

ВЯЖУЩИЕ НИЗКОЙ ВОДОПОТРЕБНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОКАЛЬЦИЕВЫХ ЗОЛ ТЭЦ ДЛЯ МОНОЛИТНОГО БЕТОНА

Е.Ю. Хижинкова, В.Б. Францен, К.Ф. Бахарев, А.С. Егоров, А.В. Вебер

Рассмотрена возможность получения монолитного бетона с применением вяжущего низкой водопотребности на основе высококальциевых зол ТЭЦ. Показана эффективность такого вяжущего, обеспечивающего высокий пластифицирующий эффект и дополнительное повышение прочности в возрасте 3-5 суток нормального твердения за счет уплотнения камня гидратирующейся известью золы.

Ключевые слова: вяжущие низкой водопотребности, высококальциевая зола, монолитный бетон.

ВВЕДЕНИЕ

Получение быстротвердеющей цементной композиции, необходимой для монолитного бетона, обеспечивается формированием микрокомпозиционной структуры цементного камня, в которой матричным компонентом является камень быстротвердеющего высокоактивного вяжущего, которое должно обладать большей дисперсностью по отношению к базовому цементу и не приводить к значительному повышению водопотребности. Наиболее предпочтительным является использование в качестве матричного компонента вяжущего низкой водопотребности (ВНВ), представляющего собой гидравлически активный материал, полученный путем помола рядового цемента совместно с наполнителями, активизирующимися при помоле, и суперпластификаторами [1]. Применение в качестве дисперсной активной минеральной добавки высококальциевой золы ТЭЦ представляется достаточно эффективным. Известно [2], что помол золы уменьшает деструктивные явления при твердении зольных материалов. В зависимости от степени измельчения зол, количество дополнительного вскрываемого оксида кальция увеличивается, вследствие чего повышается активность ВКЗ [3].

СЫРЬЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В качестве сырьевых материалов были использованы: высококальциевая буроугольная зола (БУЗ) ТЭЦ-3 г. Барнаула с содержанием СаО 2,8 %, 3,1 %, 4,7 % (характеристика проб золы приведена в таблице 1); портландцемент марки М500 Д0 производства г. Искитим, суперпластификатор СП-1, соответствующий ТУ 5870-002-58042865-03, микрокремнезём (МК), характеристика которого приведены в таблице 2; ускоритель твердения Na₂SO₄ (NS); песок с поймы реки Обь с

Мкр = 1,2, щебень соответствующий ГОСТ 8269.0-97, вода отвечающая требованиям ГОСТ 23732 – 79.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

В ходе проведения эксперимента сравнивали характеристики бетона из композиционного вяжущего низкой водопотребности с характеристиками контрольного бетона марки 300. Необходимые составы вяжущих получали путем совместного помола сырьевых материалов и суперпластификатора СП-1 в стандартной лабораторной шаровой мельнице типа МБЛ – 5. Характеристика шаровой мельницы: внутренний диаметр мельницы – 0,5 м; длина внутреннего барабана – 2х280 мм; частота вращения барабана – 48 оборотов в минуту. Загрузка мелющими телами одной камеры – 55 кг; общая загрузка мельницы – 110 кг. Помол осуществлялся при 50 % энергии помола. За 100 % принималась энергия, требуемая на стандартный помол клинкера и двуводного гипса для получения портландцемента, для данной мельницы эта величина составляет шестьдесят минут при загрузке материала 5кг.

Для испытаний полученных вяжущих из бетона с осадкой конуса 16-18 см изготавливались образцы – кубы размером 100х100х100 мм, по восемь образцов каждого состава. После чего образцы ставились на хранение в нормальные условия, при температуре 20±2 °С и относительной влажности воздуха 100 %, для проверки свойств полученных вяжущих при последующем твердении. Испытания на прочность проводились на первые, третьи, седьмые и двадцать восьмые сутки твердения. Затем результаты испытаний бетона на полученных вяжущих сравнивались с результатами испытания контрольного бетона на портландцементе.

Таблица 1 – Характеристика используемых проб высококальциевых зол

№ пробы	СаО _{сум} , %	СаО _{откр} , %	СаО _{закр} , %	Остаток сите №008, %	S _{уд} , см ² /г	ТНГ, %	Сроки схватывания, ч-мин		Равномерность изменения объема	ППП, %	ΔТ, °С
							начало	конец			
1	2,8	1,3	1,5	7,8	3039	27	1- 10	3 - 50	+	2,1	2,5
2	3,1	1,2	1,9	8,4	2994	27,2	1 - 5	4 - 40	+	2,0	2,5
3	4,7	2,2	2,5	4,4	3092	22	0 - 10	0 - 20	+	2,3	9,5

Таблица 2 – Химический состав микрокремнезема, %

SiO ₂	п.п.п	H ₂ O	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	SO ₃	Удел. актив. поверхность	Плотность, т/м ³
Не более, %								
88,3	2,31	0,10	1,61	3,0	0,30	1,58	15 м ² /г	0,5-0,6

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Рассматривая составы реологических матриц на различных масштабных уровнях, устанавливаем, что для песка и щебня в высокопрочных бетонах реологической матрицей на микроуровне является сложная смесь цемента, золы, кремнезема, суперпластификатора и воды. Таким образом, молотая добавка ВНВ выполняет как структурно-реологическую функцию, так и матрично-наполняющую.

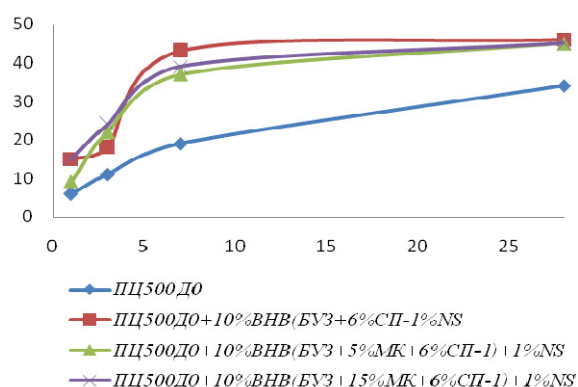


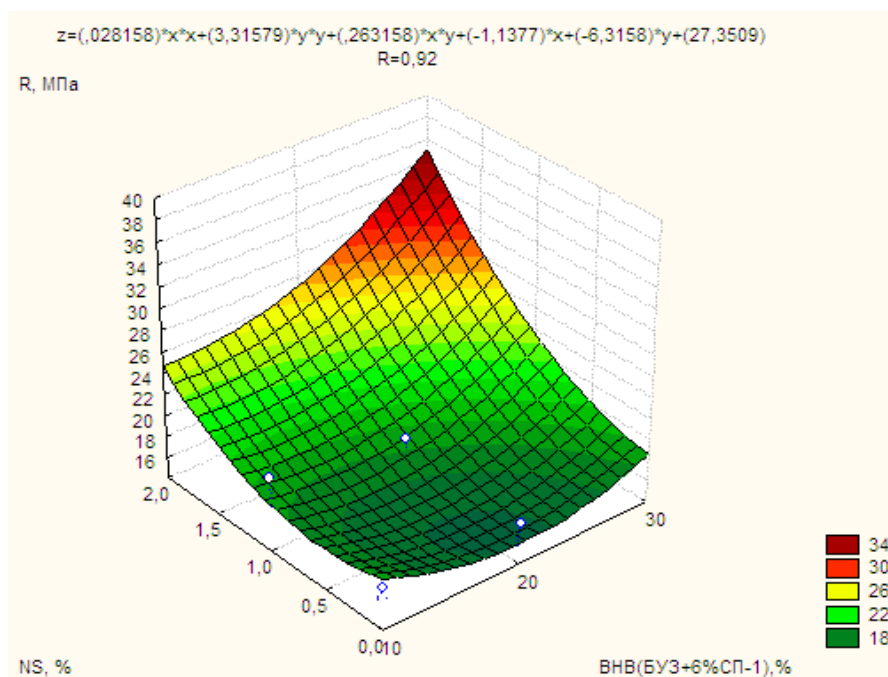
Рисунок 1 – Кинетика набора прочности бетона с различными добавками ВНВ на основе БУЗ (с содержанием СаО 3,1 %) при твердении в нормальных условиях

В процессе проведения эксперимента было установлено, что поведение составов с разными пробами ВКЗ примерно одинаково, но среди трех используемых зол оптимальной является зола с содержанием СаО равным 3,1 %. Наилучшими с точки зрения получения высокой прочности, как в ранние сроки (1-3 суток) твердения, так и в возрасте 28 суток являются составы с 10 % ВНВ, включающего БУЗ, 6 % суперпластификатора, 1 % ускорителя твердения и микрокремнезем (рисунок 1).

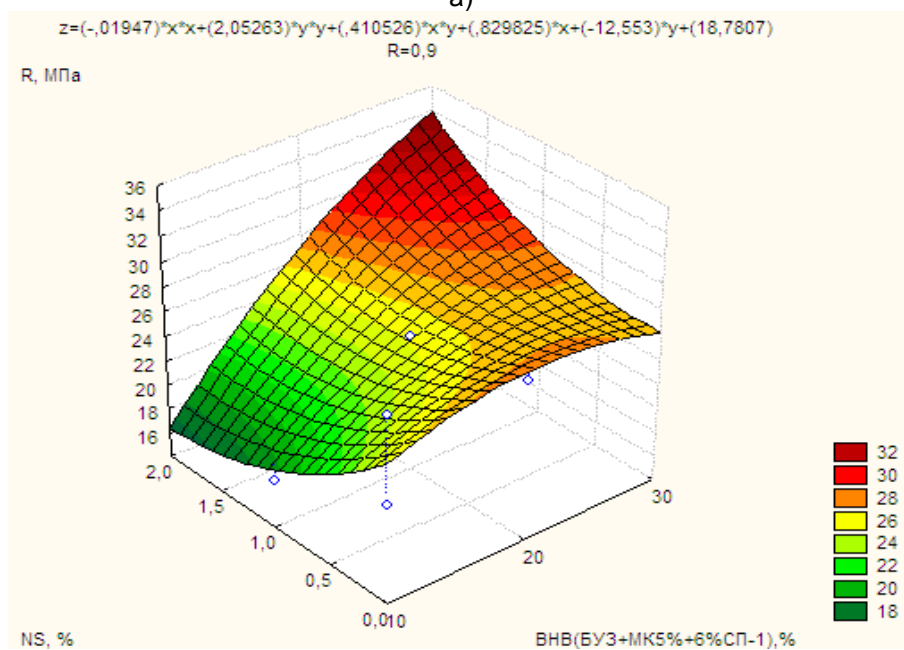
На первые сутки данные составы показывают увеличение прочности на 50%, в сравнении с контрольным бездобавочным бетоном. Бетон с немолотой золой БУЗ и СП-1, добавленными с водой затворения в количестве 0,8 % (в пересчете) не затвердел в первые сутки при н.у., ввиду блокировки гидратации суперпластификатором. На 3 суток увеличение прочности составляет 100 %, по сравнению как с бездобавочным бетоном (10 МПа), так и с бетоном с немолотой добавкой БУЗ (12 МПа). В возрасте 7 суток все экспериментальные составы показывают проектную марку М300.

На рисунке 2 представлены поверхности, характеризующие зависимость прочности от вариации добавки ВНВ и ускорителя твердения Na₂SO₄.

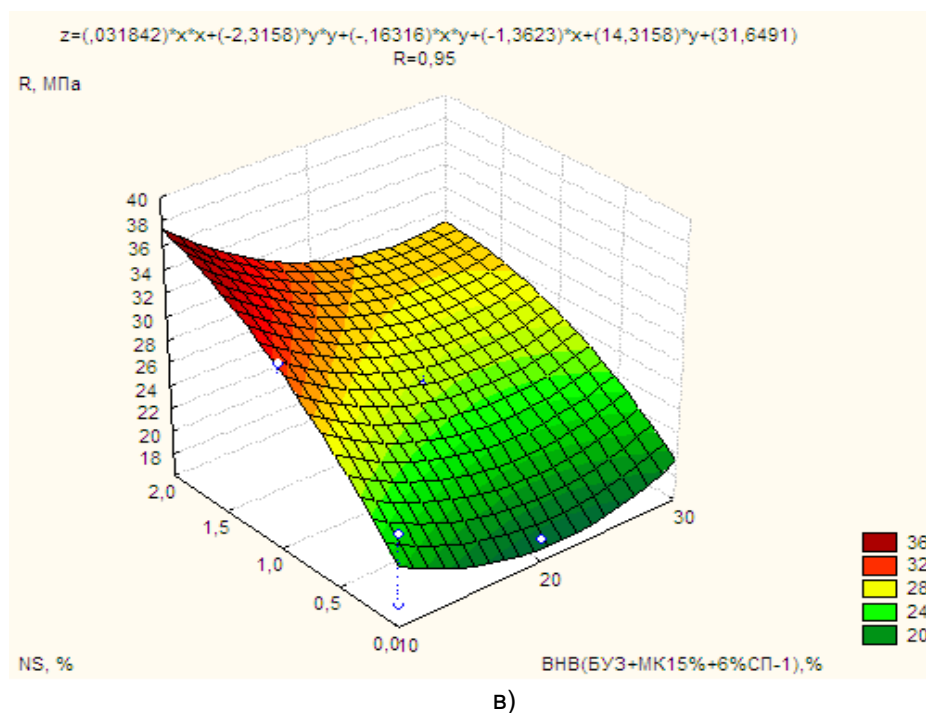
ВЯЖУЩИЕ НИЗКОЙ ВОДОПОТРЕБНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОКАЛЬЦИЕВЫХ ЗОЛ ТЭЦ ДЛЯ МОНОЛИТНОГО БЕТОНА



a)



б)



в)

Рисунок 2 – Зависимость прочности бетона на 3 суток от дозировки добавки ВНВ различного состава (с содержанием СаО в БУЗ 3,1%) и Na_2SO_4 (прочность контрольного бетона 11 МПа): а) без микрокремнезема, б) и в) с микрокремнеземом 5 и 15%

Анализируя полученные модели, можно сделать вывод, что добавление ВНВ на основе одной золы без МК в комплексе с сульфатом натрия при больших дозировках ведет к возникновению деструкции в бетоне. В случае дозировки ВНВ с МК натиск золы сдерживается МК, поэтому большая дозировка ВНВ играет положительную роль на росте прочности, чего не скажешь о NS, большие дозировки (> 1 %) которого ведут к уменьшению прочности на более поздних сроках твердения.

Составы-лидеры, о которых говорилось выше, имеют оптимальную дозировку компонентов ВНВ и ускорителя твердения Na_2SO_4 , поэтому в них не наблюдается уменьшение прочности, а наоборот – увеличение. Тем самым повышается марка композиционного вяжущего, что может привести к экономии основного вяжущего ПЦ.

ВЫВОДЫ

Таким образом, использование в бетоне молотой композиции на основе СП+ВКЗ позволяет обеспечить эффект суперпластификации наряду с дополнительным упрочнением в 3-7 суток за счет расширения гидрати-

рующей свободной извести золы. Эффект уплотнения за счет гидратирующей извести золы можно регулировать добавкой МК, которая обеспечивает дополнительный синтез С-S-H фаз. Это, наряду с ускорителем твердения, обеспечивает получение бетонов марочной прочности на 5 суток нормального твердения и является эффективным решением для монолитного строительства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зырянов Ф.А. Добавка на основе вяжущего низкой водопотребности для быстротвердеющего и высокопрочного монолитного бетона: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Челябинск. 2008. – 22.
2. Овчаренко, Г. И. Золы углей КАТЭКа в строительных материалах / Г.И. Овчаренко – Красноярск : Из-во Красноярского университета, 1992. – 216 с.
3. Патрахина, В. В. Закономерное изменение состава и свойств золоцементных вяжущих и бетонов на их основе / В. В. Патрахина. Автореф. дис. канд. тех. наук. – Барнаул, 2000. – 20 с.