизоляции швов, полов и стен, облицованных керамической плиткой.

*Ultrament Alles-Dicht* — универсальный силиконовый герметик с противогрибковыми свойствами. В полностью затвердевшем состоянии не издает запаха, стоек к агрессивным воздействиям атмосферы и обладает рабочим удлинением до 20 %.

Используется для герметизации и уплотнения стыковочных швов строительных конструкций (как снаружи, так и внутри), для гидроизоляции лифтов, лодок, окон, полов, крыш, плафонов и т. д.

*Ultrament Bau-Silikon* — строительный силиконовый герметик нейтральной полимеризации без запаха, обладающий хорошей адгезией. Применяется для герметизации торцевых соединений на балконах, террасах, в металлических конструкциях, в системах кондиционирования; пригоден также для эластичной заделки соединений на крышах, торцевых и расширительных швов в конструкциях из ПВХ, древесины и в металлических оконных рамах, кровельных листах.

*Soudal Multi Purpose* — однокомпонентный силиконовый герметик уксусной вулканизации (табл. П.12.41). Содержит противогрибковые добавки, стоек к УФ-излучению.

Герметик используется для наружной и внутренней герметизации оконных и дверных проёмов, при сантехнических работах. Не рекомендуется использовать для медных и свинцовых поверхностей. При вулканизации происходит выделение уксусной кислоты.

*Эко* — силиконовый герметик нейтральной вулканизации. Склонен к тепловому старению, пригоден для любых строительных материалов, за исключением битума, силикона и некоторых пластиков. Используется герметик для наружных и внутренних работ по герметизации подвижных стыков и швов. Свойства герметика приведены в табл. П.12.42.

Таблица П.12.41

Характеристики	Показатели
Время образования поверхностной пленки, мин	25
Усадка, %	Менее 10
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-60...+200
Цвет	Белый

Таблица П.12.42

Характеристики	Показатели
Время образования поверхностной пленки, мин	30
Скорость вулканизации, мм/сут	2...3
Объемная усадка за 28 суток, %	Менее 8,0
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-30...+150
Цвет	Прозрачный и белый

### 12.3. Акриловые герметики

*Аква* — акриловый клей-герметик (табл. П.12.43). Используется герметик *Аква* для герметизации душевых и ванных комнат, уплотнения швов и щелей в дверных и оконных рамах, подоконниках, а также для заделки трещин в стенах. Пригоден для нанесения на основания из древесины, бетона, керамики, стекла и металла.

Таблица П.12.43

Характеристики	Показатели
Время образования поверхностной пленки, мин	25
Усадка, %	16,5
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-10...+60
Цвет	Белый

*Акрол* — наполненный герметик, выпускается в простом и антисептическом вариантах. Эластичен, обладает адгезией практически ко всем строительным материалам. Имеет белизну не менее 92...93 %, возможна тонировка в любой цвет.

Используется для герметизации швов и стыков при наружных и внутренних работах, а также при герметизации оконных рам, сантехнических изделий и ванных комнат.

*Акса «Сази»* — акриловый герметик, обладающий средней жесткостью и хорошей способностью к растяжению. В состав входят антисептические добавки, предотвращающие поражение шва плесенью и грибами. Пригодные для нанесения основания — дерево, бетон, керамика, штукатурка.

Свойства приведены в *табл. П.12.44*.

Применяется для гидро- и воздухоизоляции строительных элементов, панельных стыков, компенсационных швов, герметизации оконных блоков по периметру.

Таблица П.12.44

Характеристики	Показатели
Время образования поверхностной пленки, мин	85
Усадка, %	16,4
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-40...+70
Цвет	Белый

*Ван Мах* — однокомпонентный герметик на акриловой основе с добавлением силикона (*табл. П.12.45*). Используется для герметизации, заполнения и уплотнения стыков, швов, щелей у слабдеформируемых конструктивных элементов, а также при остеклении по периметру оконных рам и дверных коробок из древесины, металлов и некоторых видов пластика.

Таблица П.12.45

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1480
Водопоглощение, %, не более	2,0
Текучесть, мм, не более	2,0
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,8...1,2
Деформативность, %, не менее	8...15
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-5...+40

*Decocault* — полимерный акриловый герметик, в основном используется при внутренних работах для герметизации швов и щелей с ограниченными деформациями (*табл. П.12.46*).

Таблица П.12.46

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1500
Водопоглощение, %, не более	2,0
Относительное удлинение при разрыве, %	150
Деформативность, %, не менее	8...15
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-50...+90

*Elegant* — эластичный клей-герметик. Надежен при эксплуатации в местах, неподверженных постоянному воздействию воды, на основаниях из бетона, кирпича, камня, дерева, железа. Герметик очень мягкий, легко растягивается более чем в четыре раза. Остальные характеристики приведены в *табл. П.12.47*.

Клей-герметик применяется при обработке внутренних и наружных швов.

Таблица П.12.47

Характеристики	Показатели
Время образования поверхностной пленки, мин	10
Усадка, %	7,7
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-20...+80
Цвет	Белый

*Flexacryl Fa* — однокомпонентный наполнитель швов на основе акрилатно-латексной массы (табл. П.12.48). Не содержит растворителей, после высыхания стоек к УФ-облучению. Герметик рекомендуется использовать для внутренних работ на поверхностях, не находящихся в условиях повышенной влажности, постоянного воздействия воды или мороза.

Таблица П.12.48

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1600
Время образования поверхностной пленки, мин	15
Усадка, %	8,0
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-30...+70
Цвет	Белый, серый и коричневый

*Flexacryl Fa* применяется для герметизации любых внутренних и наружных соединений с ограниченной подвижностью, таких как оконные рамы, дверные коробки, плинтусы, пороги, подоконники, по основаниям из бетона, штукатурки, кирпича, древесины.

*Jobi Acryl* — однокомпонентный герметик на основе водной акриловой дисперсии (табл. П.12.49). После застывания стоек к УФ-лучам. Не рекомендуется использовать по влажным основаниям.

Таблица П.12.49

Характеристики	Показатели
Время образования поверхностной пленки, мин	55
Усадка, %	16,5
Цвет	Белый, серый, черный и коричневый

Используется для герметизации оконных рам, дверных коробок, плинтусов, порогов, подоконников. Пригодные для нанесения основания — бетон, штукатурка, кирпич, древесина.

*Kim Tec Acryl 200D* — акриловый герметик для наружных и внутренних работ (табл. П.12.50). Применяется для заделки соединительных швов, а также для ремонта и уплотнения трещин и щелей на подоконниках, стенах, лестницах и потолках по основаниям из бетона, кирпича, камня, стекла, алюминия, кафеля, эмали, лакированной древесины.

Таблица П.12.50

Характеристики	Показатели
Время образования поверхностной пленки, мин	30
Усадка, %	7,0
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-30...+80
Цвет	Белый

*Liquid Nails (Жидкие гвозди)* — винилакриловый клей-герметик, образующий водонепроницаемый морозостойкий слой (табл. П.12.51). Клей-герметик стоек к плесени, не растрескивается, не пачкается, эластичен.

Используется при наружных и внутренних работах для герметизации, заполнения и уплотнения стыков.

*Paracryl A411* — акриловый герметик, используемый для внутренних работ в конструкциях с малым смещением (табл. П.12.52). Применяется для монтажа и ремонта дверных коробок и оконных рам, плинтусов, полов, строительных панелей и ступеней, трещин и дефектов стен на поверхностях из бетона, кирпича, натурального камня, дерева, ПВХ, алюминия, лакированной стали.

Таблица П.12.51

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1600
Водопоглощение, %, не более	2,0
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	1,0...1,2
Относительное удлинение при разрыве, %	150
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-60...+80

Таблица П.12.52

Характеристики	Показатели
Время образования поверхностной пленки, мин	50
Усадка, %	13,3
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-20...+80
Цвет	Белый, серый, коричневый, черный

*Quilosa K-47 Sintex Glas* — акриловый герметик для наружных и внутренних работ. Не содержит органических растворителей, после высыхания становится стойким к УФ-облучению. Нежелательно использовать в местах, где существует постоянный контакт с водой, а также наносить в дождливую погоду и на влажную поверхность. Основные свойства представлены в табл. П.12.53.

Таблица П.12.53

Характеристики	Показатели
Время образования поверхностной пленки, мин	30
Усадка, %	10,0
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-20...+80
Цвет	Белый, серый, коричневый, черный, кирпичный

Используется герметик для заделки швов и щелей, уплотнения соединений каркасных конструкций по основаниям из бетона, кирпича, натурального и искусственного камня, гипса, древесины.

*Ultrament Acryl* — однокомпонентный акриловый герметик, не содержащий растворителей. После полного высыхания имеет рабочее удлинение до 15 %, стоек к воздействию погодных условий, УФ-излучению, перепаду температур от -30 до +80 °С. Применяется для герметизации стыковочных малоподвижных швов в тех местах, где отсутствует воздействие

воды. Пригоден для уплотнения стыков гипсокартонных плит, стыковочных швов между оконными и дверными рамами и стеной, плинтусами и полом, угловых стыков, коробов жалюзи.

*Ultrament Silon* — силиконизированный однокомпонентный акриловый герметик, не содержащий растворителей и обогащенный синтетическими смолами. После полного высыхания стоек к воздействию воды и неблагоприятных погодных условий. Используется для внутренней и наружной изоляции швов и трещин на лестницах, стенах, облицованных поверхностях и в санитарных помещениях.

*Soudal Paintable Sealant* — однокомпонентный герметик на основе водной акриловой дисперсии (табл. П.12.54). Не содержит растворителей. Не рекомендуется использовать по поверхностям с повышенной влажностью или находящимся под постоянным воздействием воды.

Таблица П.12.54

Характеристики	Показатели
Время образования поверхностной пленки, мин	15
Усадка, %	12,2
Цвет	Белый

Герметик применяется для герметизации любых внутренних и наружных соединений с ограниченной подвижностью (оконные рамы, дверные проемы, плинтусы, пороги, подоконники), выполненных из бетона, кирпича и древесины.

*Супракрил 580* — однокомпонентный герметик на основе акрила без растворителей (табл. П.12.55). Применяется для герметизации и уплотнения швов и соединений из бетона, кирпичной кладки, гипсокартона, штукатурки, алюминия, древесных материалов, жесткого ПВХ.

Таблица П.12.55

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1580
Относительное удлинение при разрыве, %	150
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-40...+80

*Tutan* — акриловый силиконизированный герметик (табл. П.12.56). Применяется для герметизации и одновременной защиты от плесени и грибков.

Таблица П.12.56

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1250
Водопоглощение, %, не более	0,5
Относительное удлинение при разрыве, %	600
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-40...+80

## 12.4. Полиуретановые герметики

*АДВ-32* — полиуретановый клей-герметик (табл. П.12.57), применяемый для наружных и внутренних работ. Пригоден для нанесения на ос-

нования из бетона, кирпича, штукатурки, силикатного стекла, горных пород (гранит, кварцит), пластика, металла. Клей содержит добавки, улучшающие его сцепление с материалами, содержащими оксид кремния.

Таблица П.12.57

Характеристики	Показатели
Время образования поверхностной пленки, ч	5
Усадка, %	12,2
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-60...+120
Цвет	Серый

*АДВ-32* широко применяется для герметизации вертикальных и потолочных швов; расшивки стыков бетона с металлическими элементами; герметизации оконных рам и стеклопакетов; герметизации газовых счётчиков; приклеивания датчиков сигнализации к окнам и стеклянным дверям; склеивания силикатных стекол в пластмассовые корпуса автомобильных фар.

*Bostik 2637* — однокомпонентный полиуретановый герметик (табл. П.12.58). Пригоден для нанесения на бетон, древесину, кирпич, металл, ПВХ.

Таблица П.12.58

Характеристики	Показатели
Время образования поверхностной пленки, ч	6...7
Срок хранения, мес.	6
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-30...+90
Цвет	Белый, серый, коричневый, черный и красный

Используется герметик для наружных и внутренних работ (при уплотнении температурных компенсационных швов на фасаде, дверных и оконных коробок).

*Chemlux* — однокомпонентный полиуретановый герметик (табл. П.12.59). Пригоден для нанесения на основания из бетона, кирпича, пластмасс, древесины, металлов. Устойчив к действию УФ-излучения, хорошо растягивается при комнатной и отрицательной температуре.

Таблица П.12.59

Характеристики	Показатели
Время образования поверхностной пленки, ч	5,5
Срок хранения, мес.	12
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-40...+90
Цвет	Белый и серый

Используется герметик для уплотнения межпанельных швов и стыков, для герметизации швов между кровельными материалами, а также для герметизации щелей в дверных и оконных проемах, ремонта плитинусов, дверных и оконных рам.

*Dumeric* — трехкомпонентный герметик на основе эпоксидированного низкомолекулярного полиуретана. *Dumeric* используется для герметизации и уплотнения стыков при деформациях сжатия до 40 % ширины стыка. Основные свойства герметика представлены в табл. П.12.60.



Таблица П.12.60

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1400
Водопоглощение, %, не более	2,0
Текучесть, мм, не более	1...2
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	1,3...2,0
Деформативность, %, не менее	3...5
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-40...+80

*Dumonic* – однокомпонентный герметик на основе полиуретана (табл. П.12.61). Используется для герметизации и уплотнения стыков при деформациях сжатия до 20 % ширины стыка.

Таблица П.12.61

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1450
Водопоглощение, %, не более	1,0
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	1,3
Деформативность, %, не менее	8...10
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-40...+80

*Disbon Disbophan 221* — однокомпонентный полиуретановый герметик (табл. П.12.62). Пригоден для нанесения на основания из бетона, асбоцемента, гипсовой штукатурки, кирпича, керамики, древесины, пластика, металла. Может храниться 6 месяцев при температуре от 0 до +25 °С.

Таблица П.12.62

Характеристики	Показатели
Время образования поверхностной пленки, ч	5
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-40...+70
Цвет	Белый и серый

Применяется герметик для наружных и внутренних работ по герметизации швов и стыков между элементами фасадной облицовки шириной до 30 мм, испытывающих смещение до 20 %, а также для уплотнения щелей в оконных и дверных проемах.

*Emfimastik PU-15* — однокомпонентный полиуретановый герметик (табл. П.12.63). Пригоден для нанесения на бетон, мрамор, гранит, кирпич, штукатурку, дерево, сталь, алюминий, ПВХ, полистирол, поликарбонат, лакированные и окрашенные поверхности. Используется для герметизации межпанельных швов, узлов соединений различных строительных конструкций, кровельных стыков.

Таблица П.12.63

Характеристики	Показатели
Время образования поверхностной пленки, ч	4,5
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-50...+80
Цвет	Белый, серый, бежевый и черный

*Index Superflex Pur* — однокомпонентный полиуретановый герметик (табл. П.12.64), пригодный для нанесения на бетон, камень, кирпич, сталь,

медь, стекло, пластик. Материал неустойчив к действию органических растворителей и минеральных кислот. Используется герметик для наружных и внутренних работ по уплотнению швов, испытывающих смещение под воздействием перепадов температур или гидравлических давлений.

Таблица П.12.64

Характеристики	Показатели
Время образования поверхностной пленки, ч	3
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-40...+80
Цвет	Серый

*Makrofix PU-15* — однокомпонентный полиуретановый герметик, свойства которого представлены в табл. П.12.65. Герметик пригоден для нанесения на камень, керамику, бетон, древесину, металл; его можно окрашивать.

Применяется для наружных и внутренних работ по уплотнению подвижных стыков, подверженных температурным перепадам (фасадные швы, оконные проемы, щели вентиляционных коробов, швы морозильных камер).

*Paraflex P200* — однокомпонентный полиуретановый герметик. Пригодные для нанесения основания: керамика, стекло, металл, камень, кирпич, бетон. При эксплуатации материал не должен контактировать с органическими растворителями.

Таблица П.12.65

Характеристики	Показатели
Время образования поверхностной пленки, ч	2
Срок хранения, мес.	12
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-30...+80
Цвет	Белый, серый, коричневый и черный

Герметики используются для наружных и внутренних работ по герметизации межпанельных и кровельных стыков, изоляции температурных швов ограждающих конструкций, а также для уплотнения оконных и дверных блоков, ремонта плинтусов и полов. Основные характеристики материала приведены в табл. П.12.66.

Таблица П.12.66

Характеристики	Показатели
Время образования поверхностной пленки, ч	5
Срок хранения, мес.	9
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-30...+80
Цвет	Белый, серый, бежевый, коричневый и черный

*Рабберфлекс* — однокомпонентный полиуретановый герметик (табл. П.12.67).

Таблица П.12.67

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1270
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,7
Деформативность, %, не менее	15...20
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-40...+80

Используется для герметизации межпанельных швов в сборных железобетонных конструкциях, а также стыковки соединений, изготовленных из бетона, древесины, стекла, металлов и поливинилхлорида.

*Rabbstüick* — однокомпонентный герметик на основе полиуретана (табл. П.12.68), применяется для уплотнения стыков из деревянных и металлических конструкций.

Таблица П.12.68

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1100
Водопоглощение, %, не более	2,0
Текучесть, мм, не более	2,0
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	2,5
Деформативность, %, не менее	8...15
Относительное удлинение при разрыве, %	500
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-60...+90

*Secoseal* (табл. П.12.69) — двухкомпонентный герметик на основе полиуретана. Используется для уплотнения швов и стыков с бетонными, стеклянными, металлическими, деревянными и другими поверхностями.

Таблица П.12.69

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1440
Водопоглощение, %, не более	2,0
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,6...0,75
Деформативность, %, не менее	15...20
Относительное удлинение при разрыве, %	Более 400
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-40...+70

*Sikaflex* — быстротвердеющий герметик на основе полиуретана (табл. П.12.70).

Таблица П.12.70

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1350
Водопоглощение, %, не более	2,0
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	1,2
Деформативность, %, не менее	10...15
Относительное удлинение при разрыве, %	Более 400
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-30...+80

Применяется герметик в основном для герметизации стыков оконных панелей.

*Sista P-115, P-125* — группа однокомпонентных герметиков (табл. П.12.71), применяемых для герметизации остекления.

Таблица П.12.71

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1500
Водопоглощение, %, не более	2,0
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	1,2
Деформативность, %, не менее	15...25
Относительное удлинение при разрыве, %	250
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-40...+80

*Стиз-40* — двухкомпонентный отверждающийся полиуретановый герметик (табл. П.12.72). Применяется для герметизации стеклопакетов.

Таблица П.12.72

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1700
Паропроницаемость, г/м <sup>2</sup>	5...6
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	1,2...1,8
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-60...+90

*Супракрафт* — клей-герметик на основе полиуретана (табл. П.12.73).

Используется для герметизации и склеивания различных материалов, таких как металл, древесина, пластмассы, натуральный камень, керамика, кирпич, бетон.

Таблица П.12.73

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1200
Водопоглощение, %, не более	2,0
Текучесть, мм, не более	2,0
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	1,2
Деформативность, %, не менее	2...5
Относительное удлинение при разрыве, %	400
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-30...+80

*Титан 15* — низкокомодульный однокомпонентный полиуретановый герметик (табл. П.12.74). Применяется для герметизации, соединения и заполнения деформационных швов при общестроительных и ремонтных работах.

Таблица П.12.74

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	300
Водопоглощение, %, не более	2,0
Текучесть, мм, не более	2,0
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,35
Деформативность, %, не менее	10
Относительное удлинение при разрыве, %	300
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-40...+70

*Титан 50* — высококомодульный однокомпонентный полиуретановый герметик (табл. П.12.75) Используется для герметизации, заполнения и уплотнения стыков при общестроительных работах.

Таблица П.12.75

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1300
Водопоглощение, %, не более	2,0
Текучесть, мм, не более	2,0
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,4...0,6
Деформативность, %, не менее	12
Относительное удлинение при разрыве, %	400
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-30...+60

УГ-2, УГ-2Т, УГ-7Т, УГ-5, УГ-5Т — герметики на основе полиуретановых форполимеров (табл. П.12.76). Используются для герметизации стыков конструкций, работающих в постоянном контакте с водой.

Таблица П.12.76

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1100
Цвет	Серый
Паропроницаемость, г/м <sup>2</sup>	8...9
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	1,8...2,2
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-70...+80

Эмфимастика 3В — полиуретановый клей-герметик (табл. П.12.77). Основное применение получил при герметизации и склеивании стекол, в том числе в стеклопакетах.

Таблица П.12.77

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1200
Водопоглощение, %, не более	0,2
Деформативность, %, не менее	10
Относительное удлинение при разрыве, %	600
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-50...+150

## 12.5. Тиоколовые герметики

51-Г31 — двухкомпонентный тиоколсодержащий герметик (табл. П.12.78). Применяется в основном для герметизации стыков в мемориативных сооружениях.

Таблица П.12.78

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1800
Текучесть, %, не более	1,5
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,18
Относительное удлинение при разрыве, %	150
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-50...+70

51-Г35 — двухкомпонентный герметик на основе тиополимера ТПМ-2 и вулканизированной пасты (табл. П.12.79); используется для герметизации стыков в металлических ограждающих конструкциях.

Таблица П.12.79

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1700
Деформативность, %, не менее	12...25
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,4
Относительное удлинение при разрыве, %	150
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-60...+80

51 УТО-40 — однокомпонентный отверждающийся герметик на основе жидкого тиокола (табл. П.12.80). Герметик используется для герметизации и заделки стыков конструкций, работающих в постоянном контакте с водой.

Таблица П.12.80

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1500
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,5...1,5
Относительное удлинение при разрыве, %	300...500
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-40...+70

Компаунд К-50 — эпоксителиоколовый герметик, свойства которого представлены в табл. П.12.81. Используется для герметизации, гидроизоляции, заливки, пропитки, обволакивания.

Таблица П.12.81

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1000
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	1,8...2,4
Относительное удлинение при разрыве, %	500
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-60...+130

Сазиласт-21 — безусадочный двухкомпонентный тиоколовый герметик (табл. П.12.82). Применяется для герметизации и ремонта стыков ограждающих наружных конструкций, а также для защиты от атмосферной коррозии.

Таблица П.12.82

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1750
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,2
Деформативность, %, не менее	25
Относительное удлинение при разрыве, %	150
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-60...+90

Тиксопрол-КС — двухкомпонентный отверждающийся герметик на основе тиокола. Основное применение герметик получил при герметизации и уплотнении клееных оконных и дверных стеклопакетов. Основные характеристики представлены в табл. П.12.83.

Таблица П.12.83

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1600
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	1,8...2,4
Цвет	Серый
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-60...+80

*Тиоколовая замазка* — однокомпонентный отверждающийся герметик (табл. П.12.84). Используется для герметизации разъемных соединений, работающих в масле и бензине.

Таблица П.12.84

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1800
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,8
Относительное удлинение при разрыве, %	200
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-60...+80

### 12.6. Герметики на композиционных основах

*Bostick* — герметики на основе полисульфидного каучука (табл. П.12.85).

Используются для герметизации и ремонта стыков.

Таблица П.12.85

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1620...1730
Водопоглощение, %, не более	2,0
Деформативность, %, не менее	33
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-40...+140

*Витэфт* — трехкомпонентный самоотверждающийся герметик на основе полисульфидных каучуков. Применяется для герметизации стыков панелей (табл. П.12.86).

Таблица П.12.86

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1500
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,5
Относительное удлинение при разрыве, %	200
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-60...+130

*Decofil* — однокомпонентный герметик на основе ТПМ-полимера, бутилкаучука и акрилов (табл. П.12.87). Применяется для поверхностной и внутришовной герметизации.

Таблица П.12.87

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1440
Водопоглощение, %, не более	1,5
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,03...0,07
Деформативность, %, не менее	5...10
Относительное удлинение при разрыве, %	Более 200
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-25...+70

*Emsepren 400* — двухкомпонентный герметик на основе полисульфида (табл. П.12.88).

Таблица П.12.88

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1600
Водопоглощение, %, не более	2,0
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,7...0,8
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-60...+85

Используется для герметизации стеклопакетов.

*Emsepren 800* — однокомпонентный герметик на основе бутила (табл. П.12.89). Используется для герметизации по технологии «горячего расплава» (*hot melt*).

Таблица П.12.89

Характеристики	Показатели
Водопоглощение, %, не более	0,3
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,6
Деформативность, %, не менее	25...35
Относительное удлинение при разрыве, %	Более 200
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-60...+80

*Isomelt* — однокомпонентный герметик на основе синтетического каучука (табл. П.12.90). Основное применение герметик получил в герметизации стеклопакетов.

Таблица П.12.90

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1170
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,15
Цвет	Черный

*Kodilan ANV* — трехкомпонентная смола. Применяется для герметизации при производстве стеклопакетов. Основные физико-механические показатели приведены в табл. П.12.91.

Таблица П.12.91

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1200
Водопоглощение, %, не более	0,3
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	1,2
Деформативность, %, не менее	25...50
Относительное удлинение при разрыве, %	Более 350
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-60...+120

*Kodilan PCR* — однокомпонентная смола (табл. П.12.92).

Применяется для герметизации при производстве стеклопакетов.

Таблица П.12.92

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1250
Водопоглощение, %, не более	0,3
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	1,4
Деформативность, %, не менее	25...50
Относительное удлинение при разрыве, %	Более 300



*Kodilan SLV* — трехкомпонентный герметик на основе метакриловой смолы (*табл. П.12.93*). Применяется для герметизации при производстве многослойного стекла.

Таблица П.12.93

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1100
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	1,5
Относительное удлинение при разрыве, %	210

*Hilastik* — однокомпонентный герметик на основе каучука, бутил-каучука и акрилов. Используется в основном для герметизации швов небольшой подвижности. Характеристики приведены в *табл. П.12.94*.

Таблица П.12.94

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1150
Водопоглощение, %, не более	0,3
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,8...1,2
Деформативность, %, не менее	1...5
Относительное удлинение при разрыве, %	Более 500
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-40...+90

*Petmapol P805, P785, P875* — одно- и двухкомпонентные герметики на основе жидкого полиэфира, применяемые при остеклении (*табл. П.12.95*).

Таблица П.12.95

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1110
Водопоглощение, %, не более	2,0
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,8...1,0
Деформативность, %, не менее	20...50
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-40...+80

*Rub-R-Wall* — герметик на основе углеводородного каучука (*табл. П.12.96*), используется для герметизации и заполнения стыков.

Таблица П.12.96

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1300
Водопоглощение, %, не более	0,3
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	1,8
Деформативность, %, не менее	100
Относительное удлинение при разрыве, %	Более 1000
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-50...+80

*Rubber Calc 250* — однокомпонентный герметик на основе полисульфидного каучука (*табл. П.12.97*). Применяется для заделки швов.

Таблица П.12.97

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1700
Водопоглощение, %, не более	0,3
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,5...0,6
Деформативность, %, не менее	8...15
Относительное удлинение при разрыве, %	200
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-30...+60

*Rubber Calc 7000* — однокомпонентный универсальный герметик на основе полисульфидного каучука (табл. П.12.98).

Таблица П.12.98

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1500
Водопоглощение, %, не более	0,3
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,42
Деформативность, %, не менее	8...15
Относительное удлинение при разрыве, %	Более 250
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-40...+80

Используется для герметизации, заполнения и уплотнения стыков при общестроительных работах.

*Rubberseal 1K* — однокомпонентный отверждающийся герметик на основе полисульфидного каучука (табл. П.12.99). Основное применение герметик получил при герметизации, заполнении и уплотнении фасадных швов.

Таблица П.12.99

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1600
Водопоглощение, %, не более	0,3
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,6
Деформативность, %, не менее	15...20
Относительное удлинение при разрыве, %	1000
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-60...+100

*Rubberseal 2K* — двухкомпонентный герметик на основе полисульфидного каучука (табл. П.12.100). Применяется для герметизации и заполнения швов.

Таблица П.12.100

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1610
Водопоглощение, %, не более	0,3
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,6
Деформативность, %, не менее	15...20
Относительное удлинение при разрыве, %	200
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-60...+100

*Terostat-998K* — двухкомпонентный герметик на основе бутилкаучука (табл. П.12.101). Применяется для герметизации швов панелей, окон и дверей.

Таблица П.12.101

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1630
Водопоглощение, %, не более	0,3
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,6
Деформативность, %, не менее	20
Относительное удлинение при разрыве, %	25
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-60...+80

*Terostat-2K-100* — двухкомпонентный герметик на основе полисульфидного каучука (табл. П.12.102). Применяется для герметизации и заполнения швов высокой деформации.

Таблица П.12.102

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1600
Водопоглощение, %, не более	0,4
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,05
Относительное удлинение при разрыве, %	20
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-30...+80

*Tenabits-M* — герметик двухкомпонентный битумно-полиуретановый (табл. П.12.103). Используется для герметизации и гидроизоляции строительных конструкций (фундаментов, стен, подвалов, опор, бассейнов), а также для обустройства и ремонта рулонной или мастичной кровли.

Таблица П.12.103

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1000
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	1,0
Относительное удлинение при разрыве, %	Более 550
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-10...+40

*Tenarufs-2* — герметик на основе сланцевого битума, модифицированного термоэластопластами (табл. П.12.104). Применяется герметик для герметизации и гидроизоляции строительных конструкций (фундаментов, стен, подвалов, опор, бассейнов), а также для обустройства и ремонта рулонной или мастичной кровли.

Таблица П.12.104

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1200
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,8
Относительное удлинение при разрыве, %	Более 550
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-10...+40

*Terostat-970* — однокомпонентный герметик на основе полиизобутилена (табл. П.12.105). Применяется для герметизации *Warm-edge* термопластичной рамки.

Таблица П.12.105

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1300
Водопоглощение, %, не более	1,0
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,8...1,0
Относительное удлинение при разрыве, %	Более 300
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-50...+90

*Tioflex 600* — двухкомпонентный полисульфидный герметик (табл. П.12.106). Используется для герметизации стыков между кровельными плитами, а также при монтаже санитарно-технического оборудования.

Таблица П.12.106

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1630...1730
Водопоглощение, %, не более	0,3
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,5
Деформативность, %, не менее	12,5
Относительное удлинение при разрыве, %	200
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-40...+90

*ЦПЛ* — двухкомпонентный герметик (первая отечественная вулканизирующаяся бутилкаучуковая мастика) (табл. П.12.107). Применяется для герметизации стыков между панелями.

Таблица П.12.107

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	900...1300
Водопоглощение, %, не более	0,015
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,5
Деформативность, %, не менее	12...25
Относительное удлинение при разрыве, %	200
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-50...+70

## 12.7. Герметизирующие жгуты и ленты

*Акваст* — однокомпонентная неотверждаемая композиция в виде шнура (табл. П.12.108). Используется при герметизации стыков между кровельными материалами, а также при монтаже санитарно-технического оборудования. Срок службы — более 15 лет.

*Герлат* — однокомпонентный герметик в виде жгута на основе карбоксильного каучука. Основные характеристики изложены в табл. П.12.109. Применяется при герметизации закрытых стыков наружных стен.

Таблица П.12.108

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1600
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,01
Относительное удлинение при разрыве, %	150
Прочность сцепления с основанием, МПа	0,01...0,015
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-50...+80

Таблица П.12.109

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1200
Водопоглощение, %, не более	0,3
Текучесть, мм, не более	1,0
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,44
Деформативность, %	25
Относительное удлинение при разрыве, %	150...250
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-40...+70

*Герлен* — герметизирующая самоклеющаяся лента (табл. П.12.110). *Герлен* широко используется для герметизации открытых стыков и приклеивания кровельных материалов к основанию.

Таблица П.12.110

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1600
Водопоглощение, %, не более	0,35
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	1,8
Относительное удлинение при разрыве, %	150...250
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-50...+80

*Гермабутил* — герметизирующая бутилкаучуковая лента (табл. П.12.111). Применяется для герметизации и гидроизоляции строительных конструкций, а также для устройства и ремонта кровель.

Таблица П.12.111

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	400...1100
Водопоглощение, %, не более	2,0
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,55
Относительное удлинение при разрыве, %	200...300
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-50...+80

*Гернит* — герметизирующая лента-прокладка из резиновой смеси. Свойства гернита приведены в табл. П.12.112.

Используется для герметизации и уплотнения стыков металлических, деревянных и стеклянных конструкций.

Таблица П.12.112

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1500
Водопоглощение, %, не более	1,0
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,5
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-40...+70

*Геростром* — однокомпонентный герметик в виде жгута на основе карбоксилатных каучуков (табл. П.12.113). Применяется для герметизации стыков стекла, ограждений теплиц, хранилищ овощей и фруктов.

Таблица П.12.113

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1000...1200
Водопоглощение, %, не более	2,0
Текучность, мм, не более	1,0
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,24...0,49
Деформативность, %	20
Относительное удлинение при разрыве, %	150
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-40...+70

*Гэлан* — однокомпонентный герметик на основе бутилкаучука в виде жгута (табл. П.12.114). Используется для герметизации стыков стеклянных конструкций, ограждений теплиц, хранилищ овощей и фруктов.

Таблица П.12.114

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1560
Водопоглощение, %, не более	0,2...0,3
Текучность, мм, не более	2,0
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,10...0,12
Деформативность, %	25
Относительное удлинение при разрыве, %	20
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-50...+80

*КГМ-У* — невысыхающая мастика на основе бутилкаучука, выпускается в виде жгутов диаметром 30 и 50 мм (табл. П.12.115). *КГМ-У* используется для герметизации стыков керамзитобетонных и железобетонных панелей.

Таблица П.12.115

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1550
Водопоглощение, %, не более	0,2...0,3
Текучность, мм, не более	2,0
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,1

Таблица П.12.115

Характеристики	Показатели
Деформативность, %	10...15
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	45
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-50...+80

*Липлен* (табл. П.12.116) — герметизирующая липкая лента толщиной 1,8 мм. Применяется для герметизации воздухоизоляционных стыков, для уплотнения стекла и зенитных фонарей.

Таблица П.12.116

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1200
Водопоглощение, %, не более	0,15
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	1,8
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	30
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-40...+70

## 12.8. Монтажные пены

*Atlas Apian P* — монтажная пена, обладающая следующими свойствами: время образования поверхностной пленки — 25 мин, усадка — менее 10 %, диапазон рабочих температур —  $-40 \dots +150$  °С, цвета — прозрачный, белый, красное дерево, серый, черный. Используется для монтажа и уплотнения оконных коробок и других строительных элементов.

*Bau Max* — полиуретановые однокомпонентные пены-герметики. Полимеризация происходит при соприкосновении с влагой воздуха или специально распыляемой влагой.

Используются для фиксации при монтаже оконных рам, подоконников, дверных коробок из металла, дерева и пластика; при установке отопительных, водопроводных труб и электропроводки, а также для заполнения отверстий, полостей, швов и щелей в кирпичной кладке, панелях стен и потолков, элементов кровли.

*Chemilux Foam Winter* — монтажные пены на основе полиуретана для монтажа и фиксации строительных элементов. Обладают повышенной стойкостью к химическим воздействиям, биостойки, ограниченно впитывают влагу. Имеют мелкоячеистую пористую структуру, что обеспечивает хорошую теплоизоляцию. Характеризуются хорошей адгезией к дереву, металлу, бетону и другим строительным материалам, за исключением фторопласта, силикона и полиолефинов.

Используются для герметизации и теплоизоляции объемных швов, стыков при монтаже окон и дверей, тепло- и звукоизоляционных материалов, для заполнения проёмов в строительных конструкциях при прокладке трубопроводов и других подобных работах. Позволяют работать при температурах до  $-10$  °С.

*Jobi Montage-schaum* — однокомпонентная полиуретановая монтажная пена для монтажа и фиксации строительных материалов, представляет собой ячеистую полиуретановую пластмассу, которая обладает термической стойкостью, стойкостью к химическим воздействиям, не впитывает влагу, не гниет, не плесневеет. Затвердевание происходит за счет реакции с окружающим воздухом или содержащими влагу поверхностями. Не обладает клейкостью к полиэтилену, силикону и другим подобным материалам. Цвет светло-желтый.

Применяется при монтаже оконных рам и дверных проемов, для теплоизоляции и изоляции строительных конструкций, а также для заполнения отверстий и зазоров в стенах, фиксации строительных материалов к бетону, штукатурке.

*Tytan* — однокомпонентная полиуретановая монтажно-уплотнительная пена.

Основные характеристики пены представлены в табл. П.12.117.

Таблица П.12.117

Характеристики	Показатели
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1100
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,02
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1100
Условная прочность при разрыве, МПа, не менее	0,02
Деформативность, %	8
Температурный диапазон эксплуатации, °С	-10...+30

Пена используется для изоляции, уплотнения, других монтажных работ, а также заполнения щелей, звукоизоляции больших и малых отверстий в бетоне, штукатурке, кирпиче, стекле, древесине, ПВХ.

*Хикон* — полиуретановая монтажно-уплотнительная пена. Может использоваться как в летний, так и в зимний периоды. Производится с применением озонобезопасного газа-вытеснителя (пропеллента). При эксплуатации рекомендуется защищать от действия УФ-лучей.

Применяется для герметизации швов и стыков шириной 2...3 см.