

## ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук, доцента Нелюбовой Виктории Викторовны на диссертационную работу Суворова Ивана Олеговича «Дисперсное полиармирование как способ снижения усадки фибропенобетона», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия.

Диссертационная работа И.О. Суворова посвящена разработке способов полидисперсного армирования неавтоклавного ячеистого бетона для повышения его эффективности в части сокращения усадочных деформаций.

Диссертация содержит в полном объеме все разделы законченной научной работы: введение, обзор литературы, характеристику сырья и материалов, методы исследования, научную и практическую часть, экономическую часть, заключение, список литературы, приложения, содержащие акты испытаний и нормативные документы на разработанные изделия.

На отзыв были представлены следующие материалы: диссертация объемом 137 страниц машинописного текста, включающая введение, четыре главы, заключение, список используемой литературы, и автореферат объемом 19 страниц. Изучение и анализ представленных материалов показал следующее.

### **Актуальность темы диссертационной работы**

В настоящее время использование ячеистых материалов различного типа твердения является эффективным способом повышения энергосбережения, сокращения сроков и снижения затрат на возведение зданий и сооружений. При этом применение неавтоклавного пенобетона, обладающего необходимыми прочностными характеристиками при высокой изолирующей способности, позволяет обеспечить высокие темпы строительства на всей территории Российской Федерации в регионах с резко отличающимися климатическими условиями, что обусловлено сравнительно небольшими капиталовложениями на организацию его производства (как строительных смесей при монолитном строительстве, так и мелкоштучных изделий различного назначения) и доступной сырьевой базой. Тем не менее, для конкурентного существования на строительном рынке, необходимо решение проблемы усадочных деформаций, возникающих в течение твердения материалов, что приводит к снижению эксплуатационных свойств изделий или их разрушению. Одним из способов повышения трещиностойкости ячеистых бетонов является использование низко модульных армирующих компонентов, применение которых не всегда эффективно ввиду специфики иерархической структуры матрицы ячеистого композита.

В диссертационной работе Суворова И.О. рассматривается актуальная задача создания эффективного фибропенобетона, что реализуется за счет дис-

персного полиармирования ячеистобетонной смеси с использованием комбинации фибр с различными характеристиками. За счет введения волокон различной модульности и размерных параметров блокируются процессы трещинообразования на стадии формирования структуры композитов, что устраняет усадочные явления как в процессе твердения массивов, так и при их эксплуатации.

Диссертационная работа выполнена в соответствии с планом НИР № 7.546.2011 «Развитие фундаментальных основ и практических принципов получения строительных конструкций повышенной эксплуатационной надежности и безопасности (применительно к уникальным зданиям и сооружениям)» по государственному заданию (рег. № 01201257464) и при поддержке грантов Правительства Санкт-Петербурга для студентов, аспирантов, молодых ученых, молодых кандидатов наук 2011, 2013 гг., что также свидетельствует об актуальности темы для строительной отрасли Российской Федерации.

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

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, представленных в работе, не вызывает сомнений, поскольку они подкреплены существенным объемом теоретических и экспериментальных исследований. Результаты, полученные автором, не противоречат общепринятым.

Для реализации глобальной цели диссертационного исследования соискателем решается ряд задач, выполняемых последовательно в несколько этапов. В работе представлен литературный обзор, в котором освещены вопросы усадочных явлений ячеистых бетонов вследствие различных процессов; описаны современные меры снижения усадочных деформаций; представлено влияние рецептурно-технологических факторов на конечные значения усадки в процессах твердения композитов. Теоретические данные являются основой для сопоставления практически полученных результатов при изучении деформационных характеристик системы «ячеистобетонная смесь – волокно».

На первом этапе исследования автором были изучены физико-механические свойства исходных компонентов, обоснована необходимость комплексного армирования ячеистобетонной смеси разномодульными волокнами и определен оптимальный состав пенобетона с минимально возможной усадкой. На основе теоретического анализа деформационных характеристик волокна и пенобетона с его использованием, предложена математическая модель, описывающая зависимость усадочных явлений от параметров армирующих компонентов. Это позволит в дальнейшем проектировать составы фибропенобетона с необходимыми свойствами за счет рационального подбора состава сырьевой смеси. Доказана эффективность полиармирования пенобетонной смеси для повышения качества готового материала.

На следующем этапе автором проводится многофакторный эксперимент по оптимизации состава ячеистобетонной смеси для получения штучных изде-

лий с необходимыми технико-эксплуатационными свойствами. В работе изучено влияние состава, длины, толщины и концентрации волокон на физико-механические свойства и усадочные показатели фибропенобетона с их применением. Глубокий анализ теоретических и экспериментальных данных позволил соискателю предложить рациональные составы комплексов для полиармирования, применение которых позволит повысить прочность на изгиб или сократить усадочные деформации.

Для получения материалов надлежащего качества автором предложена оригинальная конструкция установки для получения фибропенобетонной смеси, обеспечивающая формирование пенобетонной смеси необходимой кратности и стойкости при обеспечении равномерного распределения волокон по объему системы. Для внедрения результатов исследования предложена технологическая схема получения мелкоштучных изделий из фибропенобетона, включающая смешение компонентов для получения фибропенобетонной смеси; формование изделий и твердение. Техничко-экономическая эффективность фибропенобетонных изделий обусловлена с одной стороны, сокращением издержек на производство ячеистого бетона за счет снижения доли брака, формируемого в результате усадочных явлений массивов при их твердении, а с другой – оптимальным соотношением прочностных характеристик и минимально возможными усадочными деформациями.

Таким образом, на основе совокупности проведенных исследований Суворову И.О. удалось доказать, что предложенный подход к проектированию материалов является эффективным, а предлагаемое технологическое решение – полиармирование ячеистого бетона волокнами различного состава и деформационных характеристик – позволяет управлять качеством конечных ячеистобетонных изделий.

Необходимо отметить, что в диссертационной работе приведен достаточно большой объем экспериментальных данных, грамотно применен математический аппарат при проведении исследований. При этом выдвинутые научные положения, выводы и рекомендации обоснованы в достаточной степени с использованием теоретических и эмпирических методов исследования. Научные положения работы опираются на фундаментальные представления строительного материаловедения и не противоречат результатам исследований других авторов.

### **Новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность**

Предложен принцип проектирования фибропенобетонных изделий со сниженными показателями усадочных деформаций, заключающийся в полиармировании ячеистобетонной смеси комплексом волокон с различным составом, геометрическими и деформационными характеристиками, что обеспечивает

формирование системы с оптимальными структурно-топологическими параметрами для обеспечения заданных свойств конечных изделий.

Предложена математическая модель, устанавливающая взаимосвязь химико-минеральных и структурно-геометрических характеристик фибрового компонента, а также текстурно-топологических параметров армируемой системы с деформационными показателями конечных композитов, позволяющая при заданных параметрах волокна, степени армирования системы и свойствах армируемой матрицы осуществлять оценку эффективности компонентного состава смеси и прогнозировать усадочные деформации. Обеспечение высокой сходимости с результатами экспериментальных исследований, позволяет рекомендовать данную модель в качестве теоретической основы при проектировании фибропенобетонных изделий с минимальными значениями усадки.

Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена эффективность дисперсного полиармирования ячеистобетонной смеси для снижения усадочных деформаций пенобетона неавтоклавного твердения. Предложена феноменологическая модель структурообразования фибропенобетона: использование фибры с различными геометрическими и механическими параметрами позволяет структурировать систему на разных иерархических уровнях гетеропористой системы, обеспечивая комплексное армодемпфирование композита. Низкомодульные волокна способствуют сокращению усадочных деформаций на макроуровне (объемная пористая матрица композита); высокомодульные волокна блокируют трещинообразование на микроуровне (межпористая перегородка композита), что обеспечивает получение фибропенобетонных изделий с минимальными значениями усадочных деформаций, обуславливая, таким образом, повышенные показатели качества конечных изделий.

Достоверность сформулированных в диссертации научных положений, выводов и рекомендаций подтверждена результатами экспериментальных исследований, полученных с использованием современных методов и оборудования, положительными результатами опытных испытаний. Диссертационную работу отличает системный подход к изучению обозначенной проблемы, что находит отражение в ее структуре, методике и последовательности выполненных исследований.

### **Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций диссертации**

Диссертационная работа соискателя способствует расширению способов повышения эффективности ячеистых бетонов неавтоклавного твердения за счет комплексного армирования композита фиброй различного состава и геометрических параметров. Предложенный автором подход обеспечивает снижение усадочных деформаций композита и, как следствие, улучшение его качества.

Автором предложены составы полиармированного фибропенобетона. Разработаны технические условия и технологический регламент на производ-

ство стеновых изделий из фибропенобетона неавтоклавного твердения, что обеспечивает возможность постановки нового производства или оперативное внедрение разработки на существующих предприятиях по производству пенобетона с учетом незначительных изменений технологической линии. Практическая значимость работы подтверждается ее востребованностью для строительной отрасли.

### **Замечания по диссертации и автореферату**

1. Для подтверждения эффективности разработанных составов пенобетон-ов целесообразно было бы произвести сравнение со стандартными гостированными показателями.

2. В главе 3.1 приводятся результаты определения оптимального состава пенобетона с минимальными усадочными деформациями. Показано влияние компонентного состава на усадочные деформации фибропенобетона. В тексте приводится только концентрация фибры (0,2 %) без наименования (рис. 11, с. 54). При этом при изучении влияния наполнителей на усадку материалов соискателем применяется полипропиленовая фибра содержанием 0,1 % (табл. 7, рис. 12, с. 55). Указанные неточности не позволяют в полной мере оценить и сопоставить полученные результаты по эффективности армирования.

3. При разработке математической модели (с. 57), связывающей характеристики волокна и матрицы композита, автором учитывается модуль упругости ячеистого бетона. Из текста диссертации не совсем понятно, для какой плотности бетона подобрана данная величина и каким образом получено ее значение.

4. Не обоснован выбор протеинового пенообразователя GreenFroth в качестве основного при получении образцов фибропенобетона (с. 61). При этом синтетический пенообразователь отечественного производителя показывает аналогичные показатели (рис. 13, с. 56 диссертации), тогда как его использование более целесообразно с экономической (меньшая стоимость) и технологической (упрощен процесс получения пеномассы) позиций.

5. При постановке полного многофакторного эксперимента в диссертации автором предлагаются комбинации волокон (с. 72): органических (полипропиленовых) и неорганических (базальтовых); только неограниченных и комплекс из трех видов волокна. Не совсем понятно, изучалось ли комплексное влияние полипропиленовой и хризотиловой фибры, показатели которой сопоставимы с базальтовой.

6. Для подтверждения рабочей гипотезы исследования целесообразно было бы изучить структурные особенности фибропенобетонных композитов на различных уровнях, а также особенности контактной зоны в системе «матрица – волокно» для установления механизмов влияния полиармирования на прочностные и деформационные характеристики изделий.

В целом, высказанные замечания не снижают общую научную и практическую значимость выполненного исследования.

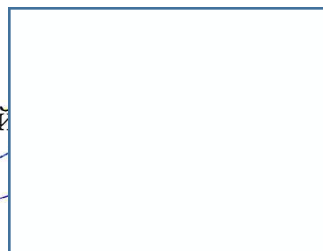
### **Заключение о соответствии диссертации критериям Положения о присуждении ученых степеней**

Диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне, является значимой, решает актуальные вопросы повышения эксплуатационных качеств строительных материалов, снижения ресурсоемкости и повышения технологичности строительных работ. По содержанию, полноте поставленных и решенных задач, совокупности полученных результатов заслуживает положительной оценки.

Диссертация и автореферат оформлены в соответствии с требованиями «Положения о совете по защите диссертаций...». Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Диссертационная работа в целом отвечает требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Суворов Иван Олегович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия.

Официальный оппонент,  
кандидат технических наук(05.23.05 –  
Строительные материалы и изделия),  
доцент, доцент кафедры  
«Материаловедение и технология  
материалов»  
ФГБОУ ВО «Белгородский  
государственный технологический  
университет им. В.Г. Шухова»

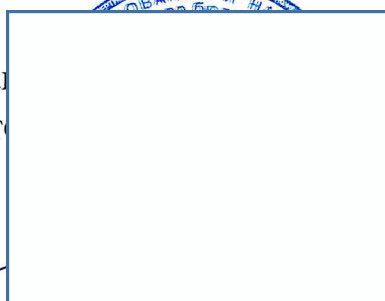


Виктория Викторовна  
Нелубова

10 января 2017 г.

адрес вуза: 308012 г. Белгород, ул. Костюкова, 46.  
Тел. 8(4722) 30-99-91  
E-mail: nelubova@list.ru

Подпись Нелубовой В.В. за  
проректор по научной работ  
БГТУ им. В.Г. Шухова  
д.т.н., проф.



Евтушенко Е.И.