

БЕЗУСАДОЧНЫЕ РАСТВОРЫ С ДОБАВКОЙ ВЯЖУЩЕГО НИЗКОЙ ВОДОПОТРЕБНОСТИ НА ОСНОВЕ ВЫСОКОКАЛЬЦИЕВОЙ ЗОЛЫ

Е.Ю. Хижинкова, Н.В. Музалевская, Е.С. Конюшенко, М.В. Костик

В статье изложены результаты исследования собственных деформаций растворного камня с различным содержанием вяжущего низкой водопотребности на основе высококальциевой золы ТЭЦ и суперпластификатора С-3. Приведены результаты исследований прочностных характеристик полученных растворов.

Ключевые слова: вяжущее низкой водопотребности, высококальциевая зола ТЭЦ, суперпластификатор С-3, цементно-песчаный раствор, собственные деформации камня.

ВВЕДЕНИЕ

Физико-химические процессы схватывания и твердения обычных цементов сопровождаются суммарной усадкой, выражающейся в уменьшении внешнего объема твердеющего камня на протяжении длительного периода. Особенно данная проблема характерна для высокоподвижных строительных растворов в связи с большими значениями водоцементного отношения.

Введение высококальциевой золы ТЭЦ (ВКЗ) позволяет компенсировать усадочные деформации цементного камня. За счет ее фазового состава [1, 2] расширение будет обеспечиваться гидратацией пережженных оксидов кальция и магния и образованием дополнительного количества этtringита и этtringитоподобных фаз. Повышенное водопотребление растворов и бетонов устраняется применением пластификаторов. Поэтому целью работы являлась разработка состава вяжущего низкой водопотребности на основе высококальциевой золы с суперпластификатором С-3, обеспечивающего безусадочное твердение раствора.

СЫРЬЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

В исследованиях применялись портландцемент Голухинского цементного завода М400 Д20, высококальциевая зола Барнаульской ТЭЦ-3 с содержанием суммарного $\text{CaO}_{\text{своб}}$ 6,6%, суперпластификатор С-3, песок речной поймы реки Обь с модулем крупности $M_{\text{кр}} = 1,3$.

Вяжущее низкой водопотребности (ВНВ) изготавливалось путем совместного помола высококальциевой золы и 2 %, 6 % и 10% суперпластификатора С-3 в стандартной лабораторной шаровой мельнице типа МБЛ – 5

при 50% энергии помола. За 100% принимались затраты энергии на стандартный помол 95% клинкера и 5% двухводного гипса на портландцемент.

Из цементно-песчаного раствора состава 1:3, в котором часть массы песка заменялась на ВНВ в количестве от 10% до 70% от массы цемента, формовались образцы-балочки размером 40 x 40 x 160 мм с реперами и без, которые хранились в нормальных условиях. Собственные деформации растворного камня определялись на образцах-балочках с реперами по ГОСТ 24544-81 на индикаторе часового типа в течение месяца через день, а затем через каждые 2 дня. Прочностные характеристики устанавливались на 3, 7, 14 и 28 сутки в соответствии с ГОСТ 5802-86.

За контрольные были приняты бездобавочный цементно-песчаный раствор (К1) и составы, в которых 10 % ПЦ заменялось на вяжущее низкой водопотребности, полученное путем помола цемента и соответствующего количества С-3 (К2 - 2% С-3, К3 - 6% С-3, К4 - 10% С-3 соответственно).

Водопотребность растворной смеси контролировалась путем погружения эталонного конуса по ГОСТ 5802-86. Для марки по подвижности Пк 2 погружение конуса составляло 5 см, а для марки Пк 4 – 14 см.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При анализе зависимости собственных деформаций растворов от зольной добавки ВНВ и количества С-3 в ней в ранние сроки твердения (рисунок 1) видно, что наибольший расширяющий эффект показывают составы с максимальным количеством добавки вяжущего низкой водопотребности и суперпластификатора С-3. В последующие сроки твердения

БЕЗУСАДОЧНЫЕ РАСТВОРЫ С ДОБАВКОЙ ВЯЖУЩЕГО НИЗКОЙ ВОДОПОТРЕБНОСТИ НА ОСНОВЕ ВЫСОКОКАЛЬЦИЕВОЙ ЗОЛЫ

(рисунок 2) зависимость удлинения от ВНВ и С-3 сохраняется. Собственные деформации больше зависят от содержания ВНВ, т.е. от количества высококальциевой золы, чем от С-3. Это можно объяснить присутствием свободного СаО и тем, что при твердении золы

содержащиеся в ее составе алюминаты кальция гидратируют в присутствии $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и гипса с образованием значительного количества этtringитоподобных фаз, что приводит к объемному расширению золосодержащих материалов.

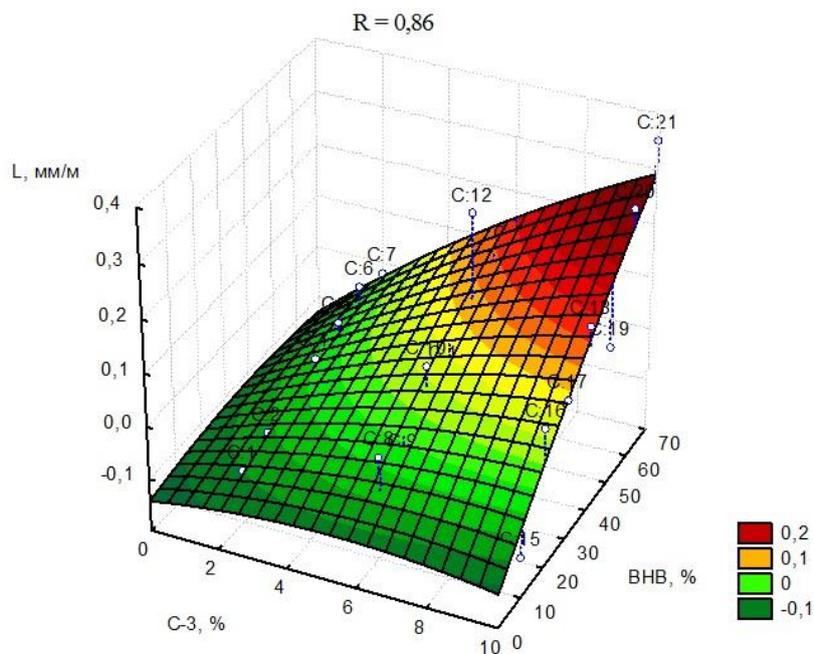


Рисунок 1 - Зависимость линейных деформаций растворного камня (погружение конуса 5 см) на 3 сутки твердения от содержания ВНВ и количества С-3 в нем (L, мм/м: K1 = -0,1; K2 = -0,05; K3 = -0,12; K4 = -0,04)

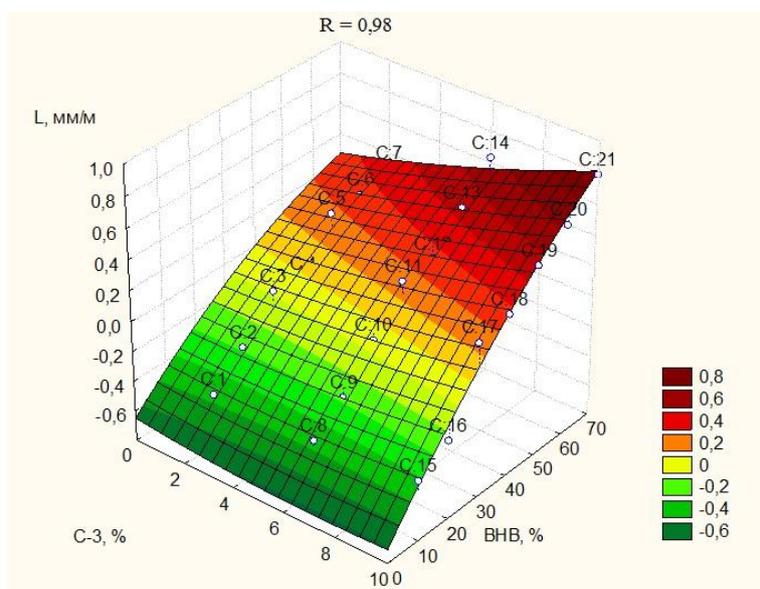


Рисунок 2 - Зависимость линейных деформаций растворного камня (погружение конуса 5 см) на 28 сутки твердения от содержания ВНВ и количества С-3 в нем (L, мм/м: K1 = -1,13; K2 = -0,63; K3 = -0,49; K4 = -0,39)

На ранних сроках твердения наилучшими с точки зрения безусадочности являются составы с добавкой ВНВ от 50% до 70%, в которых содержание С-3 от 6% до 10%. При дальнейшем твердении состав, содержащий максимальное количество вяжущего низкой водопотребности и суперпластификатора в нем, дает расширение, приближающееся к критическому. Поэтому оптимальными безусадочными составами (рисунок 2) будут являться растворы с содержанием от 50% до 70% добавки зольного ВНВ и количеством С-3 в нем от 2% до 6% (от 1,0% до 4,2% С-3 по массе цемента).

При подвижности растворной смеси 14 см наблюдается ярко выраженная зависимость собственных деформаций на 3 сутки нормального твердения от добавки зольного ВНВ (рисунок 3). Зависимость от содержания С-3 прослеживается только при небольшом содержании добавки зольного вяжущего низкой водопотребности в составе раствора.

Составы подвижности Пк 4 с добавкой ВНВ от 50% до 60% и количеством суперпластификатора С-3 от 2% до 10% (от 1% до 6% С-3 по массе цемента) обеспечивают безусадочное твердение раствора (рисунок 4).

При анализе прочностных характеристик полученных растворов установлена зависимость прочности при сжатии как от количества С-3, так и от дозировки самой добавки вяжущего низкой водопотребности. При этом

максимальную прочность при подвижности растворной смеси 5 см показывают растворы с зольным ВНВ 50 – 70% и количеством С-3 2–4% (рисунок 5). Это выше прочности бездобавочного контроля на 41% , а прочности контроля с добавкой ВНВ на основе ПЦ и 2% С-3 на 77%.

При подвижности растворной смеси 14 см (рисунок 6) максимальная прочность достигается составами с добавкой вяжущего низкой водопотребности 50–70% с содержанием С-3 1– 3%, что выше прочности контроля бездобавочного и с добавкой ВНВ на основе ПЦ и С-3 2% на 62% и 123% соответственно.

При подвижности растворной смеси Пк 2 прочность уменьшается значительно при содержании С-3 в составе ВНВ выше 6%. Для растворов с погружением конуса 14 см отрицательное влияние повышенного количества суперпластификатора на прочность проявляется только после введения ВНВ более 20–30%. Увеличение доли добавки ВНВ, содержащего С-3 более 6%, значительно ухудшает прочностные свойства раствора из-за деструктивных явлений в процессе гидратации золы, связанных с объемным расширением свободной извести и образованием эттрингита и эттрингитоподобных фаз в плотной структуре. При малых дозировках С-3 увеличение части золы уменьшает количество инертного заполнителя и оказывает только положительное влияние на систему.

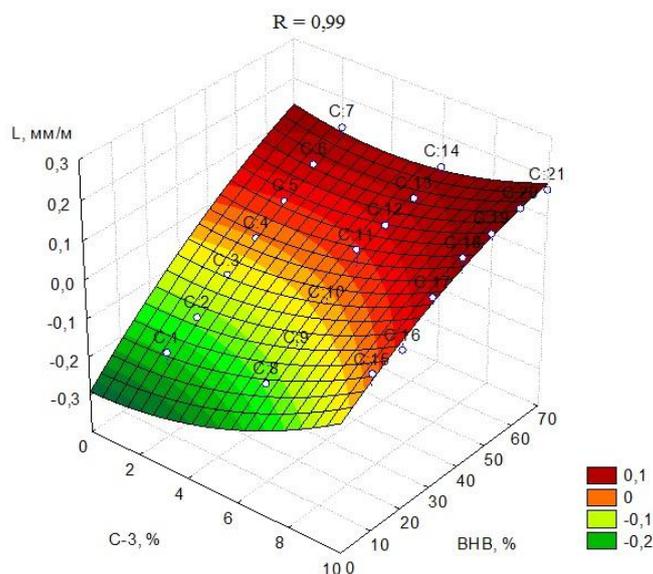


Рисунок 3 - Зависимость линейных деформаций растворного камня (погружение конуса 14 см) на 3 сутки твердения от содержания ВНВ и количества С-3 в нем (L, мм/м: K1 = -0,23; K2 = -0,2; K3 = -0,18; K4 = -0,12)

БЕЗУСАДОЧНЫЕ РАСТВОРЫ С ДОБАВКОЙ ВЯЖУЩЕГО НИЗКОЙ ВОДОПОТРЕБНОСТИ
НА ОСНОВЕ ВЫСОКОКАЛЬЦИЕВОЙ ЗОЛЫ

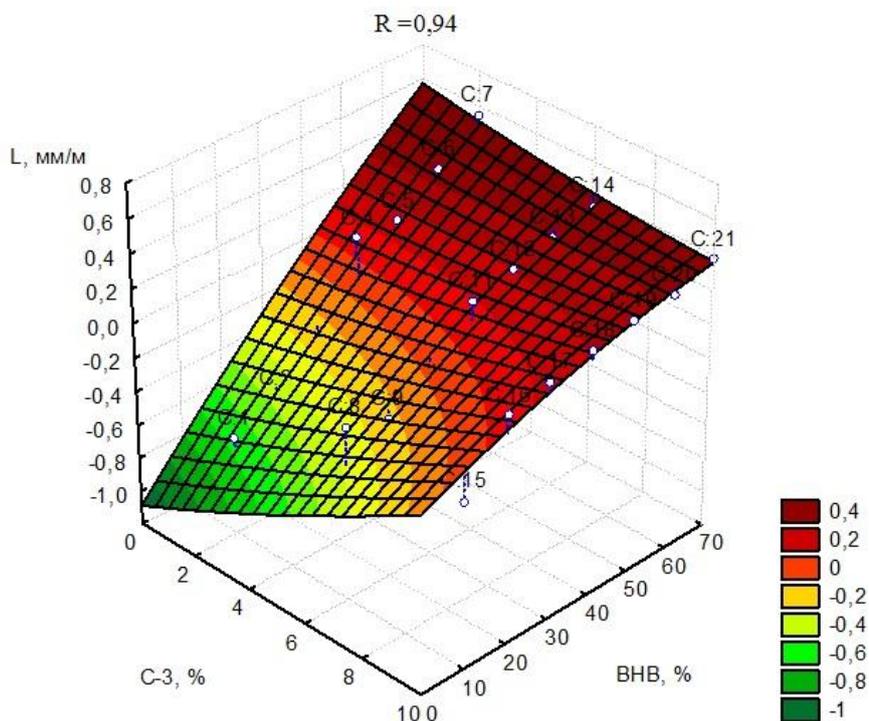


Рисунок 4 - Зависимость линейных деформаций растворного камня (погружение конуса 14 см) на 28 сутки твердения от содержания ВНВ и количества С-3 в нем (L , мм/м: $K1 = -0,7$; $K2 = -0,62$; $K3 = -0,6$; $K4 = -0,45$)

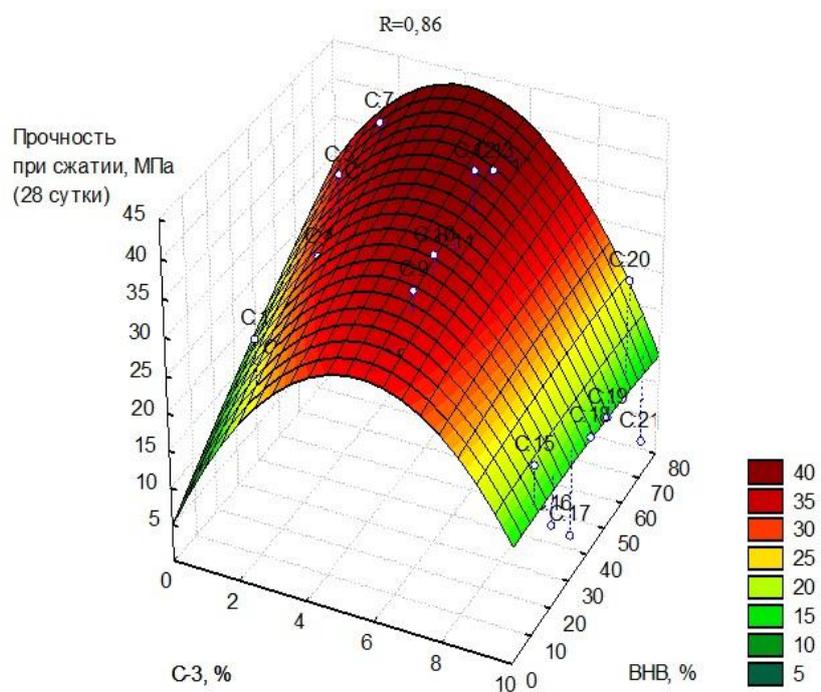


Рисунок 5 - Зависимость прочности раствора от количества суперпластификатора С-3 и добавки ВНВ на 28 сутки при подвижности растворной смеси 5 см ($R_{сж}$, МПа: $K1 = 28,3$; $K2 = 22,6$; $K3 = 23,7$; $K4 = 23,3$)

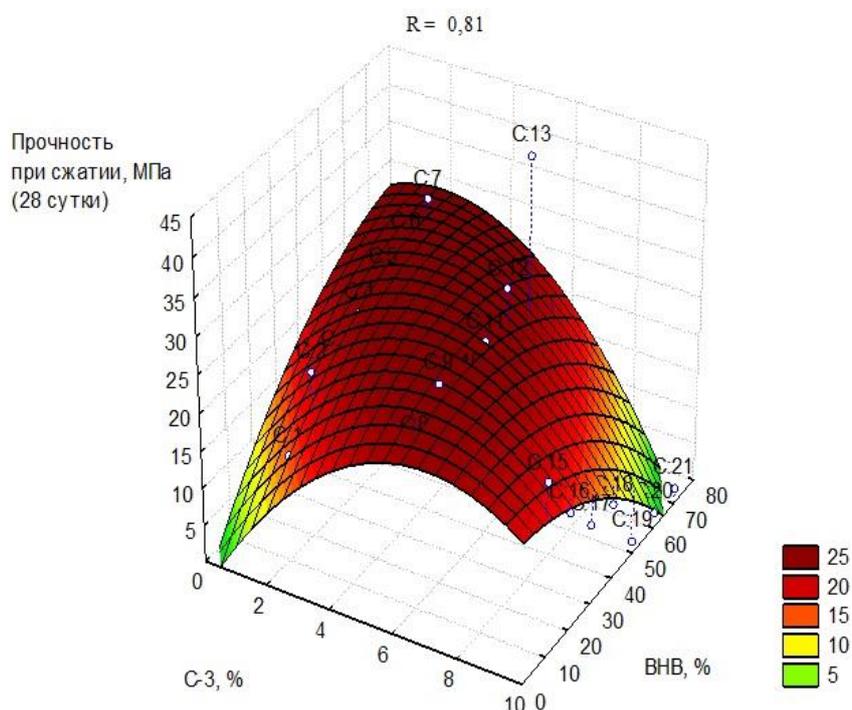


Рисунок 6 - Зависимость прочности раствора от количества суперпластификатора С-3 и добавки ВНВ на 28 сутки при подвижности растворной смеси 14 см ($R_{сж}$, МПа: $K_1 = 18,47$; $K_2 = 13,4$; $K_3 = 21,73$; $K_4 = 22,0$)

ВЫВОДЫ

1. Высококальциевая зола в составе вяжущего низкой водопотребности оказывает большее влияние на собственные деформации растворного камня по сравнению с С-3. Фазовый состав ВКЗ обеспечивает объемное расширение золосодержащих материалов за счет гашения пережженных Сао и MgO и формирования дополнительного количества этtringитоподобных фаз.

2. Наибольшее расширение показывает состав с максимальным количеством ВНВ и суперпластификатора С-3. В плотных системах расширяющий эффект высококальциевой золы проявляется ярче. Оптимальными с точки зрения безупрочности являются составы с количеством добавки ВНВ от 50% до 70% от массы ПЦ и содержанием в нем суперпластификатора 2–6%.

3. Максимальную прочность на 28 сутки твердения показывают растворы с содержанием золы ВНВ 50–70% и количеством С-3 в нем 1–3%. При увеличении С-3 в составах с повышенным содержанием золы из-за

плотной структуры возникают деструктивные явления, снижающие прочность камня. При малых дозировках С-3 увеличение части золы уменьшает количество инертного заполнителя и оказывает только положительное влияние на прочность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Овчаренко, Г.И. Золой углей КАТЭКа в строительных материалах / Г.И. Овчаренко. – Красноярск: Изд-во Красноярского университета, 1992. – 216 с.
2. Овчаренко, Г.И. Безупрочные цементно-золные композиции / Г.И. Овчаренко, Е.Ю. Хижинкова, Н.В. Музалевская, Т.С. Балабаева // Известия вузов. Строительство, 2010 - №9. – С. 73-75.

Хижинкова Е.Ю. - к.т.н., доцент, **Музалевская Н.В.** - аспирант, **Конюшенко Е.С.** - студент, **Костик М.В.** - студент, Алтайский государственный технический университет, E-mail: egogo1980@mail.ru.