

## **ОТЗЫВ**

**официального оппонента, доктора технических наук, профессора Самченко Светланы Васильевны на диссертационную работу Синициной Екатерины Александровны на тему: «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 диссертационной работы**

В подавляющем большинстве случаев аварийные ситуации различных промышленных и гражданских сооружений связано с разрушением либо фундаментов, либо конструкций кровли, так как данные конструктивные элементы зданий в наибольшей степени испытывают на себе негативное воздействие внешней среды.

За последние десятилетия в производстве отечественных кровельных материалов произошли положительные изменения, возросли объемы производства и существенно повысилось их качество, основные виды кровельных материалов как на стальной, так и на органической основе стали относительно недорогими и доступными. Однако, производство штучных кровельных материалов и изделий, в связи с опережающим ростом объемов строительства объектов малой и средней этажности требуется в возрастающем объеме, причем наиболее высокого качества. В частности, применение металлочерепицы или профнастила не в полной мере соответствует экологическим и санитарно-гигиеническим стандартам (шум от дождя, электромагнитное экранирование внутреннего пространства и др.), битумная черепица (типа «Шинглас») и волнистые битумные листы («Ондулин») хотя и отличаются повышенной архитектурно-художественной выразительностью, но относятся к горючим материалам и недостаточно долговечны, т.к. со временем становятся хрупкими и выцветают от воздействия солнечной радиации.

Идеальным штучным кровельным материалом является керамическая черепица, эксплуатационная надежность которой проверена столетиями, но она,

во-первых, имеет неоправданно высокую стоимость, и во-вторых, повышенную хрупкость. В этой связи, исследования, направленные на получение недорогой и качественной цементно-песчаной черепицы, являются актуальными и своевременными.

### **Общая характеристика работы**

На отзыв представлена диссертационная работа, состоящая из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и четырех приложений. Основное содержание работы изложено на 150 страницах машинописного текста, включающего 84 рисунка и 30 таблиц, список литературы из 145 наименований и приложений о государственной регистрации программы для ЭВМ, разработанные технические условия, акт испытаний опытной партии и справка о внедрении результатов научно-исследовательской работы в учебный процесс.

Во **введении** автором представлено обоснование актуальности диссертационного исследования, показана степень ее разработанности, сформулированы цель и задачи исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы. Отражены основные положения, выносимые на защиту, сведения о степени достоверности полученных результатов, приведены данные по апробации и внедрению результатов работы.

В **первой главе** представлен аналитический обзор по теме исследования, включающий в себя обзор наиболее распространенных строительных материалов и изделий для устройства скатных кровель с указанием их основных преимуществ и недостатков, а также обзор существующих технологий производства керамической и цементно-песчаной черепицы. Предложен способ изготовления цементно-песчаной черепицы по технологии фильтрационного прессования, которая заключается в сочетании процесса прессования высокоподвижных цементно-песчаных смесей и одновременном отводе избытка воды через фильтрующий элемент.

Во **второй главе** представлено исходя из капиллярно-пористой структуры бетона теоретическое обоснование возможности формирования высокопрочных цементно-песчаных структур методом фильтрационного прессова-



ния. Показано, что использование технологии фильтрационного прессования позволяет полностью удалить из структуры мелкозернистого бетона воздушные поры, а также значительно снизить водоцементное отношение и, следовательно, общий объем капиллярной пористости. Также теоретически показано, что значительного повышения плотности мелкозернистого бетона можно достичь за счет введения в состав цементно-песчаной смеси инертного или малоактивного тонкомолотого минерального наполнителя, зерна которого заполняют пространство между зернами цемента и при этом разбивают крупные капиллярные поры на более мелкие. Кроме того, под воздействием давления прессования происходит сближение гидратирующихся частиц цемента, что сопровождается ускорением процесса их гидратации и позволяет получить более плотную структуру цементного камня и ускоренный набор прочности.

Во **третьей главе** приведены характеристики свойств сырьевых материалов, используемых для изготовления цементно-песчаной черепицы, и методики проведения экспериментальных исследований. Путем исследования технологических свойств цементно-песчаных смесей, а также посредством изготовления и испытания экспериментальных образцов мелкозернистого бетона по технологии фильтрационного прессования установлено, что для изготовления цементно-песчаных кровельных 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 цементно-песчаных композиций методом фильтрационного прессования. Показано, что прочность образцов мелкозернистых бетонов, полученных по технологии фильтрационного прессования при относительно небольших давлениях 10-15 МПа, в 1,5 - 2,0 раза выше прочности мелкозернистых бетонов того же состава, полученных по вибролитьевой технологии. Экспериментально доказана возможность замены в составе цементно-песчаной смеси до 40% цемента на

тонкокомлотый минеральный наполнитель без снижения прочности мелкозернистого бетона. Также в четвертой главе рассмотрены факторы, определяющие высокую долговечности изготавливаемых по технологии фильтрационного прессования цементно-песчаных кровельных изделий, к которым автор вполне справедливо относит наличие значительного объема непрогидратировавших зерен цемента и высокую морозостойкость мелкозернистого бетона.

В пятой главе приведено описание предложенной автором одностадийной технологии изготовления цементно-песчаной черепицы методом фильтрационного прессования с отдельно-последовательной подачей в форму сырьевой смеси двух разных составов – для высокоподвижной смеси для формирования лицевой поверхности изделия и фиброармированной смеси для формирования остального объема изделия. Представлены результаты лабораторных испытаний изготовленных по предложенной технологии образцов плоской ленточной объемно-окрашенной цементно-песчаной черепицы, которая характеризуется высокой прочностью на изгиб и водонепроницаемостью, а также морозостойкостью не менее 300 циклов попеременного замораживания оттаивания.

В заключении соискателем представлены общие выводы по результатам работы.

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

Обоснованность и достоверность полученных в диссертационной работе результатов базируется на теоретических предпосылках, исходящих из общепризнанных представлений о структуре бетона как о капиллярно-пористом теле, и подтверждается большим объемом проведенных экспериментальных исследований с использованием поверенного сертифицированного оборудования и стандартных общепринятых методик лабораторных исследований. Автор в своих исследованиях опирается на результаты фундаментальных и прикладных исследований, проведенных отечественными и зарубежными учеными в области модифицирования цементных бетонов. Полученные ре-



зультаты не противоречат общепризнанным фактам и работам других авторов. Результаты комплекса экспериментальных исследований апробированы в лабораторных условиях и подтверждены опытно-промышленным экспериментом.

Основные выводы, представленные в заключении диссертации и автореферате диссертации, отражают содержание и результат проведенных теоретических и экспериментальных исследований, раскрывают полноту решения поставленных в работе задач.

### **Новизна научных положений, выводов и рекомендаций, 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 положения:

- теоретически обоснованы и экспериментально подтверждены основные закономерности изменения технологических (подвижность), физико-механических (интегральная и дифференциальная пористость, прочность на сжатие и на растяжение при изгибе) и эксплуатационных (водонепроницаемость, морозостойкость) свойств цементно-песчаных композитов в зависимости от количественного соотношения исходных компонентов сырьевой смеси и параметров фильтрационного прессования;

- установлено положительное влияние инертного дисперсного наполнителя в виде минерального порошка из природных карбонатных горных пород или отходов химической промышленности в составе сырьевой смеси на технологические (пластичность, снижение В/Ц и В/Т, повышение степени гидратации) и прочностные характеристики цементно-песчаного композита при изготовлении строительных изделий по технологии фильтрационного прессования;

- систематизированы и обобщены механизмы формирования структуры и свойств цементно-песчаных композитов в условиях фильтрационного прессо-

вания, обеспечивающие получение мелкозернистых бетонов с высокими прочностными ( $R_b \geq 50 \text{ МПа}$ ,  $R_{bt} \geq 5 \text{ МПа}$ ) и эксплуатационными ( $w_m < 4\%$ ,  $F \geq 300$  циклов) свойствами.

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

Теоретическая значимость работы состоит в том, что соискателем уточнены основные закономерности, связывающие формирование реологических и структурно-механических параметров мелкозернистых бетонов в условиях фильтрационного прессования с количественным составом исходных сырьевых смесей (содержание и гранулометрический состав цемента, инертных наполнителей и заполнителей, процент дисперсного армирования) и характеристиками твердеющих композитов на цементно-песчаной основе (степень гидратации, параметры интегральной и дифференциальной пористости), а также параметрами технологического процесса (величина, скорость и длительность приложения прессующего давления).

Практическая значимость работы состоит в том, что

- сформулированы предложения по расширению сырьевой базы производства кровельных изделий на цементно-песчаной основе за счет использования некондиционных мелких песков, отсевов дробления известняков, карбонатных отходов химической промышленности.

- разработаны и апробированы составы высокоподвижных смесей на цементно-песчаной основе для получения цементно-песчаной черепицы с высокой плотностью, прочностью и гладкой лицевой поверхностью.

- для повышения эффективности технологии фильтрационного прессования при производстве кровельных цементно-песчаных изделий соискателем предложен способ отдельно-последовательной подачи в пресс-форму сырьевой смеси двух разных составов: высокоподвижной цементно-песчаная смеси с тонкомолотым минеральным наполнителем и суперпластификатором для формирования лицевой части изделия, и фиброармированной пластифицированной цементно-песчаной смеси с тонкомолотым минеральным наполните-



лем для формирования остального объема изделия с последующим фильтрационным прессованием изделий, что позволяет не только обеспечить высокие прочностные и эксплуатационные характеристики получаемых изделий, но и существенно снизить энергоемкость производственного процесса и удельные капитальные вложения в его организацию, и, повысить общую технико-экономическую эффективность выпуска цементно-песчаной черепицы изделий по сравнению с традиционными технологиями.

### **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, 1 статья в изданиях, индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus), получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Результаты исследований автора доложены на многочисленных международных, всероссийских и вузовских научно-технических конференциях. Опубликованные автором научные работы и автореферат достаточно полно раскрывают основные положения и выводы диссертационного исследования.

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

Диссертация написана грамотным научным языком, оформление отвечает требованиям, 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.

### **Замечания по содержанию и оформлению диссертационной работы**

1. Автор делает вывод о повышенной плотности материалов, полученных фильтрационным прессованием пластичных цементно-песчаных смесей, ко-

торый подтвержден как теоретическими расчетами параметров капиллярно-поровой структуры материала, так и экспериментальными данными по определению водопоглощения образцов. Принципиально соглашаясь с мнением автора, все же желательно было бы дополнительно подтвердить данный вывод экспериментальными данными по определению интегральной и дифференциальной пористости (например, с использованием метода ртутной порометрии).

2. В работе была обоснована эффективность применения в сырьевых смесях при фильтрационном прессовании цементно-песчаной черепицы дисперсного карбонатного наполнителя (известняковой каменной муки) по сравнению с молотым кварцевым песком (в частности, из-за более низких энергозатрат на помол материала и лучших реологических характеристик смесей). На мой взгляд, более высокая структурно-механическая прочность материала на цементной основе с карбонатным наполнителем определяется не только данными обстоятельствами (хотя они, безусловно, вносят свой вклад), а также образованием соединений типа гидрокарбоалюминатов кальция на границе раздела фаз цементный камень – известняковый наполнитель, которые упрочняют структуру и повышают прочность изделий. Желательно было бы экспериментально определить количество образующихся гидрокарбоалюминатов, и, хотя бы примерно оценить их вклад в общее упрочнение структуры материала.

3. Реологические характеристики сырьевых смесей для производства цементно-песчаной черепицы (как вначале, так и по окончанию процесса фильтрационного прессования: подвижность, исходное и остаточное водоцементное отношение и др.), зависят не только от вида используемого суперпластификатора и количественного соотношения цемента и наполнителя, но и от гранулометрического состава как используемого цемента, так и минерального наполнителя. Желательно было бы оценить влияние повышения дисперсности цемента и минерального наполнителя на реологические свойства цементно-песчаной смеси и прочностные показатели получаемых изделий.

4. Несомненным достоинством технологии фильтрационного прессования цементно-песчаной черепицы по сравнению с альтернативными технологическими процессами (виброформование, экструзия, прокатка и др.) является



возможность создания глянцевой, практически полированной (к тому же цветной, причем с практически неограниченной палитрой цветовой гаммы) поверхности изделий, здесь я согласна с данным тезисом автора. Однако, автор оценивает степень гладкости поверхности и ее цветовой фон исключительно визуально, а было бы полезным дополнительно оценить эти свойства инструментальными методами.

5. В работе было обосновано применение дисперсного армирования (в частности, базальтовой фиброй) для существенного повышения механической прочности цементно-песчаной черепицы и подтверждено это экспериментально. Однако не отмечен ряд технологических и структурно-механических факторов, связанных с процессом фильтрационного прессования, которые, безусловно, повышают эффективность дисперсного армирования, в частности, введение фибры в пластичную цементно-песчаную смесь исключает образование «ежей» (комков фибры), повышенная плотность структуры материала (после фильтрационного прессования) многократно увеличивает сцепление фибры с цементно-песчаной матрицей и др.

6. Имеется ряд замечаний стилистического и редакционного характера, в частности, автореферат, на мой взгляд, сильно перегружен фотографиями экспериментов.

Сделанные замечания носят большей частью рекомендательный характер, и не снижают научную и практическую значимость диссертационной работы.

### **Заключение**

Диссертационная работа Сенициной 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.

Диссертация характеризуется цельностью и логичностью построения, основные выводы обоснованы и достоверны.

Диссертационная работа Сенициной Е.А. на тему «Технология фильтрационного прессования в производстве цементно-песчаной черепицы повышенной прочности и долговечности» 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».

Учитывая актуальность, научную новизну, теоретическую и практическую значимость результатов проведенных исследований, считаю, что диссертационная работа Сенициной Е.А. 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 по низкоэнергоемкой технологии фильтрационного прессования прочной, эстетичной и долговечной цементно-песчаной черепицы, имеющая важное значение для строительного материаловедения и производства строительных материалов и изделий. Автор диссертационной работы Сеницина Екатерина Александровна заслуживает



присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5. – Строительные материалы и изделия.

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

**Официальный оппонент:**

Самченко Светлана Васильевна

*С* > *СВ*

доктор технических наук (05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов), профессор, заведующая кафедрой «Строительное материаловедение» ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», адрес: 129337, Центральный федеральный округ, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26  
e-mail: [samchenko@list.ru](mailto:samchenko@list.ru), [SamchenkoSV@mgsu.ru](mailto:SamchenkoSV@mgsu.ru) , тел.: +7-916-915-70-44

« 14 » июня 2024 г.

Личную подпись

Самченко Светланы Васильевны удостоверяю

*СВ*

СВЕТЛАНА ВАСИЛЬЕВНА

