



Фирсаев Д.



Давыдов Д.



Эпштейн В.

**Фирсаев Д.**, менеджер по развитию бизнеса, ООО «Вакер Хеми Рус», Варшавское шоссе, 35, 115105, г. Москва, +74957756810, e-mail: dmitry.firsaeiev@wacker.com;  
**Давыдов Д.**, к.т.н., технический менеджер, ООО «Вакер Хеми Рус», Варшавское шоссе, 35, 115105, г. Москва, +74957756810, e-mail: dmitry.davydov@wacker.com;  
**Эпштейн В.**, к.т.н., технический менеджер, ООО «Вакер Хеми Рус», Варшавское шоссе, 35, 115105, г. Москва, +74957756810, e-mail: vadim.epstein@wacker.com.

**D. Firsaeiev**, manager Business Development Wacker Chemie Rus LLC., 117105, Moscow, Varshavskoye Shosse, 35, +74957756810, e-mail: dmitry.firsaeiev@wacker.com;  
**D. Davydov**, Ph.D., manager Technical Wacker Chemie Rus LLC., 117105, Moscow, Varshavskoye Shosse, 35, +74957756810, e-mail: dmitry.davydov@wacker.com;  
**V. Epstein**, Ph.D., manager Technical Wacker Chemie Rus LLC., 117105, Moscow, Varshavskoye Shosse, 35, +74957756810, e-mail: vadim.epstein@wacker.com.

## СВЯЗЬ КАЧЕСТВА ЦЕМЕНТНЫХ ПЛИТОЧНЫХ КЛЕЕВ С ИХ ДОЛГОВЕЧНОСТЬЮ В УСЛОВИЯХ НАРУЖНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

### ЗВ'ЯЗОК ЯКОСТІ ЦЕМЕНТНИХ ПЛИТКОВИХ КЛЕЇВ З ЇХ ДОВГОВІЧНІСТЮ В УМОВАХ ЗОВНІШНЬОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

#### LINK BETWEEN QUALITY AND DURABILITY OF CEMENTITIOUS CERAMIC TILE ADHESIVES APPLIED IN OUTDOOR ENVIRONMENT

**Анотация.** Керамическая плитка является хорошо знакомым материалом для облицовки поверхностей и применяется в строительстве на протяжении многих десятилетий. Начиная с 2000-х годов отслеживается тенденция к замене стандартной керамики высокообожженным керамогранитом, который обладает рядом преимуществ – долговечностью, износостойкостью и возможностью применения плит крупного формата. В связи с этим, участились случаи разрушения плиточной облицовки из-за недостаточной адгезии клея к основанию. Одной из основных причин является неадекватный выбор плиточного клея. Свойства клеев, согласно стандартам, оцениваются в период 28 суток. Однако, эти начальные значения не дают понимание о свойствах клея в течение всего срока службы плиточной облицовки. На сегодняшний день в стандартах отсутствуют методики по определению долговечности клеев. Эта статья обобщает данные зарубежных исследователей и результаты испытаний, проведенные в лаборатории Вакер Хеми, по оценке свойств цементных плиточных клеев после прохождения специальных гидротермальных циклов. Основная цель исследования заключается в поиске критериев для выбора наиболее подходящих клеев для проведения плиточной облицовки наружных стен.

**Ключевые слова:** плиточный клей, плиточная облицовка, долговечность, климатические циклы, стандарты.

**Анотація.** Керамічна плитка є добре знайомим матеріалом для облицювання поверхонь і застосовується в будівництві протягом багатьох десятиліть. Починаючи з 2000-х років відстежується тенденція до заміни стандартної кераміки високообожженим керамогранітом, який має низку переваг – довговічність, зносостійкість і можливість застосування плит великого формату. У зв'язку з цим, почастишали випадки руйнування плиткового облицювання через недостатню адгезію клею до основи. Однією з основних причин є неадекватний вибір плиткового клею. Властивості клеїв, згідно зі стандартами, оцінюються в період 28 діб. Однак, ці початкові значення не дають розуміння про властивості клею протягом всього терміну служби плиткового облицювання. На сьогоднішній день в стандартах відсутні методики по визначенню довговічності клеїв. Ця стаття узагальнює дані зарубіжних дослідників і результати випробувань, проведені в лабораторії Вакер Хеми, за оцінкою властивостей цементних плиткових клеїв після проходження спеціальних гідротермальних циклів. Основна мета дослідження полягає в пошуку критеріїв для вибору найбільш підходящих клеїв для проведення плиткового облицювання зовнішніх стін.

**Ключові слова:** плитковий клей, плиткове облицювання, довговічність, кліматичні цикли, стандарти.

**Annotation.** Ceramic tile is a familiar material for covering and is used in construction for many decades. Since the 2000s, the trend to replace the standard ceramic tile by porcelain tile is observed, which brings several advantages – durability, wear resistance and the ability to use large format tiles. In this connection, the cases of tile cladding failure due to insufficient adhesive adherence to the substrate are happening frequently. One of the main reasons is the inappropriate choice of tile adhesive. The properties of adhesives, according to the standards are assessed during 28 days. However, these initial values do not provide an understanding of the properties of the adhesive over the whole service life of the covering. Currently, there are no standard methods for determining the durability of adhesives. This article summarizes the findings of foreign researchers, and the results of tests conducted in the laboratory of Wacker Chemie for evaluation of properties of cement tile adhesives after passing of special hydrothermal cycles. The main objective of the study is to find the criteria for selecting the most suitable adhesives for tile covering of external walls.

**Keywords:** tile adhesive, ceramic tile coating, durability, climatic cycles, standards.

### Введение

Ремонт – дело сложное, говорят, что хуже пожара. Помимо сложности строительно-отделочных работ, заказчик часто сталкивается с трудностью выбора различных материалов – сухих смесей, красок, финишных покрытий. Подбор краски, керамической плитки или напольного покрытия зависит главным образом от дизайн-проекта. С выбором сухих строительных смесей дело обстоит сложнее. В большинстве случаев, строительный раствор находится под финишным покрытием, поэтому внимание к его качеству не высокое. В добавок, на рынке представлены по 8-10 наименований смесей одной группы, на-

пример, плиточных клеев, цена на которые может отличаться в несколько раз. Есть соблазн сэкономить и купить дешевый клей для монтажа дорогой плитки. Однако такое решение будет ошибкой, потому что именно свойства раствора в конечном итоге определяют качество и долговечность отделочных работ.

В недавнем прошлом из-за отсутствия нормативной базы было сложно разобраться в многообразии качественных показателей сухих строительных смесей. На сегодняшний день в Украине действует национальный стандарт ДСТУ Б В.2.7-126:2011.

Этот нормативный документ опирается на некоторые положения евростандартов, в частности, в разделе технических требований к смесям для закрепления материалов [1] представлена классификация цементных плиточных клеев, схожая с EN 12004:2007[2] и дополненная тремя классами 3К1, 3К3 и 3К7.

### Стандарт на сухие строительные смеси ДСТУ, методики испытания плиточных клеев

Стандарт задает минимальное значение силы для отрыва плитки от основания  $0,5 \text{ МПа}$  ( $5 \text{ кгс/см}^2$ ). Что означает эта цифра? Для отрыва небольшой плитки размерами  $5 \times 5 \text{ см}$ , нужно приложить силу в  $25 \text{ см}^2 \times 5 \text{ кгс/см}^2 = 125 \text{ кг}$ . Если плитка будет иметь размеры  $20 \times 20 \text{ см}$ , то отрывающее усилие возрастет до 2 тонн. Действительно ли нужен такой запас прочности в условиях реальной эксплуатации? В отличие от лабораторного испытания клея (плитка пригружается гирей с массой 2 кг), на строительной площадке плитка вдавливаются в клей с гораздо меньшим, до 10 раз, усилием – около 200г на площадь  $25 \text{ см}^2$ . Соответственно, адгезия плитки к основанию будет также меньше требуемого значения. Если использовать клеевой состав, усиленный полимерными добавками, то разница составит  $217,5:62,5=3,5$  раза (рис. 1, красная стрелка). Если клей не содержит полимерных добавок, то снижение адгезии будет более критичным  $130:12,5 \sim 10$  раз (рис 1, синяя стрелка). Очень важно отметить, что низкое значение адгезии получается еще до начала эксплуатации плиточной облицовки. В этом случае, говорить о долговечности и надежности крепления плитки к основанию не приходится.

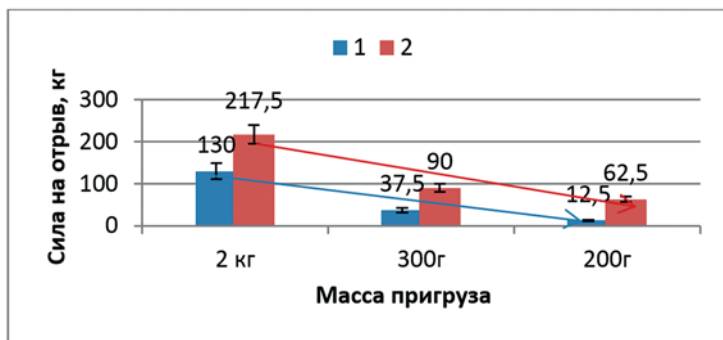


Рис. 1. Зависимость силы на отрыв от массы пригруза плитки  $5 \times 5 \text{ см}$

**Для качественной оценки плиточных клеев, стандартом введены четыре базовых метода испытания растворов.**

**Первый показатель (н.у.)** – измерение прочности клеевого соединения после выдерживания в воздушно-сухой среде при температуре  $+20 \text{ }^\circ\text{C}$  при влажности 60%.

**Второй метод (вода)** – измерение адгезии после хранения образцов в воде, при котором моделируется дождь или воздействия, действующие на плитку в условиях облицовки бассейна.

**Третий вариант (мороз)** – определение адгезии плитки после циклического замораживания и оттаивания. Так можно оценить степень морозостойкости клеевого состава.

**И наконец, самый сложный метод испытания (нагрев)** – измерение адгезии после выдерживания при высоких температурах,  $70 \text{ }^\circ\text{C}$  в течение 14 суток. Высокая температура моделирует старение материала и показывает его долговечность.

На основе полученных значений, ДСТУ Б В.2.7-126:2011 [1] предлагает классифицировать клеи на пять групп: 3К1, 3К2, 3К3, 3К4 и 3К7.

Плиточный клей 3К1 можно применять для укладки плитки с нормальным водопоглощением (кафель) только при выполнении внутренних работ. Адгезия плитки к бетону измеряется только по первому методу (н.у.)

Клей класса 3К2 – это модифицированный полимерными порошками состав, который можно использовать для внутренних и наружных работ при облицовке керамогранитом, камнем и прочими облицовочными материалами. Этот клей испытывается по всем четырем методикам с требуемым показателем адгезии более  $0,5 \text{ МПа}$ .

Клей класса 3К4 – это высококачественный клей с большим содержанием специальных химических добавок, предназначенный для проведения любых типов облицовочных работ внутри и снаружи помещений. Например, на клей класса 3К4 можно крепить крупноформатный керамогранит на фасад здания. Свойства клея должны удовлетворять требованию значения адгезии в  $1 \text{ МПа}$  после всех типов испытаний.

Клеи класса 3К3 и 3К7 достаточно редко встречаются на рынке, поэтому их в данной статье рассматривать не будем, однако полученные в ходе лабораторных тестов зависимости также справедливы и для клеев этих двух классов.

Основная проблема, характерная, к слову, не только для украинского рынка сухих смесей, состоит в привязке нормируемых стандартами свойств сухих смесей к условиям их применения. Проектировщикам, снабженцам, не говоря уже об индивидуальных строителях, не понятны

|   | 1    | 2    |
|---|------|------|
| Портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н                         | 29%  | 29%  |
| Кварцевый песок 0-0,3 мм                            | 71%  | 70%  |
| Загуститель - эфир целлюлозы Mecellose® 23701       | 0,2% | 0,2% |
| Редиспергируемый полимерный порошок Vinnapas® 5005N | 0%   | 1%   |

заложенные в стандарт значения и наличие в нем различных групп одной продукции. Поэтому распространены случаи прописывания в проекте плиточных клеев стандартного класса 3К1 для монтажа крупноформатного керамогранита на улице и т.д. Снабженцы стремятся снизить смету путем выбора дешевых клеев для монтажа дорогой плитки. Для индивидуального строителя отсутствует понимание о различии свойств клеев различных классов. Масла в огонь подливают маркетологи, прописывая на упаковке стандартного клея такие слова как универсальный, усиленный, плюс. Все это не способствует проведению качественных отделочных работ, наносит имиджевый урон всей индустрии сухих смесей, приводит к экономическим потерям.

Решение озвученных проблем требует времени, по мере развития, рынок сам структурирует материалы по областям применения. Ускорить процесс может помочь разработка нормативных документов – технических регламентов, рекомендаций, национальных строительных норм – ДБН, где, в отличие от ДСТУ, были бы прописаны области применения конкретных материалов. В комплексе, эта нормативная база упростит процесс выбора правильных сухих строительных смесей.

## Связь долговечности клеевого шва с требованиями стандарта

Любой материал с течением времени теряет свои первоначальные свойства. Старение плиточного клея, в особенности в условиях наружного применения, неизбежно в силу воздействия внешних факторов: увлажнения, циклического замораживания и оттаивания, нагревания от солнечных лучей.

Задача оценки долговечности плиточных клеев является актуальной на протяжении последних нескольких лет. Как показывает практика, не все клеи способны выполнять свою прямую функцию на протяжении долгого периода, в особенности, в условиях наружного применения. Большой риск несет в себе облицовка фасадов зданий с применением клеев с качеством ниже класса С1.

Обратимся к имеющемуся опыту. Португальские ученые [3,4] провели масштабную исследовательскую работу для понимания процессов старения цементных клеев. В их работе, несколько серий керамических плиток с разным водопоглощением были наклеены клеем класса С2 по EN 12004:2007 на бетонные стены, располагавшиеся на улице. Исходное значение адгезии составляло от 2 до 3 МПа, по прошествии 10 лет натуральных испытаний значение силы сцепления плитки с основанием снизилось до 0,8 МПа, что ниже исходных цифр на 70%.

Параллельно с испытанием на улице, аналогичная система была протестирована в лабораторной климатической камере по ускоренному методу (рис.2). Результатом явилось разрушение клеевого шва после 140 циклов, что в пересчете составляет около 14 лет реальной эксплуатации. Причем, было установлено, что тип облицовочного материала не влияет на срок службы клеевого шва. Стоит заметить, что климатические циклы, применявшиеся в исследовании, были достаточно щадящими – перепад температур составлял 55 градусов, от замораживания до -5 °С до нагрева в 50 °С. Очевидно, что клеи классов С1 и ниже (наиболее массовый сегмент в Украине), разрушились бы гораздо быстрее.

Для проверки этого предположения в лаборатории ООО «Вакер Хеми» Рус в Москве были проведены аналогичные испытания. В отличие от европейского эксперимента, за основу был взят климатический цикл из ГОСТ Р 55943-2014, который моделирует воздействие нашего климата с перепадами температур от +70 °С до -40 °С.

Образцы с приклеенными плитками были помещены в климатическую камеру и подвергнуты воздействию комбинированных циклов, состоящих из увлажнения, замораживания и нагрева. По прошествии 25, 50 и 75 циклов плиты извлекали из камеры и проводили измерения силы сцепления плитки с основанием. Согласно расчетам, пять климатических циклов соответствуют одному году реальной эксплуатации раствора.

Данные, представленные на рисунке 4 показывают, что после 75 циклов воздействия только составы клеев №2 и №4 имели достаточную адгезию для крепления плитки на бетонном основании. Эти клеи изначально соответствовали классу ЗК2, т.е. имели адгезию выше 0,5 МПа после всех типов испытаний. Как видно из рисунка, составы №1 и №3, соответствующие классу ЗК1, не показали достаточного сцепления с основанием после выдерживания при высоких температурах. Как результат, плитка способна надежно удерживаться клеем не более 25 циклов, т.е. срок службы таких клеев в условиях наружного применения может быть оценен не больше 5 лет.

В ходе проведения испытания, дополнительно обнаружилась корреляция между величиной силы на отрыв плитки после прохождения климатических циклов и адгезией к основанию после теплового старения. Эта взаимосвязь позволяет с высокой долей вероятности го-

ворить о том, что тепловое хранение является ключевым параметром для прогнозирования свойств клея через 10 лет наружной эксплуатации.

Приведенные выше результаты убедительно показывают, что имеющийся стандарт ДСТУ Б В.2.7-126:2011 в части описания клеевых материалов, является базовым документом, который позволяет выбрать качественные и правильные клеевые смеси из большого ассортимента представленного на рынке, которые надежно прослужат долгие годы в климатических условиях Восточной Европы. Вместе с тем, существует потребность в дополнении имеющейся нормативной базы с целью минимизации ошибок при выборе сухих смесей у проектировщиков и строителей.

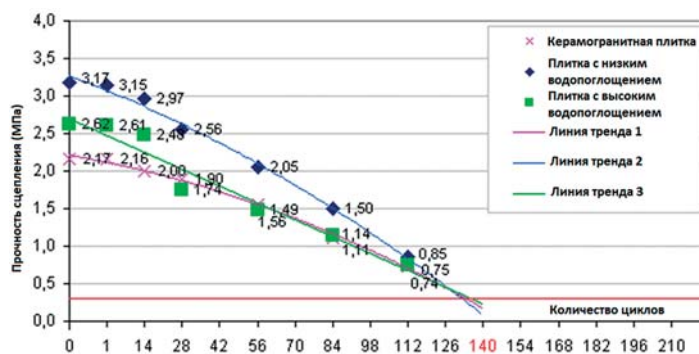


Рис. 2. Изменение прочности сцепления плитки с основанием в условиях климатического воздействия



Рис. 3. Стенд в климатической камере

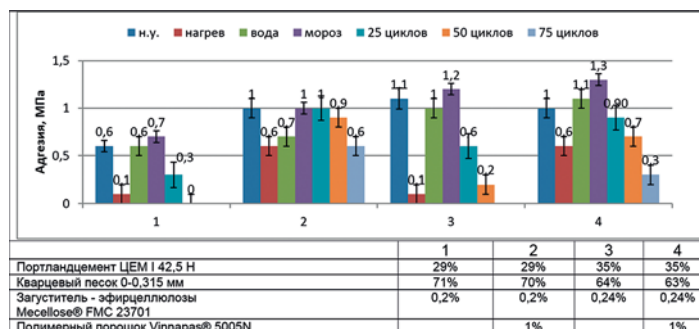


Рис. 4. Сравнение результатов тестирования клеев по ДСТУ Б В.2.7-126:2011 и данных после циклов климатического воздействия

### Литература:

1. ДСТУ Б В.2.7-126:2011
2. EN 12004:2007+A1:2012
3. V. P. de Freitas, A.Vaz Sá. Laboratório de Física das Construções (LFC) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Cementitious adhesives performance during service life. 10 DBMC International Conference on Durability of Building Materials and Components. Lyon, France 17-20 April 2005.
4. Vasco Peixoto Freitas. Discussing the Durability Assessment of Cement Mortars – a Contribution for a Prediction Model. 11DBMC International Conference on Durability of Building Materials and Components. ISTANBUL, Turkey 11-14 May 2008.