

DOI:10.12737/article\_5a5dbd2f892e51.53189637

Денисова Ю.В., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

**ВЛИЯНИЕ ПЛАСТИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА ПРОЧНОСТЬ  
ВИБРОПРЕССОВАННЫХ КАМНЕЙ БЕТОННЫХ СТЕНОВЫХ\***

jdenisowa@mail.ru

*Физико-механические свойства стеновых материалов влияют на долговечность возводимых гражданских зданий. Хорошие эксплуатационные показатели данных материалов и доступность сырья для изготовления, позволяют широко использовать их в малоэтажном строительстве, развитие которого связано с реализацией национального проекта «Доступное жилье – гражданам России». Перед технологами и проектировщиками стоит актуальная задача в разработке и применении более энергоэффективных, экологичных, экономичных, легких, но при всем этом долговечных, негорючих строительных материалах, изделий и конструкций, что в свою очередь даст возможность в последующем возводить из них здания и сооружения абсолютно всех типов, отвечающие современным нормам и требованиям. В статье приведены результаты испытаний прочностных показателей керамзитобетонных стеновых материалов, изготовленных методом вибропрессования, с применением добавок.*

**Ключевые слова:** свойства, керамзитобетон, стеновой материал, керамзит, цемент, камень, прочность, пластификатор, вибропрессование, дозировка, добавка, однородность.

**Введение.** Темпы строительства в нашей стране находились в прямой зависимости от соответствующих кризисных периодов (экономического, системного, демографического, энергетического и экологического). Эта закономерность прослеживается и в настоящее время в период очередного экономического кризиса. Но несмотря на это, перед проектировщиками, технологами и конструкторами стоит актуальная задача в разработке и применении более энергоэффективных, экологичных, экономичных, легких, но при всем этом долговечных, негорючих строительных материалах, изделий и конструкций, что в свою очередь даст возможность в последующем возводить из них здания и сооружения абсолютно всех типов, отвечающие современным нормам и требованиям [1].

На сегодняшний день материалы для стен должны быть прочными, долговечными, надежными, безопасными, которые предоставляют возможность возведения зданий и сооружений различного назначения, но при этом высочайшего качества. Наиболее распространенными и используемыми материалами для стен считаются кирпич (керамический и силикатный), а также блоки (керамзитобетонные, газо- и пенобетонные, силикатные). Непосредственно эти материалы и применяют для кладки стен в гражданском, промышленном строительстве.

В настоящее время у нас в Центральном Черноземье значительную известность приобретают блоки керамзитобетонные, пенобетонные и газобетонные. Качества этих материалов дают возможность использовать их при строительстве не только жилых (малоэтажных и многоэтажных),

но и производственных зданий и нежилых помещений. Использование блоков позволяет уменьшить сроки строительно-монтажных работ, а также значительно экономить материальные ресурсы и вспомогательные материалы в процессе возведения объектов строительства [2].

Одним из результативных методов решения проблемы энергосбережения зданий и сооружений считается главным образом максимальное снижение теплопотерь через все ограждающие конструкции. Увеличение энергоэффективности строительства предполагает возможность снижения энергозатрат на производство и соответственно применение энергоэффективных строительных материалов, изделий и конструкций. Отсюда и вытекает практическая значимость, востребованность и популярность на всей территории РФ бетона конструкционного и конструкционно-теплоизоляционного, который отличается при правильном применении необходимыми свойствами для создания благоприятного микроклимата в помещениях.

В процессе изучения была выдвинута гипотеза, что непосредственно подбор добавки и приведет к получению улучшенных свойств блоков стеновых керамзитобетонных, изготовленных с использованием метода вибропрессования.

**Методика.** Испытания прочностных показателей определяли в соответствии с ГОСТ 18105-2010. Межгосударственный стандарт. Бетоны. Правила контроля и оценки прочности (введен в действие Приказом Росстандарта от 21.03.2012 N 28-ст) на гидравлическом прессе ИП-2500 М. Для проведения контроля в соответствии требованиями нормативной документации

были отобраны образцы керамзитобетонных блоков СКЦ 1Р100 и СКЦ2Р100 (рис. 1) в количестве не менее 6 штук одной марки.



Рис. 1. Пресс ИП-2500 М для испытания керамзитобетонных блоков СКЦ 1Р100 и СКЦ2Р100 и отобранные образцы керамзитобетонных блоков

В ходе исследований применялись сырьевые материалы согласно ГОСТ 25820-2014 «Бетоны легкие. Технические условия»:

1) Вяжущее, соответствующее требованиям ГОСТ 31180, ГОСТ 10178, ГОСТ 22266, ГОСТ 33174 (ЦЕМ I 42,5 Н по ГОСТ 30515) с истинной плотностью  $3120 \text{ кг/м}^3$  и насыпной плотностью  $1200 \text{ кг/м}^3$ .

Крупные и мелкие пористые заполнители проверены на соответствие требованиям ГОСТ 32496. В качестве мелкого заполнителя применялся природный песок. В заполнителях проверялся зерновой состав, определялась насыпная плотность, а также прочность щебня гранитного и керамзитового.

2) Песок, соответствующий требованиям ГОСТ 8736-2014. «Межгосударственный стандарт. Песок для строительных работ. Технические условия» (введен в действие Приказом Росстандарта от 18.11.2014 N 1641-ст), использовали с модулем крупности 1,8, влажностью 3,1 %, насыпной плотностью  $1350 \text{ кг/м}^3$ .

3) Щебень гранитный в соответствии с ГОСТ 8267-93. «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия» (введен в действие Постановлением Госстроя РФ от 17.06.1994 N 18-43) (ред. от 02.04.2009) фракцией 5–10 мм с насыпной плотностью  $1350 \text{ кг/м}^3$ , истинной плотностью  $2668 \text{ кг/м}^3$ , влажностью 1,13 %. Содержание зёрен лещадной и игловатой формы составило 38 %, содержание слабых зёрен – 3,9 %, содержание глины в комках – 0,21 %. Содержание пылевидных и глинистых частиц – 0,7 %. Марка щебня по морозостойкости согласно проведенным испытаниям соответствует марке F 150.

4) Керамзитовый щебень использовали марки П150 прочностью 3,5 МПа, насыпной плотностью  $547 \text{ кг/м}^3$  в соответствии с ГОСТ 32496-2013. «Межгосударственный стандарт. Заполнители пористые для легких бетонов.

Технические условия» (введен в действие Приказом Росстандарта от 30.12.2013 N 2397-ст).

5) Вода для затворения бетонной смеси и приготовления растворов химических добавок проверена на соответствие ГОСТ 23732-2011. «Межгосударственный стандарт. Вода для бетонов и строительных растворов. Технические условия» (введен в действие Приказом Росстандарта от 31.05.2012 N 97-ст) ГОСТ 23732.

6) Пластифицирующие добавки в соответствии с ГОСТ 24211-2008. «Межгосударственный стандарт. Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия» (введен в действие Приказом Ростехрегулирования от 29.04.2010 N 70-ст) (ред. от 27.11.2015) и ГОСТ Р 56592-2015 Добавки минеральные для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия – Mufasan BWA 19, С-3, Вибропор Ж 35 РБ, ЛСТ, Реламикс, ЛМГ, СБ-3.

Жесткость бетонной смеси без добавок и с изучаемыми добавками определяли временем вибрации в секундах, необходимым для выравнивания бетонной смеси и появления цементного теста в отверстиях прибором И.М. Красного [3]. Методом мини-конуса проведены изменения растекаемости цементной суспензии для установления постоянного значения В/Ц, которое и составило 0,35. Для каждой из исследуемых добавок графическим методом по перегибу кривой в максимальном значении расплыва мини-конуса были установлены оптимальные дозировки [4]. При получении равноподвижных смесей при помощи мини-конуса определили снижение водопотребности цементного теста с изучаемыми добавками. Максимальное сокращение воды определяли при помощи графического построения зависимости расплыва мини-конуса от процентного сокращения воды затворения без снижения подвижности цементного теста сопоставляя с контрольным образцом (расплыв 60 мм).

**Основная часть.** Несомненно, что стены зданий являются ответственной ограждающей

конструкцией и должны отвечать таким необходимым требованиям, как прочность, устойчивость, долговечность, огнестойкость, экологичность, технологичность, обладать звуко- и теплоизоляционными свойствами, соответствовать классу самого здания, но при всем этом мы не должны забывать, что цветовой и конструкционное решение стенового ограждения должно придавать зданию архитектурно-художественную выразительность, быть энергосберегающим элементом здания, иметь сопротивление теплопередаче согласно установленным для данного района строительства теплотехническим нормам,

при этом обеспечивать благоприятный микроклимат в помещениях и обязательно конструкция стены должна удовлетворять и соответствовать современным методам возведения вертикальных ограждающих конструкций.

Согласно проведенному исследованию свойств стеновых материалов, имеющих на современном строительном рынке (табл. 1), объектами изучения были глиняный и силикатный кирпичи, керамзитобетонные и газобетонные блоки (рис. 2) [5].

Таблица 1

## Сравнительная характеристика стеновых материалов

Физико-технические показатели	Ед. изм.	Кирпич		Строительные блоки	
		глиняный	силикатный	керамзитобетон	газобетон
Плотность	кг/м <sup>3</sup>	1550–1700	1700–1950	750–1200	300–800
Масса 1 м <sup>2</sup> стены	кг	1200–1800	1450–2000	500–900	200–300
Теплопроводность	Вт/м <sup>2</sup> С	0,6–0,95	0,85–1,15	0,5–0,7	0,18–0,28
Морозостойкость	цикл	25	25	35	35
Водопоглощение	% по массе	12	16	18	25
Предел прочности при сжатии	МПа	2,5–25	5–30	3,5–15	2,5–15



Рис. 2. Стеновые материалы

Теория проектирования и возведения современного здания с эффективным использованием энергии является довольно актуальной задачей в настоящее время. При возведении зданий финансовые затраты становятся определяющими по сравнению с другими. Значительное сокращение затрат на строительство, обеспечение необходимой конструктивной безопасности, капитальности, долговечности, снижение материалоемкости и энергоемкости может быть достигнуто посредством применения оптимальных конструктивных решений [6].

Сокращение энергозатрат в процессе эксплуатации зданий и сооружений возможно только в случае применения стеновых конструкций с использованием высококачественных и эффективных теплоизоляционных материалов, к которым можно отнести непосредственно стеновые керамзитобетонные блоки. Применение их в стеновой конструкции обеспечивает улучшение

срока службы здания по сравнению с известными вариантами ограждающих конструкций и улучшение теплотехнических свойств стены [10].

На основании анализа известных вариантов ограждающих конструкций и выполненного теплотехнического расчета основных характерных схем стен жилых зданий для нашего города в последующей работе принимаются стеновые керамзитобетонные камни СКЦ 1Р-100 и СКЦ 2Р-100, в связи с этим были подобраны соответствующие необходимые сырьевые материалы и определен рекомендуемый состав бетона для их изготовления с эффективной пластифицирующей добавкой.

Разработка составов современных стеновых керамзитобетонных высококачественных камней, определение их физико-механических параметров с применением пластифицирующих добавок и подбор эффективной стеновой конструк-

ции с их использованием для современном строительстве по направлению энергосбережения и ресурсосбережения, является актуальным направлением в современном строительстве [8].

Одним из основных сырьевых материалов для изготовления керамзитобетонных блоков является керамзитовый гравий (рис. 3), цемент, мелкозернистый песок и вода [9].



Рис. 3. Керамзитовый песок, щебень, гравий и керамзитобетонный камень марки 100

Керамзитобетонные блоки (рис. 1–3) имеют существенные преимущества по сравнению с керамическим и силикатным кирпичом: удельный вес почти в 2,5 раза ниже, чем при кирпичной кладке, что приводит к уменьшению нагрузки на фундамент; содержание цемента в керамзитобетонной кладке значительно ниже, чем при кирпичной, что приводит к снижению затрат на строительство; один керамзитобетонный блок по объёму заменяет семь кирпичей, что существенно ускоряет сроки строительства; по своим экологическим свойствам керамзитобетонные блоки стоят в одном ряду с керамическим кирпичом, так как для их производства используется исключительно натуральное, экологически чистое природное сырьё; теплоизоляционные свойства керамзитобетонных блоков делают их предпочтительней при использовании как в тёплых, так и в холодных климатических условиях. В качестве недостатков керамзитобетонных блоков по сравнению с тяжёлым бетоном и кирпичом можно отметить тот факт, что они обладают достаточно высокой пористостью и хрупкостью, что приводит к снижению их физико-механических показателей, таких как прочность, морозостойкость, плотность.

В качестве вяжущего материала применялся портландцемент ПЦ500ДО (ЦЕМ I 42,5 Н по ГОСТ 30515). Марка цемента определялась пределом прочности при изгибе образцов-балочек 40×40×160 мм и сжатии их половинок из раствора состава 1:3 со стандартным монофракционным песком, изготовленных и твердевших в соответствии с требованиями ГОСТ 310.4 и испытанных через 28 суток с момента изготовления. Предел прочности при изгибе составил не менее 5,9 МПа, при сжатии - не менее 49 МПа. Массовая доля ангидрида серной кислоты по ГОСТ не превышает 3,5 % по массе. Тонкость помола цемента при просеивании пробы цемента сквозь сито с сеткой № 008 по ГОСТ 6613 проходит не менее 85 % от веса пробы. Начало схватывания наступило не ранее 45 мин., а конец - не позднее 10 часов от начала затворения.

Изначально исследовали минеральный и вещественный состав вяжущего, удовлетворяющего требованиям ГОСТ 31108–2003. Рентгенограмма цемента представлена на рис. 4.

Химический (определяемый по ГОСТ 5382–91) и минералогический составы вяжущего представлены в табл. 2 и 3.

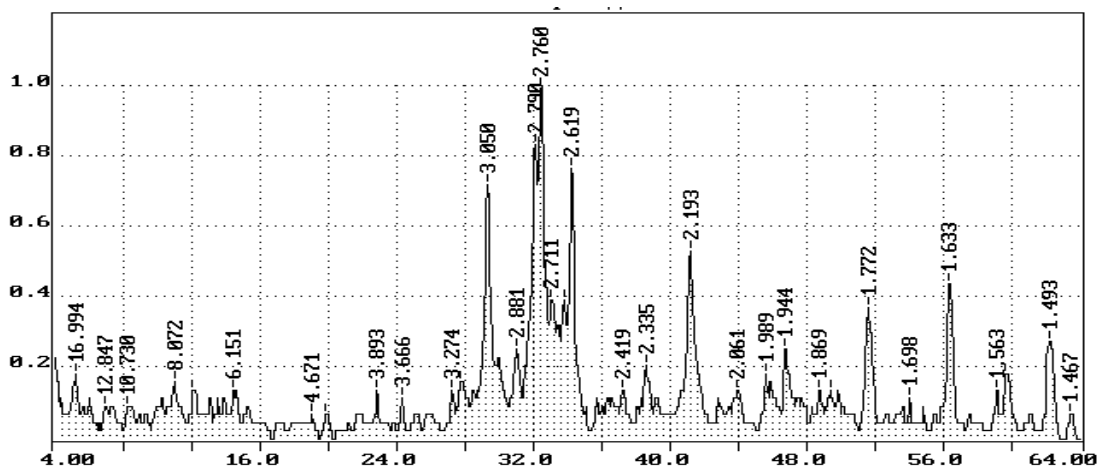


Рис. 4. РФА ЦЕМ I 42,5 Н

Таблица 2

## Химический состав вяжущего марки ЦЕМ I 42,5 Н, мас. %

Вид вяжущего	SiO <sub>2</sub> , %	CaO, %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	CaO св., %	MgO, %	SO <sub>3</sub> , %	R <sub>2</sub> O, %
ЦЕМ I 42,5 Н	22,50	67,22	4,70	4,41	0,31	0,42	2,44	0,61

Таблица 3

## Минералогический состав вяжущего марки ЦЕМ I 42,5 Н, мас. %

Вид вяжущего	C <sub>3</sub> S, %	C <sub>2</sub> S, %	C <sub>3</sub> A, %	C <sub>4</sub> AF, %
ЦЕМ I 42,5 Н	65,2	18,0	5,1	12,4

В качестве мелкого заполнителя для приготовления керамзитобетонных камней бетонных стеновых использовался также керамзитовый песок марки М700. В таких песках не должно быть посторонних засоряющих примесей (рис. 5). Как известно керамзитовый песок является заполнитель для легких бетонов и растворов с размером частиц от 0,14 до 5 мм, который получают при

обжиге глинистой мелочи во вращающихся и шахтных печах или же дроблением более крупных кусков керамзита, а также отсеиванием отходов в процессе производства керамзита.

В качестве крупного заполнителя использовали керамзитовый щебень, получаемый путем дробления крупных кусков вспученной массы ке-



Рис. 5. Керамзитовый гравий, щебень и песок

В ходе подбора характеристик сырьевых материалов была определена прочность пористого заполнителя, которая является важным показателем его качества, путем сдавливанием зерен в цилиндре стальным пуансоном на заданную глубину. Под действием нагрузки прежде всего происходит уплотнение гравия за счет некоторого смещения зерен и их более компактной укладки. Результаты испытаний керамзитового щебня представлены в табл. 4.

В ходе проведения исследований измерялась растекаемость цементной суспензии при помощи

мини-конуса для определения постоянного значения водоцементного отношения, которое и составило В/Ц=0,35.

Предварительно было установлено исходное, необходимое значение водоцементного отношения (В/Ц), равное 0,35 ( $d_0=60$  мм). Таким образом, установленное количество воды будет использоваться для определения оптимальных дозировок исследуемых добавок (100 г цемента + 35 мл воды + добавка 0,1; 0,2; 0,3; 0,4...% от массы цемента в пересчете на сухое вещество).

Таблица 4

## Результаты испытаний керамзитового щебня

Насыпная плотность, (кг/м <sup>3</sup> )	Предел прочности при сдавливании в цилиндре, МПа, не менее	Марка по прочности	Диаметр отверстий контрольных сит, мм и остатки на них, %		
			7,6	5	дно
544	3,5	П150	49,4	39,9	4,7
550	3,5	П150	47,9	37,9	4,2
540	3,5	П150	46,8	38,6	4,5
548	3,5	П150	50,1	40,3	4,6
550	3,5	П150	49,8	39,8	4,5

Согласно ГОСТ 24211-2003 «Добавки для бетонов и растворов. Общие технические условия» п. 3: «Добавка – это продукт, вводимый в бетонные и растворные смеси с целью улучшения их технологических свойств, повышения

строительно-технических свойств бетонов и растворов и придания им новых свойств». Введение добавок в бетонную смесь улучшает технологические, механические и реологические свойства

бетонов. Другими словами, улучшаются свойства бетонных и растворных смесей от момента изготовления, транспортирования до укладки в опалубку и уплотнения, оптимально регулируются сроки и механизмы твердения искусственных конгломератов, улучшается их структура и конечные характеристики [10].

Задача повышения эффективности и качества бетона и железобетона была и остается весьма актуальной и в полной мере не может быть успешно решена без использования в технологии бетона химических добавок. Химические добавки, являясь одним из самых простых и доступных технологических приемов совершенствования свойств бетона, позволяют существенно снизить уровень затрат на единицу продукции, повысить качество и эффективность большой номенклатуры железобетонных конструкций, увеличить срок службы как конструкций, так и зданий и сооружений в целом [11].

Поэтому применение химических добавок в технологии бетона в мировой практике уделяется огромное внимание. Воздействуя на процессы формирования структуры, особенно на начальной (коагуляционной) стадии, СП изменяют реологические свойства цементной системы, способствуют сокращению ее водопотребности, что в дальнейшем отражается на параметрах кристаллизационной структуры. Таким образом, можно предположить, что, механизм действия суперпластификаторов заключается в физической адсорбции макромолекул на активных центрах вяжущего, приводящей к снижению внутреннего трения частиц твердой фазы, а также ее

дисперсации. В последующем, в результате появления и накопления в системе гидроксида кальция происходит химическое взаимодействие функциональных групп СП с гидроксидом кальция, приводящее к нейтрализации молекул и увода их с поверхности цементных зерен.

Оптимальную дозировку исследуемых пластифицирующих добавок определяли в соответствии с методикой определения пластифицирующей способности. Изготовили серию цементных паст с консистенцией суперпластификатора 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 %; 0,5 % – 0,9 % от массы цемента (в расчете на сухое вещество), сохраняя принятое водоцементное отношение, и определяли значения расплыва миниконуса. По полученным результатам построены графики зависимости количества добавки от диаметра расплыва миниконуса и определены минимальные дозировки, при которых достигается максимальный пластифицирующий эффект, то есть при выходе кривой на насыщение (рис. 6). Поочередно вводя различные дозировки добавок (0,1 %; 0,2 %; 0,3 %; 0,35 %; 0,4 %; 0,45 %; 0,5 % – 0,9 % по массе сухого вещества), измеряли при этом соответствующий расплыв миниконуса. Замеры производили до тех пор, пока величина расплыва миниконуса не достигнет максимального значения и последующие измерения будут меньше. Таким образом графически по перегибу кривой в максимальном значении расплыва миниконуса для каждой исследуемой добавки определили оптимальные дозировки (рис. 6).

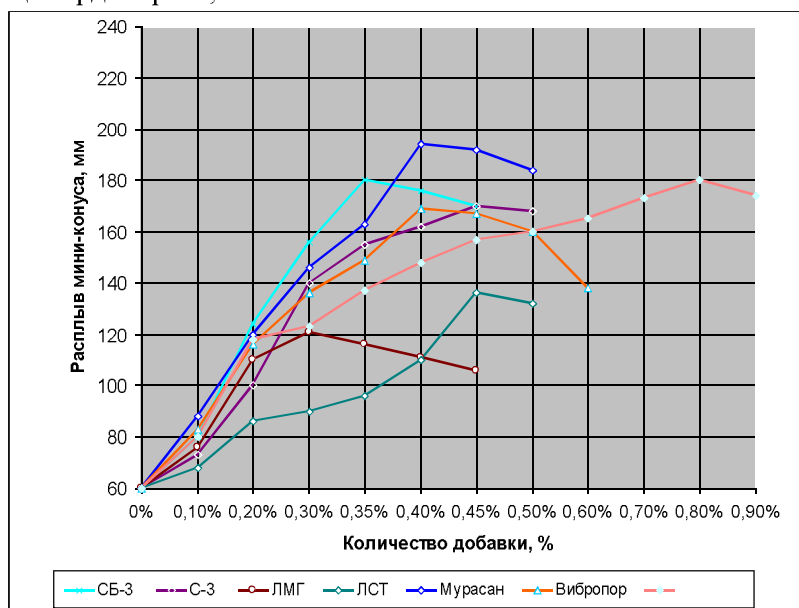


Рис. 6. Зависимость расплыва миниконуса цементного теста от количества добавок

На рис. 6 показаны графики влияния добавок на расплыв миниконуса. Как видно, все кривые имеют S – образный характер. В области малых

дозировок пластификация проявляется незначительно, затем с ростом дозировок расплыв резко

увеличивается и при дальнейшем увеличении дозировок исследуемых добавок становится практически постоянным. Такая же S – образность характерна и для других суперпластификаторов и проявляется так же при испытании по методу большого конуса. Исследуемые добавки являются суперпластификаторами.

Пластифицирующая активность, которую определяют, как дозировку суперпластификатора, необходимую для достижения максимального разжижающего эффекта, составляет для СБ-3, С-3, ЛМГ, ЛСТ, Мурасан, Вибропор и Реламикс соответственно, 0,35; 0,45; 0,3; 0,45; 0,4; 0,4 % и 0,8% от массы цемента (рис. 6). Данная оптимальная дозировка определяется концентрацией суперпластификатора, при которой наблюдается перегиб кривой и выход на максимальный расплыв мини-конуса.

Методом мини-конуса удобно также оценить снижение водопотребности цементного теста с добавками при получении равноподвижных

смесей. На рис. 7 показана зависимость подвижности цементного теста с оптимальными дозировками суперпластификаторов от водосокращения. Подвижность контрольного образца без добавки составляла 60 мм. С помощью этого же метода определяли максимально-возможное сокращение количества воды без снижения подвижности цементного теста по сравнению с контрольным образцом ( $d_0=60$  мм). Для определения максимально-возможного сокращения количества воды затворения брали 100 г цемента + оптимальная дозировка добавки  $C_{opt}$  + вода, удовлетворяющая минимальному значению площади расплыва мини-конуса  $d_0 = 40$  мм. Максимально-возможное количество воды определяли опытным путем – для этого был построен график зависимости расплыва мини-конуса от процентного сокращения воды затворения (рис. 7) [12].

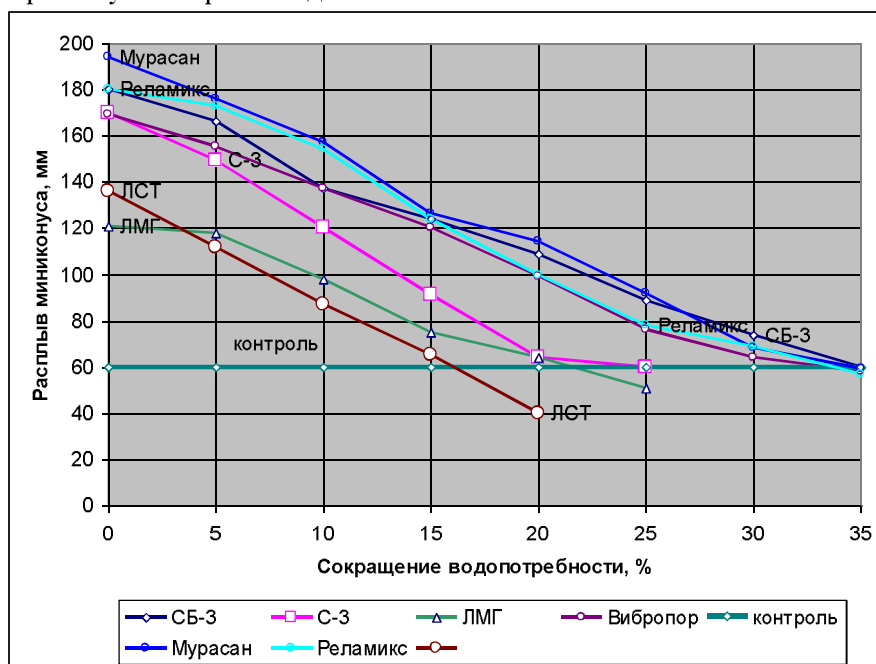


Рис. 7. Сокращение водопотребности цементного теста с добавками

При использовании суперпластификаторов происходит снижение водопотребности до 35 %. Следовательно, при использовании суперпластификаторов для повышения подвижности бетонной смеси, можно отметить, что добавки СБ-3, Мурасан, Вибропор и Реламикс более эффективны чем известная добавка С-3. Таким образом, в дальнейшем экспериментальные работы по исследованию прочностных показателей керамзитобетонных камней бетонных стеновых, изготовленных методом вибропрессования, будут проводиться непосредственно с добавками СБ-3, С-3, ЛМГ, Мурасан, Вибропор и Реламикс [13].

Качество керамзитобетонных камней стеновых и их работа определяются его свойствами. Одной из важнейших характеристик бетона является его прочность при сжатии. Прочность керамзитобетонных камней стеновых является интегральной характеристикой, которая зависит от свойств компонентов, его состава, условий приготовления, твердения, эксплуатации и испытания [14]. В табл. 5 представлены результаты испытаний камней керамзитобетонных типа СКЦ-1 М100 марки по прочности М100 с исследуемыми добавками.

Таблица 5

## Результаты испытаний камней СКЦ-1 марки М100

№ п/п	Возраст бетона	Геометрические размеры, см	Вес, кг	Показатель прессы, кН	Предел прочности при сжатии, кгс/см <sup>2</sup>
<i>с добавкой Мурасан</i>					
1	проектный	39,0×19,0×18,8	16,9	711,3	96
2		39,0×19,0×18,8	17,1	700,3	95
3		39,0×19,0×18,8	16,7	724,0	98
4		39,0×19,0×18,6	16,6	702,6	95
5		39,0×19,0×18,8	17,3	695,0	94
6		39,0×19,0×19,0	17,0	699,2	94
<i>с добавкой Вибропор</i>					
1	проектный	39,0×19,0×18,8	16,7	700,3	95
2		39,0×19,0×18,8	16,6	718,8	97
3		39,0×19,0×18,8	16,5	700,3	95
4		39,0×19,0×18,8	16,4	695,0	94
5		39,0×19,0×18,8	16,7	695,0	94
6		39,0×19,0×18,8	16,7	695,0	94
<i>с добавкой Реламикс</i>					
1	проектный	39,0×19,0×18,8	16,7	700,3	95
2		39,0×19,0×18,8	16,3	695,0	94
3		39,0×19,0×18,8	16,5	689,1	93
4		39,0×19,0×18,8	16,6	695,0	94
5		39,0×19,0×18,8	16,7	681,7	92
6		39,0×19,0×18,8	16,5	689,1	93
<i>с добавкой ЛМГ</i>					
1	проектный	39,0×19,0×18,8	16,5	681,7	92
2		39,0×19,0×18,8	16,5	674,3	91
3		39,0×19,0×18,8	16,6	666,9	90
4		39,0×19,0×18,8	16,6	681,7	92
5		39,0×19,0×18,8	16,7	681,7	92
6		39,0×19,0×18,8	16,6	666,9	90
<i>с добавкой С-3</i>					
1	проектный	39,0×19,0×18,8	16,8	637,3	86
2		39,0×19,0×18,8	16,9	644,7	87
3		39,0×19,0×18,8	16,7	622,4	84
4		39,0×19,0×18,8	16,7	622,4	84
5		39,0×19,0×18,8	16,8	615,0	83
6		39,0×19,0×18,8	16,6	607,6	82
<i>с добавкой СБ-3</i>					
1	проектный	39,0×19,0×18,8	16,6	700,3	95
2		39,0×19,0×18,8	16,7	711,3	96
3		39,0×19,0×18,8	16,8	718,8	97
4		39,0×19,0×18,8	16,6	700,3	95
5		39,0×19,0×18,8	16,6	711,3	96
6		39,0×19,0×18,8	16,7	700,3	95

По результатам испытаний установлено, что предложенные составы позволяют получать стеновые материалы с заданными прочностными характеристиками.

В сложившихся рыночных отношениях важно оценивать применение добавок и с экономической точки зрения [8]. Выполненный расчет экономической эффективности с применением добавок показал, что использование добавки СБ-3 и Мурасан ведет к более значительному

снижению себестоимости 1 м<sup>3</sup> бетона, нежели использование добавок С-3, Вибропор Ж 35 РБ, Лигносальфонат технический "ЛСТ", Реламикс, ЛМГ. Этот эффект достигается за счет способности данных добавок экономить большее количество вяжущего, причем эта добавка позволяет получать бетон с улучшенными физико-механическими характеристиками. Составы бетона для изготовления камней стеновых представлены в табл. 6.



Таблица 6

## Состав бетона камня стенового типа СКЦ1Р100

Наименование	ед.изм	кол-во, на м <sup>3</sup> смеси	на 1 шт
Стеновой камень СКЦ1Р100			
Добавка ВВА-19	кг		0,0000
Песок Курск	тн	0,350	0,0040
Цемент 500	тн	0,380	0,0027
Щебень керамзитовый	тн	0,5500	0,0055
Вода	м <sup>3</sup>	0,1630	0,0014
Стеновой камень СКЦ2Р100			
Добавка ВВА-19	кг		
Песок Курск	тн	0,370	0,0021
Цемент 500	тн	0,400	0,0014
Щебень керамзитовый	тн	0,5500	0,0029
Вода	м <sup>3</sup>	0,2200	0,0007

Таким образом в ходе проведения исследований установлено, что предложенные составы позволяют получать стеновые материалы с заданными прочностными характеристиками.

Качество и свойства используемых строительных материалов, изделий и конструкций существенно влияет на качество возводимых зданий и сооружений. Наибольшей востребованностью на рынке строительных материалов нашего региона пользуются блоки и камни бетонные стеновые. Их изготавливают из ячеистых бетонов, керамзитобетона, тяжелых и мелкозернистых бетонов и др. Ассортимент камней бетонных стеновых включает полнотелые и пустотелые изделия с различной пустотностью. Необходимо в очередной раз отметить, что сочетание отличных эксплуатационных характеристик, их экологичности и безусловно наибольшей доступностью сырьевых компонентов, позволяет обширно использовать их в прогрессивном строительстве.

Большая роль в обеспечении качества строительства и непосредственно используемых стеновых материалов и конструкций отводится контролю: в результате контроля мы получаем достоверную информацию о качестве продукции и можем принимать обоснованные решения по его управлению. Камни бетонные стеновые СКЦ выпускаются ведущими предприятиями по производству строительных материалов, изделий и конструкций в нашем регионе по техническим условиям, разработанным с учетом требований ГОСТ 6133-99 «Камни бетонные стеновые. Технические условия». Одной из важнейших характеристик этих изделий является конечно же прочность при сжатии.

Таким образом, вибропрессованные камни бетонные стеновые обладают достаточными эксплуатационными характеристиками, что в свою

очередь позволяет успешно конкурировать с таким известным строительным материалом как силикатный кирпич.

В ходе работы определено необходимое количество воды для определения оптимальных дозировок исследуемых добавок (СБ-3, С-3, ЛМГ, ЛСТ, Муран, Вибропор и Реламикс) ( $V = 35$  мл при распыле миниконуса  $d_0 = 60$  мм).

По точке перегиба кривых зависимостей распыла мини-конуса от количества вводимых добавок установлены их оптимальные значения. Пластифицирующая активность, которую определяют, как дозировку суперпластификатора, необходимую для достижения максимального разжижающего эффекта, составляет для СБ-3, С-3, ЛМГ, ЛСТ, Муран, Вибропор и Реламикс соответственно, 0,35, 0,45, 0,3, 0,45, 0,4, 0,4 % и 0,8 % от массы цемента. Данная оптимальная дозировка определяется концентрацией суперпластификатора, при которой наблюдается перегиб кривой и выход на насыщение.

Установлено, что при использовании суперпластификаторов происходит снижение водопотребности до 35 %. Следовательно, при использовании суперпластификаторов для повышения подвижности бетонной смеси, можно отметить, что добавки СБ-3, Муран, Вибропор и Реламикс более эффективны чем известная добавка С-3.

На основании многочисленных экспериментальных данных можно резюмировать, что улучшение физико-механических характеристик керамзитобетонных камней может быть достигнуто правильно подобранной добавкой в составе сырьевой смеси.

**Заключение.** Таким образом, современное энерго- и ресурсосберегающее строительство предъявляет особые требования к используемым строительным материалам. Как правило тради-

ционно применяемые в капитальном строительстве материалы не в полной мере отвечают возросшим требованиям в плане теплоэффективности ограждающих конструкций, энергосбережения и снижения себестоимости строительных работ. В условиях значительного увеличения цен на энергоносители необходимость возведения зданий и сооружений, в полной мере отвечающих современным теплотехническим нормам и требованиям, представляется особенно актуальной. Несомненными лидерами среди теплоэффективных стеновых материалов по праву являются керамзитобетонные камни стеновые. Мелкоштучные стеновые камни, блоки, панели и плиты из этих материалов активно используются как в малоэтажном, так и многоэтажном домостроении. Перед технологами и проектировщиками стоит актуальная задача в разработке и применении более энергоэффективных, экологичных, экономичных, легких, но при всем этом долговечных, негорючих строительных материалах, изделий и конструкций, что в свою очередь даст возможность в последующем возводить из них здания и сооружения абсолютно всех типов, отвечающие современным нормам и требованиям.

*\*Работа выполнена в рамках Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова.*

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. РААСН. Концепция проектирования и строительства жилых домов нового поколения // Новые материалы, конструкции, оборудование и технологии в строительном комплексе Москвы / ТИ КАСРРГ. 01.02.2000.
2. Сулейманова Л.А., Ерохина И.А., Сулейманов А.Г. Ресурсосберегающие материалы в строительстве // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2007. № 7. С. 113-116.
3. Гридчин А.М., Косухин М.М., Лесовик Р.В. Строительное материаловедение. Бетонведение: лабораторный практикум. 2-е изд., перераб. и доп. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2005. 366 с.
4. Косухин М.М. Регулирование свойств бетонных смесей и бетонов комплексными модификаторами с разными гидрофильными группами. Белгород: Изд-во БГТУ, 2005. 194 с.
5. Лесовик В.С., Сулейманова Л.А., Кара К.А. Энергоэффективные газобетоны на композиционных вяжущих для монолитного строительства. // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2012. № 3. С. 10–20.
6. Бабков В.В., Сахибгареев Р.Р., Колесник Г.С. и др. Рациональные области применения модифицированных бетонов в современном строительстве // Строительные материалы. 2006. № 10. С. 20–22.
7. Баженов Ю.М., Магдеев У.Х., Алимов Л.А. и др. Мелкозернистые бетоны. Учебное пособие. М.: МГСУ, 1998. 148 с.
8. Денисова Ю.В., Косухин М.М., Попова А.В., Шаповалов Н.А., Лещев С.И., Каморова Н.Д. Вибропрессованные бетоны с суперпластификатором на основе резорцин-формальдегидных олигомеров // Строительные Материалы. 2006. №10. С. 32–33.
9. Баженов Ю.М. Технология бетона. М.: Изд-во АСВ, 2003. 500 с.
10. Shapovalov N.A., Denisova J.V., Poluektova V.A. Biocidal research of oxyphenolic modifiers for fungicidal properties // International Journal of Pharmacy & Technology. 2016. Т. 8. № 4 С. 24976–24986.
11. Poluektova V.A., Shapovalov N.A., Gorodov A.I. Modifiers On The Base Of Oxyphenol Chemical Production Waste For The Industrial Mineral Suspensions // International journal of applied engineering research. 2015. Т. 10. № 21. С. 42654–42657.
12. Шаповалов И.В., Огрель Л.Ю., Косухин М.М., Павленко В.И., Попова Ю.В., Шаповалов Н.А., Слюсарь А.А. Фунгицидный модификатор минеральных строительных композиций. Патент 2235695 РФ. Опубл. 07.10.02 С. 6.
13. Шаповалов И.В., Огрель Л.Ю., Косухин М.М., Павленко В.И., Попова Ю.В., Шаповалов Н.А., Слюсарь А.А. Фунгицидный модификатор минеральных строительных композиций // Экологические системы и приборы. 2006. №4. С. 50–51.
14. Попова А.В., Денисова Ю.В., Косухин М.М. Причины высолообразования на стеновых камнях и методы их устранения // Известия вузов. Строительство. 2009. №1. С. 49–50.

*Информация об авторах*

**Денисова Юлия Владимировна**, кандидат технических наук, доцент кафедры архитектурных конструкций.

E-mail: jdenisowa@mail.ru

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

*Поступила в ноябре 2017 г.*

© Денисова Ю.В., 2018

---

---

**J.V. Denisova****INFLUENCE OF PLASTICIZERS ON THE STRENGTH OF THE CONCRETE  
VIBROPRESSED WALL STONES**

*Physico-mechanical properties of stench materials affect the durability of the constructed evaluation of buildings. Good performance of these materials, and availability of raw materials for manufacture, allow to use them widely in low-rise construction, the development of which is associated with the national project "housing Dt - Graham of Russia." Before technologists and designers have a very critical task in the development and application of more energy-efficient, eco-friendly, economical, lightweight, but durable, non-combustible building materials, products and structures, which in turn will give the possibility to build one building and facilities all the types that meet modern standards and requirements. The article presents the results of the tests of CS indicators stench carton materials, Listen by Vibrio-compression, with the use of additives.*

**Keywords:** *properties, concrete, wall material, concrete, cement, stone, strength, plasticizer, vibropress-ovoe, dosage, Supplement homogeneity.*

---

---

*Information about the authors*

**Julia V. Denisova**, PhD, Assistant professor.

E-mail: [jdenisowa@mail.ru](mailto:jdenisowa@mail.ru).

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

---

*Received in November 2017*