

## **ОТЗЫВ**

**официального оппонента, доктора технических наук, доцента  
Хохрякова Олега Викторовича на диссертационную работу  
Синициной Екатерины Александровны «Технология фильтрационного  
прессования в производстве цементно-песчаной черепицы повышенной  
прочности и долговечности», представленную на соискание ученой  
степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5  
«Строительные материалы и изделия»**

### **Актуальность темы диссертационного исследования**

Проблема долговечности и эксплуатационной надежности кровель, их неудовлетворительного состояния остро стоит перед строительными и жилищно-коммунальными организациями, т.к. «постоянно протекающие крыши», как и дороги, давно стали в России «притчей во языцех» и, несмотря на внедрение в производство за последние три десятилетия многих прогрессивных материалов и технологий, данная проблема до сих пор не решена.

Перспективные планы развития страны предусматривают опережающий рост жилищно-гражданского строительства, в первую очередь малоэтажного, а это требует увеличения производства кровельных материалов и изделий на минеральной и органической основе. Наибольший объем из выпускаемых отечественной стройиндустрией штучных кровельных изделий приходится на профнастил и металлочерепицу, и, несмотря на то, стоимость данной продукции удовлетворяет потребителей, эксплуатационные и санитарно-гигиенические параметры оставляют желать лучшего. Кровельные материалы на органической основе (битумная черепица «Шинглас» производства «Технониколь» и др.) лишены этих недостатков, но их применение, к сожалению, ограничено из-за резкого ужесточения противопожарных требований к кровельным материалам из-за плотной застройки территории.

Считается, что идеальным кровельным материалом для зданий малой и средней этажности является керамическая черепица, долговечность которой подтверждена тысячелетней эксплуатацией в различных климатических зонах. Однако ее производство и так очень энергоемко, а при ее изготовлении с глазурованным лицевым слоем (в крупных городах это необходимо, т.к.

загрязнения должны смываться атмосферными осадками) черепица становится очень дорогой, и при этом остается хрупкой, данный недостаток исправить практически невозможно.

Альтернативой керамической черепице могла бы быть цементно-песчаная производство которой, безусловно, проще и дешевле керамической. Однако, как показала практика, ее получение традиционными способами (виброформование, прокатка, экструзия) не позволяет достичь требуемых механических и эксплуатационных характеристик, и, к сожалению, ее производство как в Российской Федерации, так и за рубежом практически прекратилось.

С учетом вышеизложенного, исследования, приведенные в работе Е.А.Синициной, направленные на использование достаточно прогрессивного и низкоэнергоемкого способа фильтрационного прессования в производстве цементно-песчаной черепицы повышенной прочности и долговечности, следует признать актуальными и своевременными.

### **Общая характеристика работы**

Диссертационная работа содержит введение, пять глав, заключение и 4 приложения. Общий объем работы – 184 страницы, из них: 150 страниц – основной текст, включая 84 рисунка и 30 таблиц; список литературы из 145 наименований на 15 страницах; 4 приложения на 19 страницах.

*Во введении* представлено обоснование актуальности выбранной темы диссертационного исследования, обозначена цель и сформулированы задачи проводимой работы, представлены научная новизна, теоретическая и практическая значимость результатов работы.

*В первой главе* представлен обзор материалов и изделий, применяемых для устройства скатных кровель, определены их основные достоинства и недостатки. На основании анализа литературных источников установлено, что наибольшую долговечность среди кровельных материалов и изделий имеют керамическая и цементно-песчаная черепица. Рассмотрены традиционные технологии производства цементно-песчаной черепицы и предложен способ изготовления цементно-песчаной черепицы по одностадийной технологии

фильтрационного прессования, которая наиболее эффективна для изготовления облицовочных плитных изделий с высокой водонепроницаемостью, морозостойкостью и гладкой лицевой поверхностью.

*Во второй главе* рассмотрены теоретические предпосылки создания высокопрочных цементно-песчаных структур методом фильтрационного прессования. Показано, что применение технологии фильтрационного прессования для изготовления кровельных и облицовочных изделий из высокопластичных цементно-песчаных смесей, содержащих в своем составе суперпластифицирующие добавки и тонкомолотые наполнители, позволяет снизить общую пористость цементного камня за счет удаления в процессе фильтрационного прессования излишков воды и вовлеченного воздуха, а также снизить число рангов пор за счет разбивки крупных капиллярных пор на более мелкие. Показано, что при использовании технологии фильтрационного прессования высокое начальное водоцементное отношение не играет отрицательной роли, т.к. избыток воды затвердения удаляется в процессе прессования, что позволяет получить низкое остаточное водотвердое отношение, равное 0,18 - 0,20, и плотную структуру мелкозернистого бетона.

*В третьей главе* представлены методики проведения экспериментальных исследований и результаты определения состава и технологических параметров цементно-песчаной смеси для изготовления изделий по технологии фильтрационного прессования (ФП). Экспериментальным путем установлено, что прочность образцов мелкозернистого бетона, изготовленных по технологии фильтрационного прессования, в 1,5-1,6 раз выше, а водопоглощение в среднем в 2 раза ниже, чем у образцов аналогичных составов, изготовленных по традиционной вибролитевой технологии. Определено, что для изготовления цементно-песчаных кровельных и облицовочных изделий с качественной лицевой поверхностью наилучшим образом подходят высокоподвижные цементно-песчаные смеси с тонкомолотым минеральным наполнителем, имеющие при этом низкое водотвердое отношение за счет применения высококачественных суперпластифицирующих добавок.

*В четвертой главе* представлены результаты экспериментальных исследований по получению высокопрочных структур на основе цементных

композитов методом фильтрационного прессования. Экспериментально доказана возможность замены в составе сырьевой смеси при изготовлении цементно-песчаной черепицы до 40% цемента на тонкомолотый минеральный наполнитель без снижения прочностных и эксплуатационных характеристик изделий. Показано, что оптимальное давление прессования составляет от 10 до 15 МПа, при дальнейшем увеличении давления прироста прочности практически не происходит.

*В пятой главе* представлены результаты апробации предложенной одностадийной технологии изготовления цементно-песчаной черепицы методом фильтрационного прессования с отдельно-последовательной подачей в форму сырьевой смеси двух разных составов. Представлены результаты испытаний изготовленных образцов цементно-песчаной черепицы на прочность при изгибе, водонепроницаемость и морозостойкость. Разработана технологическая схема производства и технические условия на цементно-песчаную черепицу. Показано, что предложенная технология позволяет изготавливать цементно-песчаную черепицу с высоким качеством лицевой поверхности и одновременно обеспечить высокие прочностные и эксплуатационные характеристики изделий.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации, отражает ее структуру и положения, выносимые на защиту.

### **Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций**

Обоснованность и достоверность полученных в диссертационной работе результатов подтверждается теоретическими расчетами и результатами экспериментальных исследований, выполненных с применением стандартных методов анализа на основе актуальных нормативных документов, действующих на территории Российской Федерации, с использованием современных поверенных средств измерения и аттестованного оборудования. Полученные результаты не противоречат общепризнанным фактам и работам других авторов. Результаты комплекса экспериментальных исследований апробированы в лабораторных и опытно-промышленных условиях. Заключение

диссертационной работы в полной мере отражает основные результаты проведенных исследований.

### **Новизна научных положений, сформулированных в диссертации**

Полученные в диссертационной работе результаты обладают научной новизной, а также являются обоснованными и доказательными.

В качестве основных научных результатов работы можно выделить следующие:

1. Теоретически обоснованы и экспериментально подтверждены закономерности формирования технологических (подвижность), физико-механических (прочность на сжатие и на растяжение при изгибе, интегральная и дифференциальная пористость) и эксплуатационных (водонепроницаемость, морозостойкость) свойств дисперсно-армированных цементно-песчаных композитов в зависимости от количественного соотношения исходных компонентов сырьевой смеси и параметров фильтрационного прессования, что позволяет обеспечивать при применении технологии фильтрационного прессования высокие прочностные ( $R_b \geq 50\text{МПа}$ ,  $R_{bt} \geq 5\text{МПа}$ ) и эксплуатационные ( $w_m < 4\%$ ,  $F \geq 300$  циклов) показатели кровельных изделий из мелкозернистого бетона.

2. Уточнены аналитические зависимости, связывающие количественные параметры капиллярно-поровой структуры (общая пористость, средний диаметр капиллярных пор) цементно-песчаного композита с содержанием тонкодисперсного инертного наполнителя и степенью гидратации цемента применительно к условиям фильтрационного прессования.

3. Установлено положительное влияние инертного дисперсного наполнителя в виде минерального порошка из природных карбонатных горных пород и отходов химической промышленности в составе сырьевой смеси на технологические (пластичность, снижение В/Ц и В/Т, повышение степени гидратации), прочностные (повышение прочности на сжатие на 25-30%) и эксплуатационные (снижение водопоглощения на 20-25%) характеристики цементно-песчаного композита при изготовлении кровельных и облицовочных изделий по технологии фильтрационного прессования.

## **Теоретическая и практическая значимость результатов исследований**

Теоретическая значимость результатов исследований заключается в определении основных закономерностей, связывающих формирование технологических, физико-механических и эксплуатационных характеристик мелкозернистых бетонов, изготавливаемых по технологии фильтрационного прессования, с количественным составом компонентов сырьевой смеси (содержание цемента, вид, гранулометрический состав и количество тонкомолотого минерального наполнителя, гранулометрический состав мелкого заполнителя, содержание химических добавок, процент дисперсного армирования) и параметрами технологического процесса (величина и длительность приложения прессующего давления).

С точки зрения практической значимости основным достоинством рассматриваемой диссертационной работы является разработка и практическая апробация составов высокоподвижных дисперсно-армированных цементно-песчаных смесей для изготовления по технологии фильтрационного прессования цементно-песчаных кровельных изделий с высокой прочностью, морозостойкостью и гладкой лицевой поверхностью с использованием местной сырьевой базы (некондиционных мелких песков, отсевов дробления известняков, карбонатных отходов химической промышленности). Для повышения качества цементно-песчаной черепицы предложен способ раздельно-последовательной подачи в пресс-форму сырьевой смеси двух разных составов: высокоподвижной цементно-песчаной смеси с тонкомолотым минеральным наполнителем (без фибры) для формирования лицевой части изделия, и фиброармированной пластифицированной цементно-песчаной смеси с тонкомолотым минеральным наполнителем для формирования остального объема изделия с его последующим фильтрационным прессованием изделий, что позволяет повысить общую технико-экономическую эффективность выпуска данных изделий по сравнению с традиционными технологиями производства керамической и цементно-песчаной черепицы.

## **Подтверждения опубликованных основных результатов диссертации в научных изданиях**

Основное содержание диссертационного исследования изложено в 14 публикациях (в том числе 4 статьи в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК РФ, одна статья в изданиях, индексируемых в базе данных Scopus и Web of Science), доложены на международных и всероссийских научно-технических конференциях. Опубликованные автором научные работы и автореферат достаточно полно раскрывают основные положения и выводы диссертационного исследования. Техническая новизна работы подтверждена Свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ №2020663812 от 02 ноября 2020г.

## **Соответствие оформления автореферата и диссертации предъявляемым требованиям**

Диссертация написана грамотным научным языком, оформление отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Текст диссертации изложен в логической последовательности с применением соответствующих технических терминов, таблиц, графиков и схем. Автореферат полностью отражает содержание диссертации, по объему и оформлению также отвечает необходимым требованиям.

## **Личное участие автора в получении результатов диссертации**

Личный вклад автора заключается в постановке целей и задач исследования, разработке программы и выборе методов исследования, определении основных факторов, влияющих на свойства изделий, получаемых методом фильтрационного прессования, определении основных закономерностей изменения физико-механических и эксплуатационных свойств цементно-песчаных композитов в зависимости от количественного соотношения компонентов сырьевой смеси и параметров фильтрационного прессования, разработке способа отдельно-последовательной подачи сырьевой смеси в форму с целью изготовления цементно-песчаных кровельных изделий по одностадийной технологии фильтрационного прессования, формулировке заключения и основных выводов по диссертационной работе.

## Замечания по диссертационной работе

При общей положительной оценке рассматриваемой работы имеются следующие замечания:

1. Исследования по изготовлению методом фильтрационного прессования опытных образцов цементно-песчаной черепицы проводились с использованием бездобавочного цемента средней тонкости помола ( $S_{уд} \approx 4000 \text{ см}^2/\text{г}$ ), однако многие производители уже сейчас выпускают портландцемент с более высокой дисперсностью ( $S_{уд} \geq 5000 \text{ см}^2/\text{г}$ ). Желательно было бы оценить влияние дисперсности цемента на повышение прочностных показателей черепицы, особенно в ранние сроки твердения.

2. Автором обосновано использование в сырьевых смесях дисперсного минерального наполнителя (каменной муки) из карбонатных горных пород. Принципиально соглашаясь с мнением автора, следовало бы данный вывод подтвердить сравнительными экспериментами с использованием смесей с известняковой и кварцевой мукой равной дисперсности.

3. В работе показана целесообразность применения для цементно-песчаной черепицы дисперсного армирования (на основе базальтовой фибры) с целью повышения ее прочности на изгиб, однако в работе не приводятся никаких данных о повышении сопротивляемости фиброармированных изделий к действию динамических нагрузок (ударостойкости).

4. Водонепроницаемость цементно-песчаной черепицы оценивалась достаточно упрощенно в соответствии с методикой ПНСТ 545-2021. Желательно было бы оценить существенное повышение показателей водонепроницаемости изготовленной методом фильтрационного прессования цементно-песчаной черепицы в сравнении с другими способами производства (литье, виброформование) с использованием более точных и широко распространенных методов по ГОСТ 12730.5-2018 (метод мокрого пятна и экспресс-метод по воздухопроницаемости).

5. По тексту работы имеются отдельные стилистические и редакционные замечания.

Указанные замечания носят рекомендательный характер, не снижают ценности выполненного исследования и не влияют на общую положительную

оценку работы. Предложенные рекомендации могут быть учтены автором в дальнейших научных исследованиях. В целом, работа выполнена на высоком профессиональном уровне и хорошо оформлена.

### **Заключение**

Диссертационная работа Синициной Екатерины Александровны на соискание ученой степени кандидата технических наук является законченной научно-квалификационной работой, выполненной самостоятельно, на актуальную тему, содержит научные результаты, выводы и рекомендации, отличающиеся научной новизной, теоретической и практической значимостью.

Диссертационная работа Синициной Е.А. соответствует паспорту специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия по номенклатуре научных специальностей (утверждена приказом Министерства науки и высшего образования РФ 24 февраля 2021 г. №118 «Об утверждении номенклатуры научных специальностей...», с изменениями от 11 мая 2022 г.), а именно п.1 «Разработка и развитие теоретических и методологических основ получения строительных материалов неорганической и органической природы с заданным комплексом эксплуатационных свойств», и п. 9 «Разработка составов и совершенствование технологий изготовления эффективных строительных материалов и изделий с использованием местного сырья и отходов промышленности».

Диссертационная работа на тему «Технология фильтрационного прессования в производстве цементно-песчаной черепицы повышенной прочности и долговечности» полностью соответствует всем требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», установленным постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, и требованиям Порядка присуждения ученых степеней в ПНИПУ (решение Ученого совета ПНИПУ, протокол №3 от 25 ноября 2021 г.), предъявляемых к кандидатским диссертациям, в которой на основании исследований, выполненных лично автором, решена задача, связанная с получением способом фильтрационного прессования цементно-песчаных

кровельных изделий высокой прочности, огнестойкости и долговечности, имеющая важная значение для строительного материаловедения и производства строительных изделий. Автор диссертационной работы Сеницина Екатерина Александровна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5. – Строительные материалы и изделия.

Согласен на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

**Официальный оппонент:**

Хохряков Олег Викторович

доктор технических наук (2.1.5 – Строительные материалы и изделия), доцент кафедры «Технологии строительных материалов, изделий и конструкций» ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», адрес: 420043, Казань, ул. Зеленая, 1.

e-mail: [olvik@list.ru](mailto:olvik@list.ru), тел. +7-903-31-452-35

05 июня 2024 г.

Подпись Хохрякова Олега Викторовича заверяю

