

УДК 699.86:693.98

Шамрина Галина Викторовна

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры строительных конструкций, зданий и сооружений,
ORCID: 0000-0001-5422-9562

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, Краматорск

Хохрякова Дарья Александровна

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры строительных конструкций, зданий и сооружений,
ORCID: 0000-0002-9257-5703

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, Краматорск

Тимофеев Николай Васильевич

Кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры архитектурных конструкций,
Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

**КОМПЛЕКТНАЯ СИСТЕМА КНАУФ НА ОСНОВЕ ЦЕМЕНТНЫХ ПЛИТ
AQUAPANEL® OUTDOOR И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ В УКРАИНЕ**

Аннотация. Значительное увеличение нормативного значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций привело к тому, что конструкции наружных стен из традиционных материалов стали менее востребованными в жилищном строительстве. Комплектные системы наружного сухого строительства, разработанные с использованием цементной плиты АКВАПАНЕЛЬ® Outdoor, представляют серьезную альтернативу массивным кирпичным стенам. На основании анализа технических решений с целью выявления возможностей рационального применения для различных объектов авторами была разработана классификация рассматриваемой комплектной системы по нескольким признакам. Отсутствие в Украине материалов для проектирования по данной технологии, разработанных в соответствии с новыми нормами может привести к проблемам обеспечения тепловой надежности конструкции при её практическом применении. Выявлен ряд положений, по мнению авторов нуждающихся в проверке соответствующими расчетами в дальнейших исследованиях.

Ключевые слова: комплектная система; плита Аквапанель® Outdoor; тепловая изоляция; энергоэффективность зданий

Постановка проблемы

Повсеместное внедрение технологий сухого строительства на постсоветском пространстве стало возможным благодаря усилиям предприятий группы КНАУФ СНГ, выпускающих качественные строительные и отделочные материалы на основе гипса. До недавнего времени эти материалы не были предназначены для наружных работ. Компания Knauf AQUAPANEL GmbH & Co. KG разработала цементную плиту АКВАПАНЕЛЬ® Outdoor-листовой материал прямоугольной формы, состоящий из сердечника на основе мелкозернистого легкого бетона, все плоскости которого, кроме торцевых кромок, армированы стеклотеткой. Комплектные системы, разработанные с использованием цементной плиты АКВАПАНЕЛЬ® Outdoor, представляют собой

системы быстровозводимых каркасных конструкций наружных стен.

За последнее время в строительных нормах Украины произошло значительное увеличение нормативного значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. Это привело к тому, что конструкции наружных стен из традиционных, проверенных временем и климатическими условиями материалов (таких как кирпич, керамзитобетон и другие) стали менее востребованными в жилищном строительстве. Разработанная компанией Knauf AQUAPANEL GmbH & Co. KG новая система наружного сухого строительства представляет серьезную альтернативу массивным кирпичным стенам.

Надежность и долговечность комплектных систем КНАУФ с применением цементных плит AQUAPANEL® Outdoor (далее комплектная

система) как с точки зрения обеспечения прочностных характеристик, так и с точки зрения обеспечения надежности теплозащитных функций зависит от качества элементов конструкции и качества выполнения работ, а оно в свою очередь непосредственно зависит от нормативно-технического обеспечения. Весь объем технической документации по данной технологии, представленный в настоящее время в Украине, носит лишь рекомендательный характер.

Отсутствие материалов для проектирования, конструкций узлов, выполненных в соответствии с принятыми в 2016 - 2017 гг. новыми нормативными документами Украины по тепловой изоляции и энергоэффективности зданий, может привести к ошибкам при проектировании или при производстве работ непосредственно на строительном объекте, и соответственно, к существенному снижению тепловой надежности конструкции.

Анализ последних исследований и публикаций

К преимуществам комплектных систем относятся высокая атмосферостойкость, экологичность, быстрота возведения; всепогодность строительства и отделки, для их устройства при малоэтажном строительстве не требуются массивные фундаменты и несущие конструкции, наружные стены зданий уже имеют утепленный фасад, а по себестоимости такие системы значительно дешевле традиционных

зданий с кирпичными или бетонными стенами. Так, например, в сравнении с обычной кирпичной кладкой с теплоизоляцией комплектная система экономит до 25% площади здания при одинаковых показателях теплоизоляции. Кроме того, применение цементной плиты АКВАПАНЕЛЬ® Outdoor позволяет воплотить самые разнообразные архитектурные идеи и использовать любые материалы для наружной отделки.

Комплектная система рекомендуется к применению как для вновь возводимых зданий, так и для реконструкции, утепления и реставрации обветшавших фасадов [1]. С точки зрения цены комплектная система конкурентна с традиционными строительными и отделочными материалами, и поэтому может быть рекомендована для строительства и термомодернизации объектов бюджетной сферы – школ, больниц, детских садов, социального жилья, административных зданий и т.д.

Так, применение комплектной системы в малоэтажных зданиях с каркасом из легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) позволяет использовать преимущества таких конструкций, а именно: значительное снижение материальных и трудовых затрат при сохранении высоких качественных и эксплуатационных характеристик. В сочетании с комплектной системой здания с каркасом из ЛСТК (рис. 1а) являются наиболее экономичной альтернативой кирпичу, газобетонным блокам и традиционным стеновым панелям для малоэтажного строительства.

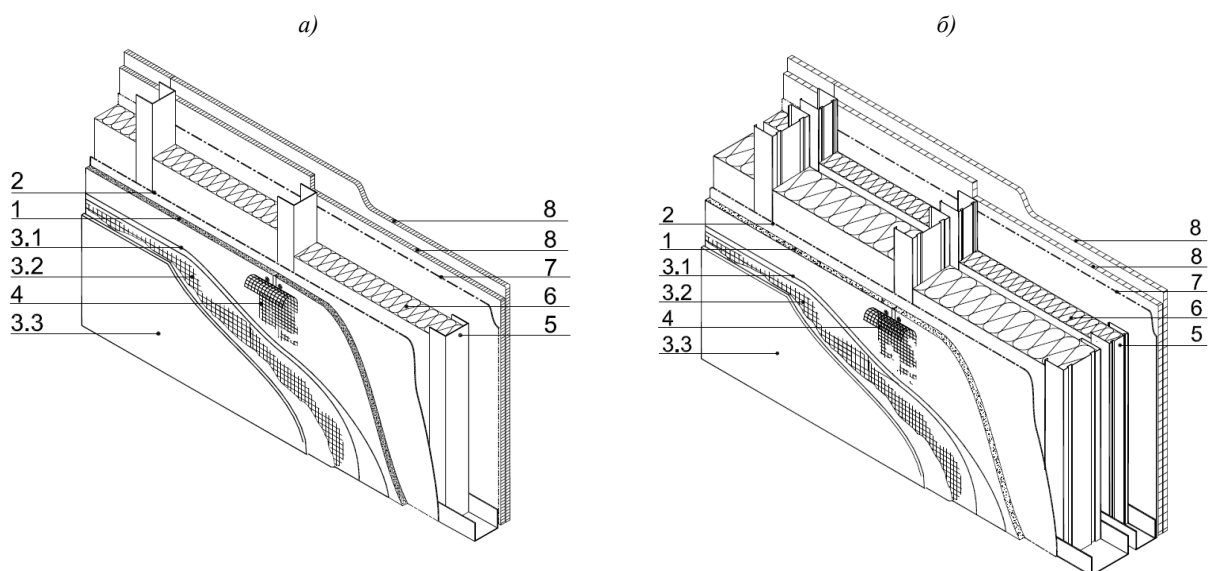


Рисунок 1 - Наружная стена с прямым креплением плит к стальному каркасу: а) на одинарном каркасе; б) на двойном каркасе, где 1 - цементная плита AQUAPANEL Outdoor; 2 - паро-гидробарьер AQUAPANEL TYVEK StuccoWrap; 3.1 - армирующий и клеящий раствор AQUAPANEL; 3.2 - сетка для наружных работ AQUAPANEL; 3.3 - штукатурная накрывка AQUAPANEL; 4 - шпатлевка для швов AQUAPANEL - серая и лента для швов AQUAPANEL; 5 - несущий профиль; 6 - изоляционный материал (KnaufInsulation или Heraklith); 7 - пароизоляционный слой; 8 - гипсокартонная плита КНАУФ.

Сегодня в Украине комплектная система наибольшее применение нашла в коттеджном строительстве. Крупнейшими украинскими производителями сборных панельных домов на основе скрытого деревянного каркаса (рис. 2) по немецкой технологии «Fertighaus» являются компании «DELTAHOUSE» [2] и «WKS FertighausTMВauТес». Изготовление стеновых панелей производится на заводах, укомплектованных новейшим европейским оборудованием, которое гарантирует высокую

точность и качество изготовления конструкций, соответствующее строительным стандартам.

Многоэтажное домостроение в Украине в настоящее время преимущественно ведется по монолитно-каркасной технологии, и поэтому вариант конструктивного решения комплектной системы с опиранием несущих профилей на конструкции перекрытия (рис.1б), обеспечивающего высокое качество при соблюдении всех теплотехнических требований, безусловно, также имеет перспективы широкого применения.

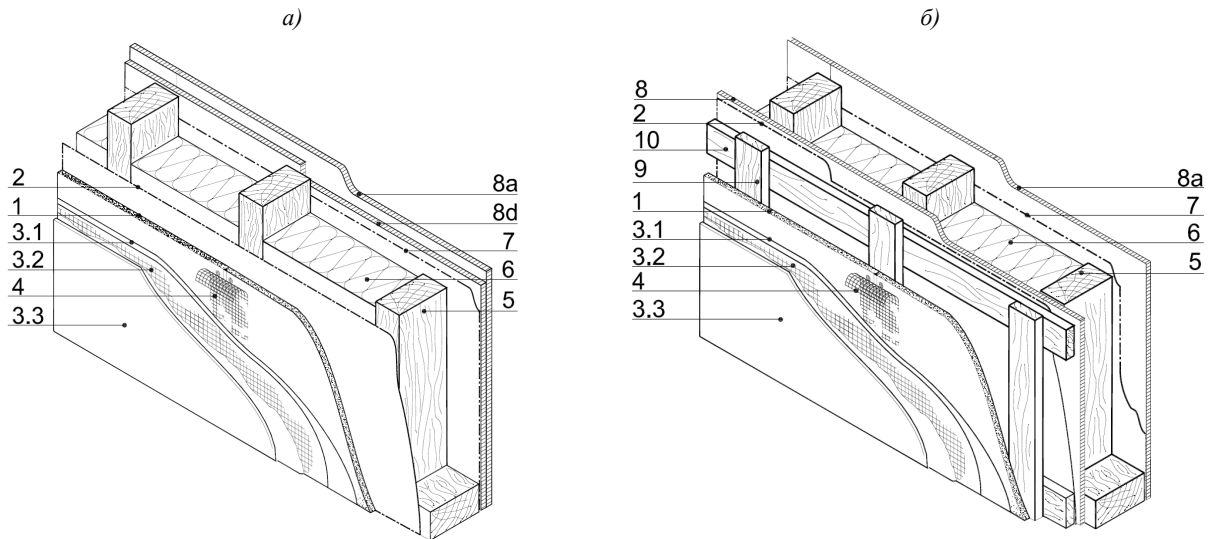


Рисунок 2 - Несущая наружная стена на деревянном каркасе: а) с прямым креплением плит к каркасу; б) с креплением плит к деревянной обрешетке, где 1- цементная плита AQUAPANEL Outdoor; 2 - паро-гидробарьер AQUAPANEL TYVEK StuccoWrap; 3.1 - армирующий и клеящий раствор AQUAPANEL; 3.2 - сетка для наружных работ AQUAPANEL; 3.3 - штукатурная накрывка AQUAPANEL; 4 - шпателька для швов AQUAPANEL - серая и лента для швов AQUAPANEL; 5 - несущий профиль; 6 - изоляционный материал (KnaufInsulation или Heraklith); 7 - пароизоляционный слой; 8а - гипсокартонная плита КНАУФ; 8d - плита древесностружечная (OSB); 9 - несущая обрешетка; 10 - основная обрешетка

Формулировка цели статьи

Целью настоящей статьи является выявление возможностей рационального применения комплектных систем для различных объектов с учетом повышенных требований норм Украины по энергоэффективности зданий.

Основной материал

С целью облегчения принятия проектных решений для конкретного объекта, прежде всего, необходимо классифицировать предлагаемые производителем разнообразные технические решения конструкций комплектных систем.

Классификация типов конструкций систем КНАУФ с применением плит АКВАПАНЕЛЬ® Outdoor представлена ниже.

1. По назначению:

– для устройства наружной стены;

– для ремонта и восстановления фасада;

– для усиления архитектурной выразительности фасадов, эстетики наружных стен.

2. По типу архитектурно-строительных систем здания, в которых применяется комплектная система:

– каркасно-монолитная (привысоте здания до 150 м);

– малоэтажные здания на каркасе из ЛСТК;

– малоэтажные панельные дома на основе скрытого деревянного каркаса (рис. 2).

3. По статическому типу:

– несущая (на деревянном или каркасе из ЛСТК);

– самонесущая (в каркасно-монолитных зданиях с опиранием стоек КНАУФ СВ на перекрытие);

– ненесущая (в навесных фасадных системах, для облицовки наружных стен).

4. По технологии возведения:

- поэлементная сборка;
- из готовых панелей.

5. По материалу несущей части комплектной системы:

- на стальном каркасе (рис. 1);
- на деревянном каркасе (рис. 2).

6. По числу контуров утепления (числу стоек каркаса):

– одинарный (для неотапливаемых зданий на стойках КНАУФСВ, для отапливаемых на стойках из ЛСТК);

- двойной, для отапливаемых зданий.

7. По типу крепления плит АКВАПАНЕЛЬ® Outdoor к несущей части системы:

– с прямым креплением к каркасу (рис. 1; рис.2а);

– с креплением плит к обрешетке, закрепленной на стойках каркаса несущей стены (рис. 2б).

8. По наличию вентиляционного зазора:

- с вентиляцией;
- без вентиляции.

Приведенная классификация показывает, что данная система имеет разнообразные конструктивные решения, которые позволяют эффективно ее использовать в различных типах зданий.

При выборе конкретного конструктивного решения наружной стены следует учитывать рекомендацию, что утеплитель нужно располагать таким образом, чтобы он плотно заполнял пространство в стоечном профиле. С точки зрения оптимального расхода утеплителя решение на каркасе КНАУФ для отапливаемых зданий является более гибким, так как размеры сечений стоечных профилей СВ (от 50 до 150 мм) и вариативность их расположения дают возможность применения утеплителя толщиной наиболее близкой к требуемой по расчету, в то время как решение на каркасе из ЛСТК ограничивается двумя размерами стоек – 150 и 200 мм.

Необходимо отметить, что к критериям энергоэффективности следует относить не только уровень тепловой защиты ограждающих конструкций, но и показатели их капитальности (долговечности). Срок службы строительных материалов, применяемых в многослойных стеновых конструкциях, должен обеспечивать экономическую эффективность, достигаемую как сокращением теплотерь, так и сокращением затрат на проведение последующих капитальных ремонтов зданий. Многие типы современных стеновых конструкций с более высокими показателями тепловой защиты оказываются

неремонтопригодными, а применяемые в их составе материалы – недолговечными. Это связано с тем, что на смену традиционным строительным материалам пришли эффективные теплоизоляционные материалы (в основном, минеральная и стеклянная вата, экструдированный и блочный пенополистирол), долговечность которых в климатических условиях эксплуатации нашей страны многими специалистами подвергается сомнению.

На долговечность и стабильность теплофизических и физико-механических свойств теплоизоляционных материалов в конструкциях утепления зданий влияют как конструктивные особенности, так и эксплуатационные факторы, включая:

- знакопеременный температурно-влажностный режим теплоизоляционных конструкций;
- возможность капиллярного и диффузионного увлажнения теплоизоляционного материала в конструкции;
- воздействие ветровых нагрузок и температурных деформаций элементов ограждающих конструкций;
- механические нагрузки от собственного веса материала в конструкциях стен и внешние нагрузки (люди, оборудование при монтаже и ремонте) в конструкциях крыш и перекрытий.

В связи с этим было бы целесообразным установить зависимость между сопротивлением теплопередаче и классом капитальности (долговечности) ограждающих стеновых конструкций. Возможно, для стеновых конструкций с более низким классом капитальности следовало бы установить более высокие требования к уровню тепловой защиты. Срок эффективной эксплуатации внедряемых материалов, технологий и конструкций должен превышать период их окупаемости.

Мероприятия по энергосбережению необходимо предусматривать уже на стадии проектирования, комплексно применяя новейшие технические решения и разработки. Поэтому во всех зданиях должны быть установлены приборы контроля расхода тепловой энергии, а также устройства автоматического регулирования подачи тепла. Выключение системы или её работа в экономном режиме приводит к изменению температурных режимов помещений и, как следствие, к изменению распределения температур в конструкции стены. В слоистых самонесущих и ненесущих наружных стенах деструкция теплоизоляционных материалов значительно опережает разрушение несущей части стены из прочных долговечных материалов.

Теплотехническую долговечность слоистых наружных стен в первую очередь следует определять по снижению теплозащитных качеств утеплителя до установленного предела. Например, компания «DELTAHOUSE» заявляет о 100-летнем эксплуатационном сроке службы конструкций производимых энергоэффективных домов[2]. Хотя долговечность материалов, в том числе теплоизоляционных, входящих в состав ограждающих конструкций не превышает 50 лет.

Таким образом, долговечность (эксплуатационный срок службы) той или иной стеновой конструкции зависит не только от качества и состава используемых материалов, но также от качества монтажных работ и обеспечения нормальных условий эксплуатации.

Рассматриваемая комплектная система характеризуется теплотехнической неоднородностью, которая определяется ее конструктивными особенностями.

Поэтому возможность применения комплектных систем в качестве ограждающих конструкций зданий должна быть подтверждена расчетами, как теплофизических показателей конструкции, так и показателями энергоэффективности здания с комплектной системой в целом. Такой системный подход устанавливается принятым в 2017 г. ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляціябудівель[3], который вводится в действие 01.05.2017 г.

Существующие в Украине нормативные документы [4, 5] содержат требования к проектированию конструкций наружных стен с фасадной теплоизоляцией, которая крепится на стену из массивного материала (кирпич, бетон тяжелый или легкий и т.д.). Особенности конструктивного решения наружных стен с применением плиты АКВАПАНЕЛЬ® Outdoor, а именно наличие металлического или деревянного каркаса, малая массивность элементов стены требует особого внимания и подтверждающих расчетов по теплоустойчивости ограждения, оценки влажностного режима, учета влияния теплопроводных включений элементов каркаса на сопротивление теплопередаче конструкции стены в целом и др.

Согласно требованиям ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляціябудівель[3] обязательно выполнение следующих условий:

- ограничение минимального значения приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции (условие 4);

- ограничение температурного перепада между внутренней поверхностью ограждающей конструкции и внутренним воздухом (условие 5);

- ограничение минимальных температур на внутренних поверхностях в зонах теплопроводных включений (углы, откосы и др.), которые не должны превышать температуру точки росы (условие (6));

- условия по теплоустойчивости в летний и зимний периоды эксплуатации (условие (8) и (9));

- проверка влажностного состояния (п.6.12);

- проверка условий воздухопроницаемости (п. 6.10, расчет согласно [6] ДСТУ-Н Б В.2.6-191 с последующими лабораторными испытаниями по методике ДСТУ Б В.2.6-37 [7]).

Проверка указанных условий должна быть выполнена согласно методикам, которые за последние годы были разработаны и приведены в ряде нормативных документов в сфере энергоэффективности, а также должно быть проведено математическое моделирование тепловых процессов (двухмерных температурных полей). В частности, ДСТУ-Н Б В.2.6-189 [8] при определении приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции; ДСТУ ISO 10211-1[9], ДСТУ ISO 10211-2 [10] – при учете теплопроводных включений; ДСТУ-Н Б В.2.6-190[11] – теплоустойчивости ограждений и помещений; ДСТУ-Н Б В.2.6-191[6] - проверки воздухопроницаемости ограждений; ДСТУ-Н Б В.2.6-192[12] - оценки влажностного режима.

Выводы

Исследования совместной работы элементов комплектных систем КНАУФ на соответствие требованиям теплозащиты в процессе эксплуатации зданий позволит определить степень влияния применяемых комплектных систем КНАУФ на санитарно-гигиенические показатели теплозащиты;

Исследование теплозащитных характеристик комплектных систем КНАУФ на вновь возводимых и реконструируемых объектах с учетом влияния дефектов ограждающих конструкций зданий позволяет количественно определить компенсационную способность сокращения энергопотерь каждой комплектной системы ;

Анализ эффективности применения комплектных систем КНАУФ позволит дать оценку экономического эффекта от использования той или иной комплектной системы с позиции сокращения эксплуатационных затрат.

Литература

1. KNAUF [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.knauf.ua> – названіє екрана
2. DeltaHouse.FutureTechnologies [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://deltahouse.ua> – названіє с екрана
3. Теплова ізоляція будівель. ДБН В.2.6-31:2016. [Чинні від 2017-05-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2017. – 33 с. – (Національний стандарт України).
4. Конструкції будівель і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації: ДБН В 2.6-33:2008. [Чинні від 2009-07-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 24 с. – (Національний стандарт України).
5. Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні умови: ДСТУ Б В.2.6-34:2008. [Чинний від 2009-07-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 32 с. – (Національний стандарт України).
6. Настанова з розрахункової оцінки повітропроникності огорожувальних конструкцій: ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2013. [Чинний від 2014-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2014. – 13 с. – (Національний стандарт України).
7. Конструкції будинків і споруд. Методи визначення показників повітропроникності огорожувальних конструкцій і їх елементів у лабораторних умовах. ДСТУ Б В.2.6-37:2008. [Чинний від 2014-06-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 13 с. – (Національний стандарт України).
8. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель: ДСТУ Б В.2.6-189:2013 – [Чинний від 2014-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2014. – 46 с. – (Національний стандарт України).
9. Теплопровідні включення в будівельних конструкціях. Обчислення теплового потоку та поверхневої температури. Частина 1. Загальні методи. ДСТУ ISO 10211-1:2005. – [Чинний від 2008-03-01]. – К.: Держбуд України, 2008. – 38 с. – (Національний стандарт України).
10. Теплопровідні включення в будівельних конструкціях. Частина 2. Лінійні теплопровідні включення. ДСТУ ISO 10211- 2:2005. – [Чинний від 2008-03-01]. – К.: Держбуд України, 2008. – 12 с. – (Національний стандарт України).
11. Настанова з розрахункової оцінки показників теплостійкості та теплосасвоєння огорожувальних конструкцій. ДСТУ-Н Б В.2.6-190. – [Чинний від 2014-01-01]. – К.: Держбуд України, 2014. – 40 с. – (Національний стандарт України).
12. Настанова з розрахункової оцінки тепловологісного стану огорожувальних конструкцій. ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013. [Чинний від 2014-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2014. – 71 с. – (Національний стандарт України).

Стаття надійшла в редакцію 18.03.17

Рецензент: д.т.н, старший науковий співробітник, директор інституту, Г. Г. Фаренюк, ДП "Науково-дослідний інститут будівельних конструкцій", Київ

Шамріна Галина Вікторівна

Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри будівельних конструкцій, будівель і споруд, ORCID: 0000-0001-5422-9562

Донбаська національна академія будівництва і архітектури, Краматорськ

Хохрякова Дар'я Олександрівна

Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри будівельних конструкцій, будівель і споруд, ORCID: 0000-0002-9257-5703

Донбаська національна академія будівництва і архітектури, Краматорськ

Тимофєєв Микола Васильович

Кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри архітектурних конструкцій,

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

КОМПЛЕКТНА СИСТЕМА КНАУФ НА ОСНОВІ ЦЕМЕНТНИХ ПЛИТ АКВАПАНЕЛЬ® OUTDOORTA ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ В УКРАЇНІ

Анотація. Значне збільшення нормативного значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій призвело до того, що конструкції зовнішніх стін з традиційних матеріалів стали менш затребуваними в житловому будівництві. Комплектні системи зовнішнього сухого будівництва, розроблені з використанням цементної плити АКВАПАНЕЛЬ® Outdoor, становлять серйозну альтернативу масивним цегляним стінам. На підставі аналізу технічних рішень з метою виявлення можливостей раціонального застосування для різних об'єктів авторами була розроблена класифікація розглянутої комплектної системи

за кількома ознаками. Відсутність в Україні матеріалів для проектування за даною технологією, розроблених у відповідності з новими нормами може призвести до проблем забезпечення теплової надійності конструкції при її практичному застосуванні. Виявлено ряд положень, які на думку авторів потребують перевірки відповідними розрахунками в подальших дослідженнях.

Ключові слова: комплектна система; плита Акванель® Outdoor; теплова ізоляція; енергоефективність будівель

Shamrina Galina

Doctor of Philosophy, Associate Professor, Docent of Department of Building Structures and Constructions, ORCID: 0000-0001-5422-9562

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Kramatorsk

Khokhriakova Daria

Doctor of Philosophy, Associate Professor, Docent of Department of Building Structures and Constructions, ORCID: 0000-0002-9257-5703

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Kramatorsk

Тумофєєв Mykola

Doctor of Philosophy, Associate Professor, Professor of Department of Architectural Constructions

Kyiv National University of Construction and Architecture (KNUCA), Kiev

KNAUF AQUAPANEL OUTDOOR CEMENT BOARD COMPLETE SYSTEM AND PROSPECTS OF ITS APPLICATION IN UKRAINE

Abstract. *A significant increase in the normative value of the heat transfer resistance of the building envelope led to the fact that the exterior wall constructions made from traditional materials became less popular in housing construction. Complete exterior dry construction systems, developed using the AQUAPANEL® Outdoor cement boards, represent a serious alternative to massive brick walls. Based on the analysis of technical solutions to identify opportunities for rational use for various objects, the authors developed a classification of the complete system under consideration on several grounds. The absence in Ukraine of materials for designing on this technology, developed in accordance with the new standards, can lead to problems of ensuring the thermal reliability of the structure in its practical application. A number of provisions have been identified, according to the authors of the need for verification by appropriate calculations in further studies.*

Key words: *complete system; Aquapanel® Outdoor; thermal insulation; energy efficiency of buildings*