

Секция СТРОИТЕЛЬСТВО
Подсекция СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

СОДЕРЖАНИЕ

1. Бирицевский В.А., Тимошкин В.С., Буйко О.В.
ПРОВЕРКА ВЛИЯНИЯ МИКРОКРЕМНЕЗЕМА НА ПРОЧНОСТЬ
ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА
2. Лагунова Е.М., Папулин С.В., Овчаренко Г.И.
ВЛИЯНИЕ БЫТОВЫХ ПАВ НА ПРОЧНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ КЛАДОЧНЫХ
РАСТВОРОВ
3. Сартакова В.М., Темешева Д.К., Плотникова Л.Г., Викторов А.В.
СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СОБСТВЕННЫХ ДЕФОРМАЦИЙ
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ВЯЖУЩИХ
4. Воденин Е.В., Конев Р.В., Овчаренко Г.И.
ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ НА
РЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА
5. Занин А.В., Рузаев К.А., Овчаренко Г.И., Садрашева А.О., Викторов А.В.
ВЛИЯНИЕ МИКРОКРЕМНЕЗЕМА НА КОНДЕНСАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ФАЗЫ С-
S-H
6. Назариев С.Ф., Хорохордина В.Ю., Овчаренко Г.И., Садрашева А.О., Викторов А.В.
ИССЛЕДОВАНИЕ КОНТАКТНОЙ ПРОЧНОСТИ ФАЗЫ С-S-H И ПОРТЛАНДИТА
7. Бобринок В.А., Мирошниченко К.А., Овчаренко Г.И., Садрашева А.О., Викторов А.В.
КОНТАКТНАЯ ПРОЧНОСТЬ ФАЗЫ С-S-H С ДОБАВКАМИ ЗОЛЕЙ Al_2O_3 и SiO_2
8. Демочкин С.С., Тользак С.С., Овчаренко Г.И., Мальцев В.В.
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАНОРАЗМЕРНОЙ ДОБАВКИ КАРБИДА КРЕМНИЯ
НА СВОЙСТВА ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА
9. Волков В.В., Писаренко А.М., Чернов А.В., Овчаренко Г.И.
ПРОВЕРКА ВЛИЯНИЯ УГЛЕРОДА И МИКРОКРЕМНЕЗЕМА НА СВОЙСТВА
ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА
10. Лапин М.А., Литвинов М.Е., Овчаренко Г.И., Викторов А.В.
РЕГУЛИРОВАНИЕ НАЧАЛА СХВАТЫВАНИЯ ЦЕМЕНТНО-ЗОЛЬНЫХ
КОМПОЗИЦИЙ
11. Лаврут А.С., Сухенко А.К., Овчаренко Г.И.
СОБСТВЕННЫЕ ДЕФОРМАЦИИ ЦЕМЕНТНО-ЗОЛЬНОГО БЕТОНА ИЗ
ВЫСОКОПОДВИЖНЫХ СМЕСЕЙ
12. Круглова А.Д., Удалова А.В., Овчаренко Г.И.
РЕГУЛИРОВАНИЕ СРОКОВ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ ЦЕМЕНТНО-ЗОЛЬНЫХ
КОМПОЗИЦИЙ

XV Всероссийская научно-техническая конференция
студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и молодежь»

13. Будилко И.С., Арбузов С.А., Овчаренко Г.И.
ВЛИЯНИЕ ВИДА ЦЕМЕНТА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОВТОРНОГО
ВИБРИРОВАНИЯ ВЫСОКОПОДВИЖНОЙ БЕТОННОЙ СМЕСИ
14. Анохин В.Г., Шигина А.Н., Овчаренко Г.И.
ВЛИЯНИЕ ПРОКАЛЕННОГО СУГЛИНКА ДЛЯ СУБа В КАЧЕСТВЕ
МИНЕРАЛЬНОГО ПОРОШКА
15. Маштаков Д.А., Журавлев Д.С., Буйко О.В.
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КЕРАМЗИТОБЕТОНА ДЛЯ
СТЕНОВЫХ БЛОКОВ
16. Коробцов И.А., Клоян В.С., Овчаренко Г.И., Викторов А.В.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ ПРЕССОВАННОГО БЕТОННОГО ЛОМА С
ДОБАВКАМИ АЛЮМИНАТОВ КАЛЬЦИЯ
17. Поморцев П.Д., Ставский Д.А., Козлова В.К.
СРАВНЕНИЕ СПОСОБОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ КАРБОНИЗАЦИИ
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
18. Поморцев П.Д., Ставский Д.А., Козлова В.К.
ОБЗОР СПОСОБОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАРБОНИЗАЦИОННОЙ УСАДКИ
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

ПРОВЕРКА ВЛИЯНИЯ МИКРОКРЕМНЕЗЕМА НА ПРОЧНОСТЬ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА

Бирицевский В.А., Тимошкин В.С. - студенты группы Спр-51,
Овчаренко Г.И. – д. т. н., профессор, Буйко О.В. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Многочисленные исследования, в том числе, проведенные на кафедре строительных материалов АлтГТУ, показали, что оптимальной дозировкой пылевидного микрокремнезема (МК), позволяющей на основе рядовых портландцементов получить бетоны с высокими строительно-технологическими характеристиками, является его количество от 5 до 10% от массы цемента. При этом из-за высокой удельной поверхности данной активной минеральной добавки, ее применение в портландцементных материалах обычно требует дополнительного использования пластифицирующих компонентов.

Однако в настоящее время, по экономическим соображениям, конденсированный микрокремнезем уплотняют, что снижает его удельную поверхность в десятки раз по сравнению с пылью. Для получения эффекта, применение данного продукта в качестве модификатора цемента и бетона, требует его предварительной активации, например помола.

В работе было проведено исследование влияния молотого гранулированного микрокремнезема на прочностные характеристики портландцементных составов. При проведении исследований использовался портландцемент ЦЕМ I 42,5Б производства ОАО «Искитимцемент», уплотненный микрокремнезем МКУ-85 Новокузнецкого завода ферросплавов и суперпластификатор С-3.

Для проведения эксперимента уплотненный микрокремнезем размалывался в фарфоровой мельнице с использованием «носителя», в качестве которого применялся портландцемент (ПЦ) для предотвращения налипания частиц на мелющие тела. Соотношение цемента и активной минеральной добавки при помоле составляло 2:1. Тем самым повышалась активность МК, а так же ПЦ. Удельная поверхность смеси после помола составляла 2486 см²/г.

Исследования проводились при следующих процентах МК от массы ПЦ как 0; 2,5; 5; 7,5; 10%, а так же с использованием тех же составов при добавлении суперпластификатора С-3 в количестве 0.5% от массы цемента.

Для определения эффективности добавки формовались образцы-кубики размером 2х2х2 см. Вяжущее для экспериментальных образцов изготавливалось с замещением портландцемента на 2,5 – 10 % размолотым гранулированным микрокремнеземом, учитывалось также количество цемента, которое присутствовало в молотой смеси. Образцы изготавливались из теста нормальной плотности и подвергались ускоренному твердению при пропаривании по режиму 3 + 6 + 3 часа при температуре изотермической выдержки 65 °С. Предварительная выдержка составила 1,5 – 2 часа. Испытание на прочность при сжатии проводилось сразу после тепло-влажностной обработки (ТВО) по достижении образцами температуры окружающей среды.

В результате проведенного исследования были получены следующие результаты (таблица 1, рисунок 1, рисунок 2).

Таблица 1 - Влияние гранулированного микрокремнезема на прочностные характеристики портландцементных составов

№	Состав комплекса, % по массе		С-3, % от массы ПЦ	В/Ц (равное тесту нормальной плотности)	Прочность при сжатии после ТВО, МПа
	ПЦ	МК			
1.	97,5	2,5	0,5	0,25	69,1
2.	95	5	0,5	0,26	72,4
3.	92,5	7,5	0,5	0,27	77,3
4.	90	10	0,5	0,28	73,4
5.	100	0	0	0,29	52,3

6.	100	0	0,5	0,24	84,2
----	-----	---	-----	------	------

Применение комплексной добавки размолотого гранулированного микрокремнезема и суперпластификатора С-3 (таблица 1) приводит к снижению необходимого количества воды затворения портландцементных составов, по сравнению с контрольным составом №5 на 4 – 14 % (рисунок 2). При этом прочность экспериментальных составов выросла на 32 – 48 % (составы 1 – 4). На рисунке 1 прослеживается тенденция увеличения прочностных характеристик цементного камня из теста нормальной плотности при увеличении содержания микрокремнезема в исследуемых составах с 0 до 7,5 % по массе. Дальнейшее увеличение количества минеральной добавки оказалось не эффективным.

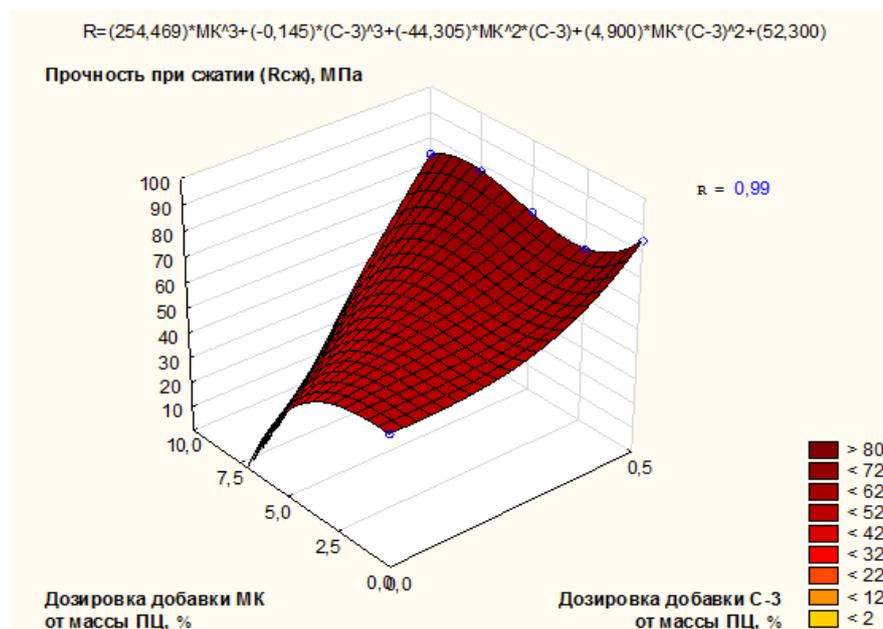


Рисунок 1 - Зависимость прочности портландцементных составов, изготовленных из теста нормальной плотности после тепло-влажностной обработки от дозировки микрокремнезема и суперпластификатора С-3

Пониженная по сравнению с пылью активность домолотого гранулированного микрокремнезема привела к тому, что использование комплексной добавки МК + С-3 не привела к улучшению прочностных характеристик составов №1 – №4 по сравнению с составом, содержащим только пластифицирующий компонент. Анализ графической зависимости представленной на рисунке 2 также показывает, что водоредуцирующий эффект исследуемых комплексов с домолотым микрокремнеземом ниже ожидаемого.

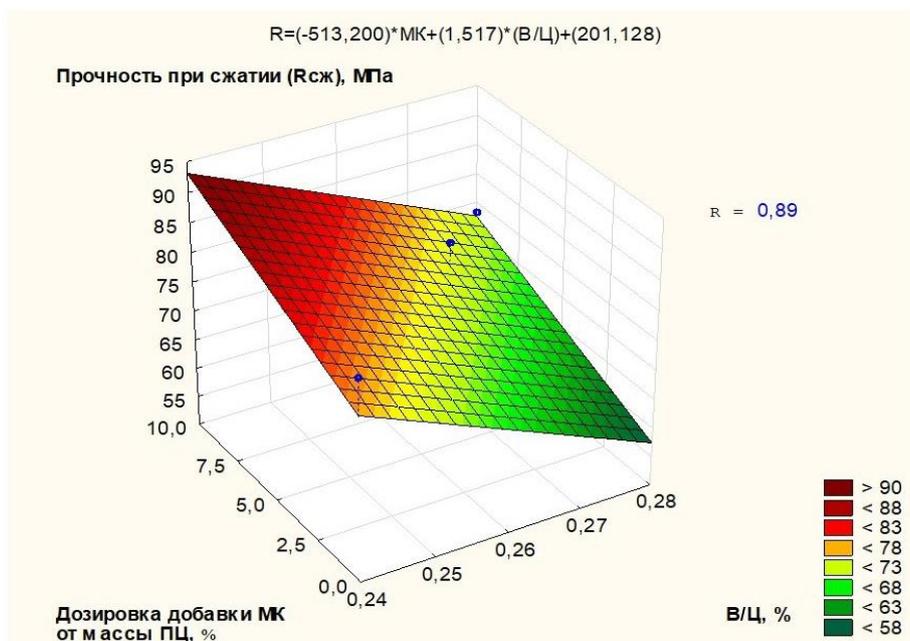


Рисунок 2 - Зависимость прочности портландцементных составов, изготовленных из теста нормальной плотности после тепло-влажностной обработки от дозировки микрокремнезема и водоцементного отношения

Если сравнивать прочность цементного состава без добавок (состав №5) с прочностью состава с добавлением суперпластификатора С-3 (состав №6), то они значительно отличаются. Прочность контрольного состава составляет 52,3 МПа и имеет В/Ц= 0,29, а прочность состава с добавлением С-3 в количестве 0,4% от массы вяжущего составляет 84,2 МПа и имеет В/Ц= 0,24.

1. Исходя из проделанной исследовательской работы, мы видим, что при добавлении МК в ПЦ, в количестве 2,5; 5; 7,5; 10 % наблюдается прирост прочности цементного камня. Наиболее оптимальным является состав с 7.5% МК от массы ПЦ. В работе использовался домолотый МК с ПЦ, в соотношении 1:2, тем самым повышалась активность как МК, так и ПЦ, что позволило получить заявленные результаты.

2. Были проанализированы портландцементные составы как с использованием микрокремнезема, так и без него. На основании этих данных был определен диапазон значений по каждому показателю. Можно сделать вывод, что введение микрокремнезема к портландцементным материалам будет эффективным только в сочетании с пластифицирующим компонентом, благодаря чему удастся сократить производственные нормы расхода цемента, снизить расход воды, увеличить подвижность и получить высокие прочностные показатели.

ВЛИЯНИЕ БЫТОВЫХ ПАВ НА СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ КЛАДОЧНЫХ РАСТВОРОВ

Лагунова Е.М., Папулин С.В. - студенты группы Спр-51, Овчаренко Г.И. – д.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

В работе проведено сравнительное исследование влияния жидкого мыла и моющего средства «Фэри» на изменение показателей расслаиваемости и прочности строительных кладочных растворов марок М50 и М150.

Классические составы строительных растворов включают в себя известковое тесто для улучшения удобоукладываемости. В настоящее время появилось много добавок – пластификаторов, которые с большим эффектом обеспечивают такие свойства растворной смеси как увеличение подвижности, снижение расхода воды, предотвращение расслоения

раствора с отделением воды, тем самым заменяя известь как пластификатор. Однако такие добавки применяются в массовом строительстве при больших объемах кладочных работ, а в частном строительстве каменщики зачастую используют бытовую химию для пластификации растворов, например, жидкое мыло, моющее средство «Фэри».

Работа была проведена с использованием следующих материалов.

1. ЦЕМ I 42,5Б, завод-изготовитель АО "Искитимцемент", тонкость помола 11,3%, активность 26,7 МПа.

2. Песок мелкий речной Обской по ГОСТ 8735-88. Модуль крупности $M_k=1,01$, содержание пылеватых и глинистых частиц $P_{отм}=10,1\%$, насыпная плотность $\rho_n=1383\text{кг/м}^3$, истинная плотность $\rho_{ист}=2,71\text{г/см}^3$.

3. Вода водопроводная.

4. Известь 1 сорта по ГОСТ 22688-77. Содержание активных $\text{CaO}+\text{MgO}$ 96%, непогасившихся зерен 11,3%, температура гашения извести 80,5 °С, время гашения извести 5 минут.

5. Жидкое мыло, моющее средство «Fairу», суперпластификатор С-3.

Таблица 1 - Составы равноподвижных (Пк2 – Пк3) кладочных растворов М50 (в кг на 1м^3 растворной смеси)

Раствор с добавлением:	ПЩ	Песок	Добавка	Вода	Средняя плотность	Водоцементное отношение
Без добавок	234	1231	—	415	1880	1,8
Известковое тесто	240	1295	91	299	1925	1,2
Мыло 1%	220	1161	2,2	323	1705	1,5
Мыло 1,5%	224	1178	3,4	298	1700	1,3
Мыло 2%	224	1178	4,5	283	1685	1,3
Фэри 1%	222	1171	2,2	302	1695	1,4
Фэри 1,5%	225	1188	3,4	286	1700	1,3
Фэри 2%	222	1170	4,4	248	1640	1,1
С-3 0,5%	267	1408	1,3	355	2030	1,3
С-3 0,75%	258	1362	2	345	1965	1,3
С-3 1%	266	1401	2,7	328	1995	1,2

Для всех растворов добивались подвижности растворной смеси равной Пк2 – Пк3 (7,5 – 8,5см). Характеристики растворов с добавлением жидкого мыла, моющего средства «Фэри» и суперпластификатора С-3 сравнивались с цементно-известковым и цементно-песчаным растворами. Для получения более обоснованных результатов эксперимент был выполнен на двух марках кладочного раствора: М50 и М150. Исходные данные составов приведены в таблицах 1 и 2.

Из кладочных растворов изготавливались образцы - балочки размером 40x40x160 мм, которые твердели в течение 28 суток в нормальных условиях ($t \approx 20 \pm 2^\circ\text{C}$, $W \approx 100\%$). Испытания образцов на прочность производились на 3, 7 и 28 сутки.

Таблица 2 - Составы равноподвижных (Пк2 – Пк3) кладочных растворов М150 (в кг на 1м^3 растворной смеси)

Раствор с добавлением:	ПЩ	Песок	Добавка	Вода	Средняя плотность	Водоцементное отношение
Без добавок	483	1179	—	388	2050	0,8
Известковое тесто	444	1080	118	349	1992	0,8
Мыло 1%	445	1085	4,5	315	1845	0,7
Мыло 1,5%	458	1117	6,9	320	1895	0,7
Мыло 2%	452	1104	9	318	1875	0,7

XV Всероссийская научно-техническая конференция
студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и молодежь»

Фэри 1%	412	1004	4,1	324	1740	0,8
Фэри 1,5%	460	1123	6,9	317	1900	0,7
Фэри 2%	451	1102	9	317	1870	0,7
С-3 0,5%	529	1290	2,6	3274	2145	0,6
С-3 0,75%	515	1257	3,8	358	2130	0,7
С-3 1%	531	1296	5,3	298	2125	0,6

Из представленных результатов на графике растворной марки М50 (рисунок 1, 2) можно сказать, что добавление жидкого мыла и моющего средства «Фери» в растворную смесь не повышает прочности раствора без добавок, а при возрастании дозировки даже уменьшает. Но в отличие от специального пластификатора С-3, который имел высокие показатели прочности, растворная смесь с добавлением жидкого мыла и моющего средства «Фери» более удобна для работы с ней (таблица 3) за счет, возможно, некоторого воздухововлечения.

Таблица 3 - Расслаиваемость растворных составов

Раствор с добавлением:	Расслаиваемость, %	Характеристика смеси
Известковое тесто	2	смесь средней расслаиваемости
Фери 1%	8	смесь допустимой расслаиваемости
Мыло 1%	9	смесь допустимой расслаиваемости
С-3 1%	11	расслаиваемость смеси выше допустимой

По полученным значениям по расслаиваемости (таблица 3) можно сказать, что все составы удовлетворяют ГОСТ 28013-98, кроме состава с пластификатором С-3, являющегося в большей степени водоредуцирующей добавкой. Лучший результат показал состав с добавлением извести, а с добавлением жидкого мыла и моющего средства показали результаты на грани допустимого значения (10 %).

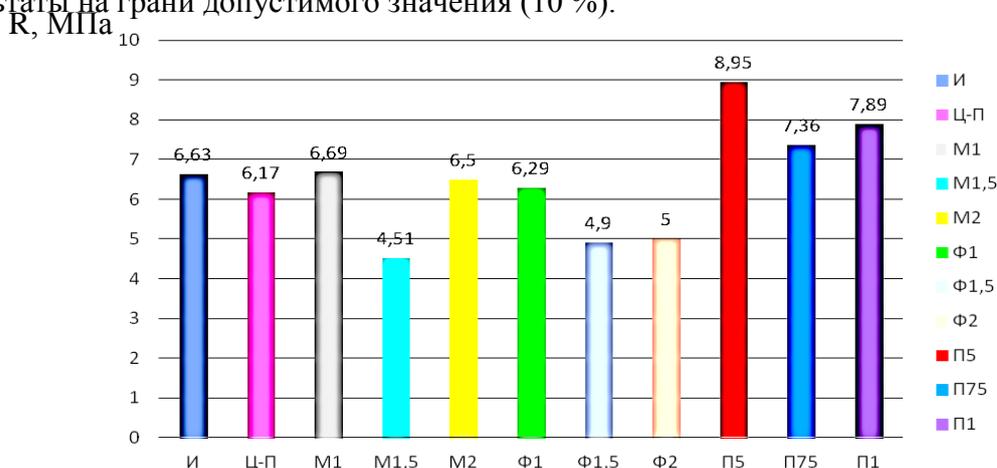


Рисунок 1 - Влияние на прочность образцов кладочного раствора М50 различных пластифицирующих добавок через 28 суток твердения в нормальных условиях

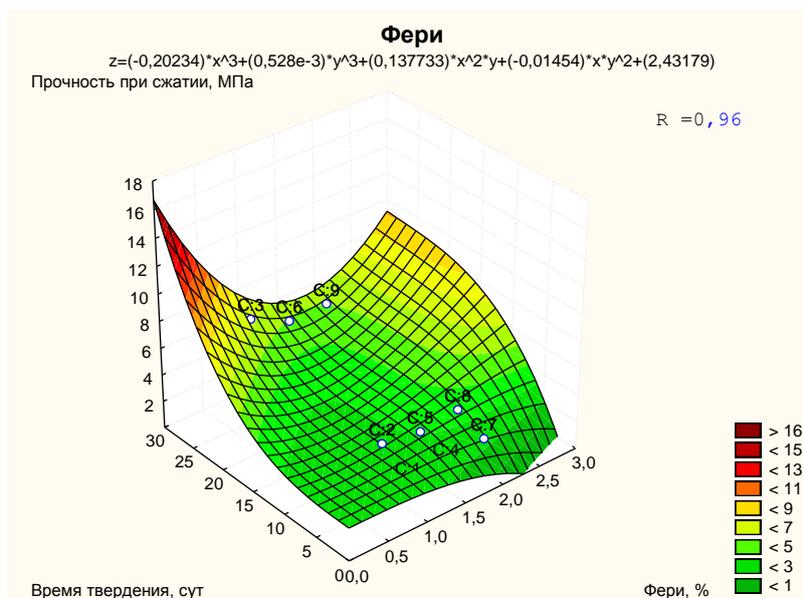


Рисунок 2 - Зависимость прочности растворных образцов М50 от дозировки моющего средства «Фэри» и времени твердения в нормальных условиях

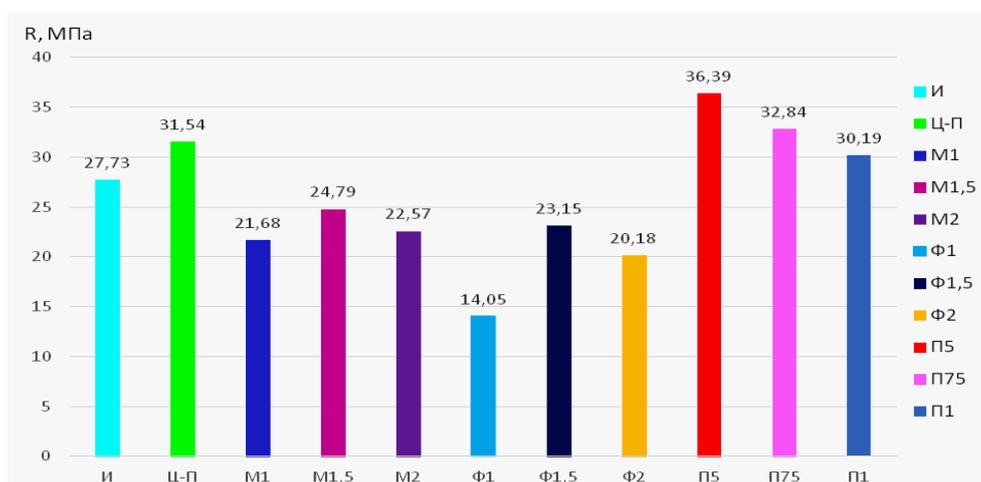


Рисунок 3 - Влияние на прочность образцов кладочного раствора М150 различных пластифицирующих добавок через 28 суток твердения в нормальных условиях

По результатам, представленным на рисунке 3, где приведены показатели прочности раствора марки М150 в 28-ми суточном возрасте, можно с уверенностью утверждать, что добавление жидкого мыла и моющего средства «Фэри» в кладочную смесь уменьшает прочность раствора, что подтверждает ранее сделанный вывод.

Приведенные в работе данные показывают, что растворы с добавлением таких материалов бытовой химии, как жидкое мыло и моющее средство «Фэри» хотя и более удобны в работе, легкие и удобоукладываемые по сравнению с раствором с пластификатором С-3, но приводят к потере прочности растворных составов.

Список литературы

1. ГОСТ 28013-98. Растворы строительные. Общие технические условия
2. ГОСТ 24211-91 Добавки для бетонов. Общие технические требования
3. Ратинов В. Б. , Розенберг Т. И. Добавки в бетон. - М.:Стройиздат, 1989. – 188 с.
4. Рамачандран В. С. , Фельдман Р. Ф. , Коллепарди М. и др. Добавки в бетон. Справ.пособие. – М.:Стройиздат, 1988. – 575 с.
5. Тейлор Х. Химия цемента. Перевод с англ. – М.:Мир, 1996. – 560 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СОБСТВЕННЫХ ДЕФОРМАЦИЙ
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ВЯЖУЩИХ

Сартакова В. М., Темешева Д. К. - студены гр.Спр – 51,
Плотникова Л. Г. - к. т. н., доцент, Викторов А. В. – ассистент
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г. Барнаул)

Различные строительные материалы имеют разные собственные деформации при твердении, высыхании и увлажнении. Одной из серьезных проблем является усадка бетона. Усадка — это уменьшение объема и размеров вследствие уплотнения, потери влаги, затвердевания в результате химических, физических и физико-химических процессов [1].

Долговечность строительных материалов на основе вяжущих можно косвенно охарактеризовать собственными деформациями. В процессе службы изделия подвергаются различным воздействиям, в том числе увлажнению и высушиванию. Избыточно повышенные деформации расширения или усадки приводят к ухудшению работоспособности конструкции. Для отдельных материалов изделий и конструкций собственные деформации нормируются, для других учитываются при расчете и проектировании конструкции.

На основе вышеизложенного целью проведения исследования является сравнение собственных деформаций разных видов строительных материалов.

Испытанию подвергались 3 вида готовых материалов таких как: кирпич силикатный, газобетон автоклавный и газобетон неавтоклавный, а так же материалы собственного изготовления: тяжелый цементный бетон, тяжелый бетон с добавкой гипса 25% от массы цемента, тяжелый бетон с добавкой высококальциевой золы 100% от массы цемента и цементно-песчаный раствор.

Силикатный кирпич испытывался целиком, а из газобетонных блоков были выпилены балочки 4×4×16 см. В центре каждой торцевой грани клеим укреплялся реперами из нержавеющей стали. Остальные образцы формовались с вложенными дюбелями.

Для замеров деформаций усадки использовался прибор Гипроцемент с индикатором часового типа имеющий шкалу с ценой деления 0,01 мм [2].

Для контроля показаний прибора применялся эталон, изготовленный из материала с малым коэффициентом термического расширения, в центре торцевой стороны которого так же были заделаны стальные реперы.

Все образцы хранились в нормальных условиях 28 суток. Затем во влажной среде $W=100\%$ (в воде) еще 28 суток. Далее образцы подвергались сушке при 60°C в течении 10 дней.

Длина образцов измерялась следующим образом: Перед каждым измерением определялась, при помощи эталона, нулевая точка прибора, затем устанавливался образец, после этого отсчитывались показания индикатора.

Линейное расширение вычислялось по формуле:

$$\Delta l = \frac{n_2 - n_1}{l}, \text{ мм} \quad (1)$$

где n_1 - первоначальный отсчет, произведенный при измерении образца, мм; n_2 - отсчет при последующих измерениях образца, мм; l – первоначальная длина образца, мм.

Результаты деформаций определялись как среднее арифметическое измерений трех образцов.

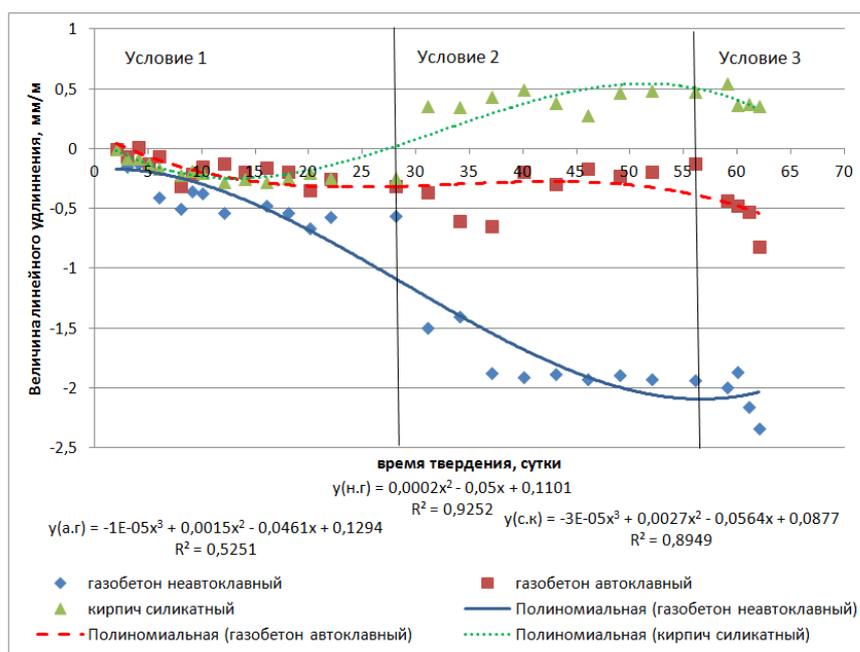
Влияние времени и условий твердения на величину линейного удлинения газобетона автоклавного, неавтоклавного и кирпича силикатного, показано на рисунке 1.

В результате эксперимента силикатный кирпич показывает значительное набухание при выдерживании в воде, а после начала сушки набухание сменяется усадкой. Силикатный кирпич испытывает напряжения, которые возникают при набухании, это так же может оказаться причиной трещин [3].

Условия хранения практически не оказывают влияния на линейные удлинения автоклавного газобетона. Практически неизменная величина линейных деформаций автоклавного газобетона может быть объяснена тем, что он прошел длительный срок твердения.

Особенность работы с неавтоклавным газобетоном заключалась в том, что на начало срока испытания имел возраст твердения 14 суток. Процесс гидратации цемента не был завершен, то есть усадочные деформации интенсивно нарастают по мере твердения цементного камня. Из этого следует, что неавтоклавный газобетон склонен к трещинообразованию по мере твердения, из-за интенсивной усадки.

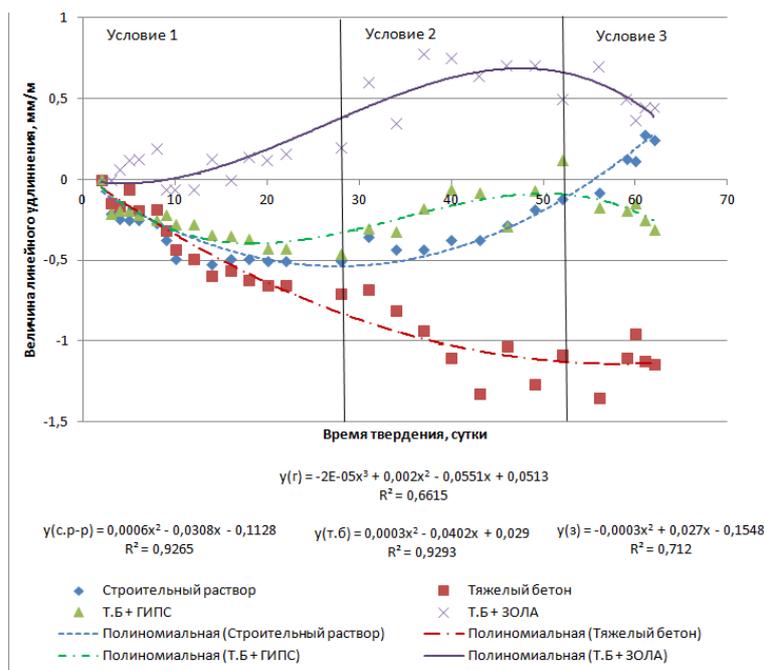
Результаты испытания образцов из тяжелого бетона и цементно-песчаного раствора приведены на рисунке 2.



Условие 1 – Н.У ($W \approx 100\%$, $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$);
Условие 2 – В воде ($W = 100\%$, $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$);
Условие 3 – Сушка ($t = 60^\circ\text{C}$).

Рисунок 1 – Величина линейного удлинения образцов из газобетонных блоков и кирпича силикатного

Образцы из тяжелого цементного бетона без добавок ведут себя подобно неавтоклавному газобетону – с течением времени твердения осадочные деформации растут вне зависимости от условий их хранения и несколько замедляются при начале высушивания, это может быть вызвано интенсивной гидратацией цементных минералов.



Условие 1 – Н.У ($W \approx 100\%$, $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$);
Условие 2 – В воде ($W = 100\%$, $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$);
Условие 3 – Сушка ($t = 60^\circ\text{C}$).

Рисунок 2 – Величина линейного удлинения цементно-бетонных составов

Образцы бетона с добавлением высококальциевой золы показывают устойчивую закономерность расширения камня, что вызвано интенсивным образованием этtringита и этtringитоподобных фаз (Aft и AFm) при комплексном взаимодействии минералов цемента и золы с водой [4].

Бетон с добавлением гипса в количестве 25 % от массы цемента оказывается практически безусадочным через месяц твердения. Когда образовавшиеся этtringитоподобные фазы компенсируют усадку вызванную гидратацией портландцемента, однако их количества недостаточно чтобы компенсировать усадку в сроки позже 50 суток.

Возможные изменения деформаций цементного раствора с усадки на набухание может быть вызвано тем, что песок в составе раствора содержит повышенное количество пылеватых и глинистых частиц, которые набухают и увеличиваются в объеме.

Выводы по работе:

В результате исследования можно сделать вывод о том, что строительные материалы в различных условиях ведут себя по-разному. Для строительных материалов, используемых при изготовлении несущих конструкций, очень важно отсутствие значительных линейных деформаций на протяжении периода эксплуатации зданий (не должны превышать 1 мм/м). Для строительных растворов, используемых при кладке стен, изготовлении наливных полов, желательно иметь деформации расширения 1-3 мм/м на 28 суток твердения, это позволит не допустить образованию трещин.

Список литературы

1. Каримов И.И. Усадка цементного камня и бетона при высыхании, из-во БГАУ, Уфа, 2005г.
2. ГОСТ 24544-81 «Методы определения деформаций усадки и ползучести».
3. Корчагина О.А. Керамический и силикатный кирпич, из-во ТГТУ, Тамбов, 2005.
4. Овчаренко Г.И., Плотникова Л. Г., Францен В.Б. Оценка свойств зол углей КАТЭЖа и их использование в тяжелых бетонах. - , Барнаул: Из-во АлтГТУ, 1997 г. – 149 с.

**ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ НА
РЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА**

Овчаренко Г.И. – д. т. н., профессор
Кафедра «Строительные материалы»

Воденин Е.В., студент группы Спр-51

Конев Р.В., студент группы Спр-51

Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

В работе было исследовано влияние добавок углеродсодержащих материалов на реологические и прочностные характеристики портландцемента. Исследовалась композиция на основе портландцемента ЦЕМ I 42,5Б с добавлением березового древесного угля высшего сорта «А», технического углерода марки П803, а также суперпластификатор С-3. В результате была установлена эффективность добавки технического углерода, выраженная ростом прочности цементного камня в проектном (28 сут.) возрасте, а также увеличение подвижности цементного теста.

В последние годы в строительном материаловедении немало статей посвящено влиянию углеродных материалов и в большинстве углеродных наноматериалов на свойства цемента и цементного камня. Заметное влияние и эффективность на цементные системы оказывают углеродные наноматериалы с большой удельной поверхностью и при малых дозировках (0,005 %-0,100 %) от массы цемента.

Добавки в виде углеродных наноматериалов показывают хорошие результаты как по получению реологических характеристик, так и по прочностным свойствам цементного камня, но данные материалы синтезируются сложно и при помощи специального оборудования. Приобрести такие добавки проблематично, так как стоимость данных материалов высокая. Поэтому в нашей работе мы проводили исследование на углеродистых материалах имеющихся в свободном доступе. Такие добавки как: березовый древесный уголь и технический углерод.

Целью данной работы было исследование влияния добавок углеродсодержащих материалов на реологические и прочностные характеристики портландцемента. Для реализации обозначенной цели исследовалась композиция на основе портландцемента ЦЕМ I 42,5Б для транспортного строительства производства ОАО «Искитимцемент», с добавлением березового древесного угля высшего сорта «А», технического углерода марки П803, а также суперпластификатор С-3 (в минимальной рекомендованной дозировке).

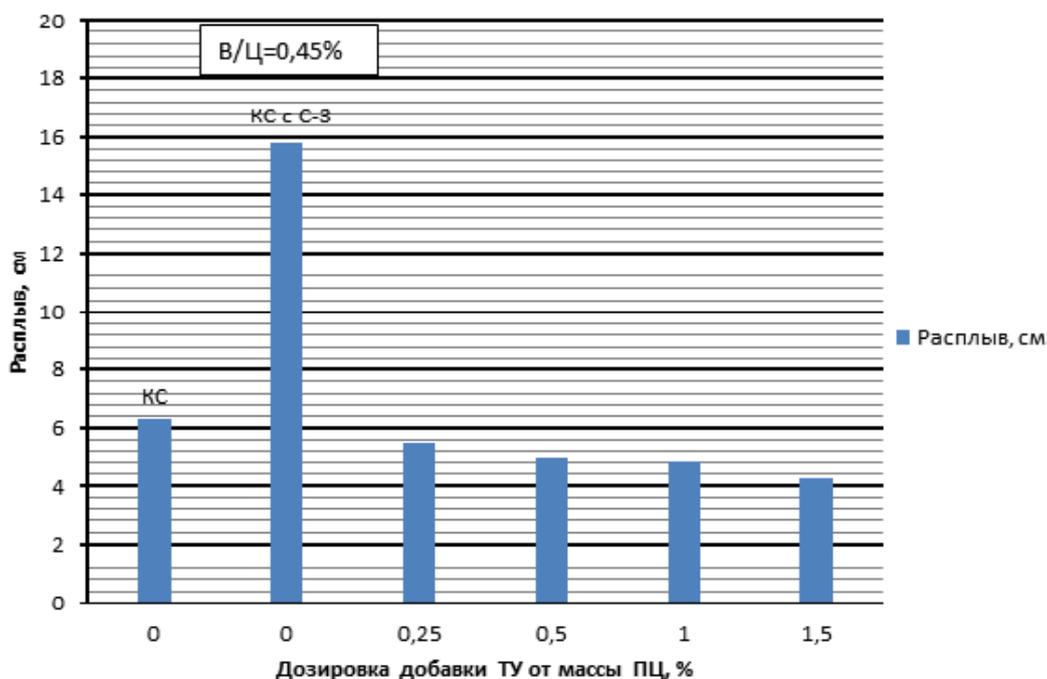


Рисунок 1 - Влияние добавки технического углерода на распływ портландцементного теста (без суперпластификатора)

В работе были исследованы следующие портландцементные составы:

1) с добавлением березового древесного угля (ДУ) в количестве от 0,5 %; до 2,0 % от массы портландцемента (ПЦ) как самостоятельно, так и в комплексе с 0,4 % С-3 от массы ПЦ;

2) с добавлением технического углерода (ТУ) в количестве от 0,25 % до 1,5 % от массы ПЦ как самостоятельно, так и в комплексе с 0,4 % С-3 от массы ПЦ.

Для определения влияния измельченных углеродистых материалов на реологические свойства цементного теста экспериментальные составы были изготовлены при постоянном водоцементном отношении: В/Ц=0,35% и В/Ц=0,45%. Изменение подвижности цементных паст оценивалось на малых образцах по расплыву, аналогично гипсовой методике.

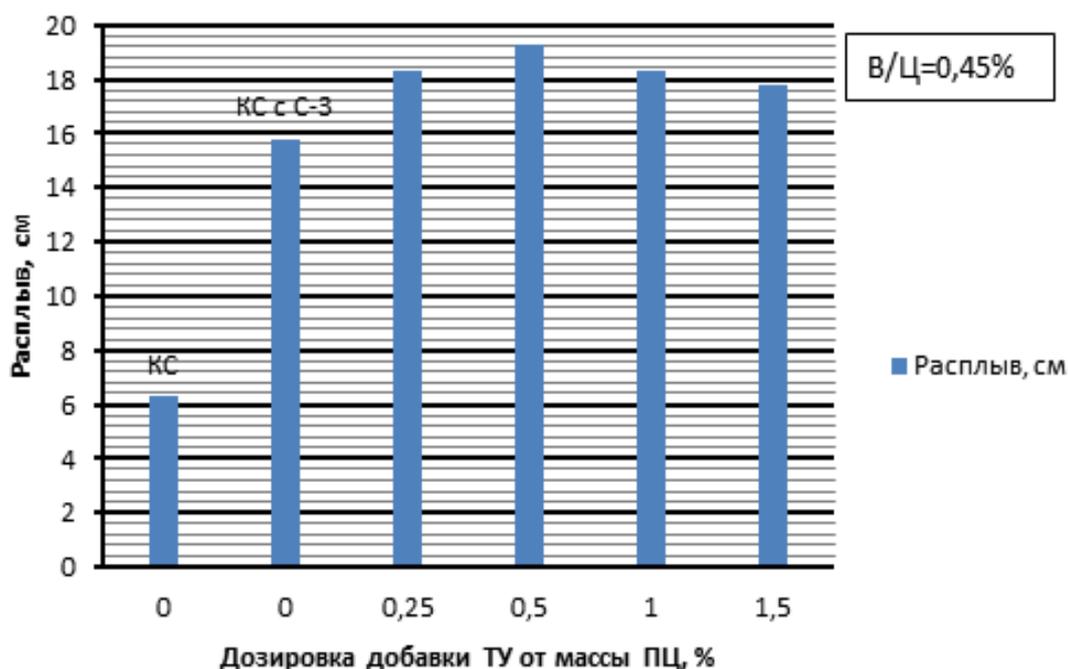


Рисунок 2 - Влияние добавки технического углерода на расплыв суперпластифицированного портландцементного теста

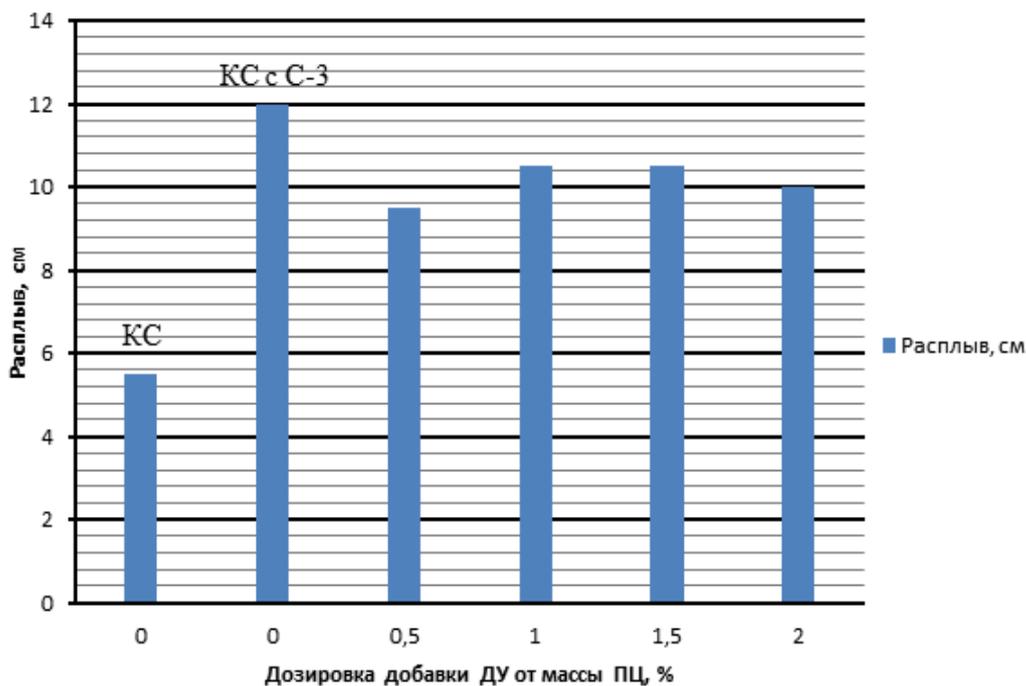


Рисунок 3 - Влияние добавки молотого древесного угля на расплыв суперпластифицированного портландцементного теста

Результаты, представленные на рисунках 1 и 2, показывают, что применение добавки технического углерода в качестве модификатора цементного теста приводит к снижению его подвижности, при том, тем сильнее, чем большее количество ТУ было использовано (рисунок 1). Однако при наличии в цементном тесте суперпластифицирующего компонента, наблюдается усиление текучести составов, даже по сравнению с цементной пастой содержащей только С-3 (рисунок 2). В данном случае прослеживается наличие оптимальной дозировки ТУ, лежащей в диапазоне от 0,25 до 1 % добавки, которая приводит к максимальной пластификации цементной пасты.

Оценка влияния технического углерода и молотого древесного угля на прочность портландцементных образцов оценивалось при получении теста нормальной густоты.

Прочность при сжатии
($R_{сж}$), МПа

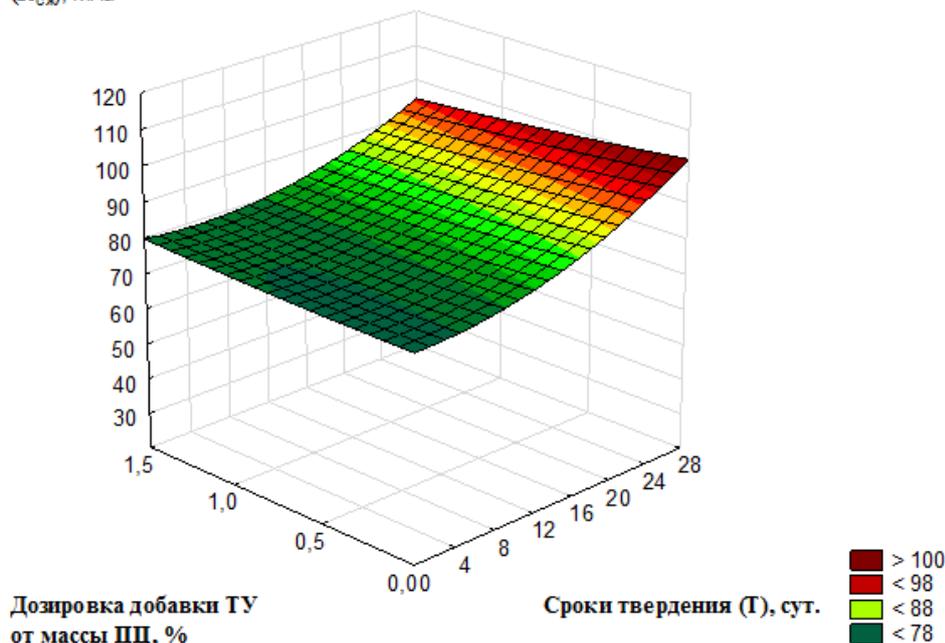


Рисунок 4 - Зависимость прочности суперпластифицированных портландцементных составов (при оптимальном водоцементном отношении) от количества добавки технического углерода и сроков твердения. $R_{сж} = (0,031)*T^2 + (1,015)*TU^2 + (0,234)*T*TU + (77,441)$, $R = 0,798$

Аналогичный эксперимент с использованием в качестве углеродистого компонента молотого древесного угля показал, что даже в комплексе с суперпластификатором данный материал не обладает способностью к увеличению подвижности портландцементных паст (рисунок 3).

Полученные результаты (рисунок 4, 5) показывают, что темпы набора прочности модифицированных портландцементных образцов незначительно отличаются от контрольных составов, хотя и несколько опережают их в начальные сроки нормального твердения. Абсолютные значения прочностей при сжатии исследуемых составов в 28-мисуточном возрасте практически не отличаются от прочностей составов не содержащих добавок, или содержащих только пластифицирующий компонент, но с увеличением содержания добавки технического углерода возрастает прочность цементного камня по сравнению с контрольным составом.

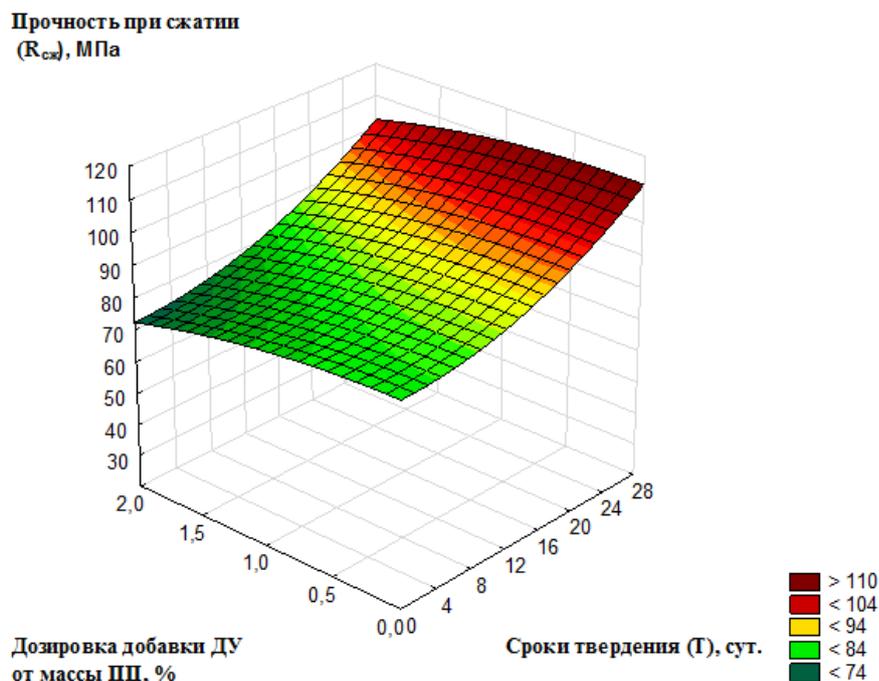


Рисунок 5 - Зависимость прочности суперпластифицированных портландцементных составов (при оптимальном водоцементном отношении) от количества добавки молотого древесного угля и сроков твердения. $R_{сж} = (0,035)*T^2 + (2,761)*ДУ^2 + (0,036)*T*ДУ + (83,433)$,
 $R = 0,892$

Выводы по работе:

1. При использовании добавки в виде березового древесного угля (ДУ) положительного влияния на реологические и прочностные характеристики портландцемента не зафиксировано.
2. Реологические и прочностные характеристики портландцемента увеличиваются при использовании добавки технического углерода. При совместном использовании добавки технического углерода и суперпластификатора фиксируется увеличение подвижности цементного теста.
3. Целесообразно использовать добавку технического углерода в количестве 0,25-0,5% от массы вяжущего, совместно с суперпластификатором в минимально рекомендованном количестве.

Список литературы

1. Королев, Е. В. Модифицирование строительных материалов наноуглеродными трубками и фуллеренами / Е. В. Королев, Ю. М. Баженов, В. А. Береговой // Строительные материалы — Наука, № 8, 2006. — Приложение к научно-техническому журналу "Строительные материалы" — 2006. — № 9. — С. 2-4.
2. Батяновский, Э. И. Нанотехнологии и углеродные наноматериалы в строительном материаловедении / Э. И. Батяновский, П. В. Рябчиков, В. Д. Якимович // Строительная наука и техника. — 2009. — № 3(24). — С. 22-29.
3. Пухаренко, Ю. В. Наноструктурирование воды затворения как способ повышения эффективности пластификаторов бетонных смесей / Ю. В. Пухаренко, В. А. Никитин, Д. Г. Летенко // Строительные материалы — Наука, № 8, 2006. — Приложение к научно-техническому журналу "Строительные материалы". — 2006. — № 9. — С. 11-13.

ВЛИЯНИЕ МИКРОКРЕМНЕЗЕМА НА КОНДЕНСАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ФАЗЫ С-S-H

Овчаренко Г.И. – д. т. н., профессор, Викторов А.В. – ассистент
Кафедра «Строительные материалы»

Занин А.В., студент группы Спр-51
Рузаев К.А., студент группы Спр-51
Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Вязущие контактно-конденсационного твердения предложены Глуховским В.Д. и Руновой Р.Ф. В исследованиях ученых было исследовано, что контактно-конденсационными свойствами обладает фаза гидросиликатов кальция C-S-H, а именно основная фаза твердения портландцементного камня. Твердение данных вязущих рассматривается с точки зрения теории конденсации, в основе которой используется идея о том, что дисперсные вещества за счет своей энергетической нестабильности обладают конденсационной способностью, снижаемой по мере уменьшения свободной энергии этих веществ. Принципы контактно-конденсационного твердения предполагают использование физических явлений: для получения искусственного камня необходимо создать благоприятные условия для образования контактов между макрочастицами аморфной или нестабильной кристаллической структуры. Это достигается за счет приложения кратковременного избыточного давления под прессом в момент формования. Контактно-конденсационные технологии очень важны, так как они помогают использовать известь с кремнеземистыми компонентами, отходами производства. Это обусловлено высокой удельной поверхностью, определяет наличие в соединениях свободных валентных связей, что способствует высокой активности. Контактно-конденсационное твердение характеризуется степенью нестабильности кристаллической структуры. Это свойство характерно за счет истинной плотности материала. С использованием минеральных отходов разработаны технологии производства кирпича, плиток, элементов дорожных покрытий. Характерным признаком контактов между дисперсными микрочастицами является их водостойкость и восстанавливаемость после разрушения при повторном сближении. Контактное твердение происходит без воды затворения. Способностью к контактно-конденсационному твердению обладает большая группа силикатных и алюмосиликатных веществ как природного, так и искусственного происхождения, продукты гидратации и дегидратации, взаимодействие щелочных и щелочноземельных металлов с гранитом, базальтом.

Целью данной работы является исследование контактного твердения фазы C-S-H. В процессе опыта мы первым делом синтезировали фазу C-S-H.

Синтез фазы C-S-H

Гидроксид кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -гашеная известь. Получается при гашении оксида кальция CaO . В процессе синтеза мы использовали известь, прокалили ее в течение 2 ч. Если смешать известь с водой, то вода впитывается комками извести и реагирует с ней выделением теплоты. При этом, часть воды превращается в пар, а куски рассыпаются в рыхлую массу гидроксида кальция. Также гидроксид кальция можно получить вытеснением водорода. В качестве другого способа применяется смешивание раствора его соли с сильной щелочью (натриевой или калиевой).

Определили содержание активной CaO , после чего смешали известь и МК в мольных соотношениях CaO/SiO_2 как 0,5-1,0-1,5. Затем смешивали в фарфоровой мельнице с фарфоровыми шарами до полной однородности. После силосования смеси и затворения ее водой - спрессовали ее в форме диаметром в 50мм под давлением 40 МПа. Пропарили цилиндры в течении 76 суток при температуре 80-85 °С и влажности 100%. Проконтролировали свободную CaO спиртово-сахаратным методом. В процессе взаимодействий компонентов смеси не было усвоено около 15 % $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Следовательно, после пропаривания мы получили практически чистую фазу C-S-H.

Во втором этапе мы исследовали конденсационные свойства фазы C-S-H. В опыте мы раздробили цилиндры в ступке и размолотили их в фарфоровой мельнице. В массовом соотношении добавили к C-S-H микрокремнезем серый, после чего определили контактную прочность на цилиндрах 25 мм при давлении прессования 20, 60 и 100 МПа через 1, 7 и 28 суток после прессования. Первоначально известь пропаривается при температуре 80-90 °С,

затем материал смешивается с заполнителем и измельчается в ступке до однородного цвета, после чего прессуется в цилиндрах под давлением 20, 60 и 100 МПа в зависимости от основности и процентном содержании микрокремнезема в извести.

В ходе эксперимента было выяснено, что прочность камня зависит от: времени твердения образцов, количества микрокремнезема и основности. Зависимость показала, что чем больше прошло времени после прессования и чем ниже основность и больше содержание в образце микрокремнезема, тем выше прочность материала. Прочность и водостойкость формируется за счет контактирования частиц материала между собой и возникновения между ними связей. Прочность увеличивается за счет наиболее тесного контактирования, соприкосновения частиц камня и наименьшего количества и размеров пустот. Наименьшая пустотность способствует лучшей водостойкости и более долгим водонасыщением. Т.е можно сделать вывод о том, что наиболее тесный контакт частиц материала достигается за счет увеличения давления при прессовании и обеспечивает на пропорциональное увеличение таких свойств, как прочность и водонасыщение.

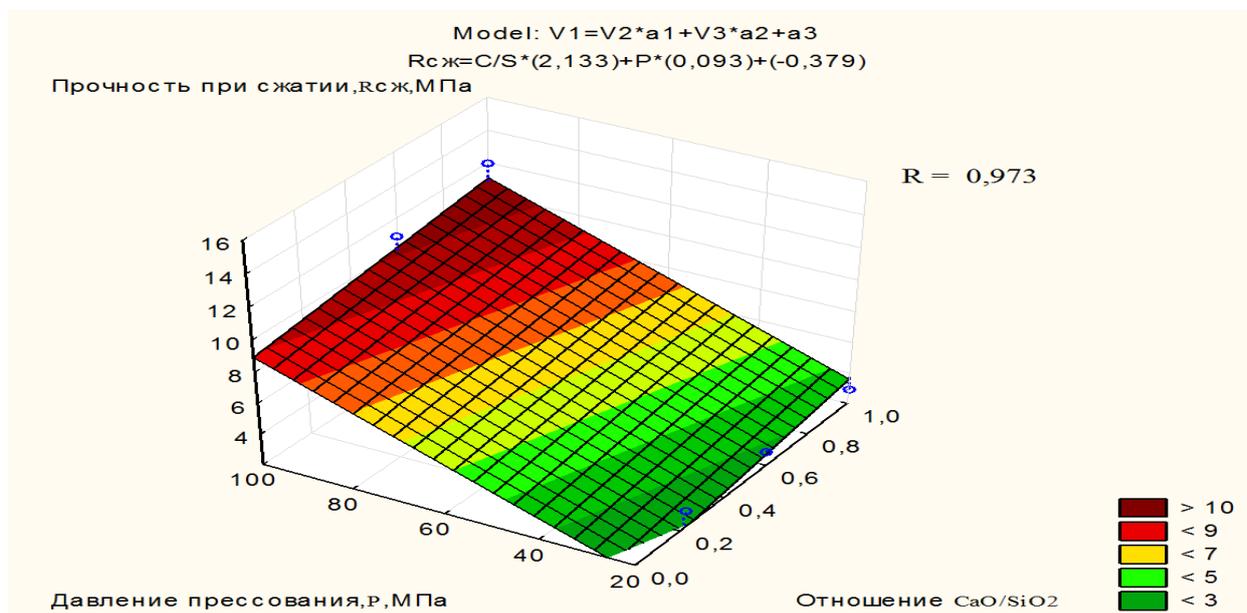


Рисунок 1 – Результаты испытания образцов без добавок на 1 сутки твердения

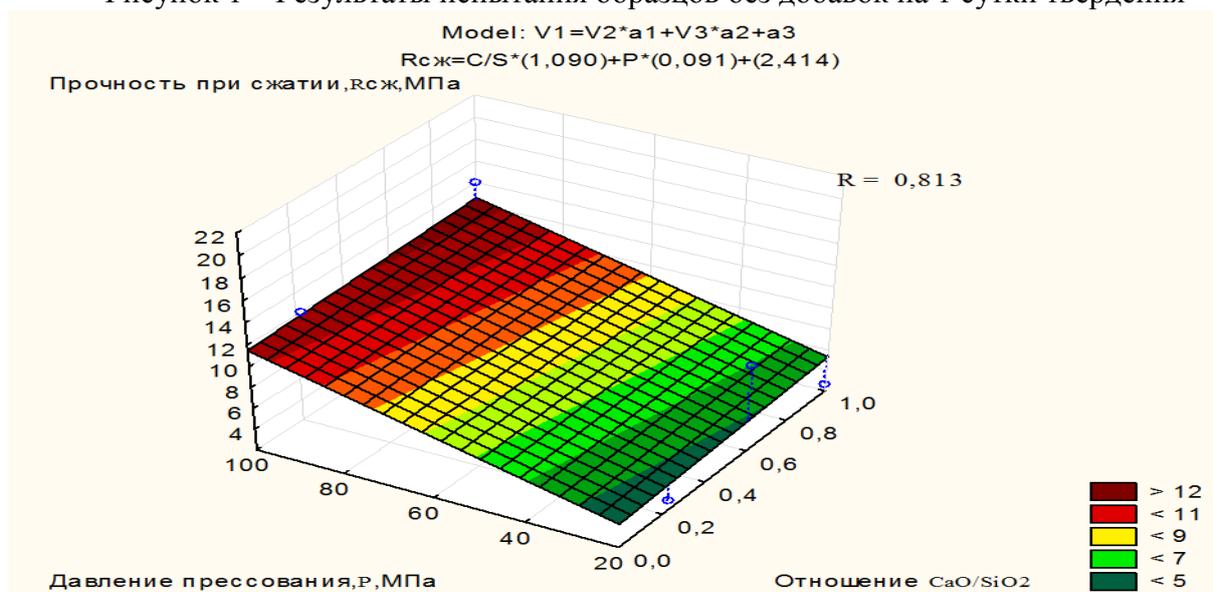


Рисунок 2 – Результаты испытания образцов без добавок на 7 сутки твердения

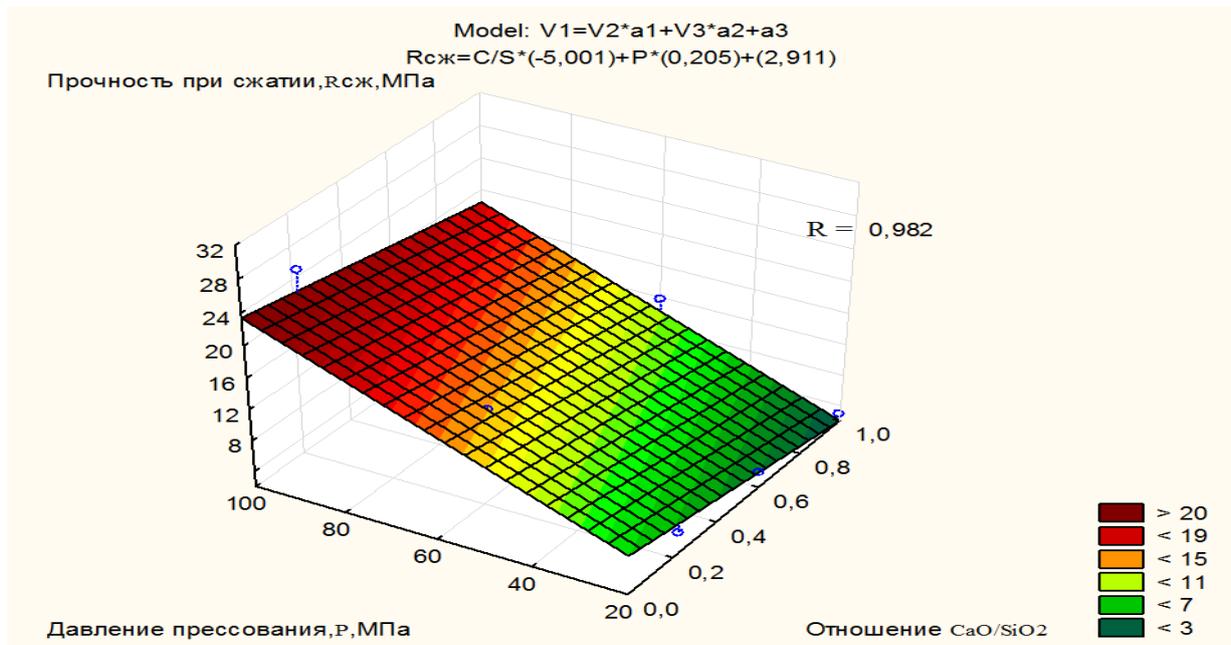


Рисунок 3 – Результаты испытания образцов без добавок на 28 сутки твердения

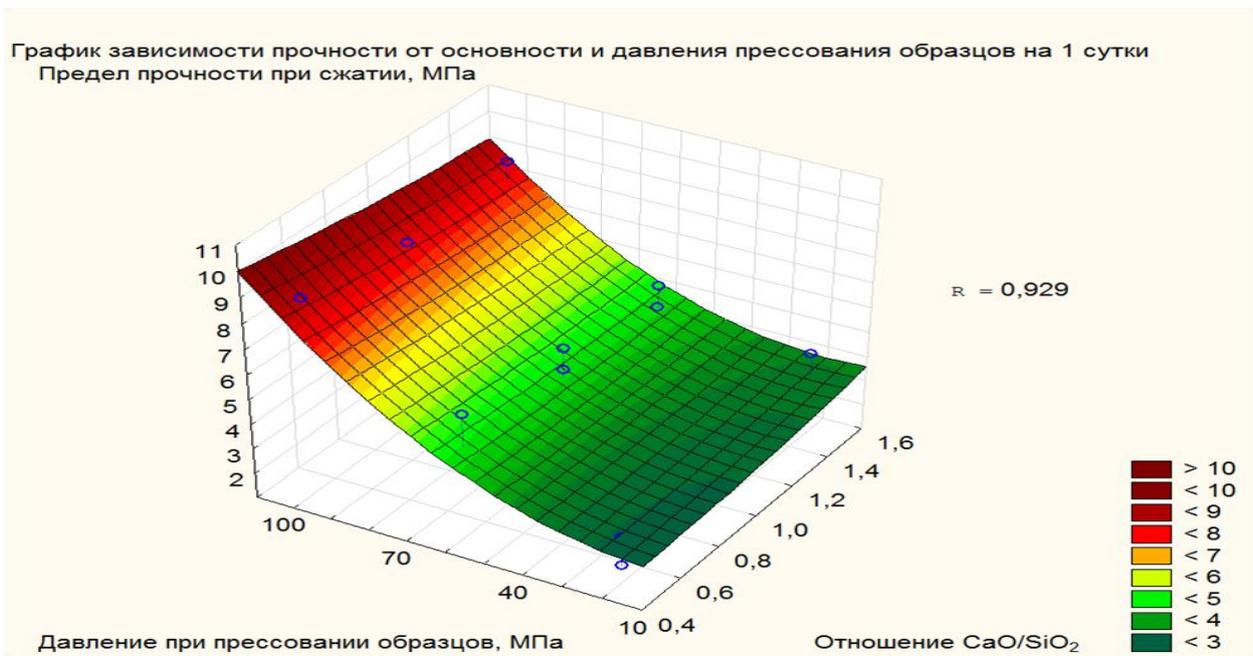


Рисунок 4 – Результаты испытания образцов с добавлением микрокремнезема на 1 сутки твердения

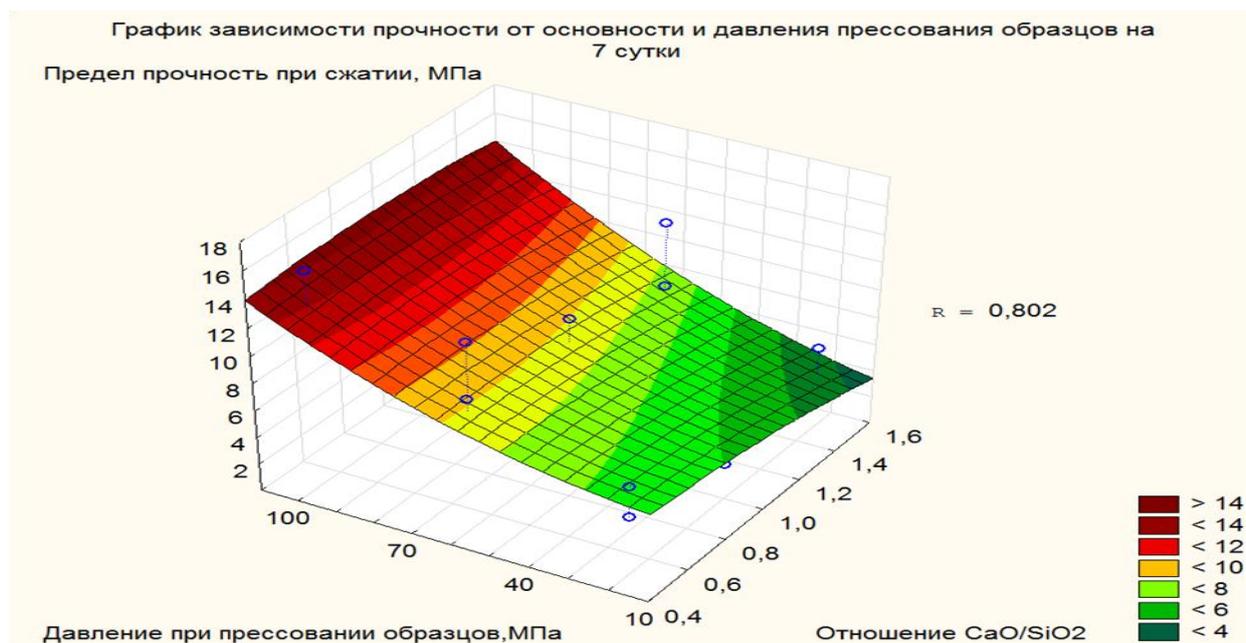


Рисунок 5 – Результаты испытания образцов с добавлением микрокремнезема на 7 сутки твердения



Рисунок 6 – Результаты испытания образцов с добавлением микрокремнезема на 28 сутки твердения

Список литературы

1. Вяжущие и композиционные материалы контактного твердения / В. Д. Глуховский, Р. Ф. Рунова
2. Контактнo-конденсационные свойства гидратных фаз цементного камня / Г. И. Овчаренко, А. О. Садрашева, О. Е. Аладикова, Г. В. Фролова. Режим доступа: http://elib.altstu.ru/elib/books/Files/pa2017_02/pdf/207ovcharenko.pdf
3. Особенности контактнo-конденсационного твердения в производстве композитных материалов из местного сырья / М.А. Джусупова
4. Композиты контактнo-конденсационного твердения на основе местных сырьевых материалов и отходов промышленности/ В.Т. Ерофеев, С.В. Казначеев. Режим доступа:

<https://cyberleninka.ru/article/n/kompozity-kontaktno-kondensatsionnogo-tverdeniya-na-osnove-mestnyh-syrievyh-materialov-i-otvodov-promyshlennosti>

5. Минеральные вяжущие вещества / А.В. Волженский

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНТАКТНОЙ ПРОЧНОСТИ ФАЗЫ C-S-H И ПОРТЛАНДИТА

Овчаренко Г.И. – д. т. н., профессор, Викторов А.В. - ассистент

Кафедра «Строительные материалы»

Назариов С.Ф., студент группы Спр-51

Хорохордина В.Ю., студент группы Спр-51

Садрашева А.О., аспирант кафедры СМ

Алтайский государственный технический университет

им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Были исследованы композиции, способные к контактному твердению. в момент сближения частиц при прессовании, они образуют прочный и водостойкий камень, на основе главных гидратов цементного камня. Исследование показало, что синтезированные гидросиликаты кальция C-S-H, формируют прочный камень после прессования без дополнительной тепловлажностной обработки.

Ключевые слова: *контактное твердение, гидросиликаты кальция C-S-H, портландит, прессование, прочность, водостойкость.*

Контактное твердение фазы C-S-H впервые было установлено канадскими учеными [1]. Затем Глуховский В.Д. и Рунова Р.Ф. подробно исследовали контактное твердение цементной фазы C-S-H и других нестабильных гидросиликатов кальция и магния [2].

Таким образом фаза C-S-H и портландит склонны к контактному твердению.

Целью данной работы была проверка контактного твердения фазы C-S-H и портландита.

Фазу C-S-H синтезировали путем пропаривания при 80 °С, прессованных при 40 МПа, образцов из совместно молотых: прокалённой извести, с содержанием активных СаО и MgO(94%) и аморфной четырехвалентной кремнекислоты (SiO₂nH₂O).

Пропаривание осуществляли до остаточного содержания портландита около 15%. Расчетное молярное соотношение СаО к SiO₂ в фазе C-S-H составляло 0,22;0,6;1,0.

Прокалённые образцы, диаметром и высотой 50 мм, растирались в фарфоровой ступке до крупности менее 1мм, и без дополнительного

увлажнения прессовались при удельных давлениях 20, 60 и 100 МПа. Отпрессованные образцы выдерживались в нормальных условиях и испытывались через 1, 7 и 28 суток. По результатам испытаний строились математические модели с использованием программы Microsoft Excel.

По физико-химическому строению, фаза C-S-H, представляет собой, коллоидную систему в виде твердого геля имеющую, частицы нанометрических размеров (менее 100 нм) с удельной поверхностью от 250 до 350 м²/г (около 3000000 см²/г), что в 1000 раз больше удельной поверхности цемента (3000 см²/г), благодаря чему достигается, высокая прочность цементного камня.

На сегодняшний день, более и менее ясно, что кристаллохимическая модель фазы C-S-H, представлена слоем портландита Са(ОН)₂, с примыкающими с 2-х сторон цепями кремнекислородных тетраэдров.

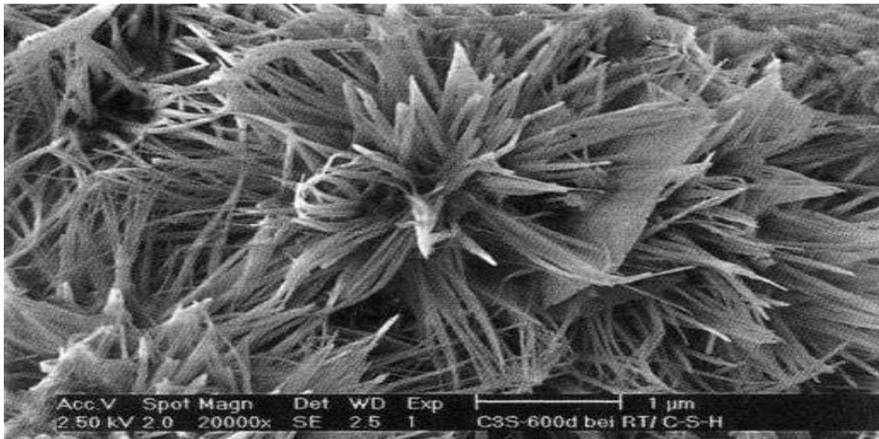


Рисунок 1 – Микроснимок фазы С-S-H (по данным Й. Штарка)

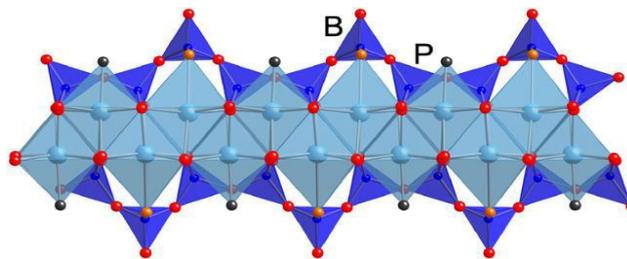


Рисунок 2 – Принципиальная схема строения С-S-H фазы (диортогруппы (P) соединены мостиковым тетраэдром (B))

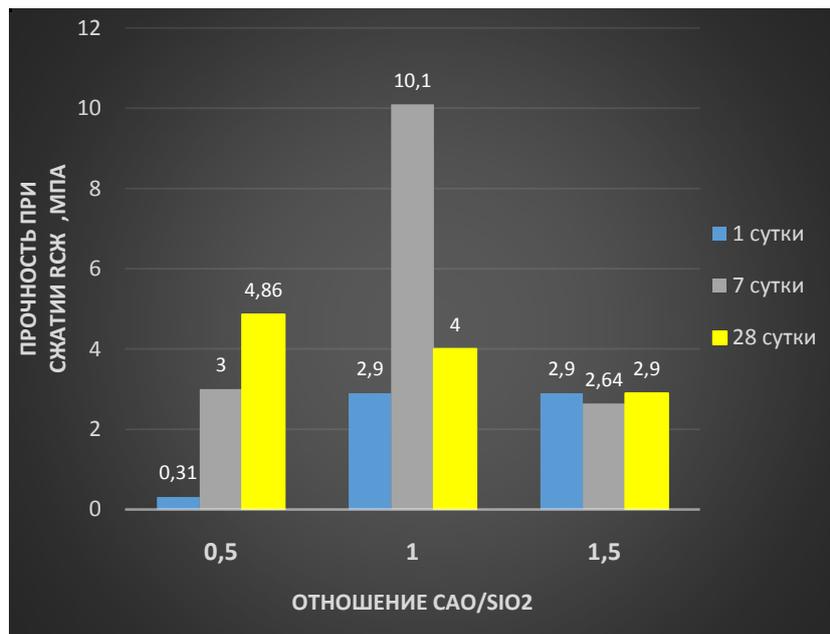


Рисунок 3 - График зависимости прочности камня при сжатии от отношения CaO/SiO₂. Давление прессования P=20 МПа.

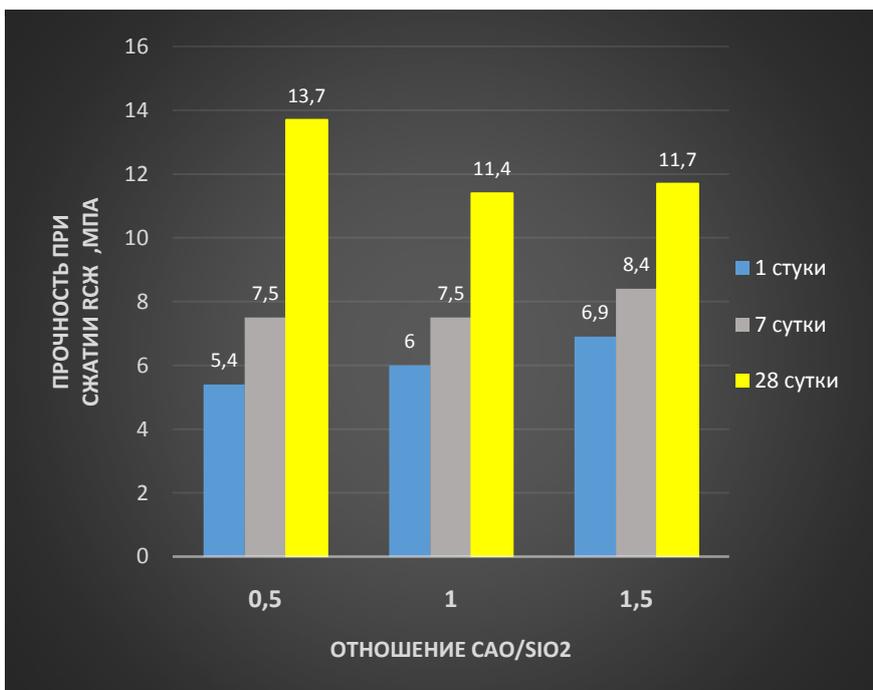


Рисунок 4 - График зависимости прочности камня при сжатии от отношения CaO/SiO₂.
Давление прессования P=60 МПа.

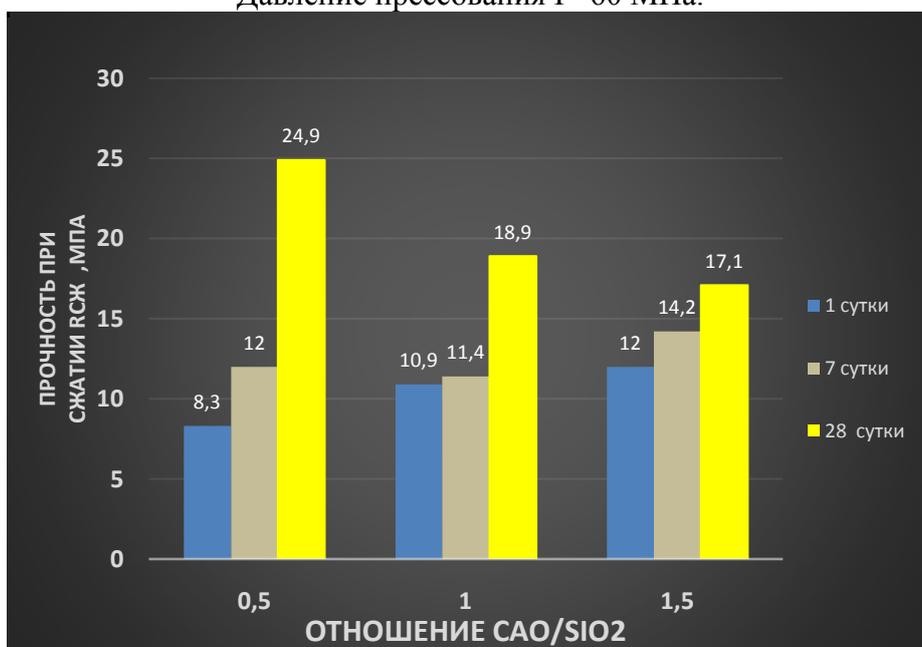


Рисунок 5 - График зависимости прочности камня при сжатии от отношения CaO/SiO₂.
Давление прессования P=100 МПа.

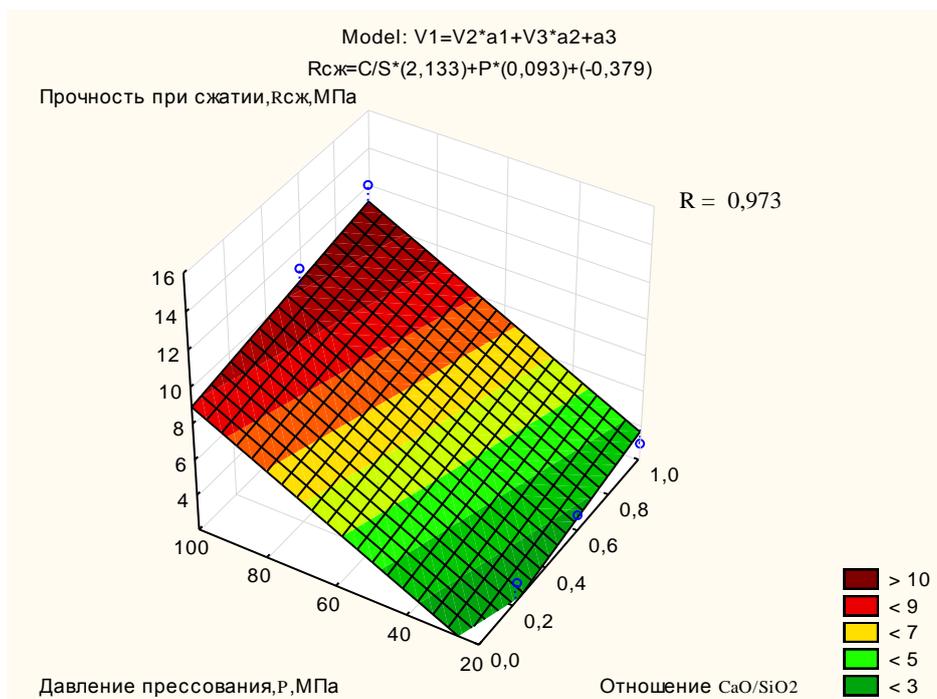


Рисунок 6 - Зависимость прочности на сжатие прессованных образцов из композиции С-S-H с основностью 0,22; 0,6; 1,0 и 15 % $Ca(OH)_2$ через одни сутки твердения при НУ

Нами были исследованы образцы из чистой синтезированной фазы С-S-H. На рисунках 3, 4, 5 показана зависимость прочности на первые, седьмые и двадцать восьмые сутки твердения от основности фазы и давления прессования. С увеличением давления прессования прочность растет, при этом изменение основности фазы не ведет к существенному изменению показателей прочности.

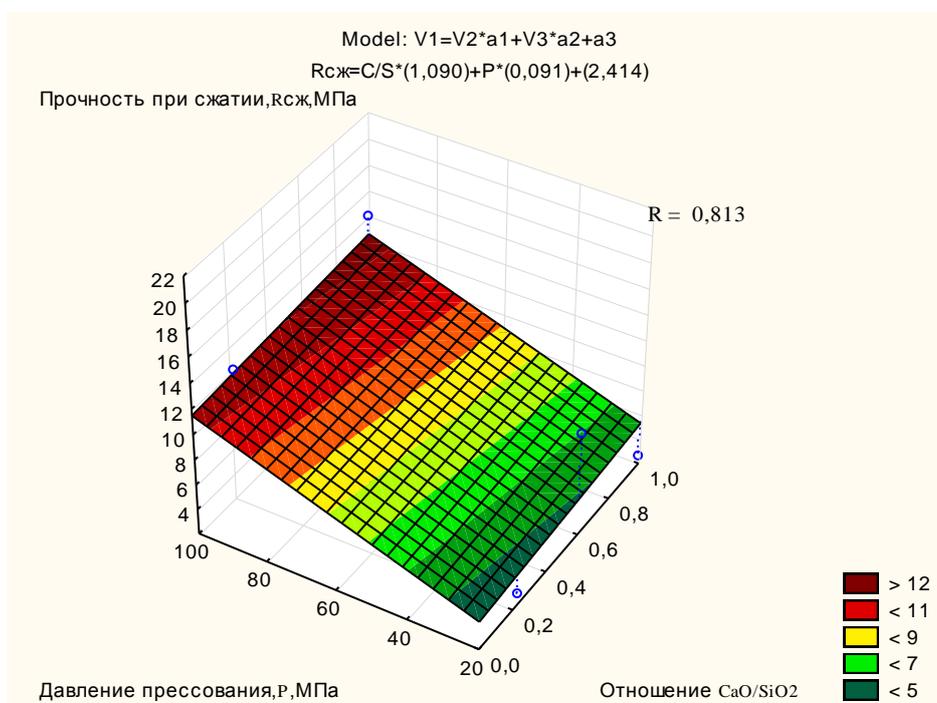


Рисунок 7 - Зависимость прочности на сжатие прессованных образцов из композиций С-S-H с основностью 0,22; 0,6; 1,0 и 15 % $Ca(OH)_2$ через 7 суток твердения при НУ

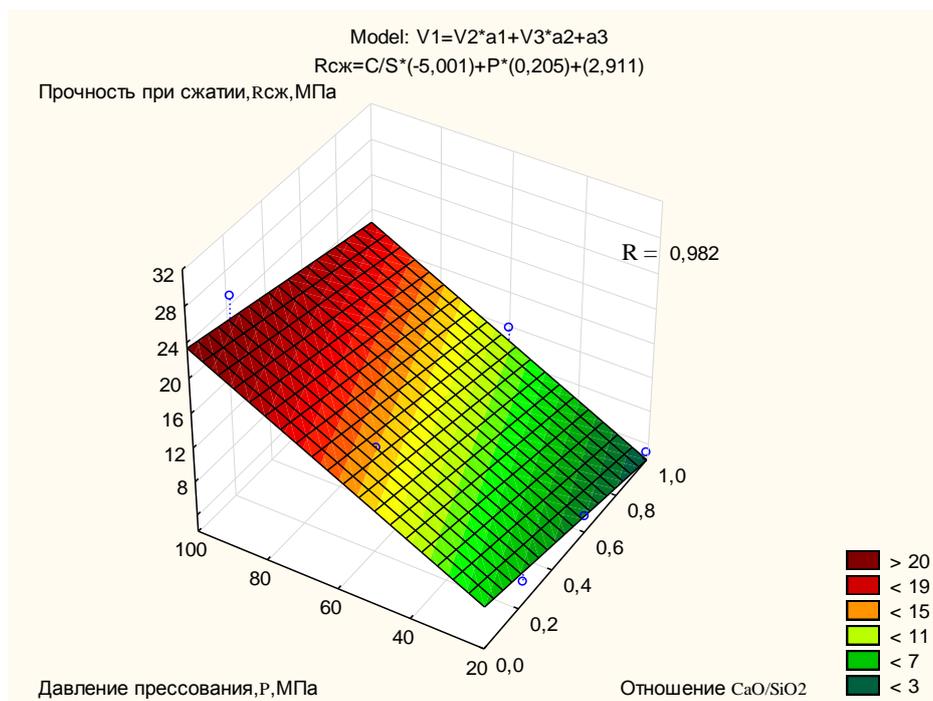


Рисунок 8 - Зависимость прочности на сжатие прессованных образцов из композиции С-S-H с основностью 0,22; 0,6; 1,0 и 15 % $Ca(OH)_2$ через 28 суток твердения в н.у.

Прочность и водостойкость материалов формируется в результате поверхностных физических явлений, которые проявляются при сближении частиц в момент возникновения контактов между ними. Прочность камня увеличивается с ростом количества контактов между частицами, и соответственно зависит от давления прессования при формовании.

Выводы по работе:

В результате проведенных исследований мы выяснили, что с уменьшением основности фазы С-S-H и с увеличением времени твердения в нормальных условиях и давления прессования образцов, контактно-конденсационные свойства фазы повышаются.

Список литературы

1. Soroka, I. The structure of cement-stone / I. Soroka, P. J. Sereda // Proceedings of the Fifth International Symposium of the Chemistry of Cement, Tokio, Part III, Vol.III, pp.67-73 (1968).
2. Глуховский, В. Д. Свойства дисперсных продуктов гидратации цемента / В. Д. Глуховский, Р. Ф. Рунова // Шестой Международный Конгресс по химии цемента. – Том 2, книга 1. – М. : Строй-издат, 1976. – С. 90-94.
3. Глуховский, В. Д. Вяжущие и композиционные материалы контактного твердения / В. Д. Глуховский, Р. Ф. Рунова, С. Е. Максун – К. : Вища школа, 1991. – 243 с.
4. Чернышов, Е. М. Искусственный камень на основе кристаллизации портландита / Е. М. Чернышов, Н. Д. Потамоснева // Современные проблемы строительного материаловедения // Академические чтения РААСН: материалы к Междунар. конф. – Самара, 1995. –С. 20-21. 5. Степанова, М. П. Наноструктурные портландито-алюмосиликатные контактно-конденсационные системы твердения и композиты на их основе / М. П. Степанова, Н. Д. Потамоснева, Е. М. Чернышов, Ю. М. Баженов // Вестник МГСУ. – № 2. – 2013. – С. 114-122.

КОНТАКТНАЯ ПРОЧНОСТЬ ФАЗЫ С-S-H С ДОБАВКАМИ ЗОЛЕЙ Al_2O_3 И SiO_2

Овчаренко Г.И. – д. т. н., профессор, Викторов А.В. – ассистент

Кафедра «Строительные материалы»
Бобринок В.А., студент группы Спр-51
Мирошниченко К.А., студент группы Спр-51
Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Фаза С-S-H является коллоидной системой, имеющей гелевидную структуру с частицами нанометрических размеров (менее 100 нм) с удельной поверхностью от 250 до 350 м²/г. Гидросиликаты кальция обозначаются как С-S-H (I) и С-S-H (II).

Кристаллохимическая модель фазы С-S-H представлена слоем портландита Ca(OH)₂ к которому с двух сторон примыкают цепи кремнекислородных тетраэдров. При этом кремнекислородный слой структурно не соизмерим с портландитовым слоем, что приводит к крайней дефективности фазы С-S-H. С другой стороны, учеными установлено, что для обеспечения соизмеримости слоев в мостиковом тетраэдре фазы С-S-H выгоднее находиться катиону Al³⁺ вместо Si⁴⁺. Отличительным свойством этой фазы является превращение её в камень при прессовании, т.е. способность к контактно-конденсационному твердению [1,2,3,4,5].

В связи с этим целью настоящей работы была проверка гипотезы о положительном влиянии добавки Al₂O₃ к смеси фаз С-S-H и портландита. Для обеспечения нанометрических размеров добавки она бралась в виде золя Al₂O₃. Добавка золя SiO₂ будет обеспечивать дополнительный синтез фазы С-S-H при реакции с портландитом.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Смесь фазы С-S-H и портландита синтезировали пропариванием при 80 °С прессованных при 40 МПа образцов из смесей, полученных совместным сухим помолом извести и аморфного кремнезема. Прокаленная известь I сорта содержала 94 % активных CaO и MgO. Количество портландита в смеси составляло 15 %.

Расчетное мольное соотношение фазы С-S-H составляло для трех разных смесей 0,22 - 0,6 - 1,0.

Образцы после пропаривания растирались в фарфоровой ступке до крупности не более 1 мм. Растертая смесь высушивалась до постоянной массы при 80 °С. Смеси затворялись алюмозолом в количестве 2,14 % или кремнезолом в количестве 6 % до формовочной влажности.

РЕЗУЛЬТАТЫ

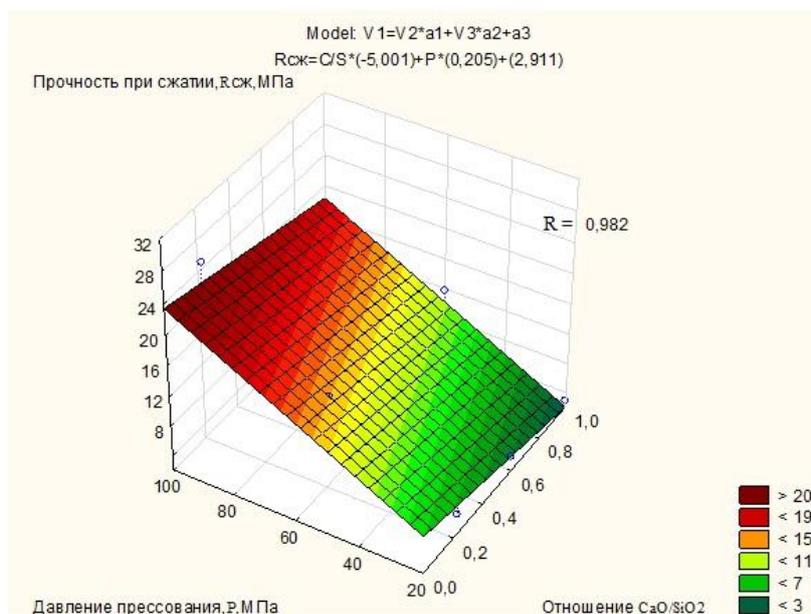


Рисунок 1 - Зависимость прочности при сжатии прессованных образцов из композиции С-S-H с основностью 0,22; 0,6; 1,0 и 15 % Ca(OH)₂ через 28 суток твердения при НУ

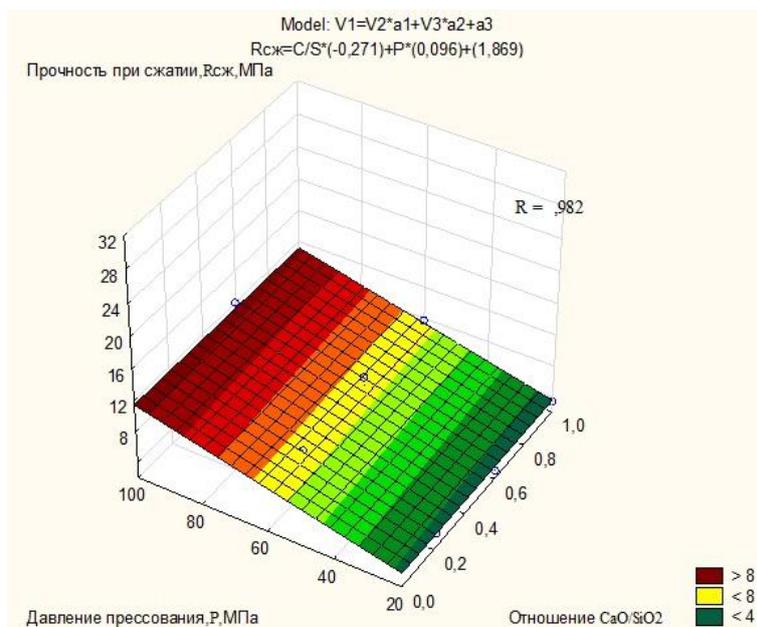


Рисунок 2 - Зависимость прочности при сжатии прессованных образцов из композиции фазы С-S-H с основностью 0,22; 0,6; 1,0 и 15 % $Ca(OH)_2$ + 2,14 % алюмозоля через 28 суток твердения при НУ

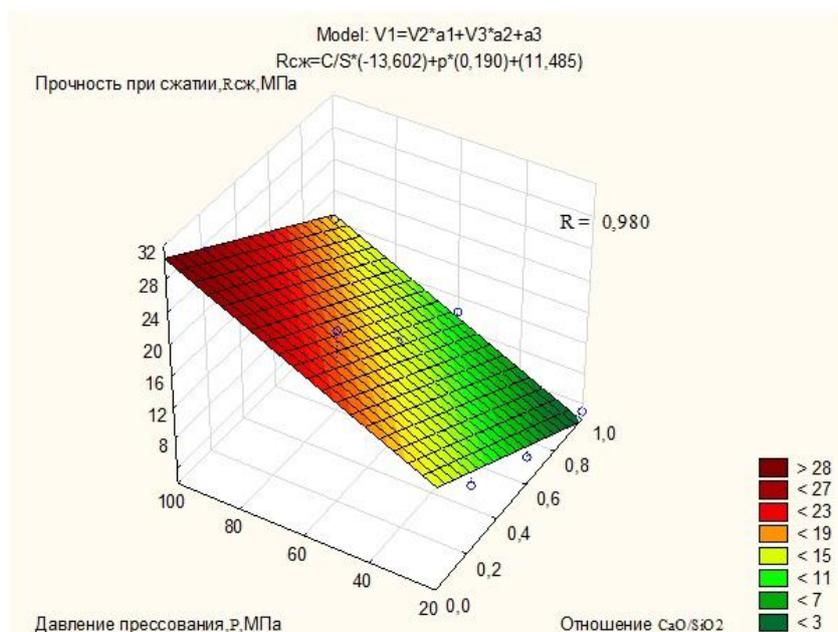


Рисунок 3 - Зависимость прочности при сжатии прессованных образцов из композиции фазы С-S-H с основностью 0,4; 0,8; 1,2 и 15 % $Ca(OH)_2$ + 20 % кремнезоля через 28 суток твердения при НУ

Выводы по работе:

1. Контактная прочность смеси фазы С-S-H и портландита прямо пропорциональна удельному давлению прессования и при 100 МПа обеспечивает прочность камня 24 МПа.
2. Добавление алюмозоля в количестве 2,14 % перед прессованием приводит к двукратному снижению прочности материала.
3. Добавление кремнезоля в количестве 6 % приводит к увеличению прочности. При этом зависимость прочности от основности С-S-H более выражена: чем ниже основность, тем выше прочность.

Список литературы

1. Soroka, I. The structure of cement-stone / I.Soroka, P. J. Sereda // Proceedings of the Fifth International Symposium of the Chemistry of Cement, Tokio, Part III, Vol.III, pp.67-73 (1968).
2. Глуховский, В. Д. Свойства дисперсных продуктов гидратации цемента / В. Д. Глуховский, Р. Ф. Рунова // Шестой Международный Конгресс по химии цемента. – Том 2, книга 1. – М. : Стройиздат, 1976. – С. 90-94.
3. Глуховский, В. Д. Вяжущие и композиционные материалы контактного твердения / В. Д. Глуховский, Р. Ф. Рунова, С. Е. Максунув – К. : Вища школа, 1991. – 243 с.
4. Чернышов, Е. М. Искусственный камень на основе кристаллизации портландита / Е. М. Чернышов, Н. Д. Потамошнева // Современные проблемы строительного материаловедения // Академические чтения РААСН : материалы к Междунар. конф. – Самара, 1995. –С. 20-21.
5. Степанова, М. П. Наноструктурные портландито-алюмосиликатные контактно-конденсационные системы твердения и композиты на их основе / М. П. Степанова, Н. Д. Потамошнева, Е. М. Чернышов, Ю. М. Баженов // Вестник МГСУ. – № 2. – 2013.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАНОРАЗМЕРНОЙ ДОБАВКИ КАРБИДА КРЕМНИЯ НА СВОЙСТВА ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА

Овчаренко Г.И. – д. т. н. профессор, Мальцев В.В. – аспирант
Кафедра «Строительные материалы»
Тользак С.С., студент группы Спр-51
Дёмочкин С.С., студент группы Спр-51
Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Начиная с 60-х годов прошлого века область фундаментальной науки и техники именуемая нанотехнология получила широкое распространение, наноматериалы применяются во многих отраслях промышленности. Строительная индустрия также не стала исключением. При производстве строительных материалов с использованием нанодобавок возможно получить материалы с заданной структурой и более высокими техническими и эксплуатационными характеристиками. В частности нанодобавки применяются в тандеме с цементным вяжущим, для регулировки его свойств. Применение нанодобавок позволяет получить равномерные кластеры C-S-H фазы, что позитивно сказывается на качестве цементного камня.

Цель данной работы – исследовать прочность цементного камня с добавлением наноразмерной добавки карбида кремния в количестве (0,1 – 2 % по массе вяжущего). Установить зависимость прочности от количества добавки SiC и способа ее внедрения в состав цемента. Найти оптимальные составы и дозировки добавки карбида кремния, а так же способ ее внедрения.

В настоящей работе исследовалась прочность цементного камня с добавлением нанодобавки карбида кремния. В качестве вяжущего материала применялся портландцемент без минеральных добавок марки 500 на основе клинкера нормированного состава для бетона дорожных и аэродромных покрытий (ПЦ 500-Д0-Н) ГОСТ 10178-85, ГОСТ 30515-2013, производства АО «Искитимцемент», в качестве нанодобавки использовался нанокарбид кремния SiC (0,1 %, 0,2 %, 0,3 %, 0,5 %, 1 %, 2 % по массе вяжущего) размером частиц не более 50 нм в каждом направлении. В качестве пластифицирующей добавки применялся суперпластификатор С-3, 0,5 % по массе вяжущего, в пересчете на 100 % концентрат. В качестве воды затворения применялась дистиллированная вода.

Из цементного теста формовались образцы размером 20х20х20 мм, которые набирали прочность в условиях 100 % влажности, которые испытывались на прочность как на ранних

этапах твердения так и на 28 сутки. Испытания проводились на базе строительной лаборатории АлтГТУ им. И.И. Ползунова.

Зависимость прочности при сжатии от содержания добавки SiC и длительности твердения приведена на рисунке 1.

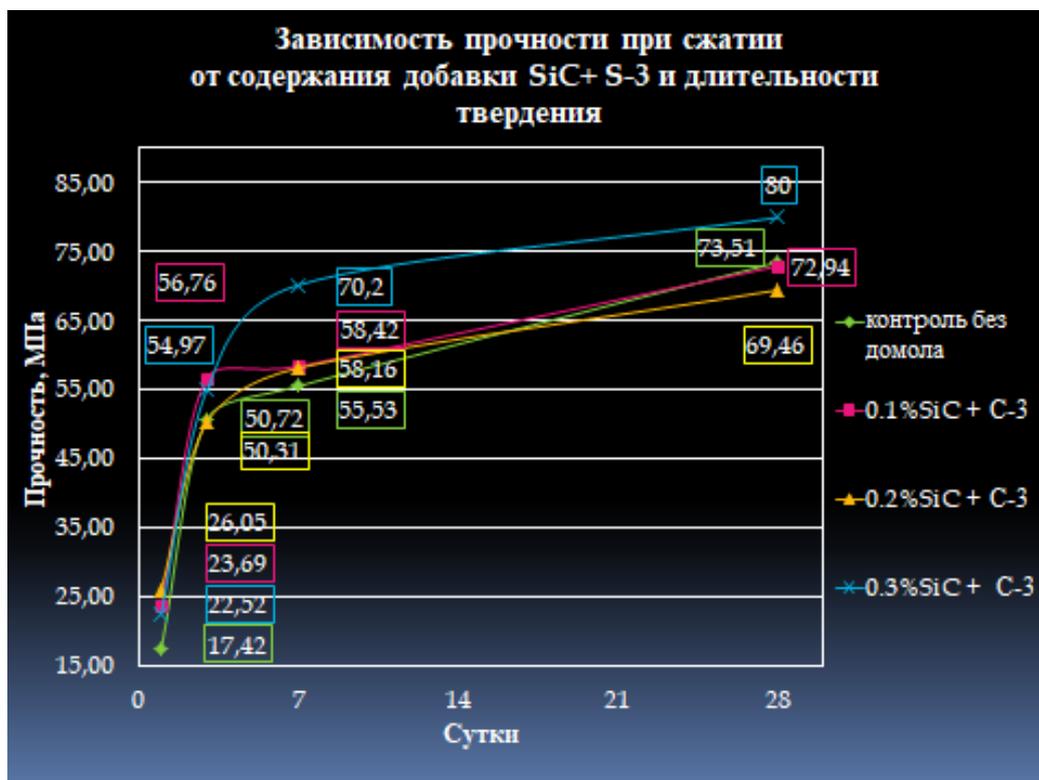


Рисунок 1 – Зависимость прочности при сжатии от содержания добавки SiC и длительности твердения

Исходя из данных приведённых на (рисунок 1) мы можем сделать вывод, что прочность цементного теста с добавкой SiC выше прочности цементного теста без добавки.

На графике (рисунок 2) мы можем наблюдать прирост прочности при сжатии до 13,4 % на 28 сутки твердения, сравнивая контроль и цемент с добавкой SiC в количестве 0,3 % по массе вяжущего.

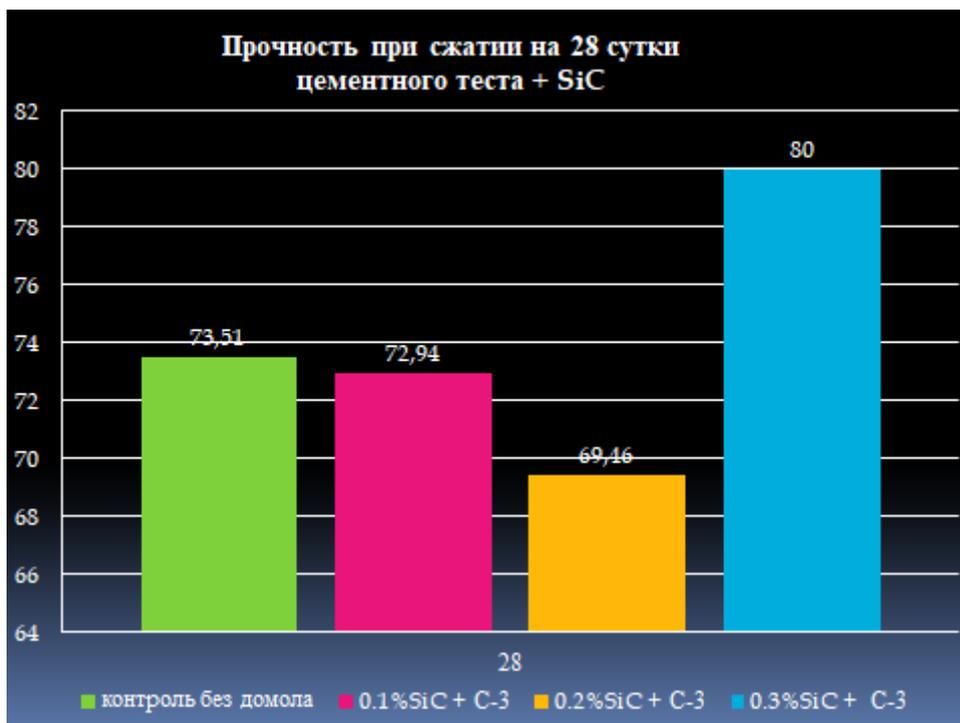


Рисунок 2 – Прочность при сжатии на 28 сутки цементного теста и добавки SiC

В следующем графике (рисунок 3) мы видим зависимость прочности при сжатии от содержания добавки SiC с суперпластификатором С-3 и длительности твердения. Прочность цементного теста с добавкой SiC также выше прочности цементного теста без добавки.

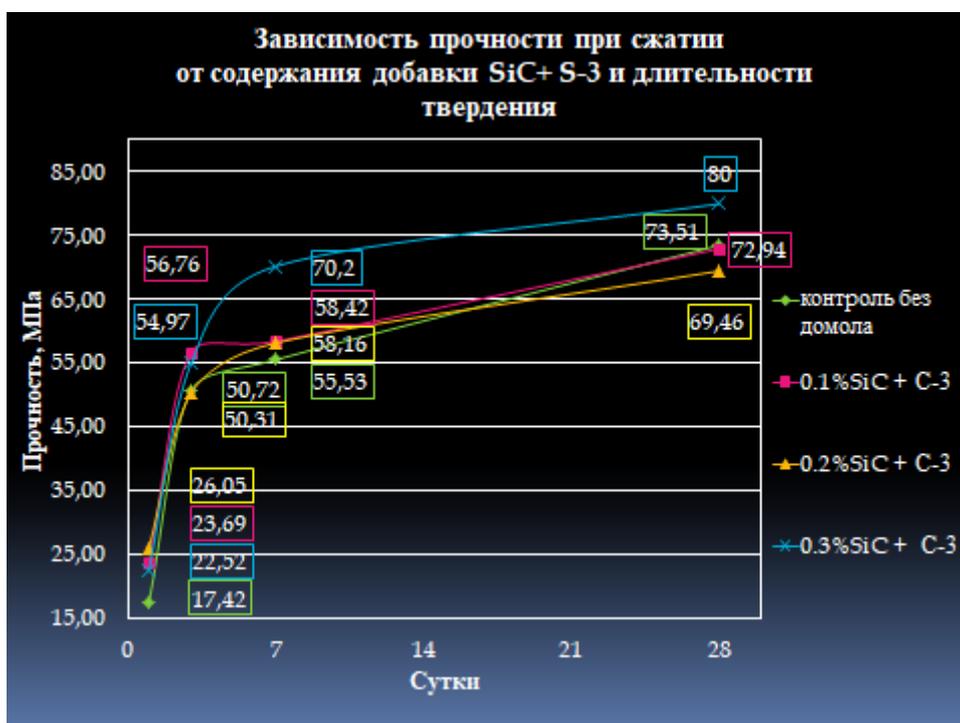


Рисунок 3 – Зависимость прочности при сжатии от содержания добавки SiC с суперпластификатором С-3 и длительности твердения

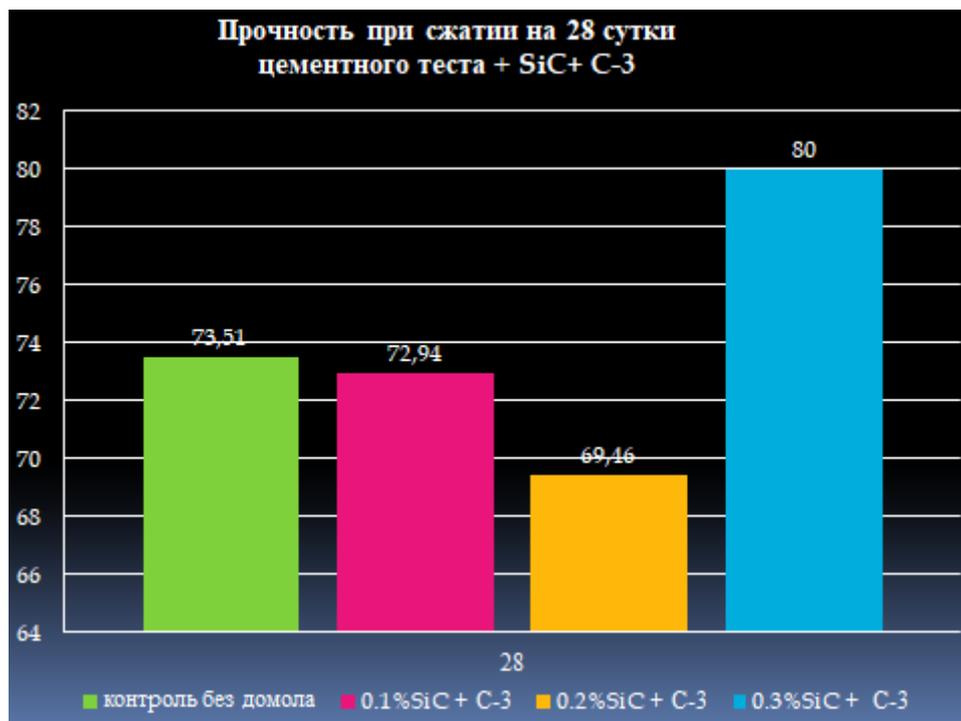


Рисунок 4 – Прочность при сжатии на 28 суток цементного теста и добавки SiC с суперпластификатором C-3

На рисунке 4 мы можем наблюдать прирост прочности при сжатии до 8,1 % на 28 суток твердения, сравнивая контроль и цемент с добавкой SiC в количестве 0,3 % по массе вяжущего с суперпластификатором C-3.

Выводы по работе:

По результатам исследования можно сделать вывод о том, что оптимальным способом внедрения карбида кремния в состав цемента является введение в цемент суспензии из дистиллированной воды и добавки карбида кремния в количестве 0,1-0,3 % по массе вяжущего. Оптимальным количеством добавки можно считать 0,3 % по массе вяжущего. При таком количестве добавки мы можем наблюдать прирост прочности при сжатии до 13,4% на 28 суток твердения, сравнивая с обычным цементным тестом.

Список литературы

1. Кузьмина В.П. Перспективы применения нанотехнологий в строительстве.
2. Прилепская, Л.Л. Химия материалов: учеб.пособие / Л.Л. Прилепская, Н.Н. Чурилова; ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2007. – 135 с. Эпоха 3D принтеров уже наступила. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://3dprintage.com/>
3. Минько, Н.И. Методы получения и свойства нанообъектов: моногр. / Н.И. Минько, В.М. Нарцев. - Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2005. - 105 с.

ПРОВЕРКА ВЛИЯНИЯ УГЛЕРОДА И МИКРОКРЕМНЕЗЕМА НА СВОЙСТВА ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА

Овчаренко Г.И. – д. т. н., профессор
Кафедра «Строительные материалы»
Волков В.В., студент группы Спр-51
Писаренко А.М., студент группы Спр-51
Чернов А.В., студент группы Спр-51
Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

В планах экономического и социального развития Российской Федерации предусмотрено внедрение прогрессивных технологий в строительном производстве за счет вовлечения в сферу производства материалов попутной добычи, вторичного сырья и отходов других отраслей промышленности. А именно, использование минеральных модификаторов индивидуально, а также в комплексе с химическими модификаторами. На текущий момент класс минеральных добавок является в основном вторичным сырьем, но он позволяет получать многокомпонентные системы с определенными эксплуатационными характеристиками, а также способствует созданию безотходных технологий и улучшению экологического состояния окружающей среды. Следует отметить, что многокомпонентные цементы обычно характеризуются пониженной прочностью, а это положение сдерживает использование минеральных модификаторов.

Целью исследования являлось определение влияния комплексных добавок на основе молотого уплотненного микрокремнезема и технического углерода на изменение реологических и прочностных характеристик суперпластифицированных портландцементных составов. Исследования проводились на рядовом портландцементе, пониженной активности. Также в настоящей работе нами исследовались в качестве минеральных добавок: микрокремнезем уплотненный МКУ-85, технический углерод П-803 и суперпластификатор С-3. Оценка эффективности комплексных добавок проводилась на портландцементных пастах с равным водоцементным отношением ($V/C=0,4$) на малых образцах.

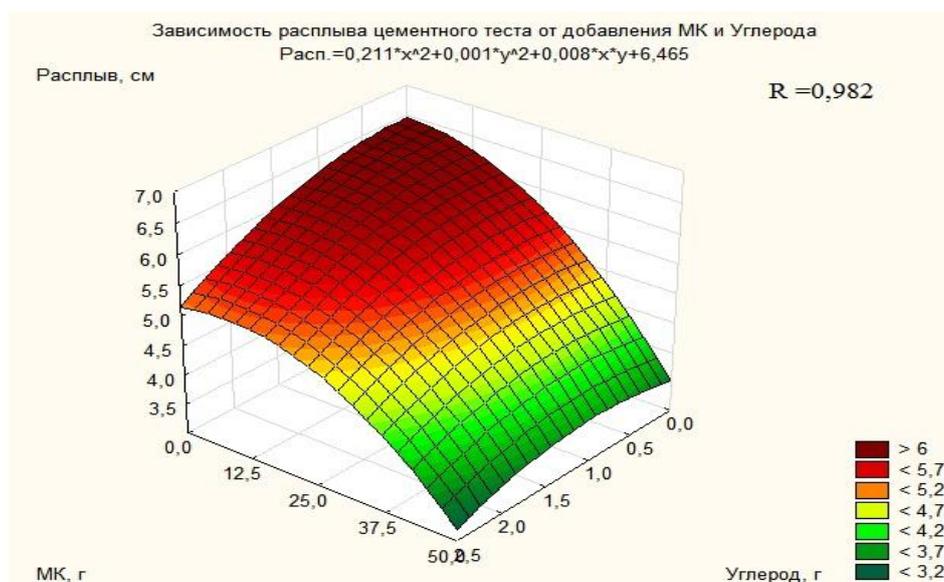


Рисунок 1 - Зависимость величины подвижности цементных паст с фиксированным водоцементным отношением от дозировки микрокремнезема и технического углерода (без суперпластификатора)

Изменение подвижности цементных паст оценивалось на малых образцах по расплыву, аналогично гипсовой методике. Твердение образцов – кубиков 2x2x2 см происходило в нормальных условиях в течение 28 суток.

Полученные в результате проведенных исследований зависимости изменения подвижности модифицированных цементных паст (рисунки 1, 2) показывают, что на данный показатель оказывает влияние как количество введенного в состав технического углерода, так и дозировка гранулированного микрокремнезема. Причем действие последнего оказывается более существенным как в составах с суперпластификатором, так и без него. Общей тенденцией является снижение величины расплыва цементных паст при увеличении в составе комплексной добавки массы ее компонентов.

XV Всероссийская научно-техническая конференция
студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и молодежь»

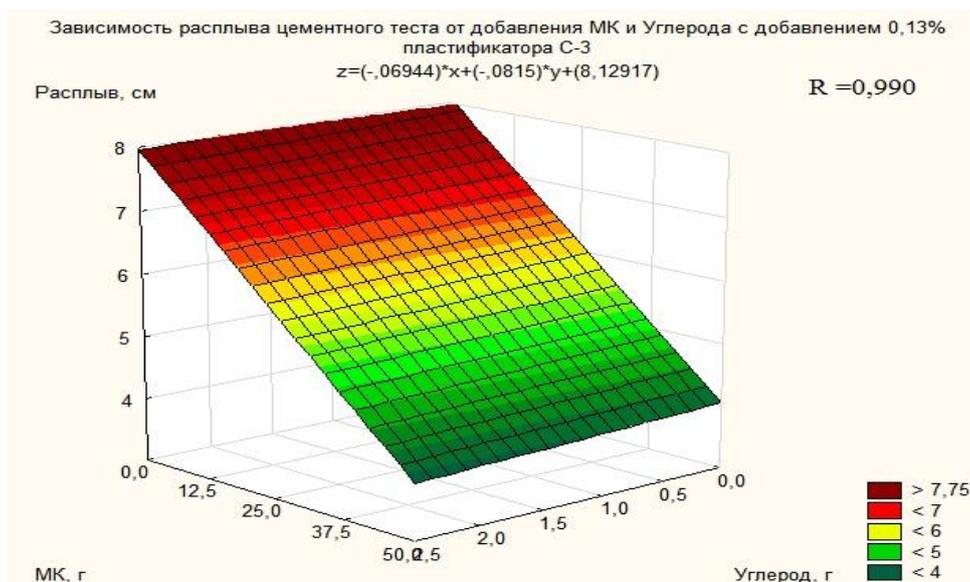


Рисунок 2 - Зависимость величины подвижности цементных паст с фиксированным водоцементным отношением от дозировки молотого микрокремнезема и технического углерода (с суперпластификатором)

Положительный эффект от использования в цементных составах комплексных добавок на основе микрокремнезема и углерода был получен при оценке темпов набора прочности образцов, твердевших в нормальных условиях (таблица 1, 2, рисунок 3).

Таблица 1 - Кинетика набора прочности модифицированных портландцементных составов из тест с фиксированным водоцементным отношением без суперпластификатора

№	Составы	Относительный прирост прочности образцов, % от 28-суточной прочности контрольного состава без добавок (t≈20±2°C, W≈100%)		
		3 сутки	7 сутки	28 сутки
1.	Контрольный состав	59,8	94,5	100,0
2.	У(0,1%)+МК(5%)	66,7	105,0	134,5
3.	У(0,1%)+МК(7,5%)	63,2	107,7	112,8
4.	У(0,1%)+МК(10%)	70,5	100,6	146,6
5.	У(0,25%)+МК(5%)	73,8	109,7	131,5
6.	У(0,25%)+МК(7,5%)	74,0	110,7	120,0
7.	У(0,25%)+МК(10%)	73,2	120,6	135,0
8.	У(0,5%)+МК(5%)	78,9	80,4	133,0
9.	У(0,5%)+МК(7,5%)	77,7	109,8	140,7
10.	У(0,5%)+МК(10%)	79,2	105,9	131,9

Относительный прирост прочности практически всех экспериментальных непластифицированных составов превысил значения контроля на 5 – 47 %, в зависимости от срока твердения (таблица 1). Это говорит о том, что комплексная добавка углерод + микрокремнезем обладает способностью ускорять процесс начального твердения и повышать итоговую прочность портландцементных материалов.

Таблица 2 - Кинетика набора прочности модифицированных портландцементных составов из тест с фиксированным водоцементным отношением при наличии суперпластификатора

№	Составы	Относительный прирост прочности образцов, % от 28-суточной прочности контрольного состава без добавок (t≈20±2°C, W≈100%)		
		3 сутки	7 сутки	28 сутки
1.	Контрольный состав	65,2	73,5	100,0
2.	Контрольный состав+С-3 (0,13%)	55,6	68,6	97,6
3.	У(0,1%)+МК(5%)+С-3 (0,13%)	62,1	75,4	110,4

XV Всероссийская научно-техническая конференция
студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и молодежь»

4.	У(0,1%)+МК(7,5%)+С-3 (0,13%)	62,8	85,8	111,2
5.	У(0,1%)+МК(10%)+С-3 (0,13%)	66,7	62,2	88,2
6.	У(0,25%)+МК(5%)+С-3 (0,13%)	43,8	67,5	86,3
7.	У(0,25%)+МК(7,5%)+С-3 (0,13%)	48,7	83,1	109,0
8.	У(0,25%)+МК(10%)+С-3 (0,13%)	55,3	84,7	108,5
9.	У(0,5%)+МК(5%)+С-3 (0,13%)	46,5	71,3	105,1
10.	У(0,5%)+МК(7,5%)+С-3 (0,13%)	53,2	79,4	107,1
11.	У(0,5%)+МК(10%)+С-3 (0,13%)	55,9	88,7	125,8

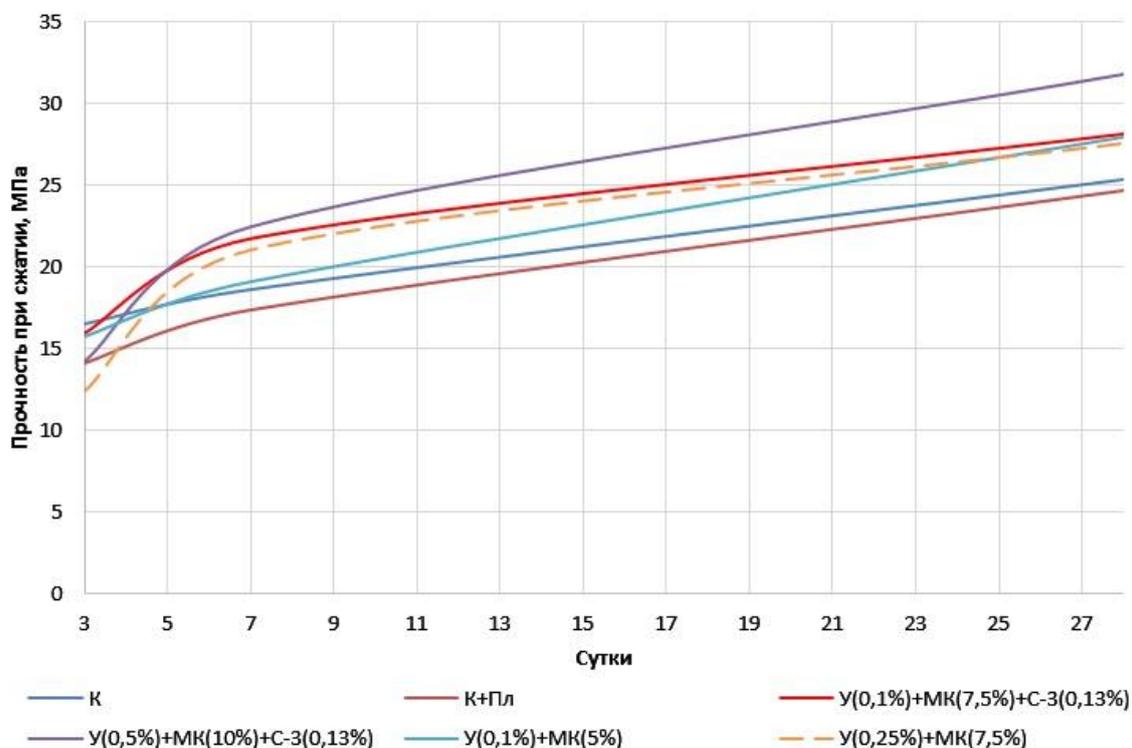


Рисунок 3 - Влияние добавок микрокремнезема и углерода на прочность в зависимости от времени нормального твердения и наличия суперпластификатора

Дополнительное пластифицирование цементных паст при их фиксированном водоцементном отношении привело к эффекту снижения общей величины темпов набора прочности модифицированных образцов (таблица 2). Однако, как видно из рисунка 3, при оптимальной дозировке компонентов комплексной добавки абсолютные значения прочности при сжатии модифицированных составов превысили аналогичные показатели контрольных образцов.

Выводы по работе:

1. Комплексная добавка на основе гранулированного микрокремнезема и технического углерода приводит к снижению подвижности цементных паст как при наличии суперпластификатора, так и без него. Величина распыла составов с добавками снизилась на 8 – 50 % от аналогичного показателя бездобавочного состава, независимо от содержания С-3.
2. При оптимальном соотношении компонентов комплексного модификатора прирост прочности экспериментальных составов превысил скорость набора прочности портландцементных составов без добавок. Общая величина прироста прочности составила 5 – 47 %, в зависимости от срока нормального твердения.

Список литературы

1. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны: научное издание. – М.: Стройиздат, 1990. - 399 с.

2. Изотов В.С., Соколова Ю.А. Химические добавки для модификации бетона. – М.: Палеотип, 2006. – 244 с.
3. Андреева А.Б. Пластифицирующие и гидрофобизирующие добавки в бетонах и растворах. М.: Высшая школа, 1988. – 53 с.
4. Иванов Ф.М., Батраков Ф.И. Исследование и применение бетонов с суперпластификаторами// Сборник научных трудов. НИЖБ Госстроя СССР 1982, с 159-163.

РЕГУЛИРОВАНИЕ НАЧАЛА СХВАТЫВАНИЯ ЦЕМЕНТНО-ЗОЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Овчаренко Г.И. – д. т. н., профессор, Викторов А.В. – ассистент
Кафедра «Строительные материалы»
Лапин М.А., студент группы Спр-51
Литвинов М.Е., студент группы Спр-51
Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

В работе было исследовано влияние аминотриметиленфосфоновой кислоты на замедление начала схватывания и прочность при сжатии многокомпонентных составов вяжущих. В эксперименте использовались: цемент ЦЕМ I 42,5 для транспортного строительства производства ОАО «Искитимцемент», высококальциевая зола ТЭЦ-3 г. Барнаула, микрокремнезем МКУ-85 завода «Кузнецкие ферросплавы», аминотриметиленфосфоновая кислота. В исследованиях использовались следующие многокомпонентные составы вяжущих:

- 1) ПЦ 70% ВКЗ 30%;
- 2) ПЦ 67% ВКЗ 30% МК 3%;
- 3) ПЦ 56% ВКЗ 40% МК 4%;
- 4) ПЦ 45% ВКЗ 50% МК 5%;

Так же использовались следующие концентрации аминотриметиленфосфоновой кислоты:

0,05 %; 0,1 %; 0,25 %; 0,5 %; 0,75 %; 1,0 %; 1,25 %; 1,75 %.

ВКЗ имеют короткие сроки схватывания, а цементно-зольные бетоны – склонны к достаточно быстрому структурообразованию и потери удобоукладываемости высокоподвижных бетонных смесей, перекачиваемых бетононасосами.

Большинство замедлителей структурообразования бетонных смесей не достаточно эффективны и склонны к снижению прочности цементных материалов. Однако в последние годы появились замедлители на основе фосфоновых кислот, которые, как утверждают исследователи, достаточно эффективны в цементных и цементно-зольных композициях.

XV Всероссийская научно-техническая конференция
студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и молодежь»

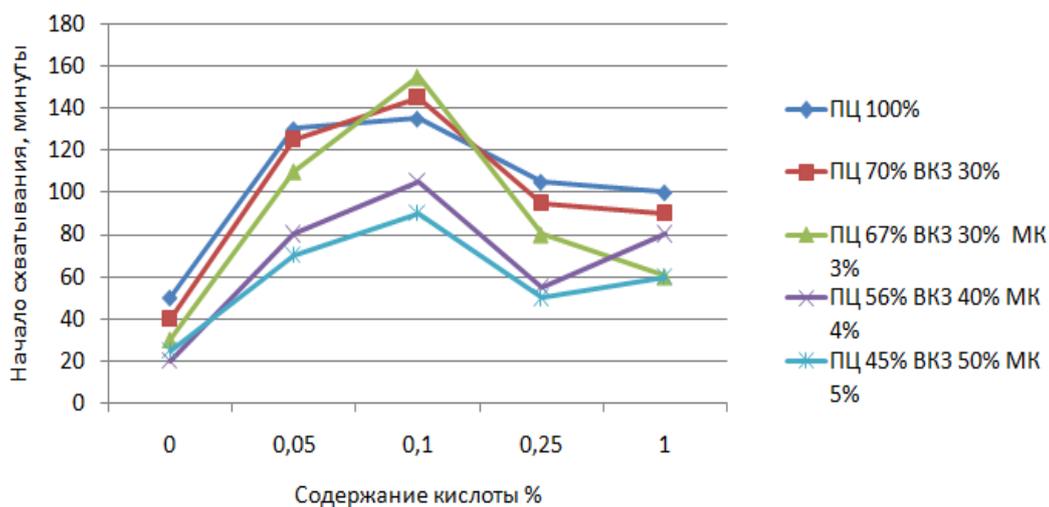


Рисунок 1 - Зависимость начала схватывания цементного теста от содержания аминотриметиленфосфоновой кислоты

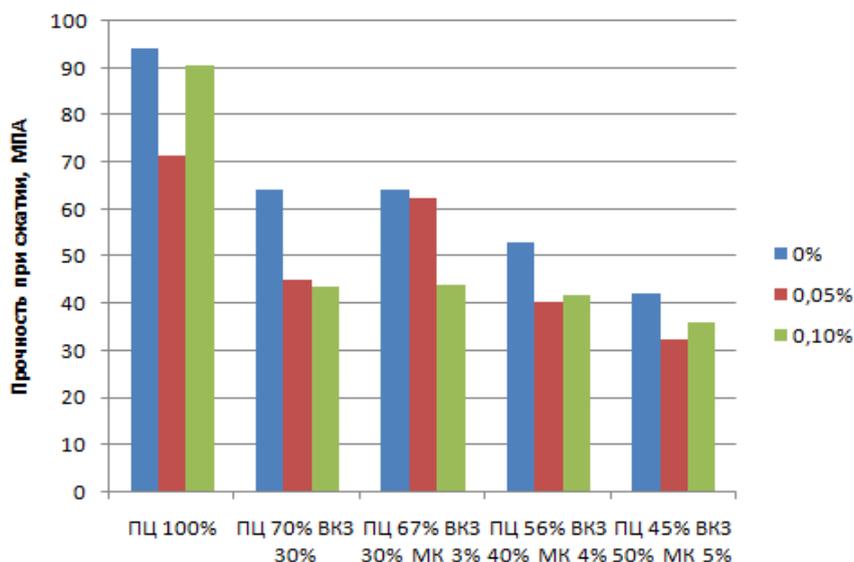


Рисунок 2 - Зависимость прочности при сжатии образцов от концентрации аминотриметиленфосфоновой кислоты в возрасте 28 суток

В результате эксперимента были определены оптимальные дозировки замедлителя в количестве 0,05 % и 0,1 % (рисунок 1 и рисунок 2).

Прочность на 28 суток смешанных композиций и без замедлителя существенно меньше чистого ПЦ из-за более низкой прочности ВКЗ. Поэтому прочность композиций с замедлителями следует сравнивать с прочностью бездобавочных тех же составов. Как видно из рисунка 2, дозировка кислоты и в 0,05 % и 0,1 % снижает прочность цементно-зольных композиций на 25-30 %, что является существенным. Только зольный состав с МК практически не теряет прочность при дозировке замедлителя 0,05 % (всего на 4 % у состава ПЦ 67 % + ВКЗ 30 % + МК 3 %), нежели без МК (потеря прочности на 30 %). В то же время высокозольные составы (40 и 50 % золы) меньше теряют прочность с замедлителем в высокой концентрации 0,1 %. Это отмечается и в ранние сроки твердения (рисунок 3).

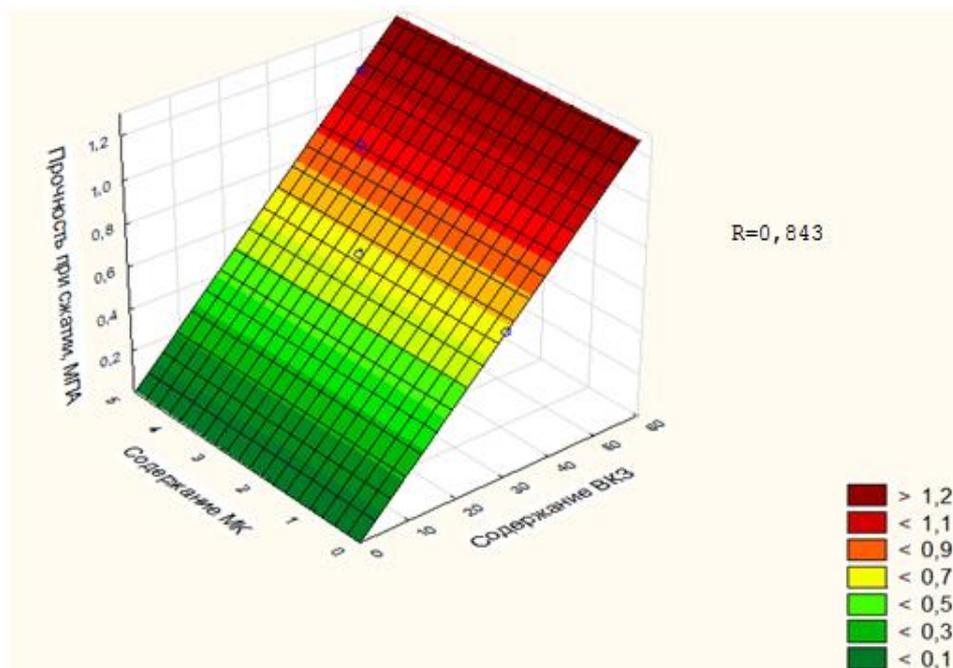


Рисунок 3 – Зависимость прочности при сжатии образцов с добавлением 0,1 % аминотриметиленфосфоновой кислоты на 1 сутки

Выводы по работе:

1. Использование аминотриметиленфосфоновой кислоты в качестве замедлителя целесообразно при ее концентрации не более 0,1 %.
2. Аминотриметиленфосфоновая кислота при концентрациях 0,05 % и 0,1 % может замедлять начало схватывания на 45 – 155 минут, в зависимости от состава многокомпонентного вяжущего.
3. Потери прочности при сжатии на ранние сроки при концентрации аминотриметиленфосфоновой кислоты 0,1 % могут составлять до 99 %, а к 28 суткам до 32 %.
4. Потери прочности при сжатии на ранние сроки при концентрации аминотриметиленфосфоновой кислоты 0,05 % могут составлять до 99 %, а к 28 суткам до 29 %.

Список литературы

1. Овчаренко Г.И. Зола углей КАТЭКА в строительных материалах. Изд-во Краснояр. ун-та. Красноярск, 1992. 216 с.
2. Овчаренко Г.И., Плотникова Л.Г., Францен В.Б. Оценка свойств зол углей КАТЭКа и их использование в тяжелых бетонах. Изд-во АлтГТУ. Барнаул, 1997, 149 с.
3. Pang X., Boontheung P., Bou P. Dynamic retarder exchange as a trigger for Portland cement hydration // Cement and Concrete Research 63 (2014) pp.20–28.

**СОБСТВЕННЫЕ ДЕФОРМАЦИИ ЦЕМЕНТНО-ЗОЛЬНОГО БЕТОНА ИЗ
ВЫСОКОПОДВИЖНЫХ СМЕСЕЙ**

Овчаренко Г.И. – д. т. н., профессор, Викторов А.В. – ассистент
Лаврут А.С., студент группы Спр-41
Сухенко А.К., студент группы Спр-41
Кафедра «Строительные материалы»
Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

XV Всероссийская научно-техническая конференция
студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и молодежь»

В данной исследовательской работе были рассмотрены свойства контрольного состава бетона М300 с подвижностью П4 и его модифицированные составы. Для модификации бетона применялись: ВКЗ с активностью 0,76, 2,8, 4,2 %, микрокремнезем (5% от массы вяжущего), пластификатор F10 (1% от массы цемента) и гипс строительный (2,5; 5; 10; 15 % от массы вяжущего). Базовый состав, который подвергался модификации, представлен в таблице 1.

Таблица 1 - Состав бетонной смеси по массе, кг

№ состава	Содержание компонентов бетонной смеси, кг						Повыш. коэффициент
	Цемент	Зола	Щебень	Песок	МК	Вода+ Добавка	
1 (контроль)	470,00	0,00	1100,00	620,00	0,00	226,00	-

В эксперименте было выявлено оптимальное соотношение цемента к золе, не зависимо от активности, как 70/30 и коэффициент, увеличивающий вяжущую часть (цемент +ВКЗ) относительно исходного расхода цемента в 1,3 раза. Что подтверждается рисунком 1 и 2.

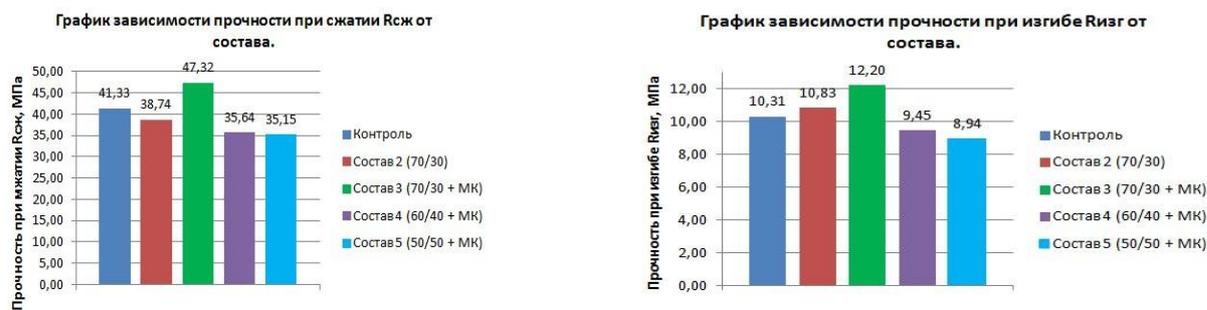


Рисунок 1- Предел прочности при сжатии и изгибе

При увеличении количества золы в составах наблюдается снижение прочности на изгиб по сравнению с контролем. Прочность на сжатие ниже прочности контроля во всех составах кроме 3.



Рисунок 2 – Зависимости линейного удлинения образцов от времени твердения

В дальнейшем исследовалось влияние составов на линейное удлинение, прочность при сжатии и изгибе образцов – балочек из бетона. Результаты работы представлены в виде графиков.

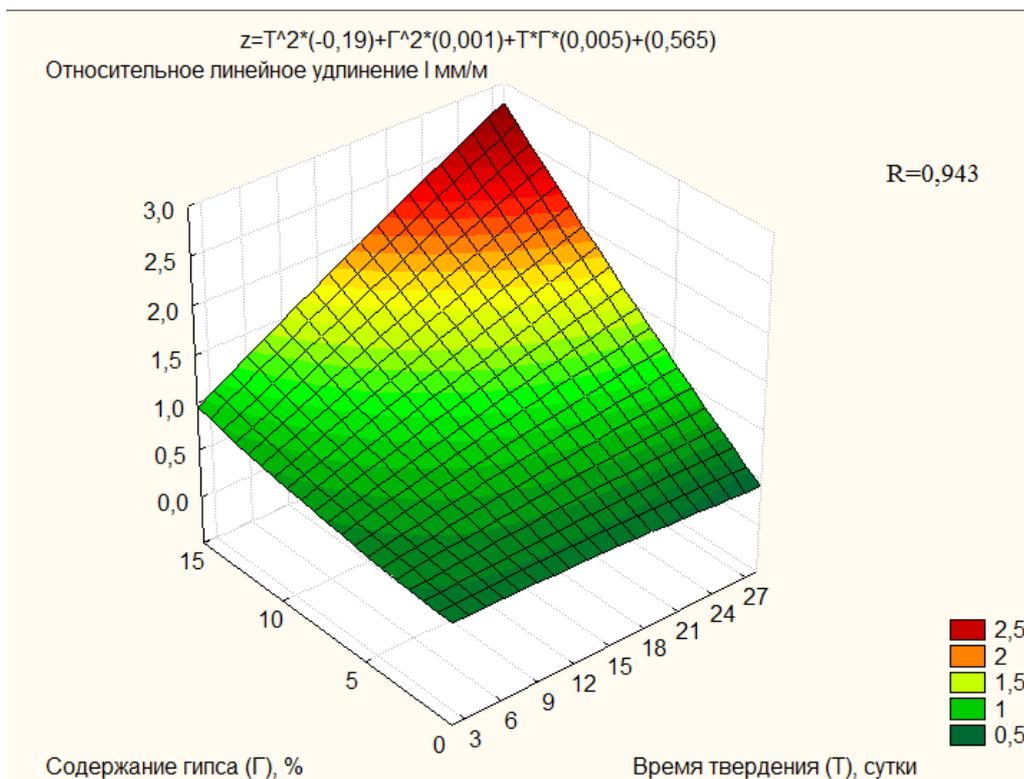


Рисунок 3 – Зависимость удлинения образцов от количества добавки гипса.

Содержание $\text{CaO}_{\text{св}}$ в золе – 4,2 %.

Активность золы не влияет на линейное удлинение. Аморфный микрокремнезем связывает свободную золу извести, но при высоких процентах добавки гипса растет расширение из-за повышенного образования этtringита.

Далее изготавливались образцы без микрокремнезема. С добавками гипса - 2,5 и 5 % соответственно.

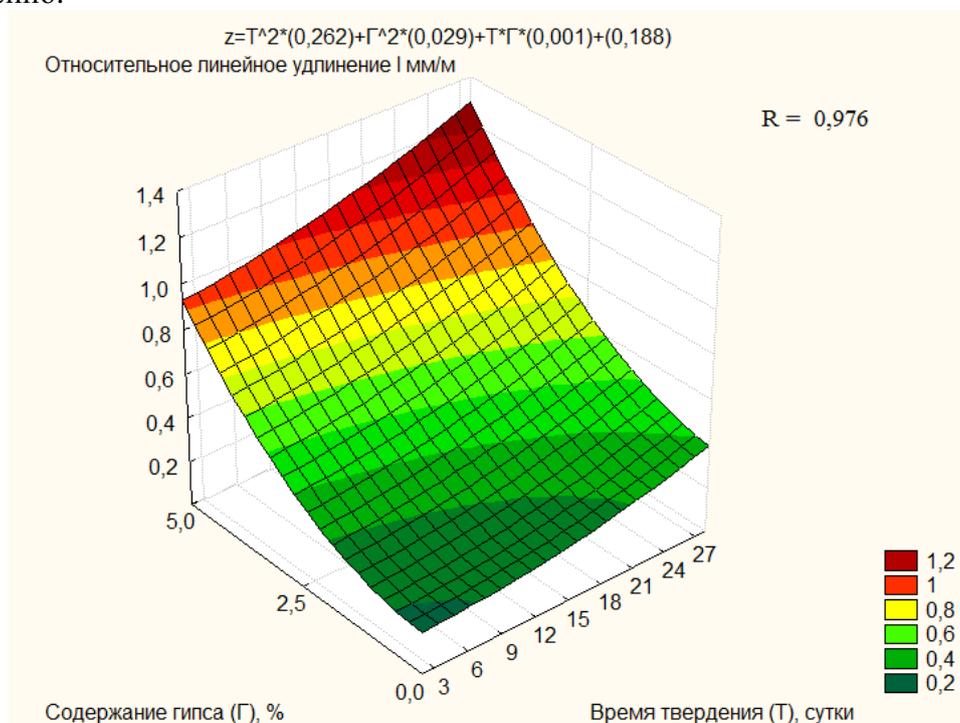


Рисунок 4 – Зависимость удлинения образцов от количества добавки гипса.

Содержание $\text{CaO}_{\text{св}}$ в золе – 4,2 %.

Выводы по работе:

1) Оптимальным является 2 состав, отношение цемента к золе в котором 70:30. Данное соотношение обеспечивает небольшое расширение образцов (0,3-0,4 мм/м) и незначительное снижение прочности на сжатие, в сравнении с контролем.

2) В составах, содержащих высокие процентировки гипса (>5 %), наблюдается расширение образцов свыше 1,5 мм/м, что может вызвать их разрушение вследствие внутренних напряжений.

3) Добавление к базовому составу 2,5 % гипса, обеспечивает контролируемое расширение, составляющее 0,6-0,8 мм/м. Оптимальное количество добавки гипса – в составы, обеспечивающее контролируемое расширение образцов – 2,5 %.

Список литературы

1. Ватин Н.И. Применение зол и золошлаковых отходов в строительстве [Текст], Инженерно-строительный журнал, -2011.- №4, с.49-51.

2. Садрашева, А.О. Влияние тонкодисперсных минеральных добавок на структуру и прочность цементного камня [Текст] / А.О Садрашева Ползуновский альманах. – 2016. -№1. – 181-184 с.

3. Волженский А.В - Минеральные вяжущие вещества (технология и свойства) [Текст]. Стройиздат: - М. -1979 с. 364-376.

4. А.В. Волженский, Б.Н. Виноградов. Бетоны и изделия из шлаковых и зольных материалов [Текст] / - Москва: Стройиздат, 1979. - 476 с.

5. Овчаренко, Г. И., Плотникова, Л. Г. Оценка свойств зол углей КАТЕЖКа и их использование в тяжелых бетонах. Под редакцией доктора технических наук, профессора Г.И. Овчаренко, [Текст] 1997.- 147с.- Барнаул: АлтГТУ.

РЕГУЛИРОВАНИЕ СРОКОВ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ ЦЕМЕНТНО-ЗОЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Овчаренко Г.И. – д. т. н., профессор
Кафедра «Строительные материалы»

Круглова А.Д., студент группы Спр-41

Удалова А.В., студент группы Спр-41

Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

В настоящее время широко применяются литые золосодержащие бетонные смеси с пластифицирующими добавками в монолитных тонкостенных железобетонных конструкциях. Бетоны из литых смесей с добавкой золы имеют достаточно высокие физико-механические свойства, а конструкции из них — хорошее качество поверхности. Однако, несмотря на положительный опыт применения золы в цементной промышленности, до сих пор проблема обеспечения надежности и долговечности изделий и конструкций, изготовленных с применением цементно-зольных вяжущих, не решена в полной мере.

Потеря подвижности бетонными смесями при транспортировании их до укладки требует замедления структурообразования. Необходимо замедлять структурообразование с минимальными потерями темпов последующего набора прочности.

Цель данной работы – регулирование сроков схватывания и структурообразования цементно-зольных композиций для обеспечения сохранности свойств бетонных смесей.

Для реализации обозначенной цели исследовались цементно-зольные композиции на основе Исктимского ПЦ500Д0, высококальциевой бурогоугольной золы ТЭЦ-3 и аминотриметилен фосфоновой кислоты в качестве добавки замедлителя.

Исследуемые составы:

1) ПЦ – 70% + ВКЗ - 30 %;

2) ПЦ – 65% + ВКЗ - 35 %;

3) ПЦ – 60 % + ВКЗ - 40 %;

4) ПЦ – 50% + ВКЗ - 50 %.

Дозировки кислоты: 0,01 %; 0,02 %.

В результате эксперимента было установлено, что при указанных дозировках сроки схватывания, с добавлением аминотриметилен фосфоновой кислоты увеличились, по сравнению с цементно-зольными композициями без добавок, это мы можем видеть на рисунке 1.

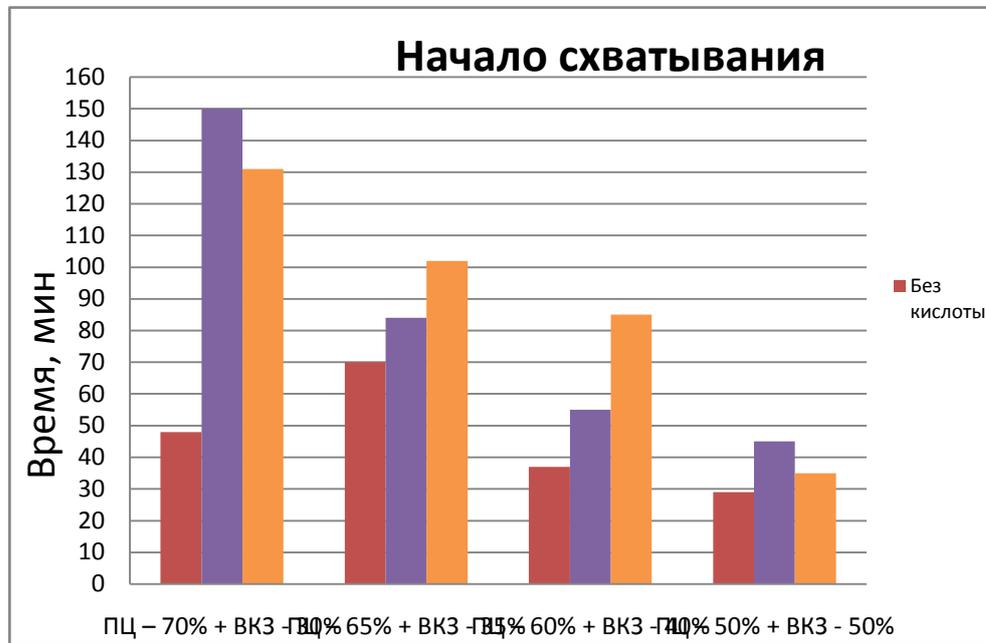


Рисунок 1 –
Сроки
схватывания
цементно-
зольных
композиций

с добавлением аминотриметиленфосфоновой кислоты в количестве 0,01 % и 0,02 %

Зависимость прочности при сжатии цементно-зольных композиций от содержания высококальциевой золы и добавки аминотриметилен фосфоновой кислоты на 14 сутки приведена на рисунке 2 и 3.

График зависимости прочности при сжатии цементно-зольных композиций от содержания ВКЗ и добавки аминотриметилен фосфоновой кислоты 0,01%

$$z = (-0,2) \cdot x^2 + (-0,02) \cdot y^2 + (0,16) \cdot x \cdot y + (32,67)$$

Прочность при сжатии, МПа

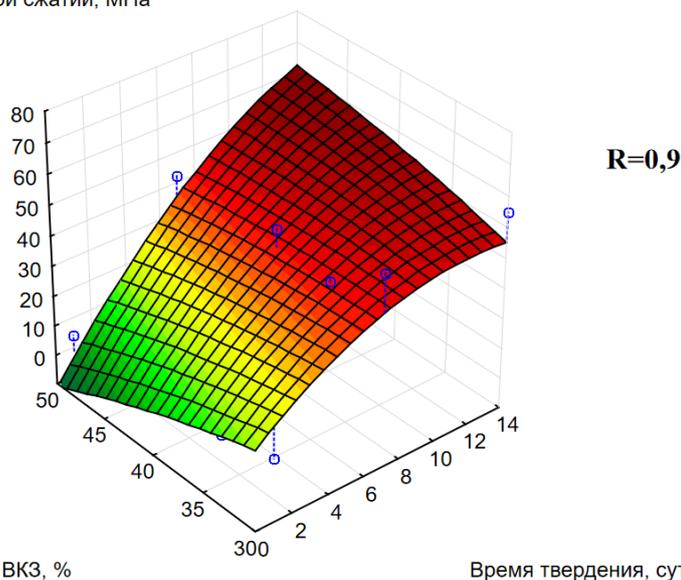


Рисунок 2 – Зависимость прочность при сжатии цементно-зольных композиций от содержания высококальциевой золы и добавки аминотриметиленфосфоновой кислоты в количестве 0,01 %

График зависимости прочности при сжатии цементно-зольных композиций от содержания ВКЗ и аминотриметилен фосфоновой кислоты в количестве 0,02%

$$z = (-0,10) \cdot x^2 + (-0,018) \cdot y^2 + (0,13) \cdot x \cdot y + (33,64)$$

Прочность при сжатии, МПа

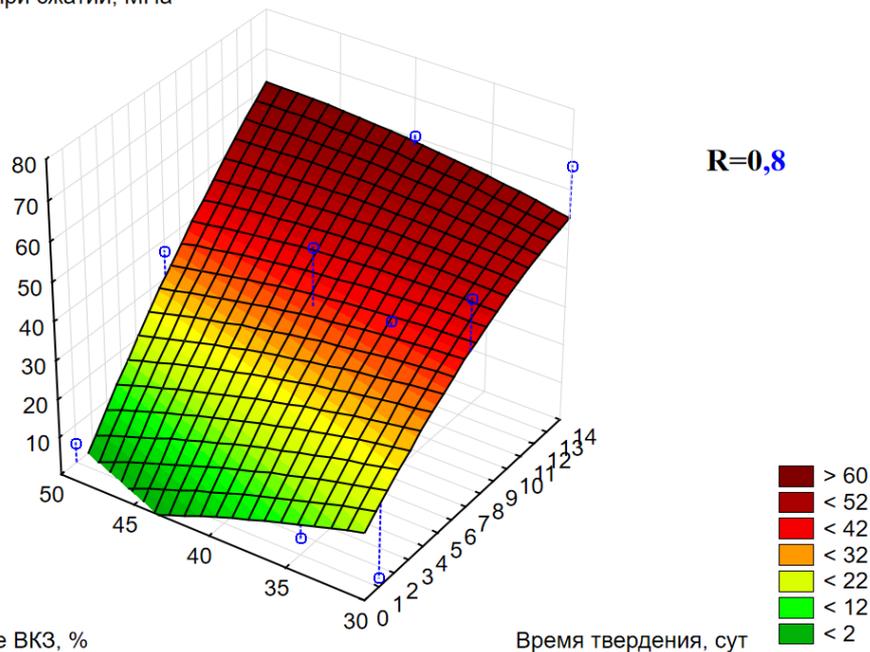


Рисунок 3 – Зависимость прочности при сжатии цементно-зольных композиций от содержания высококальцевой золы и добавки аминотриметилен фосфоновой кислоты в количестве 0,02 %

Прочность при сжатии контрольных образцов цементно-зольных композиций без добавки замедлителя на 14 сутки приведена на рисунке 4.

График зависимости прочности при сжатии цементно-зольных композиций от содержания ВКЗ без добавки замедлителя

$$z = (-0,2) \cdot x^2 + (-0,017) \cdot y^2 + (0,16) \cdot x \cdot y + (33,35)$$

Прочность при сжатии, МПа

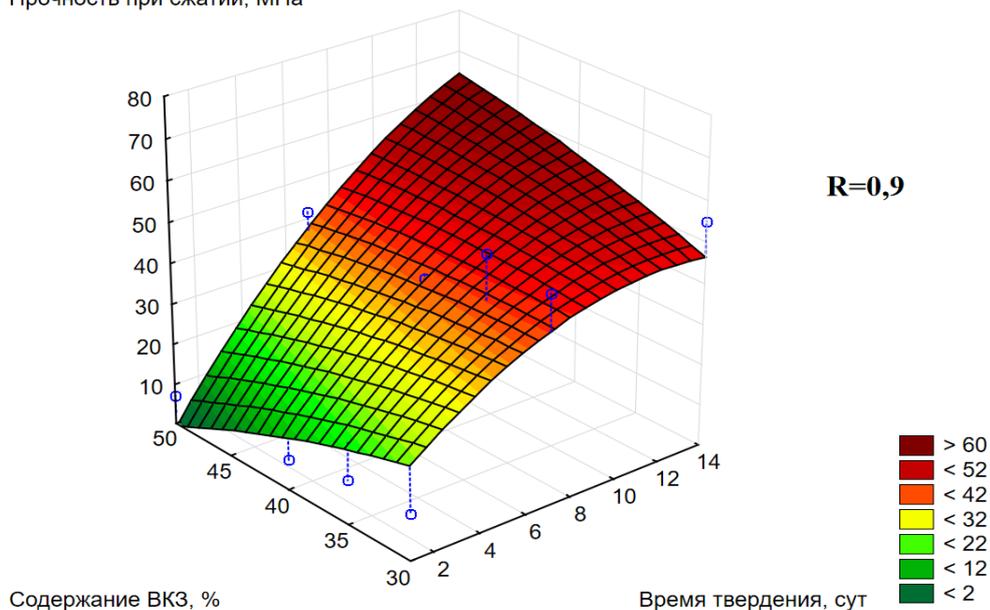


Рисунок 4 – Зависимость прочности при сжатии цементно-зольных композиций от содержания высококальцевой золы без добавки

Выводы по работе:

По результатам исследования можно сделать вывод о том, что смешанное цементно-зольное вяжущее, при содержании в нем ВКЗ более 30 %, для получения требуемой продолжительности схватывания требует введения замедляющей добавки. Аминотриметилен фосфоновая кислота, используемая в качестве добавки, оказала положительный эффект и позволила замедлить сроки схватывания, сохранить темпы набора прочности, а в некоторых случаях, даже увеличить их. Степень замедления схватывания зависит от дозировки добавки. Исходя из вышесказанного лучше всего по всем показателям подходит состав №1 и №2 с содержанием аминотриметилен фосфоновой кислоты в количестве 0,01 % и 0,02 %.

Список литературы

1. Овчаренко, Г. И., Плотникова, Л. Г., Францен, В. Б. Оценка свойств зол углей КАТЭКа и их использование в тяжелых бетонах [Текст]. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 1997. – 149 с.
2. Овчаренко Г.И. Золоы углей КАТЭКа в строительных материалах. — Красноярск: КГТУ, 1992.
3. Зотнин, А. Г. Бетоны с эффективными добавками [Текст] / А. Г. Зотнин. – Москва: Инфа-Инженерия, 2014. – 160 с.
4. Химическое сырье. Аминотриметилен фосфоновая кислота. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.plasma.com.ua/chemistry/chemistry/atmp_acid.html

ВЛИЯНИЕ ВИДА ЦЕМЕНТА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОВТОРНОГО ВИБРИРОВАНИЯ ВЫСОКОПОДВИЖНОЙ БЕТОННОЙ СМЕСИ

Овчаренко Г.И. – д. т. н., профессор
Кафедра «Строительные материалы»
Арбузов С.А., студент группы Спр-41
Будилко И.С., студент группы Спр-41
Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

В работе было исследовано влияние повторного вибрирования на прочность бетона. В исследовании использовались заводской состав бетона с осадкой конуса (ОК=5см): ПЦ - 430кг/м³; Песок – 710кг/м³; Щебень – 1000кг/м³; вода – до ОК=5см (ориентировочно 200-250 л/м³). Мы изготовили 10 образцов 10х10х10 см, первично провибрировав их все до нормальной укладки бетонной смеси. Два образца поставили в пропарочную камеру, два других – повторно провибрировали через 10 минут после первых и поставили с первыми, два третьих – через 20 минут и в камеру, два четвертых – через 30 минут и в камеру, два пятых – через 40 минут и в камеру. Через 2-3 часа включили камеру по режиму 3час+6час+3(естественное остывание) при 80 °С изотермы (6 часов). После пропарки и остывания образцов – испытали на прочность. Повторили эксперимент с пластификаторами (КДБ – 2,34 кг/м³, суперпластификатором С-3 – 0,5% от массы цемента). Нами определялась прочность при сжатии во всех вышеперечисленных составах.

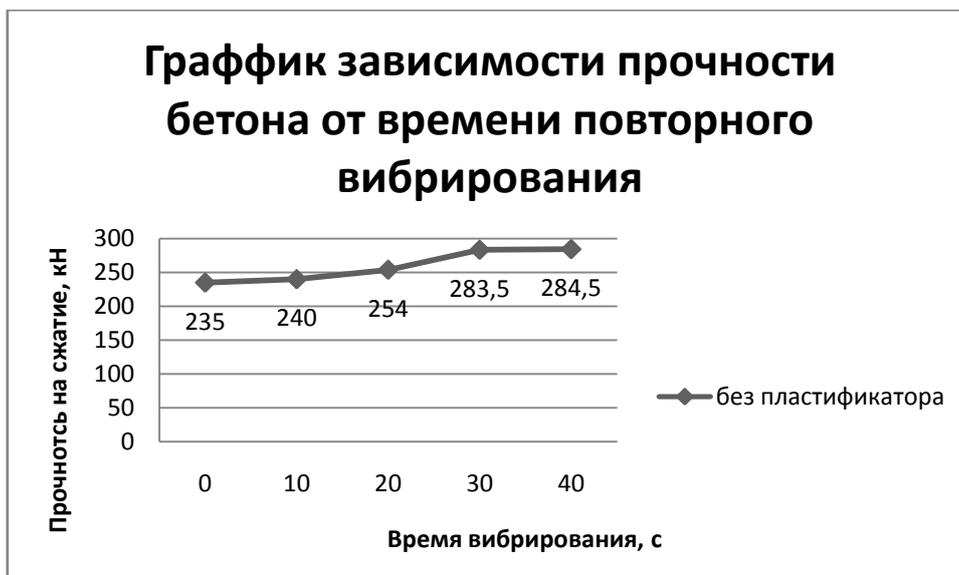


Рисунок 1 - График зависимости прочности от времени повторного вибрирования без пластификатора

Как видно из рисунка 1, увеличение времени повторного вибрирования приводит к росту прочности образцов на бездобавочном составе на 21%.

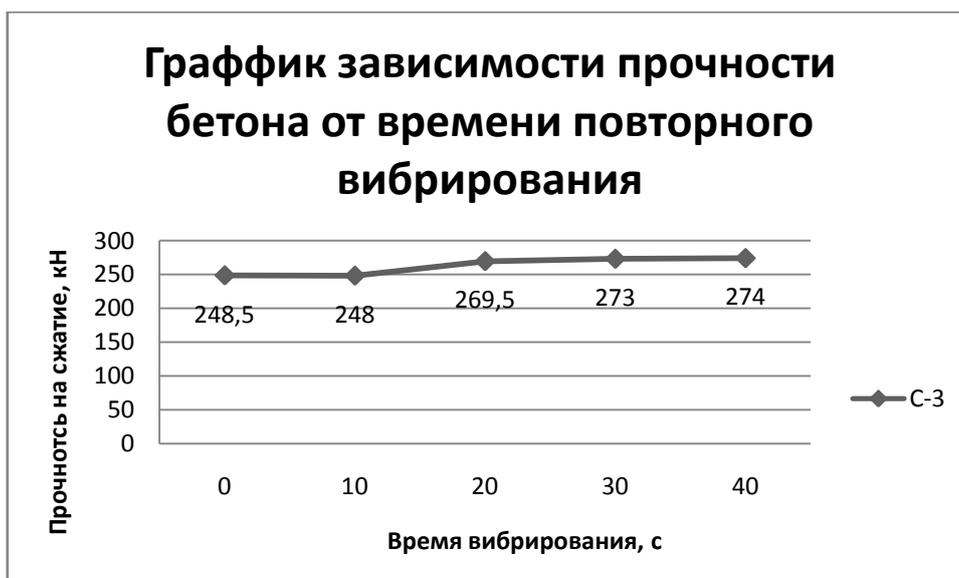


Рисунок 2 - График зависимости прочности от времени повторного вибрирования с суперпластификатором С-3

Как видно из рисунка 2, увеличение времени повторного вибрирования приводит к росту прочности образцов из состава с суперпластификатором С-3 только на 10%.

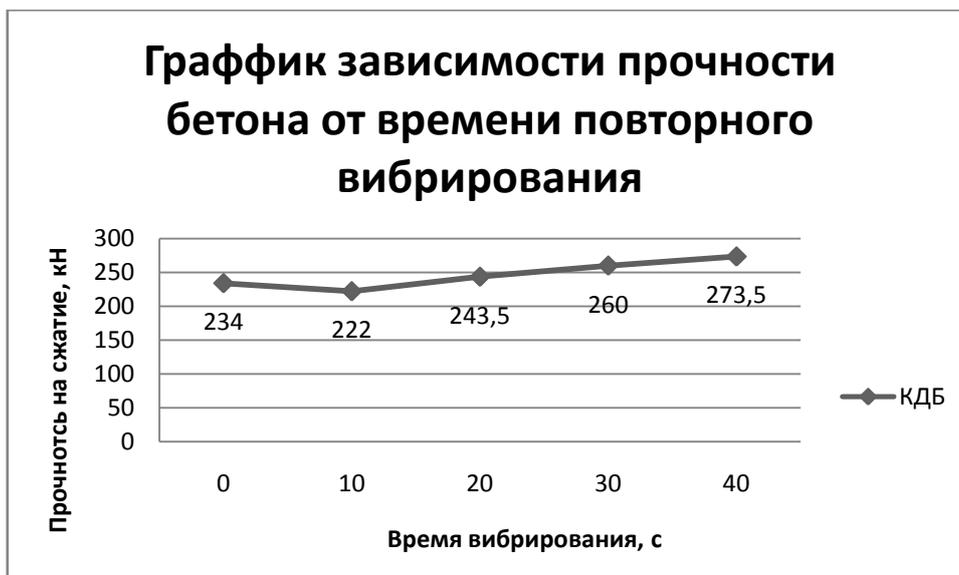


Рисунок 3 - График зависимости прочности от времени повторного вибрирования с пластификатором КДБ

Как видно из рисунка 3, увеличение времени повторного вибрирования приводит к росту прочности образца из состава с пластификатором на основе лигносульфонатов КДБ на 16 %, что выше, чем с С-3, но ниже роста прочности контрольного состава.

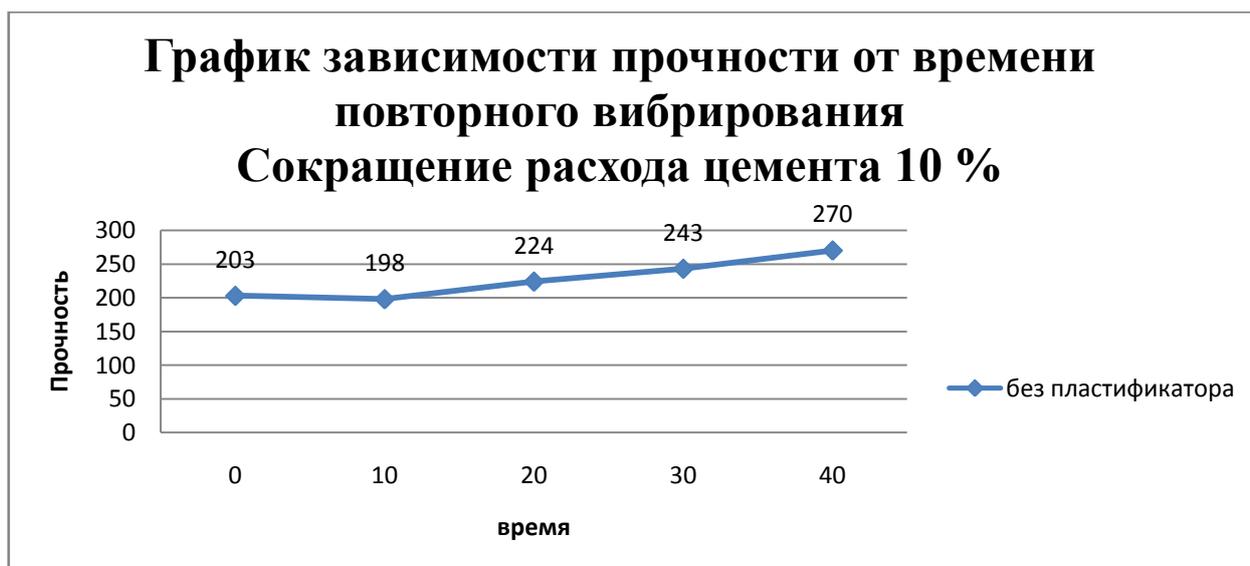


Рисунок 4 - График зависимости прочности от времени повторного вибрирования на бездобавочном составе, сокращение расхода цемента на 10%

Как видно из рисунка 4, увеличение времени повторного вибрирования приводит к росту прочности образцов на 25 %.



Рисунок 5 - График зависимости прочности от времени повторного вибрирования с суперпластификатором С-3, сокращение расхода цемента на 10 %

Как видно из рисунка 5, увеличение времени повторного вибрирования приводит к росту прочности образцов на 9 %.



Рисунок 6 - График зависимости прочности от времени повторного вибрирования с пластификатором КДБ, сокращение расхода цемента на 10 %

Как видно из графика 3.6, увеличение времени повторного вибрирования приводит к росту прочности образца на 18 %.



Рисунок 7 - График зависимости прочности от времени повторного вибрирования на бездобавочном составе, сокращение расхода цемента на 15 %

Как видно из рисунка 7, увеличение времени повторного вибрирования приводит к росту прочности образцов на 17 %.

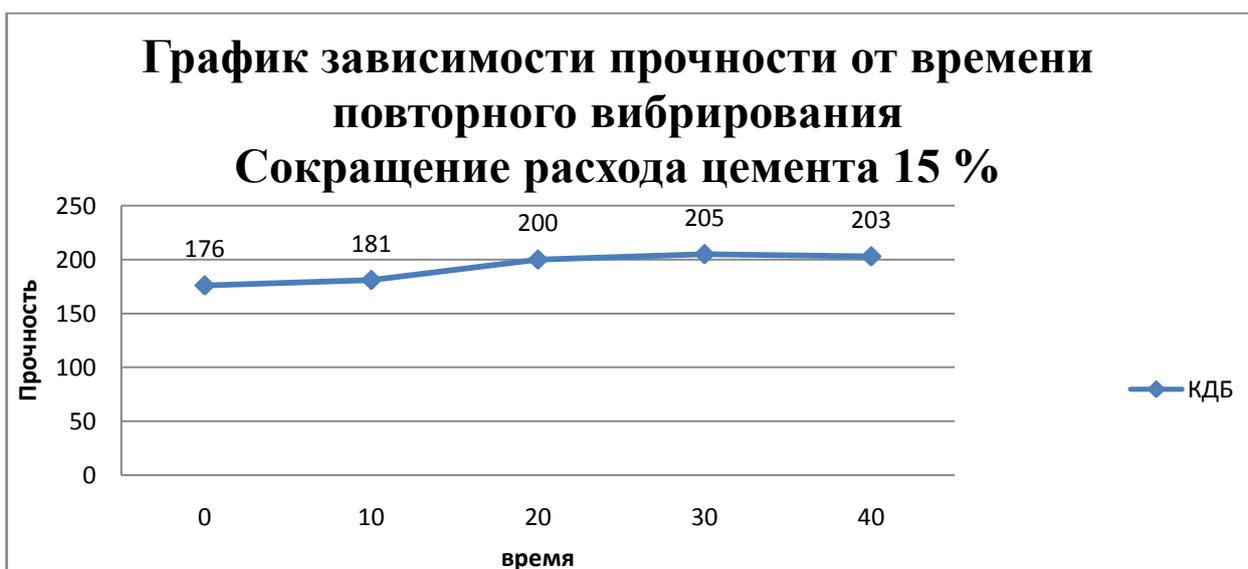


Рисунок 8 - График зависимости прочности от времени повторного вибрирования пластификатором КДБ, сокращение расхода цемента на 15 %

Как видно из графика 3.8, увеличение времени повторного вибрирования приводит к росту прочности образцов на 13%.

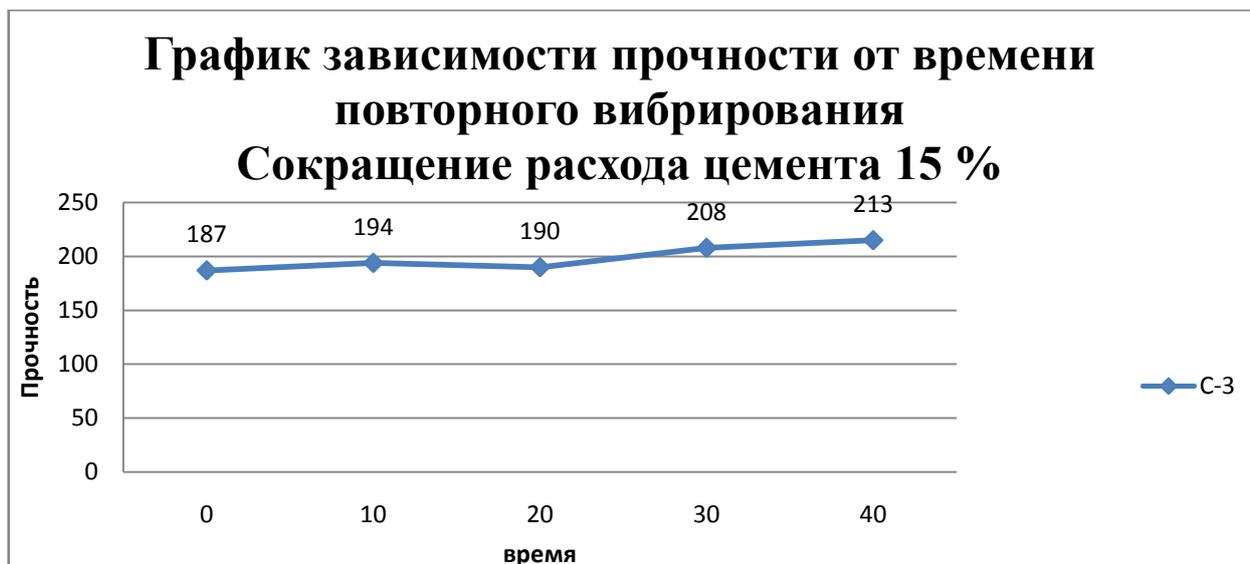


Рисунок 9 - График зависимости прочности от времени повторного вибрирования с суперпластификатором С-3, сокращение расхода цемента на 15 %

Как видно из рисунка 9, увеличение времени повторного вибрирования приводит к росту прочности образцов на 12 %.

Выводы по работе:

1. Одной из причин отсутствия широкого практического использования повторного вибрирования в технологии сборного и монолитного железобетона является недостаточная ясность в физической сущности силовых воздействий на твердеющий бетон, что затрудняет объективную оценку необходимости и целесообразности применения данного приема для управления «синтезом свойств» и улучшения всех эксплуатационных параметров конечной продукции.

2. Повторная вибрация дает возможность увеличить прочность бетона.

3. Наибольший прирост прочности на 25 % с сокращением цемента и на 21 % произошел без пластификатора.

4. При сокращении цемента на 10 % наблюдается прирост прочности до прочности бетона без повторного вибрирования на всех составах.

Список литературы

1. Малинина Л.А. Тепловлажностная обработка тяжелого бетона. – М.: Стройиздат, 1977. – 160 с.

2. Шмигальский В.Н. Формование изделий на виброплощадках. – М.: Стройиздат, 1968. – 104 с.

3. Сорокер В.И., Ариэли Э.И. Влияние вибрирования во время схватывания цемента на прочность бетона // Строитель. – 1935. – № 4.

4. Совершенствование режимов и разработка способов ускоренной электротермообработки однослойных и двухслойных панелей с повторной вибрацией и вакуумированием: Отчет о НИР по результату IX-В-8 (73) / Южгипронисельстрой. - № ГР 72045990. – Краснодар, 1973.

**ВЛИЯНИЕ ПРОКАЛЕННОГО СУГЛИНКА ДЛЯ СУБа В КАЧЕСТВЕ
МИНЕРАЛЬНОГО ПОРОШКА**

Овчаренко Г.И. – д.т.н., профессор, Викторов А.В. – ассистент
Кафедра «Строительные материалы»

XV Всероссийская научно-техническая конференция
студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и молодежь»

Анохин В.Г. - студент группы Спр-41
Шигина А.Н. - студент группы Спр-41
Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Развитие монолитного строительства и кассетного производства предполагает целесообразное использование высокоподвижных бетонных смесей, что в свою очередь имеет ряд необходимых условий для его применения:

- 1) количество щебня должно быть не более 50 % от объема Ж/Б конструкции
- 2) содержание тонкодисперсного порошкового компонента должно быть не менее 600 кг/м³. Стоит отметить, что если в качестве него брать только цемент, то бетон будет излишне прочным и дорогим. Поэтому ПЩ оставляют около 300-400 кг/м³, другую долю порошка добавляют молотыми горными породами или золами ТЭЦ. Но в некоторых регионах нет зол ТЭЦ и помол горных пород осуществлять дорого.

Исходя из этого нами исследовалось влияние прокалённого суглинка для самоуплотняющегося бетона в качестве минерального порошка.

В работе исследовалось влияние температуры прокалывания суглинка и содержание его на прочность бетона при сжатии (кубиков 10x10). Содержание прокалённого суглинка было принято из расчёта кг/м³ (150,200,250). Далее мы прокололи суглинок при температуре 600, 800,1000^oC ,затем прокалённый суглинок подвергся помолу в лабораторной мельнице и просеиванию через сито 0,2. Для сопоставления был введен состав бетона без прокалённого суглинка. Далее мы смешали все компоненты и получили десять составов, на каждую температуру прокалывания приходится 3 состава:

- 1) Цемент, песок, прокалённый суглинок(T=600^oC), щебень, вода, гиперпластификатор
- 2) Цемент, песок, прокалённый суглинок(T=800 ^oC), щебень, вода, гиперпластификатор
- 3) Цемент, песок, прокалённый суглинок(T=1000 ^oC), щебень, вода, гиперпластификатор
- 4) Цемент, песок, щебень, гиперпластификатор, вода

Затем у полученной бетонной смеси измерили осадку конуса(23см). Форму –конус ставили на ровную поверхность, заполняли бетонной смесью в 3 слоя, штыковали 10 раз каждый слой. Формовали образцы (кубики), размером 10x10. Полученные образцы испытывали на прочность в возрасте 3, 7, 28 сутки

Полученные результаты приведены на рисунках 1-3.

XV Всероссийская научно-техническая конференция
студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и молодежь»

График зависимости прочности при сжатии (МПа) от содержания прокаленного суглинка на третьи сутки

$$z = x^2 \cdot (9,2516201974e-6) + y^2 \cdot (1,3210829180e-3) + x \cdot y \cdot (-,6000088059e-4) + (19,900968650944)$$

Прочность при сжатии, МПа

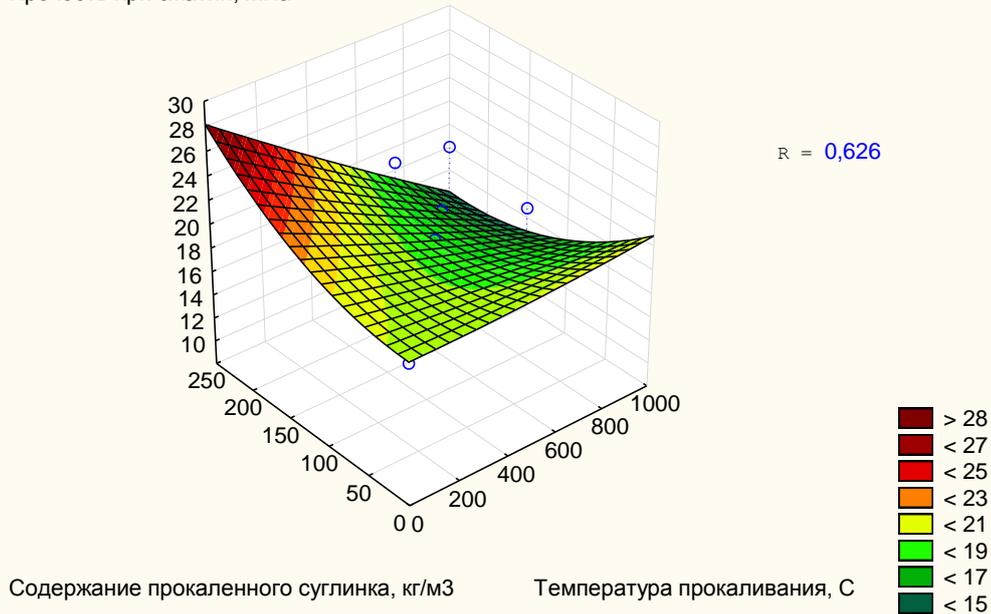


Рисунок 1 - График зависимости прочности при сжатии от процентного содержания прокалённого суглинка и температуры прокаливания в трёхсуточном возрасте

График зависимости прочности при сжатии (МПа) от содержания прокаленного суглинка на седьмые сутки

$$z = x^2 \cdot (,38075875070e-5) + y^2 \cdot (-,2083781235e-5) + x \cdot y \cdot (-,3675061641e-4) + (25,725678055659)$$

Прочность при сжатии, МПа

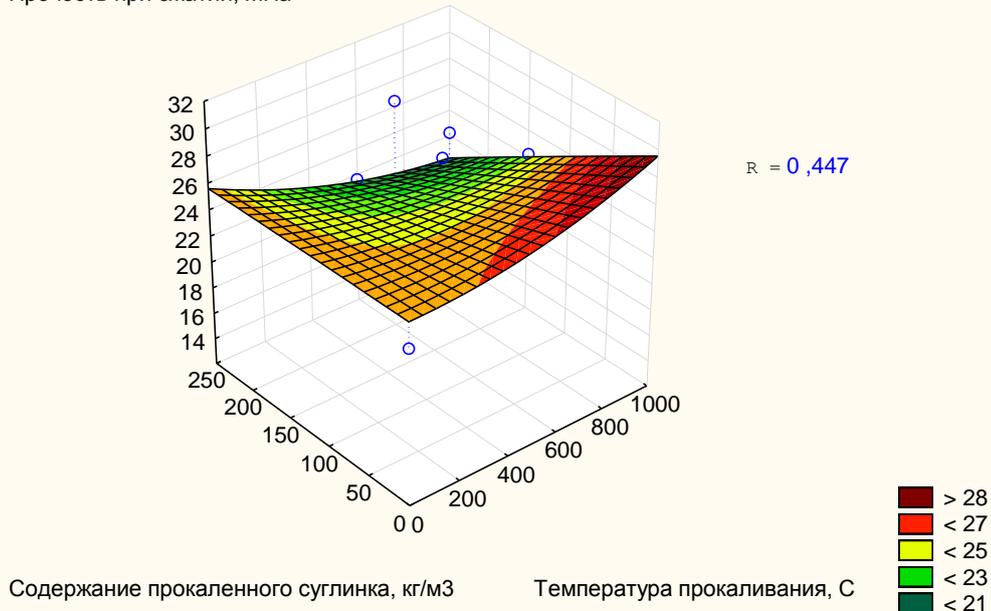


Рисунок 2 - График зависимости прочности при сжатии от процентного содержания прокалённого суглинка и температуры прокаливания в семисуточном возрасте

График зависимости прочности при сжатии (МПа) от содержания прокаленного суглинка на двадцать восемь суток

$$z=x^2*(,66200127937e-4)+y^2*(,00111329531124)+x*y*(-,5947085241e-3)+(35,329376541007)$$

Прочность при сжатии, МПа

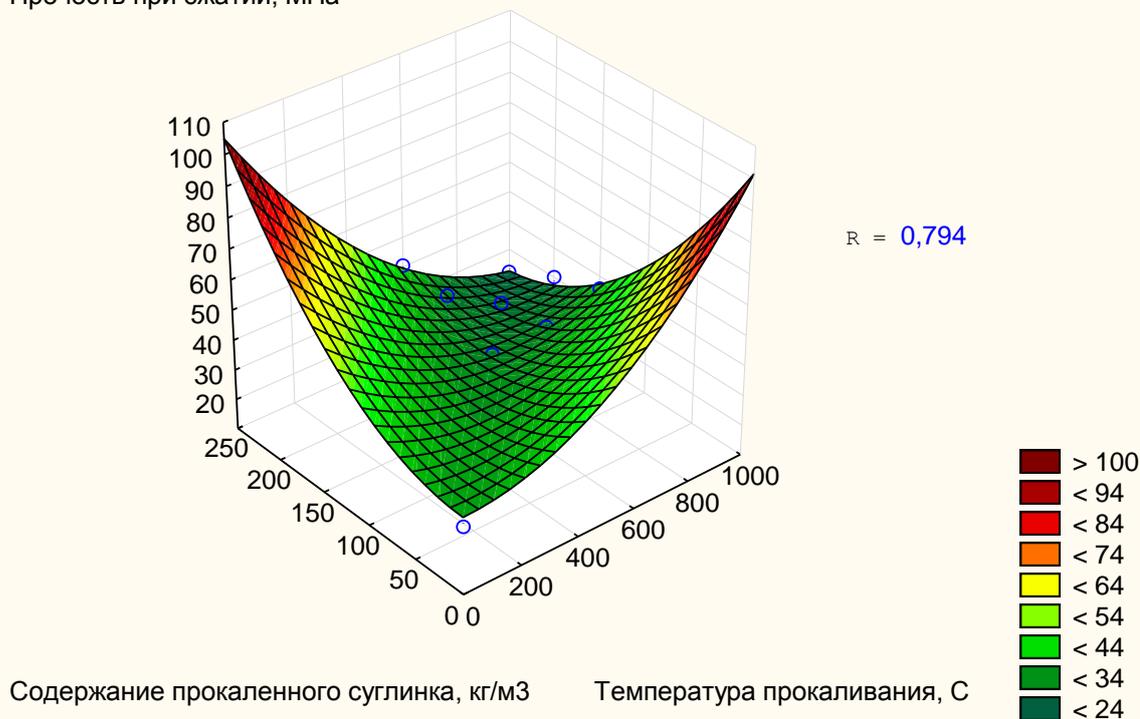


Рисунок 3- График зависимости прочности при сжатии от процентного содержания прокалённого суглинка и температуры прокаливания на 28 суток

Выводы по работе:

Исходя из полученных данных ,продланного эксперимента установлено, что на третьи сутки наибольшую прочность набирают образцы с температурой прокаливания суглинка равной 600 °С и содержанием 200 кг/м3. На седьмые сутки наибольшую прочность показывают образцы температурой обжига 1000 °С и содержанием 150 кг/м3. На двадцать восьмые сутки мы наблюдаем, что чем выше температура обжига суглинка, тем выше прочность, в данном случае 1000 °С. Также стоит заметить, что на 28 суток прочность бетона без добавления прокалённого суглинка и бетона с добавлением прокаленного суглинка сопоставимы.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КЕРАМЗИТОБЕТОНА ДЛЯ СТЕНОВЫХ БЛОКОВ

Буйко О.В. – к. т. н., доцент
Кафедра «Строительные материалы»
Маштаков Д.А, студент группы Спр-41
Журавлев Д.С., студент группы Спр-41
Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

В работе был спроектирован оптимальный состав керамзитобетона. Исследования проводились на цементе(ПЦ500 Д0), пористом песке полученным дробление керамзитового гравия, керамзита фракции 5-10 и 10-20 с частичной заменой перлитом.

XV Всероссийская научно-техническая конференция
студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и молодежь»

В работе был спроектирован оптимальный состав керамзитобетона различных структур (крупнопористый, среднепористый, слитной). Исследования проводились на цементе (ПЦ500 Д0), пористом песке полученным дроблением керамзитового гравия, керамзита фракции 5-10 и 10-20 и насыпной плотностью 550 кг/м³ с частичной заменой перлитом. Истинная плотность керамзитового гравия равна 2380 кг/м³. Оптимальной соотношения фракций керамзита 70/30.

Ниже приведены оптимальные составы керамзитобетона

Таблица 1 - Крупнопористый

Керамзит, кг/м ³		Песок кг/м ³	Вода кг/м ³	Цемент кг/м ³	Плотность кг/м ³	Марка по прочности
5-10	10-20	-	190	300	850	30
252	379					

Крупнопористый без песка на смеси керамзитового гравия фракций 5-10 с насыпной плотностью 446 кг/м³ и 10-20 с насыпной плотностью 440 кг/м³ без пластификатора

Таблица 2 - Слитной структуры

Керамзит, кг/м ³	Песок кг/м ³	Вода кг/м ³	Цемент кг/м ³	Плотность кг/м ³	Марка по прочности
300	270	210	380	1053	50

Данный состав на смеси керамзитовом щебне фракции 5-10 с насыпной плотностью 440 кг/м³ (получен дроблением керамзитового гравия фракции 10-20, затем рассеянный по фракциям), и на пористом песке фракции 0,63-1,25 с насыпной плотностью 456 кг/м³ (отсеянном от дробления) без добавления пластификатора.

Таблица 3 - Среднепористый

Керамзит, кг/м ³	Песок кг/м ³	Вода кг/м ³	Цемент кг/м ³	Плотность кг/м ³	Марка по прочности
316	220	200	320	930	25

Данный состав на керамзитового щебня фракции 5-10 с насыпной плотностью 440 кг/м³ (получен дроблением керамзитового гравия фракции 10-20, затем рассеянный по фракциям), и на пористом песке фракции 1,25-2,5 с насыпной плотностью 458 кг/м³ (отсеянном от дробления) без добавления пластификатора.

Таблица 4 - Состав с добавлением перлита

Керамзит, кг/м ³	Песок кг/м ³	Вода кг/м ³	Цемент кг/м ³	Плотность кг/м ³	Марка по прочности
133	45	180	250	866	25

Данный состав на керамзитовом щебне фракции 5-10 с насыпной плотностью 440 кг/м³ (получен дроблением керамзитового гравия фракции 10-20, затем рассеянный по фракциям), и на пористом песке фракции 1,25-2,5 с насыпной плотностью 458 кг/м³ (отсеянном от дробления) без добавления пластификатора. Часть керамзита заменили на перлит-125 в соотношении 70/30. Процентное содержание пластификатора 0,5 % от массы цемента.

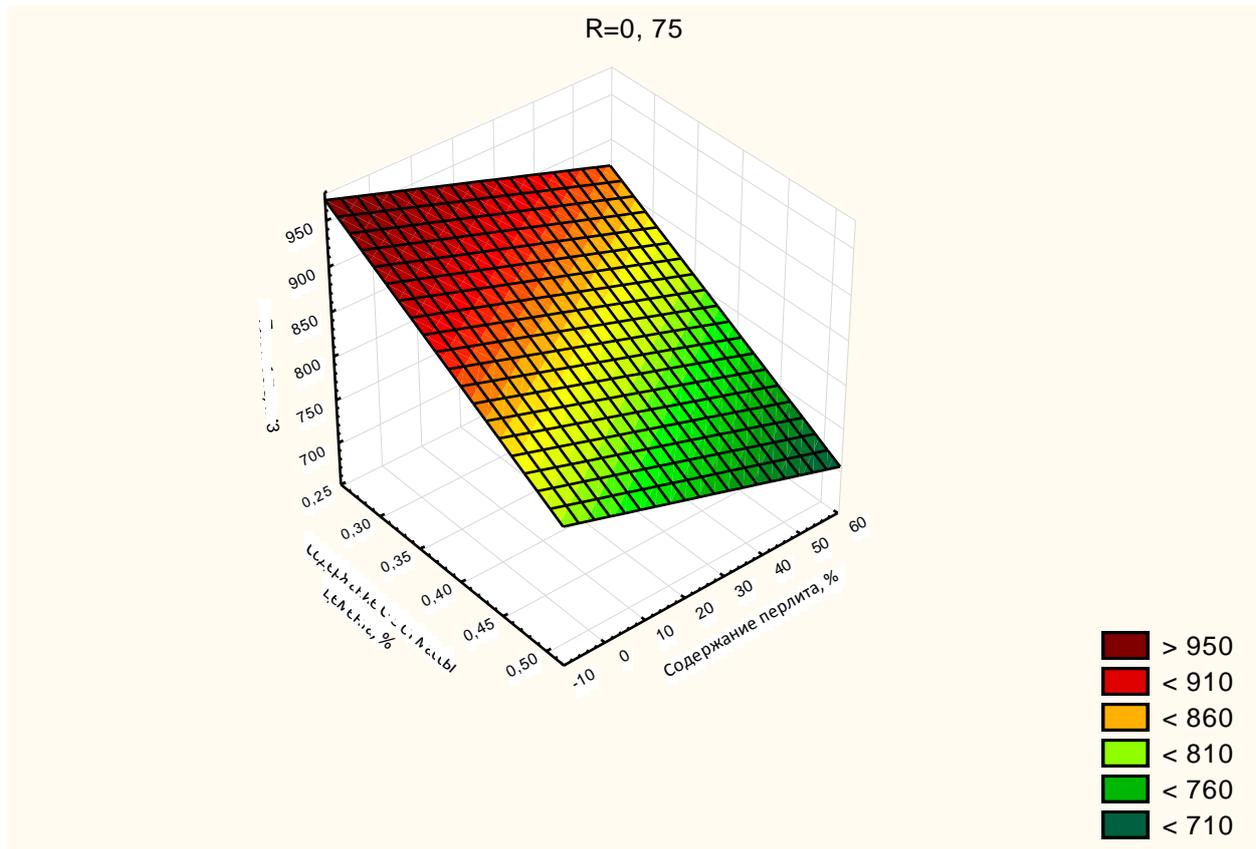


Рисунок 1- Зависимость плотности от содержания перлита и пластификатора
R=0, 78

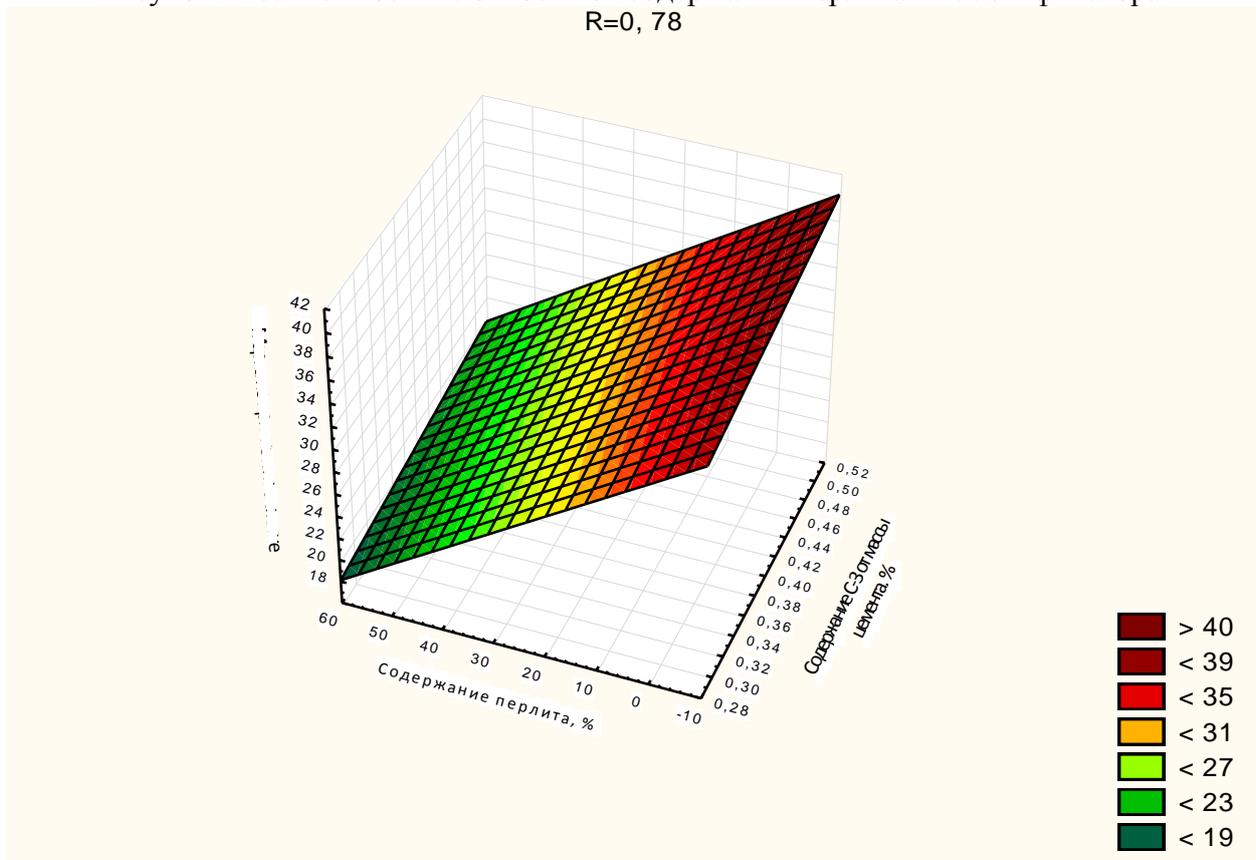


Рисунок 2- Зависимость марки по прочности от содержания перлита и пластификатора

Исследования изменения прочности и плотности проводились с частичной заменой керамзитового щебня перлитом в интервале процентного соотношения 0-60 % и пластификатора 0,28-0,52 % от массы цемента. По выше представленным математическим

моделям отчетливо проявляется зависимость прочности и плотности от содержания перлита. Чем больше процентное содержание, тем меньше плотность и меньше прочность. Оптимальное содержание, удовлетворяющее поставленной задаче является 70 % керамзитового гравия (шероховатости гравия способствуют лучшему сцеплению) и 30 % перлита.

Выводы по работе:

В ходе исследования был получен керамзитобетон разных структур. Для того что бы получить керамзитобетон меньшей плотности, исходный материал должен быть насыпной плотности 350 кг/м³. Выход - заменять часть керамзита другим пористым заполнителем, например перлитом, но у него большая влагопотребность, поэтому в смесь добавляют суперпластификатор С-3. В конечном итоге получен состав керамзитобетона с маркой М25 - М50 и средней плотностью 850-1053 кг/м³.

Список литературы

1. Баженов, Ю.М. Технология бетона : учебник / Ю.М. Баженов. – М.: Изд-во АСВ, 2002. – 500 с. – ISBN 5-93093-138-0
2. Технология бетона, строительных изделий и конструкций : учебник / Ю. М. Баженов [и др.]. – М. : Изд-во АСВ, 2004. – 236 с. – ISBN 5-930-173-9.
3. Повышение эффективности композиционных вяжущих за счет использования отходов производства керамзита и оптимизации режимов твердения / Н. И. Алфимова, Я.Ю. Вишневецкая, В.С. Черкасов, Н.Н. Шаповалов // Научные исследования, наносистемы и ресурсосберегающие технологии в промышленности строительных материалов (XIX Научные чтения): Междунар. науч.-практ. конф., Белгород, 5–8 окт. 2010 г. – Белгород : Изд-во БГТУ, 2010. – Ч.1. – С. 36–38.
4. Сулейманова, Л.А. Ресурсосберегающие материалы в строительстве / Л.А. Сулейманова, И.А. Ерохина, А.Г. Сулейманов // Известия ВУЗов. Строительство. – 2007. – № 7. – С. 113–116

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ ПРЕССОВАННОГО БЕТОННОГО ЛОМА С ДОБАВКАМИ АЛЮМИНАТОВ КАЛЬЦИЯ

Овчаренко Г.И. – д. т. н., профессор, Викторов А.В. - ассистент
Кафедра «Строительные материалы»
Коробцов И.А., студент группы Спр-41
Клюян В.С., студент группы Спр-41
Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

В ходе работы было исследовано влияние добавок высокоглиноземистого цемента, алюмо/кремнезоль, микрокремнезема на прочность образцов гипперпрессованного камня. Исследованные составы приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Исследованные составы прессованного материала

Фракция бетонного лома	Добавка ГЦ, %	Добавка МК, %	Добавка алюмозоля 15%-й концентрации, в %	Добавка кремнезоля 30 %-й Концентрации в %	Давление прессования, МПа
0-5	0, 10, 20, 30	0, 2,5, 5, 7.5	0, 2	0, 4	20, 60, 100

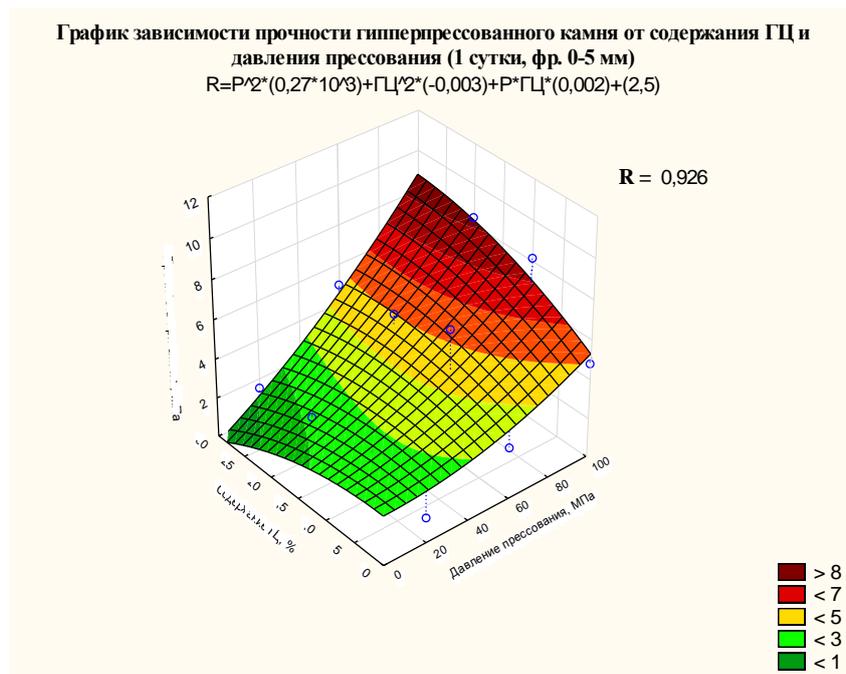


Рисунок 1 - График зависимости прочности гиперпрессованного камня от содержания ГЦ и давления прессования (1 сутки, фр. 0-5мм)

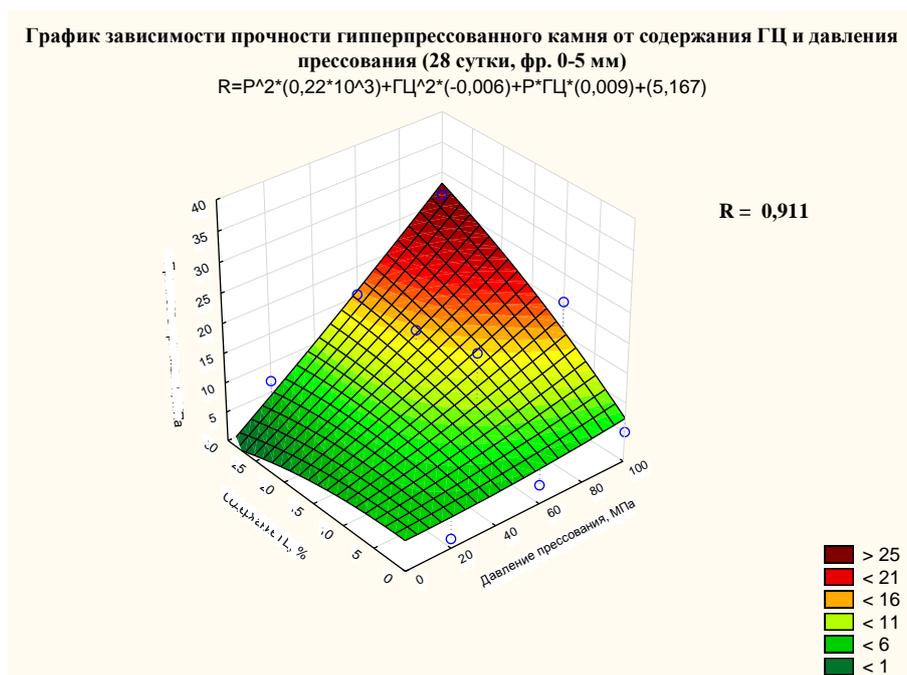


Рисунок 2 - График зависимости прочности гиперпрессованного камня от содержания ГЦ и давления прессования (28 сутки, фр. 0-5 мм)

Анализ данных на рисунках 1 и 2 показывает, что просматриваются следующие закономерности для фракции 0-5 мм нормального твердения:

- при повышении давления прессования прочность гиперпрессованного камня возрастает;
- при повышении содержания ГЦ в составе камня его прочность так же возрастает, при чём наиболее ярко данный эффект проявляется при повышенном давлении прессования.

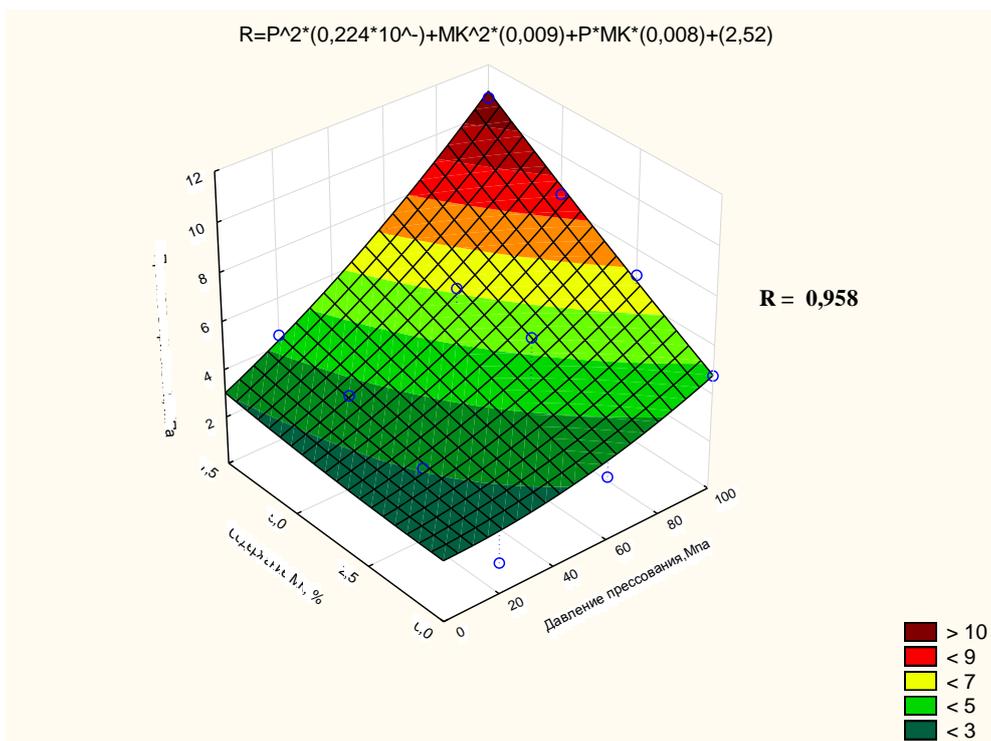


Рисунок 3 - График зависимости прочности гиперпрессованного камня от содержания МК и давления прессования (1 сутки, фр. 0- 5 мм)

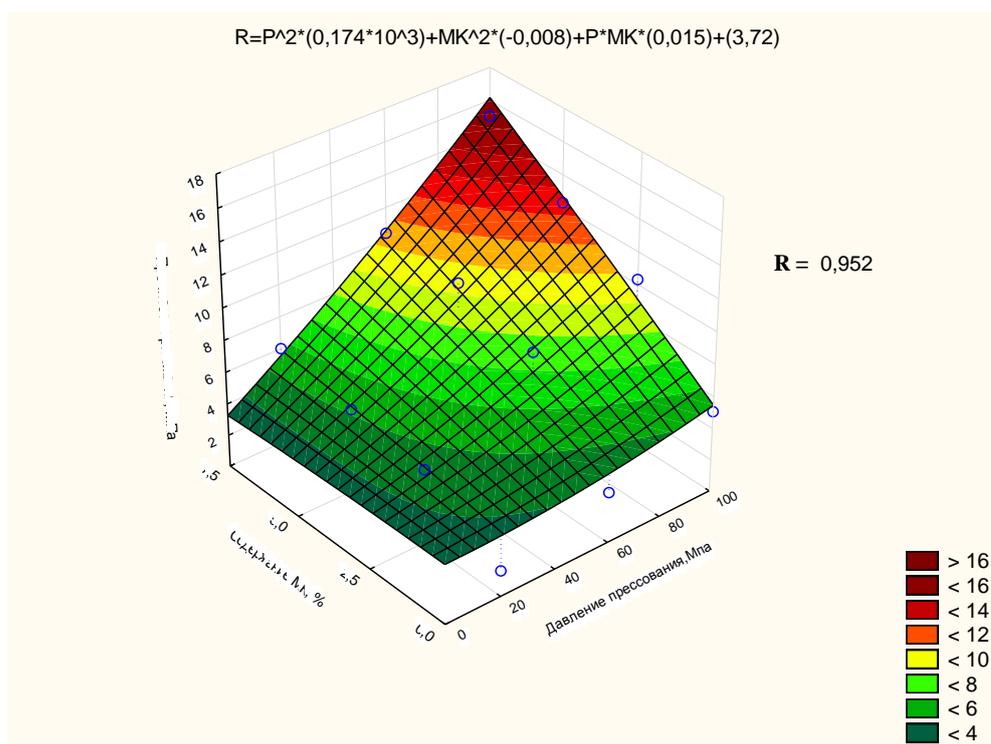


Рисунок 4 - График зависимости прочности гиперпрессованного камня от содержания МК и давления прессования (28 сутки, фр. 0- 5 мм)

Анализ данных на рисунках 3 и 4 показывает, что просматриваются следующие закономерности для фракции 0-5 мм нормального твердения:

- при повышении давления прессования прочность гиперпрессованного камня возрастает;
- при повышении содержания МК в составе камня его прочность так же возрастает, при чём наиболее ярко данный эффект проявляется при повышенном давлении прессования.

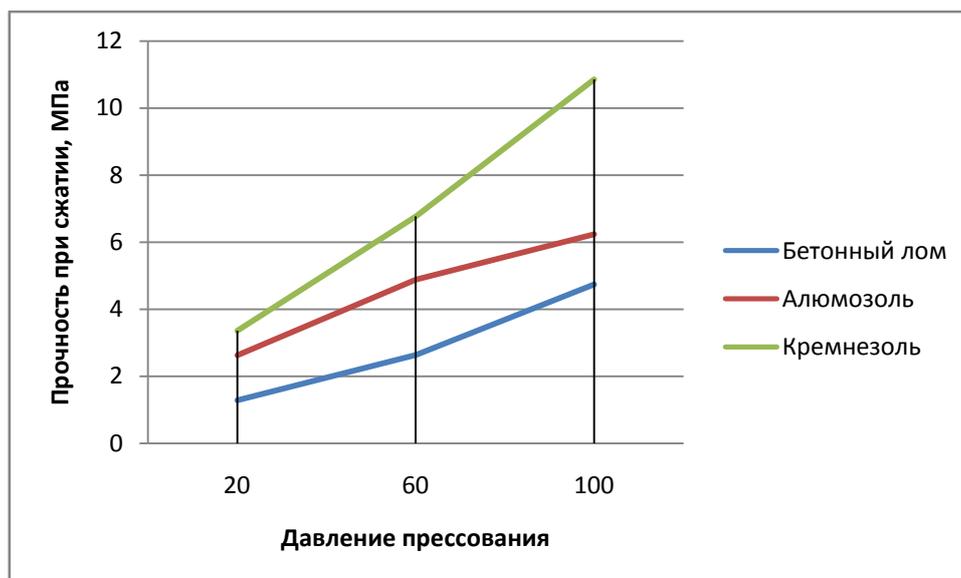


Рисунок 5 - График зависимости прочности гиперпрессованного камня от содержания МК и давления прессования (1 сутки, фр. 0- 5 мм)

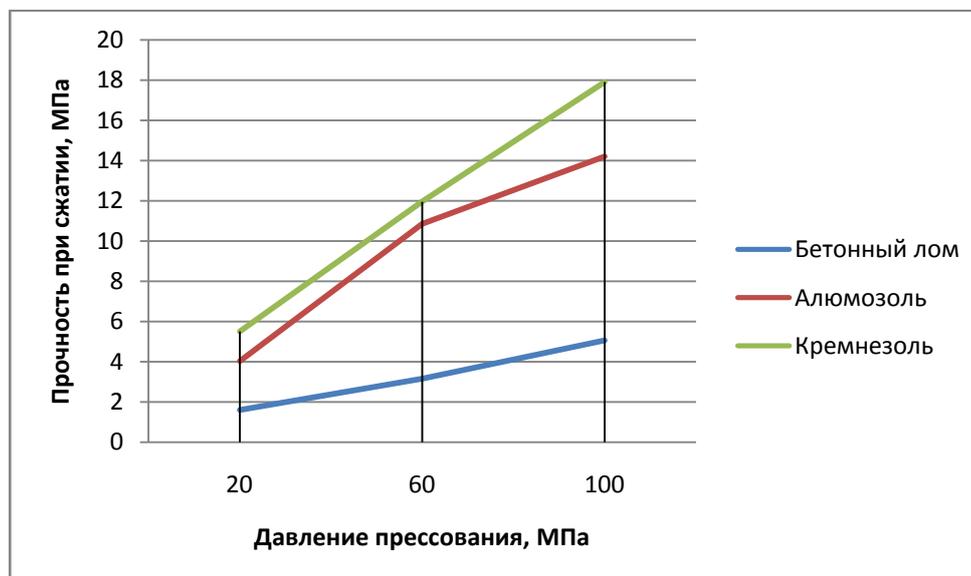


Рисунок 6 - График зависимости прочности гиперпрессованного камня от содержания МК и давления прессования (28 сутки, фр. 0- 5 мм)

Анализ данных на рисунках 5 и 6 показывает, что просматриваются следующие закономерности для фракции 0-5 мм нормального твердения:

- при повышении давления прессования прочность гиперпрессованного камня возрастает;
- при повышении содержания алюмо/кремнезоль в составе камня его прочность так же возрастает, при чём наиболее ярко данный эффект проявляется при повышенном давлении прессования.

Выводы по работе:

1. Переработка бетонного лома в стеновые материалы технологически возможна и экономически целесообразна.
2. При использовании фракции 0-5 мм достигается устойчивая тенденция роста прочности камня с увеличением давления прессования в течение всего срока твердения.

3. Введение добавок МК, ГЦ, алюмо/кремнезольей наиболее заметно превышает прочность камня при повышенном давлении прессования (100 МПа). Оптимальным количеством для МК и ГЦ является 10-15 %.

4. Для детальной разработки технологии переработки бетонного лома в стеновой материал и уточнения дозировок добавок требуются дальнейшие исследования.

Список литературы

1. Дворкин Л.И. Строительные материалы из отходов промышленности [Текст] / Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2007. — 368 с.

2. Фахратов, М.А. Эффективное использование отходов бетонного лома в качестве заполнителя в производстве бетонных и железобетонных изделий [Электронный ресурс], — <http://stroypofile.com/archive/4950> — статья в интернете.

3. С-А.Ю. Муртазеев, З.Х. Исмаилова, А.А. Хасиев, М.Р. Нахаев - Утилизация отсева дробления бетонного лома. Журнал: Экология и промышленность №155, 2012, С. 26-28.

4. Глуховский В.Д. Вяжущие и композиционные материалы контактного твердения / Глуховский В.Д., Рунова Р.Ф., Максунев С.Е. – К.: Вища школа, 1991. – 243 с.

СРАВНЕНИЕ СПОСОБОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ КАРБОНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Козлова В.К. – д. т. н., профессор
Кафедра «Строительные материалы»
Ставский Д.А., студент группы Спр-71
Поморцев П.Д., студент группы Спр-71
Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Цель работы - определение точного метода измерения степени карбонизации тяжелых бетонов.

Основная часть возведённых строительных конструкций подвергается в период эксплуатации действию агрессивных газообразных сред, которые способны вызвать повреждение конструкции, приводящее к ограничению работоспособности или аварийному состоянию. Особенно велико это воздействие в промышленной зоне, где газообразная среда загрязняется отходами различных производств, в том числе и кислыми газами (оксидами азота, серы и углекислым газом). Наибольшее влияние оказывает содержащийся в атмосфере углекислый газ, который воздействует на все железобетонные конструкции зданий и сооружений, вызывая процесс карбонизации бетона. Этот процесс является наиболее распространённым фактором резкого снижения эксплуатационного ресурса железобетонных конструкций. В отдельных случаях коррозионные повреждения наблюдаются уже через 5 лет. Наиболее известным и значимым эффектом карбонизации цементных материалов считается снижение показателя рН поровой жидкости, вследствие чего повышается вероятность коррозии арматуры в железобетонных изделиях и конструкциях. На данный момент нет теории полностью объясняющей механизм карбонизационной усадки, поэтому решение этой проблемы остается актуальным.

Химические реакции при карбонизации приводят к реорганизации структуры, уменьшению пористости и объёма цементного камня. Существующие усадочные трещины, возникающие при высыхании материала, также, как и рост концентрации CO_2 в атмосфере приводят к значительному увеличению скорости карбонизации.

Углекислотной коррозии подвергаются тяжелые и легкие бетоны, изготовленные с использованием портландцемента, а также кладочные строительные растворы, ячеистый бетон, силикатный кирпич и материалы на основе гипсоцементных вяжущих веществ. В

соответствии требованиями ГОСТ Р 52804-2007, степень карбонизации бетона рекомендуется определять путем выдерживания образцов в атмосфере с повышенной концентрацией углекислого газа с последующим определением глубины карбонизации. Граница между карбонизированным слоем бетона и не подвернувшимся карбонизации, определяется при помощи обработки поверхности бетона спиртовым раствором фенолфталеина. Предполагается, что углекислый газ и угольная кислота, образующаяся при растворении CO_2 в парах воды, реагируют только с гидроксидом кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$ хотя известно, что они могут взаимодействовать со всеми составляющими продуктами гидратации цемента. Кроме $\text{Ca}(\text{OH})_2$, они реагируют с гидросиликатами кальция, гидроалюминатами кальция и способны взаимодействовать с этtringитом. Взаимодействие с указанными фазами не может быть зафиксировано при обработке поверхности бетона раствором фенолфталеина т.к. реакция не сопровождается изменением pH среды. Подводя итог можно сказать, что метод указанный в госте не позволяет определить истинную глубину карбонизации, потому что в нём не учитывается карбонизация веществ, не изменяющих pH среды.

На кафедре строительных материалов разработан метод определения степени карбонизации строительных материалов, через определение количества углекислого газа, связанного единицей массы цемента в процессе принудительной карбонизации. Степень карбонизации рассчитывается как отношение количества углекислого газа, с продуктами гидратации цемента, к тому количеству CO_2 , которое может быть связано при полной. Данный метод позволяет определить карбонизацию бетона с учётом веществ, которые могут прокарбонизировать, не ограничиваясь только гидроксидом кальция. Имея график зависимости степени карбонизации в % от времени, можно определить на каком этапе карбонизации находится образец, узнать, как изменилась его прочность за время службы.

Выводы по работе:

В дальнейшем необходимо изучить какие значения pH поровой жидкости способствуют увеличению степени карбонизации, а также представляет интерес сравнение результатов, полученных с использованием того и другого метода.

ОБЗОР СПОСОБОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАРБОНИЗАЦИОННОЙ УСАДКИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Козлова В.К. – д. т. н., профессор, Логвиненко В.В. - к.т.н., доцент
Кафедра «Строительные материалы»
Ставский Д.А., студент группы Спр-71
Поморцев П.Д., студент группы Спр-71
Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Из-за присутствия CO_2 в атмосфере строительные материалы на основе цемента подвергаются реакции карбонизации в течение их твердения и всего срока службы. Карбонизация бетона может уменьшать долговечность материалов, ухудшать их прочностные свойства, уменьшать щелочность бетона и усиливать коррозию, в том числе и арматуры [1]. Отдельным вопросом последствий карбонизации является усадка строительных материалов, которая происходит в течение практически всего срока его службы в естественной среде при очень медленной скорости из-за низкой концентрации CO_2 в атмосфере (примерно 0,04%). Поэтому актуальными являются ускоренные схемы карбонизации и установки для ускоренного определения усадки строительных материалов

еще на стадии лабораторных исследований. Необходимо создавать установки для ускоренных испытаний по определению карбонизационной усадки строительного материала со скоростью карбонизации значительно более высокой, чем в атмосферных условиях. Более высокую скорость карбонизации получают при использовании в установках более высокой концентрации CO_2 при определенных температуре и влажности [2, 3].

Базовой установкой для исследования карбонизации в России является установка по ГОСТ Р52804-2007 [3]. Для проведения испытаний используют установку с автоматическим поддержанием заданной концентрации углекислого газа (см. рисунок 1).

Установка включает в себя следующее оборудование и приборы:

- герметичную камеру объемом 0,5 - 1,0 м³;
- автоматический газоанализатор

углекислого газа с командным прибором по ГОСТ 13320 с диапазоном измерения концентрации углекислого газа 0 % - 22 % и погрешностью не более ± 10 %;

-
электр
омагн
итный
клапа
н;
-

газа
1 – камера; 2 - баллон с CO_2 ; 3 - автоматический газоанализатор; 4 - показывающий командный прибор; 5 - электромагнитный клапан; 6 - блок регулирования; 7 - побудитель расхода газа; 8 - ванна с раствором хлорида натрия

этажерку из коррозионностойкого материала для размещения образцов в камере;

- баллон с углекислым газом;
- ванну из коррозионностойкого материала с насыщенным раствором хлорида натрия;

- перемешивающее устройство - бытовой вентилятор по ГОСТ 7402.

В камере установки должны обеспечиваться следующие параметры концентрации углекислого газа ($10 \pm 0,5$) % по объему, температура (20 ± 5) °С, относительная влажность (75 ± 3) %.

Рисунок 2 - Прибор для определения степени карбонизации
1 – стальной бак; 2 – внутренний сосуд; 3 – подставка; 4 – манометр; 5 – образцы; 6 – крышка бака; 7 – редуктор; 8 – сосуд с углекислым газом.

среды:

Установка для ускоренной карбонизации, разработанная на кафедре строительных материалов АПИ [4] приведена на рисунке 2. Для ускорения карбонизации использовалось давление CO_2 в 0,4 МПа. В [5] описаны результаты опытов по карбонизационной усадке строительных материалов в этой установке. Здесь для замеров усадки образец приходилось извлекать из установки, нарушая непрерывный цикл карбонизации.

Оригинальная установка по определению карбонизационной усадки разработана У. Houst [6]. Три призмы 3/3/90 мм из строительного материала приклеивают к вершинам

Рисунок 3 - Экспериментальная установка для измерений усадки
1 - индуктивный датчик; 2 - испытываемый образец; 3 - стальной шар.

металлических треугольников как показано на рисунке 3. Набор из трех призм образует жесткий образец, позволяющий измерить изменения длины. Каждое измерение представляет собой среднее значение, взятое из трех маленьких призм. Преимущества таких маленьких призм - это относительно короткое время для достижения влажностного равновесия, за которым следует большая карбонизационная усадка. Образцы устанавливаются в рамы, как показано на рисунке 3. Рамы и датчики помещают в инкубатор с контролируемой относительной влажностью при температуре 30°C. Усадочную сушку измеряют, рассматривая длину между двумя противоположными металлическими пластинами. Деформации измеряются индуктивными датчиками, которые имеют контакты из стального шара. Стальной шар вписывается в кольцевую стальную опору. Затем изменения длины записывают как функцию времени. После высыхания при постоянной относительной влажности до равновесной длины, вводят CO₂, и его концентрация поддерживается постоянной и равной 2% по всему объему. Карбонизационная усадка затем регистрируется в течение примерно от 80 до 120 дней, в зависимости от скорости усадки.

В работе [7] использовалась установка, изображенная на рис.4. Её особенностью является непрерывное измерение набухания и усадки индуктивными датчиками большой точности строительного материала в период твердения, сушки и затем карбонизации в течение длительного времени. Одновременно производилось непрерывное измерение веса образцов.

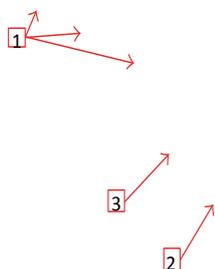


Рисунок 4 - Усадочные стоки готовые к измерению.

1 - встроенные маркеры; 2 - индуктивный датчик; 3 - подвижная головка
Рисунок 1 - Установка для испытаний бетона в среде углекислого

Выводы по работе:

1. Разработка современных установок для ускоренной карбонизации строительных материалов, используемых в нашем регионе, является актуальной задачей.

2. Обзор установок для ускоренной карбонизации строительных материалов показал, что имеется тенденция к минимизации образцов для достижения быстрого влажностного равновесия, за которым следует большая карбонизационная усадка.

3. Деформации, карбонизационная усадка измеряются непрерывно индуктивными высокоточными датчиками без извлечения образцов из среды установки.

4. Осуществляется непрерывное измерение набухания и усадки строительного материала индуктивными датчиками большой точности в период твердения, сушки и затем и карбонизации в течении длительного времени с Одновременным непрерывным измерением веса образцов.

5. Для ускоренной карбонизации Используется среда с влажностью 30-70%, концентрацией CO₂ 2-100 %, давление в установке от атмосферного до 0,4 Мпа.

6. Проведенный обзор может быть использован при разработке установки для определения усадки местного строительного материала при его ускоренной карбонизации.

Список литературы

1. Warda Ashraf [Carbonation of cement-based materials: Challenges and opportunities](#) Construction and Building [Текст] Materials September 2016
2. L.D. Ceukelaire, D.V. Nieuwenburg, Accelerated carbonation of a blast-furnace cement concrete, Cem. Concr. Res. 23 (1993) 442–452, [http://dx.doi.org/10.1016/0008-8846\(93\)90109-M](http://dx.doi.org/10.1016/0008-8846(93)90109-M).
3. ГОСТ Р52804-2007 НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ЗАЩИТА БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОТ КОРРОЗИИ. Методы испытаний
4. В.К. Козлова «Использование зол тепловых электростанций в производстве строительных материалов» [Текст] Барнаул, Алт.кн.изд., 1975, 144с. Издательство «Омская правда».

5. Саркисов Ю.С. Влияние карбонатных добавок на усадочные деформации цементного камня. [Текст] // Саркисов Ю.С., Козлова В.К., Божок Е.В., Малова Е.Ю., Маноха А.М.// Техника и технологии силикатов. Том 25, №1.- 2018.- С.7-11

6. Y. Houst, Carbonation shrinkage of hydrated cement paste, Proc. 4th CANMET/ACI Int. Conf. Durab. Concr. (1997) 481–491. http://infoscience.epfl.ch/record/29449/files/Houst_CS_1997.pdf (accessed December 4, 2015)..

7. Barbara Kucharczyková, Petr Danjk, Dalibor Kocáb, and Petr Misák Experimental Analysis on Shrinkage and Swelling in Ordinary Concrete Advances in Materials Science and Engineering Volume 2017, Article ID 3027301, 11 pages <https://doi.org/10.1155/2017/3027301>