

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ  
ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК  
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ  
ПРОБЛЕМ КАЧЕСТВА

**СТРОЙСИБ - 2019**



# **ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА И ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ И СПЕЦИАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Сборник научных трудов  
По материалам национальной  
Научно-технической конференции  
С международным участием**

**НОВОСИБИРСК - 2019**

УДК 691(08)

ББК 38.3, я4

Р 443

Материалы сборника научных трудов **«ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА И ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ И СПЕЦИАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ»** сформированы по материалам Национальной научно-технической конференции с международным участием, состоявшейся 18-22 февраля 2019 года в Новосибирском государственном аграрном университете.

*Организаторами данной конференции явились: Новосибирский государственный аграрный университет, Российская Академия естественных наук, Российская Академия проблем качества, научно-технический и производственный журнал «СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ» и Сибирский НИИ строительных материалов и новых технологий.*

*При подготовке конференции и формировании сборника научных трудов приняли участие более ста научных и производственных работников России, Монголии, Молдовы, Украины, Израиля, Кыргызстана, Узбекистана, Казахстана, Германии, Чехии и других стран. Основные вопросы и приведенные результаты исследований направлены на решение всей тематики конференции - комплексное рассмотрение вопросов получения качественных строительных материалов из местного сырья и отходов производства, а также внедрение инновационных разработок и ресурсосберегающих технологий в современном строительном материаловедении для обеспечения эффективности строительно-технологического комплекса. С этих позиций все работы представляют определенный интерес для руководителей и специалистов в области строительства и специальных материалов, а также научных работников, аспирантов и студентов.*

*Ответственный редактор*

*академик РАЕН,*

*д.т.н., профессор Пичугин А.П.*

*Технический редактор*

*Онищенко Н.В.*

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

*д.т.н., профессор Бурученко А.Е. (Красноярск)*

*д.т.н., профессор Хозин В.Г. (Казань)*

ISBN 978-5-965787-482-6

© Новосибирский государственный аграрный университет, 2019

*А.С.Денисов, В.Ф.Хританков, А.П.Пичугин,  
Е.Г. Пименов (Новосибирск, Россия)  
А.А.Кучеренко (Одесса, Украина)*

## **НОВЫЕ ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ЛЕГКОГО БЕТОНА**

*Разработана технология изготовления блоков для ограждающих конструкций зданий из легкого бетона, в котором крупный пористый заполнитель расположен в три слоя, каждый из которых включает фракцию определенных размеров. Такая структура является интегральной, а её реализация позволяет улучшить теплозащитные свойства строительных изделий, повысить звукопоглощение материала, а также, исключить конденсатообразование в массиве ограждения.*

***Ключевые слова:** крупнопористый легкий бетон, малоэтажное строительство, фракционный состав, крупный пористый заполнитель, цементный камень, специальная опалубка с разъемными вкладышами*

**A.S. Denisov, V.F. Khritankov, A.P.Pichugin,  
E.G. Pimenov (Novosibirsk, Russia)  
A.A. Kucherenko (Odessa, Ukraine)**

## **NEW PRINCIPLES FOR QUALITY ASSURANCE LIGHT CONCRETE**

A technology has been developed for the production of blocks for enclosing structures of lightweight concrete buildings, in which a large porous aggregate is arranged in three layers, each of which includes a fraction of certain sizes. Such a structure is integral, and its implementation allows to improve the heat-shielding properties of building products, increase the sound absorption of the material, and also eliminate condensate formation in the fence array.

**Keywords:** large pore lightweight concrete, low-rise construction, fractional composition, large porous aggregate, cement stone, special formwork with detachable liners

Создание композиционных материалов, стойких к климатическим, биологическим, производственно-химическим и другим эксплуатационным воздействиям, прочных и надежных в эксплуатации представляет важнейшую научно-техническую проблему. Для сибирских и северных регионов, находящихся в суровых климатических условиях с длительным периодом отрицательных температур и коротким дождливым летом, это является особенно актуальным. Резкие перепады температур способствуют интенсивному накоплению конденсационной влаги в массиве ограждающих конструкций особенно в стенах с многослойными материалами, имеющими различные теплофизические характеристики. Одним из эффективных направлений является формирование стенового ограждения с плавным изменением коэффициента теплопроводности, что может быть достигнуто за счет изменения поровой структуры легкого бетона. Кроме того, такой пористый бетон позволяет осуществлять фильтрацию воздуха и, следовательно, его осушение в теплое время года.

В настоящее время строительно-технологический комплекс Сибири испытывает существенный недостаток в стеновых строительных материалах и крупном пористом заполнителе для легких бетонов. Важную роль при получении таких материалов играет использование промышленных отходов, в том числе зол и шлаков, а также образующихся при переработке сельскохозяйственной продукции и деревообработке, накапливающихся постоянно на территории сельскохозяйственных предприятий. В частности, открытой остается проблема утилизации органических отходов, ресурсы которых в Западной Сибири составляют сотни млн.тонн с ежегодным приростом в 35-50 млн.т.

Их использование позволяет обеспечить наряду со значительным экономическим эффектом высокую эксплуатационную стойкость и прочность материала. Задачей технологии является получение легких бетонов с оптимальным содержанием крупной и мелкой фракции в объеме бетона и цементного вяжущего.

В течение последних двадцати лет авторами была разработана технология приготовления крупнопористого бетона с изменяемой гранулометрией по сухому и мокрому способам формования легкобетонных крупнопористых изделий с послойной горизонтальной и вертикальной укладкой бетонной смеси. Отработаны методы уплотнения и интенсификации процесса твердения таких бетонных смесей.

Теоретически обоснован и практически исследован принципиально новый строительный материал - легкий бетон с изменяемой гранулометрией (интегральной структурой) пористого заполнителя. Разработана модель функционирования ограждающих конструкций из легкого бетона, в котором крупный пористый заполнитель расположен в три слоя, каждый из которых включает фракцию определенных размеров. Рекомандовано: во внешних слоях (толщиной 30-50 мм) использовать фракцию 5-10 мм; в средних (толщиной 50-100 мм) - фракцию 10-20 мм; во внутреннем слое (толщиной 140-200 мм) - фракцию 20-40 мм. Такая структура является интегральной, а её реализация позволяет улучшить теплозащитные свойства строительных изделий и тепловлажностный режим ограждающих конструкций, исключив конденсатообразование в массиве ограждения и коррозионное воздействие влаги на материал ограждений. Легкий бетон для стен зданий с изменяемым коэффициентом теплопроводности обеспечивает возможность фильтрации и инфильтрации воздуха.

В качестве мелкодисперсного наполнителя в легких бетонах могут быть использованы отсеянные золошлаковая смесь или отходы асбестоцементного производства, состоящие из волокон хризотиласбеста и 50-60% гидратированного портландцемента. Эти добавки осуществляют микроармирование структуры

цементного камня, повышают его адгезионные свойства и трещиностойкость. В составе защитного (фактурного) слоя легкого бетона может быть применен другой мелкий заполнитель (песок керамзитовый, шлаковый и т.п.).

Структура цементного камня в легких бетонах с изменяемой гранулометрией крупного заполнителя обладает высокой упорядоченностью. Микротвердость цементного камня выше во всех случаях на контакте с зернами пористого заполнителя, что может быть связано с поглощением заполнителем части воды из цементного камня. На границе с плотной фракцией заполнителя улучшение менее заметно, а на границе с кварцем оно отсутствует. Упрочнение цементного камня и создание его оптимальной поровой структуры обеспечивают высокую морозостойкость материала с интегральным расположением крупного заполнителя (более 30 циклов) по сравнению с керамзитобетоном на кварцевом песке (18 циклов).

При изготовлении изделий из легких бетонов с изменяемой гранулометрией крупного пористого заполнителя после заполнения всех слоев целесообразно виброуплотнение в течение 15-20 с для объединения всех слоев бетона из различных фракций в единый массив. Тепловлажностную обработку рекомендуется производить без резкого подъема температуры, в течение 3 часов. Максимально рекомендуемая температура пропаривания не должна превышать 70-80 °С. Это позволяет получить легкий бетон с интегральной структурой крупного пористого заполнителя, имеющий прочность при сжатии от 2,5 до 7,5 МПа, плотностью 300-700 кг/м<sup>3</sup> и коэффициентом теплопроводности 0,12 – 0,30 Вт/(м•°С).

Разработана технологическая схема получения легких бетонов с интегральным расположением крупного пористого заполнителя с обработкой пооперационных процессов.

Предложенные составы легких бетонов с интегральным расположением крупного пористого заполнителя обеспечивают повышение теплозащитных свойств и улучшают тепловлажностный режим ограждающих конструкций зданий.

Стеновые блоки и камни из легкого бетона с интегральной структурой крупного пористого заполнителя рекомендуется применять в постройках различного назначения высотой 1–5 этажей для наружных и внутренних стен зданий, испытывающих суровые климатические воздействия. При этом за счет внутренней пористой структуры в таких стенах не будет происходить интенсивного конденсатообразования.

Сконструированы и изготовлены опалубки и комплект оборудования для осуществления технологического процесса. Для производства изделий из крупнопористого легкого бетона на шлакокерамзитовых или гранулированных заполнителях в виде стеновых блоков применяется специальная технология с использованием разделительных вкладышей в специальной опалубке (рис.).

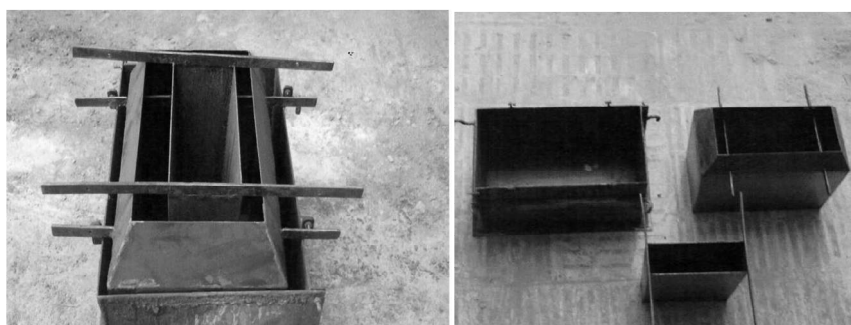


Рис. Специальная опалубка с использованием разделительных вкладышей для раздельной технологии формирования стеновых блоков

Специальная опалубка для бетонирования изделий из легкого бетона с направленно изменяемой пористой структурой состоит из внешней жесткой формы размерами 600x400x450 мм и двойной вставки для образований соответственно внутренних пространств (полостей) для бетонирования различными фракциями крупнопористого легкого бетона. Внешняя прослойка (полость) имеет толщину 30 мм и предназначена для легкобетонной смеси с размерами крупного заполнителя фракции 5 – 10 мм. Средняя полость имеет толщину 80-100 мм и предназначена для легкобетонной смеси с размерами крупного заполнителя фракции 10 – 20 мм. Центральная полость предназначена для бетонирования легкобетонной крупнопористой смесью с размером крупного заполнителя 20 – 40 мм и составляет 140-200 мм. Общий объем получаемого блока 0,11 – 0,12 м<sup>3</sup>.

Определена нормативная база для внедрения рекомендуемых составов и технологии в виде Технических условий и рекомендаций. Опытно-производственное опробование и внедрение основных результатов работы произведено на Куйбышевском заводе железобетонных изделий (Новосибирская область).

Область применения строительных материалов на основе предлагаемых легких крупнопористых бетонов - стеновые блоки и монолитное домостроение в малоэтажном строительстве при эффективном использовании отходов в виде топливных котельных шлаков или гранулированного растительного сырья. Для дальнейшего совершенствования технологии крупнопористых легких бетонов на различных заполнителях с улучшенными теплотехническими и

минеральных заполнителях при работе нескольких смесительных устройств звукопоглощающими характеристиками предполагается изучить опыт эксплуатации экспериментальных объектов, а также расширить возможности использования различных отходов и местного сырья в качестве эффективных заполнителей легких бетонов.

#### **Список литературы**

1. Пичугин А.П. Технологические возможности использования отходов теплоэнергетики в сельском строительстве/ А.П.Пичугин, В.Ф.Хританков, А.Ю.Кудряшов, Е.Г.Пименов// Инновации и продовольственная безопасность. – 2017.- №4. – С.45-53
2. Патент № 2661168 Российской Федерации. С04В 18/141; С04В 20/10; С04В 20/1085; С04В 20/12 Способ подготовки шлакового заполнителя для легкого бетона/ Пичугин А.П., Хританков В.Ф., Кудряшов А.Ю., Пименов Е.Г. Оpubл. 12.07.2018 Бюл.№20
3. Пименов Е.Г. Физико-химические исследования процессов снижения открытой пористости крупного заполнителя бетонов / Пименов Е.Г., Пичугин А.П., Хританков В.Ф., Денисов А.С. // Известия вузов. Строительство. - 2016. - № 10-11. - С.22-31.
4. Пичугин А.П. Роль микроармирования в обеспечении эксплуатационных характеристик крупнопористого легкого бетона /Пичугин А.П., Денисов А.С., Хританков В.Ф., Пименов Е.Г. Известия вузов. Строительство. - 2016. - № 12. - С.5-15.