

**Выводы.** Сформулирована методика проведения испытаний трехслойных железобетонных балок со средним слоем из полистиролбетона.

По результатам проведенных экспериментов определены величины изгибающих моментов образования трещин и характер их распространения и распределения.

### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. **Стронгин Н. С.** Легкобетонные конструкции крупнопанельных, жилых домов / Н. С. Стронгин, Д. К. Баулин. – М. : Стройиздат, 1984. – 184 с.
2. **Dall D. Durisol.** Lightweight Precast Concrete / Dall D. Durisol // Paper trade. – 1950. – Vol. 130. – № 23.
3. **Эпп А. Я.** Ограждающие конструкции безопалубочного формования из керамзитобетона / А. Я. Эпп, Р. В. Сакаев, В. В. Чижевский и др // Развитие производства и применения легких бетонов и конструкций из них, в том числе с использованием промышленных отходов: тез. докл. III Всесоюз. конф. по легким бетонам. – М. : Стройиздат, 1985. – С. 65.
4. **Вайнтштейн М. З.** Двухслойные наружные ограждающие конструкции из легкого бетона, изготавливаемые в один прием формования / М. З. Вайнтштейн // Развитие производства и применения легких бетонов и конструкций из них, в том числе с использованием промышленных отходов: тез. докл. III Всесоюз. конф. по легким бетонам. – М. : Стройиздат, 1985. – С. 61 – 62.
5. **Король Е. А.** Трехслойные ограждающие железобетонные конструкции из легких бетонов и особенности их расчета: моногр. / Е. А. Король. – М. : АВС, 2001. – 256 с.
6. **Король Е. А.** Совершенствование технологии изготовления трехслойных стеновых панелей с теплоизоляционным слоем из полистиролбетона / Е. А. Король, В. В. Полетаев. // Передовой научно-производственный опыт, рекомендуемый для внедрения в строительстве объектов агропромышленного комплекса. Науч.-техн. информ. сб. Вып. – № 19. – М. – 1990. С 4 – 5.

УДК 692.23:699.866

### АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОЙ ОТДЕЛКИ ФАСАДОВ

*К. С. Собинова, асп., О. А. Ожищенко, к. т. н., асс., Н. В. Савицкий, д. т. н., проф.*

**Ключевые слова:** ограждающие конструкции, фасадные системы, воздушная прослойка, защитно-декоративные экраны, штукатурная система

**Постановка проблемы.** В настоящее время одним из актуальных вопросов строительства в Украине является вопрос теплоизоляции ограждающих конструкций как строящихся, так и существующих зданий и сооружений. Наружные стены в наибольшей степени подвержены влиянию неблагоприятных факторов: ветрам, действию термических и механических нагрузок, атмосферным осадкам, ультрафиолетовому облучению, которые приводят к коррозии фасадных поверхностей, потере архитектурной выразительности и эксплуатационной стойкости конструкции, снижению её теплофизических показателей.

На сегодняшний день основная часть жилых зданий в Украине является постройками 1960 – 1980-х гг. Теплофизические показатели так называемых «хрущевок» (расчетный период эксплуатации – 50 лет) сейчас намного ниже установленных нормами, поэтому такие сооружения требуют устройства дополнительной защиты и утепления. При своевременных капитальных ремонтах, как показали последние исследования, период эксплуатации «хрущевок» может быть продлен до 100 лет. Ввиду невозможности и экономической нецелесообразности сноса таких строений, теплоизоляция ограждающих конструкций становится все более актуальной. Кроме того, разнообразие архитектурных форм фасадов позволяет обеспечить каждому дому индивидуальность и придать городам новый выразительный облик.

**Анализ публикаций.** Теоретический анализ литературных источников и публикаций, посвященных системам теплоизоляции ограждающих конструкций зданий [1 – 5], позволил выделить наиболее распространенные способы утепления наружных стен зданий.

**Целью статьи** является анализ существующих систем наружной теплоизоляционной отделки фасадов зданий и выявление основных достоинств и недостатков каждой из систем, а также определение наиболее эффективной системы как с эксплуатационной, так и с экономической точки зрения.

**Изложение материала.** Устройство теплоизоляции может производиться как с внутренней, так и с наружной стороны конструкции. Необходимо отметить, что при внутреннем утеплении в местах примыкания перекрытий к ограждающей стене, где невозможно установить теплоизоляционный материал, образуются «мостики холода». При этом теплопотери в этих зонах могут быть намного больше, чем потери тепла через остальную площадь стены (рис. 1, б) [3]. Другим важным недостатком является образование конденсата на внутренней поверхности стены и утеплителя, что приводит к образованию плесени, грибков, повышенной влажности в помещении.

При наружном утеплении (рис. 1, а) снижение температуры по толщине стены происходит плавно и медленно. Поэтому утепление конструкции с наружной стороны является оптимальным с точки зрения поддержания нормального температурно-влажностного режима.

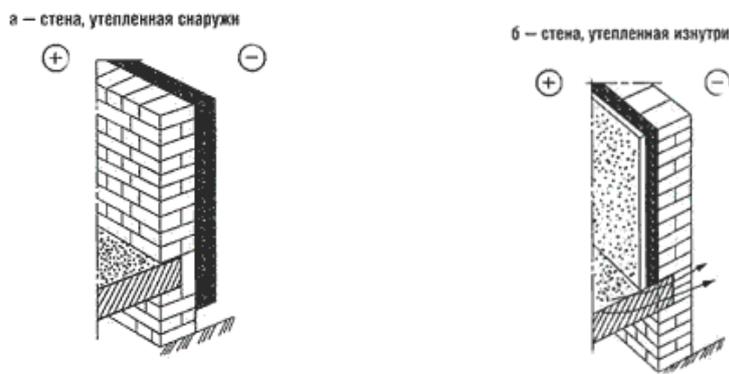


Рис. 1. Фрагмент стены с теплоизоляцией

В зависимости от типа несущей конструкции фасад может быть автономной системой и монтироваться непосредственно на стену, или же являться элементом, образующим конструкцию (оставляемая опалубка).

Конструктивные решения по наружному утеплению и защите существующих ограждающих конструкций можно разделить на две группы:

- 1) системы утепления фасадов с вентилируемой воздушной прослойкой (так называемые «вентилируемые» фасады);
- 2) системы «скрепленной» теплоизоляции, т. е. фасадной отделки по теплоизолирующему слою (штукатурные системы).

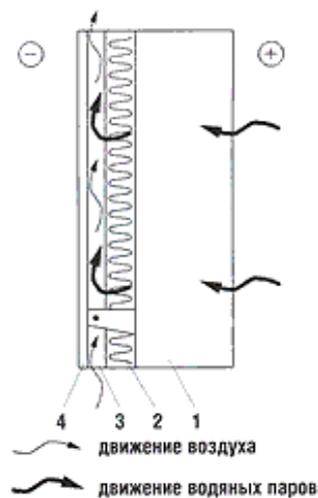


Рис. 2. Схема устройства «вентилируемого» фасада: 1 – утепляемая стена; 2 – утеплитель; 3 – вентилируемая воздушная прослойка; 4 – наружная облицовка

**Системы наружного утепления фасадов с вентилируемой воздушной прослойкой.** В фасадах данного типа (рис. 2) вентилируемая воздушная прослойка, расположенная между утеплителем и защитной облицовкой, обеспечивает высыхание стены и утеплителя в случае увлажнения, что способствует сохранению высоких теплозащитных показателей системы, улучшает воздухообмен через наружную стену и выполняет функцию дождевого экрана [3].

**«Вентилируемые» фасады с облицовкой из кирпичной кладки.** Достаточно распространенным конструктивным решением стен с вентилируемой воздушной прослойкой являются стены с облицовкой из кирпичной кладки, мелких блоков, керамических или бетонных камней.

В качестве утепляющего материала в такой системе используют плиты из минеральной или стекловаты, которые крепятся к существующей стене специальными дюбелями или анкерами со шляпками, прижимающими плиту к поверхности несущей стены. Плиты размещают в пространстве между облицовкой и существующей стеной, создавая вентилируемую воздушную прослойку толщиной 60 мм (рис. 3). При этом облицовочный слой может быть самонесущим или воспринимать часть нагрузки конструкции.

Для осуществления вентиляции полости стен и проникновения наружного воздуха в прослойку в стене в нижнем ряду кладки устраивают специальные продухи (рис. 3) [3]. Верхние продухи предусматривают в карнизной части стены.

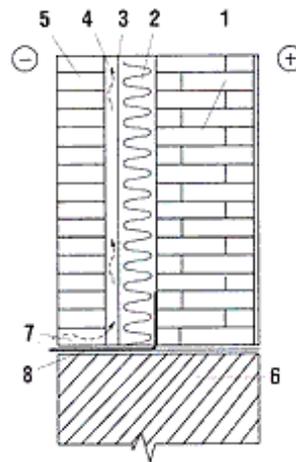


Рис. 3. Схема устройства воздушной прослойки и продухов: 1 – утепляемая стена; 2 – утеплитель; 3 – ветрозащитная паропроницаемая мембрана; 4 – воздушная прослойка; 5 – облицовка из кирпича или камня; б – фундамент; 7 – вентиляционный продух; 8 – гидроизоляционный материал

Основными преимуществами кладочной фасадной системы является доступность необходимых строительных материалов и возможность всесезонного выполнения работ. Однако необходимо заметить, что наличие утеплителя внутри стены приводит к тому, что наружная облицовочная кладка не прогревается теплом изнутри здания и при низкой температуре окружающей среды постоянно находится в зоне отрицательных температур. Обязательным требованием к облицовочному слою является его высокая морозостойкость.

*Недостатками* таких стен являются:

1. Ограниченные архитектурные возможности.
2. Возможные независимые деформации несущих конструкций и облицовочных слоев.
3. Ограниченные возможности выравнивания фасада при отклонении монолитного каркаса от проектной отметки.
4. Возможность переувлажнения и снижения долговечности ограждающих конструкций вследствие ошибок при проектировании и строительстве.

Как показала практика, применение рассматриваемой фасадной системы часто приводит к авариям, связанным с развитием трещин, разрушением и обрушением лицевой кирпичной кладки и т. д. [2]. Из этого следует, что требования к данным конструкциям, в том числе и по теплозащите, не выполняются или выполняются частично.

**«Вентилируемые» фасады с навесными защитно-декоративными экранами.** Устройство данной фасадной системы проводится в такой последовательности [3] (рис. 4): на

стену монтируются металлические направляющие с кронштейнами, между которыми укладывают плиты утеплителя, прикрепляемые к стене дюбелями. Затем, при необходимости, устанавливается ветрозащитный паропроницаемый материал. Вентилируемая воздушная прослойка толщиной от 60 до 150 мм устраивается между утеплителем и защитной облицовкой, которую навешивают на кронштейны. Материалом для облицовывания фасада могут послужить цементные плитки различных цветов и фактуры, облицовочные листы или панели, сайдинг, профилированные листы, гранитные или мраморные плитки и т. д.

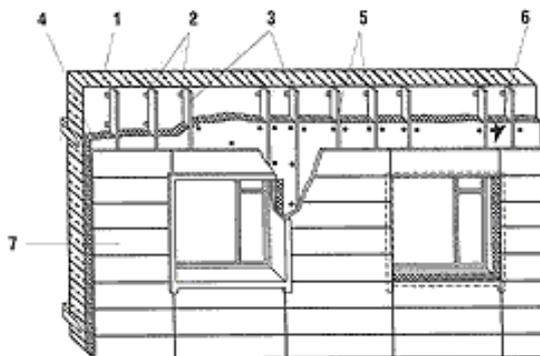


Рис. 4. Схема устройства «вентилируемого» фасада с защитно-декоративными экранами: 1 – утепляемая стена; 2 – узлы крепления направляющих; 3 – металлические направляющие; 4 – утеплитель, покрытый ветрозащитным материалом; 5 – дюбели; 6 – воздушная прослойка; 7 – наружная облицовка

Каркас навесного фасада должен быть легким, прочным и подвижным что необходимо для компенсации изменений линейных размеров облицовочных элементов, обусловленных колебаниями температуры. Несущие элементы каркаса должны быть максимально защищены от коррозионных разрушающих воздействий, обладать требуемым пределом огнестойкости и устанавливаться таким образом, чтобы не препятствовать току воды по внутренней поверхности экрана, предотвращая разбрызгивание дождевых капель и попадание влаги на утеплитель. Благодаря тому, что облицовочные элементы навешиваются на каркас фасада, вся нагрузка воспринимается существующей стеной, и устройство специального фундамента для защитной облицовки не требуется.

Такие системы обладают рядом *достоинств*:

1. Невысокие требования к качеству стены-основания.
2. Производство работ в любое время года.
3. Возможность частичного ремонта фасада.

Одним из *недостатков* и причиной редкого использования данной системы является её дороговизна.

Кроме того, к основным минусам системы «вентилируемых» фасадов нужно отнести проблему выветривания слоя утеплителя воздушными потоками, а в осенне-зимний период при резком переходе температуры через  $0^{\circ}\text{C}$  – промерзание слоя утеплителя, а, соответственно, и стены; ограниченные возможности для создания архитектурных особенностей фасада здания и трудности, возникающие при монтаже элементов системы.

**Система «скрепленной» теплоизоляции (штукатурная система утепления) фасадов.** Принцип данной системы заключается в создании монолитной многослойной ограждающей конструкции, работающей как единое целое, что обеспечивает ее надежность и долговечность. Этот способ является наиболее традиционным и широко применяемым. Оштукатуривание придает зданию эстетичный вид и защищает стеновые конструкции от воздействия неблагоприятных факторов.

Такие системы при условии правильного применения способны:

- снизить теплопотери до минимума за счет практического исключения «мостиков холода» в ограждающих конструкциях;
- сохранить, дополнить и разнообразить фасады архитектурными элементами;
- создать оптимальные условия для работы теплоизоляционного слоя как наиболее уязвимого и подверженного старению в процессе эксплуатации элемента конструкции.

Системы «скрепленной» теплоизоляции одинаково эффективны для любых конструктивных схем зданий – каркасно-монолитных, крупнопанельных, блочных, кирпичных.

При устройстве штукатурной системы утепления фасадов (рис. 5) [3] крепление теплоизоляционного материала к стене осуществляется с помощью анкеров, дюбелей и клеевых составов, с последующим нанесением штукатурного слоя (по армирующей сетке).

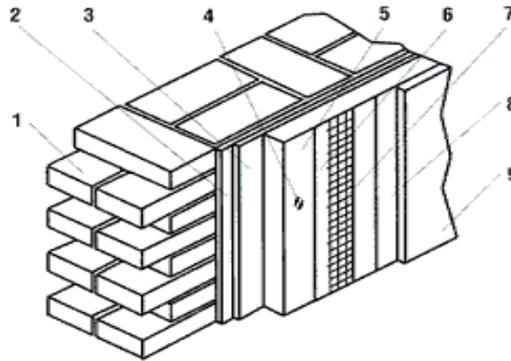


Рис. 5. Схема устройства системы «скрепленной» теплоизоляции: 1 – утепляемая стена; 2 – старая наружная отделка; 3 – клеящий состав; 4 – дюбель для крепления утеплителя; 5 – утеплитель из минеральной ваты или полиполистирола; 6 – клеевой армирующий состав; 7 – армирующая сетка; 8 – грунтовка; 9 – отделочный слой

К штукатурному слою выдвигаются особые требования: он должен обладать высокой адгезией, морозостойкостью, паропроницаемостью и хорошими теплоизоляционными свойствами. От качества штукатурной смеси и ее монтажа зависит работоспособность, надежность и долговечность всей системы.

*Преимущества* штукатурных систем:

1. Невысокая стоимость устройства системы в сравнении с вентилируемыми фасадами.
2. Скорость монтажа и простота ремонта.
3. Обеспечение любого цветового и архитектурного решения фасада.
4. Небольшая масса.
5. Ремонтопригодность в случае потери работоспособности.

*Недостатки* штукатурных систем:

1. Сезонность выполнения работ.
2. Повышенные требования к качеству стены-основания.

Чаще всего главным критерием при выборе системы теплоизоляции является ее стоимость. Следует отметить, что затраты на устройство штукатурной фасадной системы («скрепленной теплоизоляции») в два раза ниже затрат на установку «вентилируемых» фасадов [1], вследствие чего штукатурные системы пользуются большей популярностью у потребителя.

**Выводы.** Анализ различных фасадных систем показал, что наиболее эффективным является метод утепления, который создает сплошной контур теплоизоляции на фасаде здания, тем самым обеспечивает оптимальные условия эксплуатации теплоизоляционного слоя. Учитывая технологические параметры, архитектурно-эстетические возможности, экономические показатели и другие свойства, система «скрепленной» теплоизоляции (штукатурная система) в наибольшей степени соответствует данному критерию.

Следует отметить, что, несмотря на довольно доступный набор необходимых материалов, штукатурная система обеспечит длительную и эффективную работу только при правильном и качественном подборе всех составляющих. По этой причине для утепления фасадов могут использоваться только сертифицированные штукатурные системы, а сами работы должны выполняться специалистами, в совершенстве владеющими технологией производства работ.

В условиях постоянного роста цен на возведение и реконструкцию строительных объектов, сокращение сроков строительных работ является одним из основных способов уменьшения конечной стоимости строительства. Использование быстротвердеющих строительных смесей, в том числе и при оштукатуривании поверхностей конструкций, также ускоряет процесс строительства и сокращает сроки, отведенные для отделочных работ. На рынке Украины

представлен довольно большой ассортимент быстротвердеющих строительных смесей, но в основном зарубежного производства, поэтому их применение не всегда экономически выгодно.

Исходя из всего вышесказанного, на сегодняшний день является целесообразной разработка сухой строительной смеси с высокими теплоизоляционными свойствами на основе быстротвердеющего вяжущего для оштукатуривания ограждающих конструкций зданий, которая имела бы приемлемую цену для среднестатистического покупателя.

#### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Системы фасадной отделки [Электронный ресурс] / Е. А. Жукова, А. В. Чугунков, В. А. Рудницкая // Научно-практический Интернет-журнал «Наука. Строительство. Образование». – 2011. – № 1. – Режим доступа: [http://www.nso-journal.ru/images/stories/NSO/2011/01\\_15.pdf](http://www.nso-journal.ru/images/stories/NSO/2011/01_15.pdf)
2. Гагарин В. Г. Теплофизические проблемы современных стеновых ограждающих конструкций многоэтажных зданий / В. Г. Гагарин // Academia. Архитектура и строительство. – 2009. – № 5. – С. 297 – 305.
3. Утепление существующих ограждающих конструкций [Электронный ресурс] / А. Матвиевский, Н. Умнякова – Режим доступа: [http://www.maxmir.com/publish/p\\_tech1.html](http://www.maxmir.com/publish/p_tech1.html)
4. Теплоизоляционные материалы и конструкции / Ю. Л. Бобров, Е. Г. Овчаренко, Б. М. Шойхет, Е. Ю. Петухова. – М. : ИНФРА-М, 2010. – 266 с.
5. Матвеев Е. Л. Технические решения по усилению и теплозащите конструкций жилых и общественных зданий / Е. Л. Матвеев, В. В. Мешечек. – М. : Изд. центр «Старая Басманная», 1998. – 209 с.

УДК 620.193:624.012.4

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПОНТОНОВ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ НА ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ УКРАИНЫ

*С. Е. Шехоркина, асп., И. Н. Матюшенко, к. т. н., доц., Н. В. Савицкий, д. т. н., проф.*

**Ключевые слова:** железобетонные понтоны, долговечность, водные объекты

**Введение.** Железобетонные понтоны, благодаря высоким эксплуатационным характеристикам, широко применяются при строительстве плавучих сооружений различного назначения, а также при возведении практически всех типов стояночных судов (плавучие доки, причалы, склады, рестораны, водноспортивные станции, дебаркадеры и др.) [1]. Основная масса данных сооружений размещена на крупных реках, воды которых вследствие высокой загрязненности являются агрессивными по отношению к конструкции понтонов [5]. В связи с этим возникает необходимость в исследовании их долговечности.

**Анализ публикаций.** Изучению долговечности железобетонных конструкций, подверженных воздействию жидких агрессивных сред, посвящены многие исследования [2 – 4]. При этом анализ существующих конструктивно-технологических решений показал, что параметры железобетонных конструкций, как правило, разрабатываются без учета кинетики коррозии бетона. В связи с этим вопросы выбора параметров первичной защиты и обоснования необходимости применения вторичной защиты конструкции остаются актуальными.

**Цель статьи.** Исследовать долговечность железобетонных понтонов, эксплуатируемых на водных объектах Украины.

**Изложение материала.** В основу действующих нормативно-технических документов по расчету и проектированию бетонных и железобетонных конструкций положен критерий недопущения коррозии арматуры или нарушения сцепления арматуры с бетоном, который рассматривается как отказ конструкции [6].

Согласно международным стандартам, все крупные реки Украины, а также их основные притоки характеризуются высоким уровнем промышленного использования считаются загрязненными. В таблице 1 приведены обобщенные данные гидрохимических показателей водоемов Украины по результатам экологических исследований [5].