

Шановалов Н.Н., аспирант,
Калатози В.В., канд. техн. наук, доц.,
Юракова Т.Г., канд. техн. наук, доц.,
Яковлев О.А., доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

КОМПОЗИЦИОННЫЕ ВЯЖУЩИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОГЕННОГО АЛЮМОСИЛИКАТНОГО СЫРЬЯ

alfimovan@mail.ru

В настоящее время композиционные вяжущие являются одним из перспективных материалов использования, которых способствует не только сокращению клинкерной составляющей в бетоне, но и, в некоторых случаях, приданию специальных свойств конечным изделиям. На данный момент разработана широкая номенклатура композиционных вяжущих, где в качестве кремнеземистого компонента используется сырье как природного, так и техногенного происхождения. В связи с чем, была проведена работа по подбору состава композиционных вяжущих с использованием отходов производства керамзитового гравия. Установлено, что вяжущие с 30% содержанием исследуемого сырья и 0,4 % суперпластификатора отличаются наибольшими показателями активности, при этом наиболее благоприятными условиями твердения является тепловая обработка.

Ключевые слова: композиционные вяжущие, отходы производства керамзита, тепловлажностная обработка.

Введение. На базе Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова имеется целый ряд научных исследований, направленных на разработку композиционных вяжущих (КВ) и широкой номенклатуры изделий на их основе [1-28]. При этом в качестве кремнеземистого компонента для КВ используется сырье как природного [2, 20, 28 и др.], так и техногенного происхождения [1, 3-19, 21-27 и др.], что способствует комплексному использованию сырьевых ресурсов, позволяет решать экологическую проблему, связанную с накоплением вторичных ресурсов, а также способствует снижению себестоимости конечных изделий.

В связи с чем, целью данной работы являлось разработка композиционных вяжущих с использованием отходов производства керамзитового гравия (керамзитовая пыль), которые ранее были с успехом использованы для изготовления мелкоштучных пресованных изделий автоклавного твердения [29, 30].

Методика. Изготовление композиционных вяжущих осуществлялось путем совместного помола компонентов в лабораторной шаровой мельнице до удельной поверхности порядка 500 м²/кг.

Для подбора состава композиционных вяжущих использовался метод математического планирования эксперимента. Математическая обработка производилась с применением программы SigmaPlot.

Основная часть. В качестве факторов варьирования при оптимизации состава композиционного вяжущего были приняты: количество керамзитовой пыли (30–50 % от массы КВ), рас-

ход суперпластификатора Sika ViscoCrete 125 powder (0,3–0,5 % от массы КВ) (табл. 1). В связи с тем, что на заводах жбк в основном для ускорения твердения применяют ТВО, определялась активность композиционных вяжущих твердевших в нормальных условиях в течение 28 суток и прошедших гидротермальную обработку по режиму: 2+3+6+3 при температуре изотермической выдержки 85 °С.

Таблица 1

Условия планирования эксперимента

Факторы		Уровни варьирования			Интервал варьирования
Натуральный вид	Кодированный вид	-1	0	1	
Керамзитовая пыль, % от массы	X ₁	30	40	50	10
Sika ViscoCrete 125 powder, % от массы КВ	X ₂	0,4	0,5	0,6	0,1

Все составы КВ проектировались с условием равной подвижности.

Выбор факторов и параметров оптимизации производился исходя из технологической и экономической целесообразности. Варьирование расходов суперпластификатора преследовало цель выявления их минимального количества, обеспечивающего получение материала с требуемыми характеристиками.

Выходным параметром для подбора оптимального состава служила прочность на сжатие (рис. 1, 2).

Анализ, полученных результатов показал, что максимальные значения активности наблюдаются у образцов с содержанием керамзитовой пыли – 30 % суперпластификатора – 0,4 % от КВ

при этом наблюдается увеличение активности вяжущего в сравнении с портландцементом, на котором оно было изготовлено на 35 %.

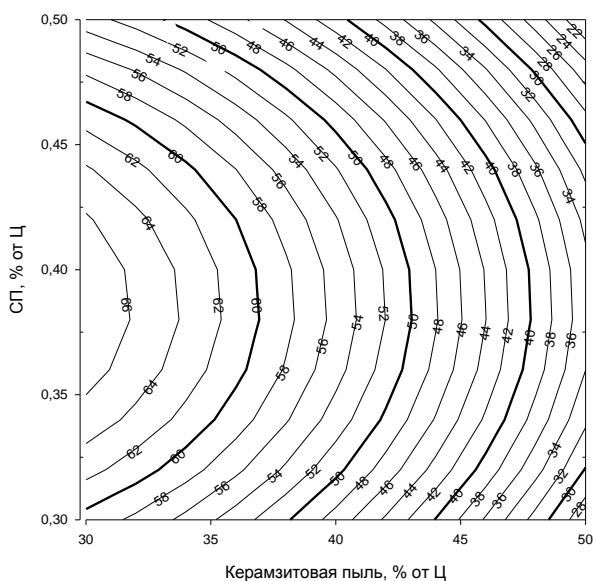


Рис. 1. Зависимости прочности на сжатие композиционных вяжущих, твердеющих в гидротермальных условиях

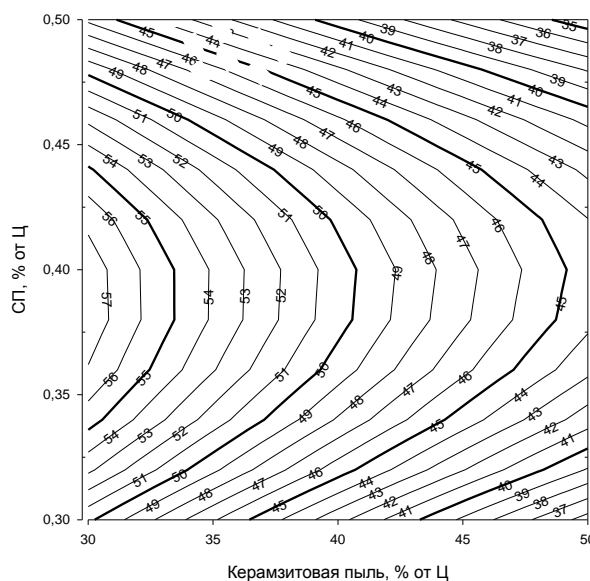


Рис. 2. Зависимость прочности на сжатие композиционного вяжущего, твердеющего в нормальных условиях

С целью определения эффективности разработанных композиционных вяжущих с использованием отходов производства керамзита было проведено сопоставление их активностей с активностью портландцемента на котором они были изготовлены (рис. 3, 4).

Из полученных диаграмм видно, что ТМЦ-70, ТМЦ-60 по значению активности превосхо-

дят цемент на 35 и 15 % соответственно. При этом для данного вида композиционных вяжущих наиболее приемлемыми условиями твердения является гидротермальная обработка при температуре изотермической выдержки 85 °С, это является не мало важным в связи с тем на заводах для ускорения твердения используется ТВО.

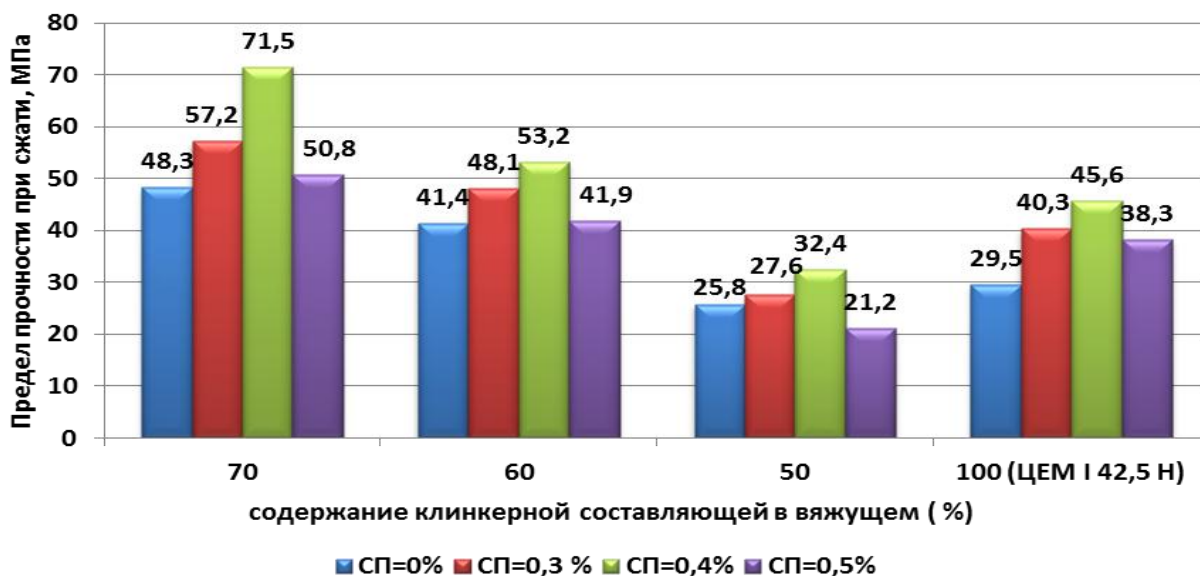


Рис. 2. Активность КВ и ЦЕМ I 42,5 Н прошедших ТВО (2+3+6+2, T_{из}=85 °С)

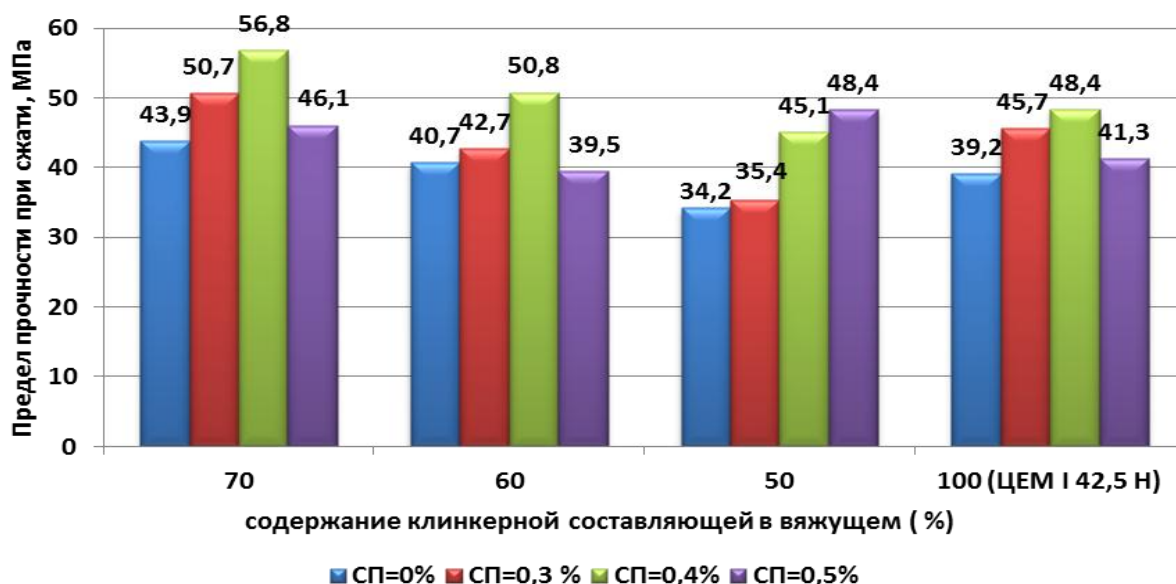


Рис. 4. Активность КВ и ЦЕМ I 42,5 Н твердеющих при нормальных условиях

Анализ сопоставления ДТА ТМЦ-70 на керамзитовой пыли с рентгенограммами ТМЦ-70 на песке Вольского месторождения (взятого за эталлон) и цементного камня выявили снижение эндоэффекта при температуре 400-500 °С соот-

ветствующего дегидратации порталндита в случае использования в качестве кремнеземистого компонента отходов производства керамзита (рис. 5), что свидетельствует а ее большей активности.

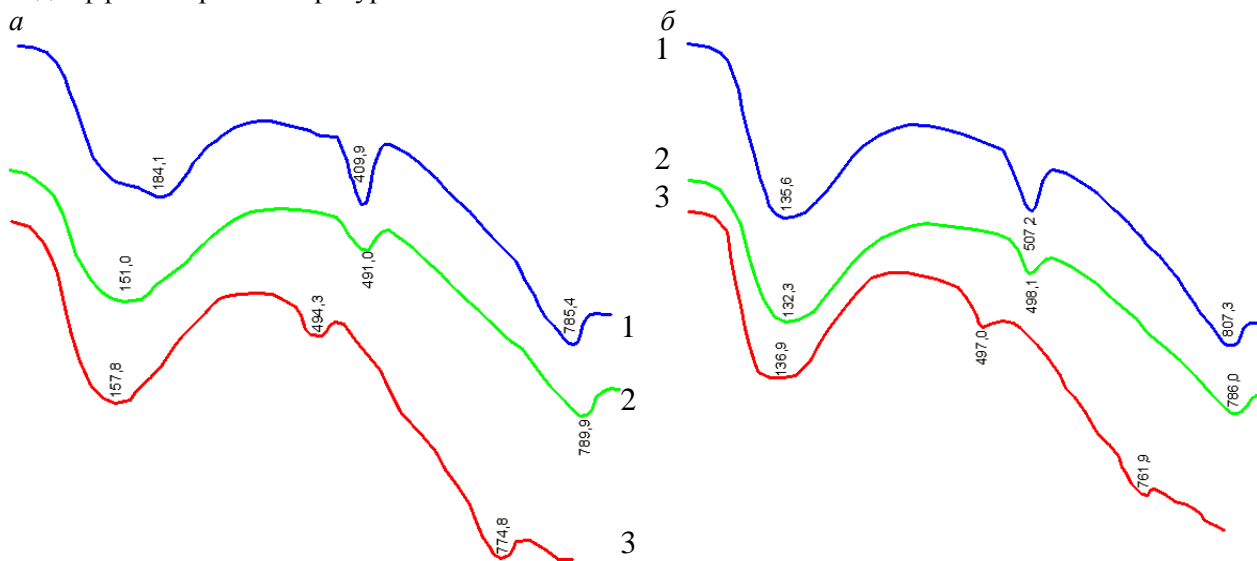


Рис.5. Рентгенограммы вяжущих:
 а – твердеющие в нормальных условиях; а – ТВО 85 °С;
 1– ЦЕМ I 42,5 Н; 2 – ТМЦ-70 с использование песка Вольского месторождения;
 3 – ТМЦ-70 с использование керамзитовой пыли

Необходимо отметить что на ДТА ТМЦ-70 с отходов производства керамзита, твердеющих в условиях тепловой обработке при температуре 85 °С наблюдается снижение эндоэффекта в сравнении с КВ, набравших прочность в естественных условиях, что свидетельствует об активации керамзитовой пыли при повышении температуры.

Выводы. Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать вывод, что использование керамзитовой пыли в качестве компонента композиционного вяжущего является целесообразным.

При этом оптимальным составом КВ с наибольшими показателями активности, по данным полученным из номограмм является состав с содержанием минерального компонента 30 %

от массы КВ и суперпластификатора Sika ViscoCrete 125 powder – 0,4 % от КВ, а благоприятными условиями твердения – ТВО.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Lesovik V. S., Alfimova N. I. Savin A. V., Ginzburg A. V., Shapovalov N. N. Assessment of passivating properties of composite binder relative to reinforcing steel // World Applied Sciences Journal. 2013. 24 (12). 1691–1695.

2. Строкова В. В., Алфимова Н. И., Наваретте Велос Ф. А., Шейченко М.С. Перспективы использования вулканического песка Эквадора для производства мелкозернистых бетонов // Строительные материалы. 2009 № 2. С. 32–33.

3. Лесовик В.С., Сулейманова Л.А., Кара К. А. Энергоэффективные газобетоны бетоны на композиционных вяжущих для монолитного строительства // Известия вузов. Строительство. 2012. №3. С. 10–20.

4. Клюев С.В. Высококачественный фибробетон для монолитного строительства // Международный научно-исследовательский журнал. 2014. Т. 11. Ч.2. С. 29–32.

5. Тяжелонагруженные полы на основе мелкозернистых фибробетонов / С.В. Клюев, А.В. Клюев, Д.М. Сопин, А.В. Нетребенко, С.А. Казлитин // Инженерно-строительный журнал. 2013. №3. С. 7–14.

6. Клюев С.В. Высокопрочный мелкозернистый фибробетон на техногенном сырье и композиционных вяжущих с использованием нанодисперсного порошка // Бетон и железобетон. 2014. №4. С. 14–16.

7. Клюев С.В. Высокопрочный сталефибробетон на техногенных песках КМА // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2013. № 11. С. 38–39.

8. Клюев С.В., Лесовик Р.В., Клюев А.В. Фибробетон на техногенном песке КМА и композиционные вяжущие для промышленного и гражданского строительства: монография. Белгород. Изд-во БГТУ. 124 с.

9. Клюев А.В., Нетребенко А.В., Дураченко А.В., Пикалова Е.К. К вопросу применения техногенных песков для производства мелкозернистого фибробетона // Сборник научных трудов Sword. 2014. Т 19. №1. С. 32-34.

15. Клюев С.В. Разработка дисперсно-армированного мелкозернистого бетона на основе техногенного песка и композиционного вяжущего // Международный научно-исследовательский журнал. 2014. Т. 11. Ч.2. С. 27–29.

10. К проблеме использования техногенных песков Курской магнитной аномалии для произ-

водства мелкозернистого фибробетона и изделий на его основе / Р.В. Лесовик, С.В. Клюев, А.В. Клюев, А.В. Нетребенко // Промышленное и гражданское строительство. 2014. №12. С. 45 – 48.

11. Кара К.А. Газобетоны на композиционных вяжущих для монолитного строительства: автореф. ... канд. техн. наук. Белгород, 2011. 25 с.

12. Кара К.А., Шорстов Р.А., Сулейманов К.А. Реология газобетонных смесей на композиционных вяжущих с использованием техногенных песков // Сб. докл. «Научно-технологии инновации» XXI научные чтения. Белгород: Изд-во БГТУ, 2014.

13. Сулейманова Л.А., Кара К.А. Оптимизация состава неавтоклавного газобетона на композиционном вяжущем // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. №2. С. 28–30.

14. Сулейманова Л.А., Кара К.А. Газобетоны на композиционных вяжущих для монолитного строительства. Белгород, 2011. 150 с.

15. Лесовик Р.В., Алфимова Н.И., Ковтун М.Н. Стеновые камни из мелкозернистого бетона на основе техногенного сырья // Известия вузов. Строительство. 2007. №11. С. 46–49.

16. Курбатов В.Л., Лесовик Р.В., Комарова Н.Д., Алфимова Н.И., Ковтун М.Н. Стеновые блоки из мелкозернистого бетона на основе техногенного песка Северного Кавказа // Строительные материалы. 2006. № 11. С. 87–89.

17. Лесовик Р.В., Алфимова Н.И., Ковтун М.Н., Ластовецкий А.Н. О возможности использования техногенных песков в качестве сырья для производства строительных материалов* // Региональная архитектура и строительство. 2008. №2. С. 10–15.

18. Лесовик В.С., Савин А.В., Алфимова Н.И. Степень гидратации композиционных вяжущих как фактор коррозии арматуры в бетоне // Известия вузов. Строительство. 2013. №1. С. 28–33.

19. Лесовик В.С., Савин А.В., Алфимова Н.И., Гинзбург А.В. Оценка защитных свойств бетонов на композиционных вяжущих по отношению к стальной арматуре // Строительные материалы. 2013. №7. С. 56–58

20. Алфимова Н.И., Вишневецкая Я.Ю., Трунов П.В. Оптимизация условий твердения композиционных вяжущих : монография. Германия: Изд-во LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. 2012. 97 с. ISBN 978-3-8484-1919-7.

21. Алфимова Н.И., Вишневецкая Я.Ю., Трунов П.В. Композиционные вяжущие и изделия с использованием техногенного сырья: моногра-

фия. Saarbruken. Изд-во LAP. 2013.127 с. ISBN 978-3-659-35755-8.

22. Пат. 2385301 Российская Федерация, МПК С 04В 7/02 С. Композиционное вяжущее / Лесовик В.С., Хархардин А.Н., Вишневская Я.Ю., Алфимова Н.И., Шейченко М.С., Трунов П.В. // заявитель и патентообладатель Белг. гос. тех. универ. им. В.Г. Шухова – № 2009109034/03; заявл. 11.03.2009; опубл. 27.03.10, Бюл. №9 (П.ч.) – 4 с.

23. Alfimova N.I., Sheychenko M.S., Karatsura S.V., Yakovlev E.A., Kolomatskiy A.S., Sharovalov N.N. Features of application of high-technogenic raw materials as a component of composite binders // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2014. № 5(5). P. 1586-1591.

24. Лесовик В.С., Алфимова Н.И., Вишневская Я.Ю., Савин А.В. Влияние гидротермальной обработки и давления на структурообразование композиционных вяжущих // Технологии бетонов. 2013. № 10. С. 38–39.

25. Лесовик Р.В., Топчиев А.И., Агеева М.С., Ковтун М.Н., Алфимова Н.И., Гринев А.П. Пути повышения эффективности мелкозернистого бетона // Строительные материалы оборудование, технологии XXI века. 2007. №7. С. 16–17.

26. Алфимова Н.И., Лесовик В.С., Савин

А.В., Шадский Е.Е. Перспективы применения композиционных вяжущих при производстве железобетонных изделий // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. №5 (88). С 95-99.

27. Шейченко М.С., Алфимова Н.И., Попов М.А., Калатоци В.В. Мелкоштучные изделия на основе композиционных вяжущих с использованием отходов Кавдорского месторождения // В сборнике: Инновационные материалы и технологии (XX научные чтения) Материалы Международной научно-практической конференции. 2013. С. 302-305.

28. Алфимова Н.И., Строкова В.В., Наваретте Велос Ф.А. Мелкозернистые бетоны на основе вулканического сырья: монография. Германия: Изд-во LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. 2014. 94 с.

29. Строкова В.В., Алфимова Н.И., Черкасов В.С., Шаповалов Н.Н. Прессованные материалы автоклавного твердения с использованием отходов производства керамзита // Строительные материалы. 2012. № 3. С. 14–15.

30. Алфимова Н.И., Шаповалов Н.Н. Материалы автоклавного твердения с использованием техногенного алюмосиликатного // Фундаментальные исследования. 2013. № 6 (ч. 3) – С. 525–529.