

Рисунок 5 – Морозостойкость бетонных образцов, твердевших в нормальных условиях в течение 28 суток, с введёнными вовнутрь композициями проникающей гидроизоляции и отдельными солями

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Овчаренко Г.И. Роль солей в составах гидроизоляции проникающего действия для бетонов [Текст] / Г.И. Овчаренко, Н.Г. Бровкина, В.Г. Быков, М.П. Изосимов // Известия вузов. Строительство. – Новосибирск, 2010. – С. 28 – 34.
2. Бровкина Н.Г. Влияние солей проникающей гидроизоляции на фазовый состав и пористость цементного камня [Текст] / Н.Г. Бровкина, Г.И. Овчаренко, В.Г. Быков, М.П. Изосимов // Вестник Южно-

Уральского государственного университета. – Челябинск, 2010. – С. 19 – 21.

Бровкина Н.Г. – аспирант, Алтайский государственный технический университет; Верченко Б.И. – главный инженер Майминского ЖБИ; Горн К.С. – аспирант, Алтайский государственный технический университет, E-mail: egogo1980@mail.ru.

УДК 691.328

САМОНАПРЯЖЕННЫЕ БЕТОНЫ НА ОСНОВЕ ВЫСОКОКАЛЬЦИЕВЫХ ЗОЛ ТЭЦ

А.В. Вебер, Л.С. Брыкина, О.А. Гаин, Ю.А. Веригин

В статье освещены основы использования высококальциевых зол уноса ТЭЦ в качестве расширяющейся добавки для самоупроченных бетонов. Приведены результаты исследования самоупроченности, даны рекомендации по применению самоупроченных бетонов.

Ключевые слова: самоупроченный бетон, напрягающий цемент, расширяющаяся добавка, высококальциевые золы ТЭЦ.

ВВЕДЕНИЕ

Отличительной особенностью железобетона является большая разность, в несколько десятков раз, предельных деформаций стали и бетона при растяжении. Подобное явление обуславливает применение напрягаемой арматуры в изгибаемых и растянутых элементах конструкций. Предварительно напряженные железобетонные конструкции (ПНЖБК) получили широкое распространение во всех отраслях строительства, ввиду их большей жесткости, выносливости, трещиностойкости, прочности, уменьшенного расхода ста-

ли за счет применения напрягаемой арматуры высоких марок, по сравнению с ненапряженными ЖБК. Создание натяжения арматуры в классической заводской технологии производства ЖБК осуществляется: перед бетонированием конструкции – натяжением на упоры механическим, электротермическим или комбинированным способом (преднапряженные ЖБК), после бетонирования конструкции – натяжением на бетон механическим способом (постнапряженные ЖБК).

Подобная технология сложна и трудоемка, сложно осуществима при монолитном

способе возведения, а усадка и ползучесть бетона не позволяют в полной мере воспользоваться преимуществами ПНЖБК. В качестве альтернативного способа создания напряжения в арматуре, предложенным В.В. Михайловым ещё в 1953 году, является применение напрягающего бетона на напрягающем цементе (НЦ), который представляет собой обычный портландцемент с введением расширяющей добавки (РД).

Использование самоупрочения в бетонах позволяет напрягать арматуру во всех направлениях, как в сборных, так и в монолитных конструкциях, компенсировать деформации усадки и ползучести, проектировать новые типы конструкций, в том числе предсамоупроченные, с двух- и трехосным напряжением, с улучшенными деформативными, прочностными, эксплуатационными свойствами.

Однако, высокая стоимость глиноземистого цемента в составе НЦ, особенности проектирования и производства, скептическое отношение инженеров к самоупроченным ЖБК оставили данную технологию невостребованной, сделав её прерогативой лишь для немногих конструкций специальных сооружений – резервуары, метрополитены, тоннели, эксплуатируемые преимущественно во влажных условиях.

Один из материалов, способствующих расширению растворов и бетонов, - высококальциевая зола (ВКЗ) ТЭЦ. Благодаря ее фазовому составу, включающему алюминаты кальция, алюмоферритно-стекловидную фазу, ангидрит, свободные CaO и MgO, расширение будет обеспечиваться как за счет гидратации «пережженных» оксидов кальция и магния, так и за счет образования дополнительного количества этtringита и этtringитоподобных фаз. Однако при оценке степени расширения золосодержащих композиций необходимо учитывать постоянно изменяющийся состав ВКЗ.

Целью данной работы является выявление зависимости величин самоупрочения от свойств ВКЗ путем оценки статистических данных.

СЫРЬЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

В исследовании применялись следующие сырьевые материалы отвечающие требованиям нормативных документов:

- портландцемент Голухинского цементного завода М400Д20 (ГОСТ 10178);

- щебень из гравия масальского, Неверовского или Шульгинского карьеров (ГОСТ 10260);
- песок речной обской (ГОСТ 8736);
- ВКЗ барнаульской ТЭЦ-3 (ГОСТ 25818 -91);
- суперпластификаторы Реламикс, Зика;
- гипс строительный Г-5 (ГОСТ 125-79);
- вода (ГОСТ 23732).

Производились следующие оценки свойств золы (таблица 1): критерий ΔT – экзотермический эффект ранней гидратации ВКЗ, тонкость помола по остатку на сите № 008, нормальная густота зольного теста, сроки схватывания, количество свободного оксида кальция (этило-сахаратный метод).

Таблица 1 – Свойства ВКЗ

№	$\Delta T, ^\circ C$	Содержание CaO, %			Сроки схватывания, мин	
		Откр	Загр	Сумм	Нач	Кон
1	7,5	4,7	1,9	6,6	10	20
2	7,0	5,0	1,1	6,1	15	45
3	8,0	3,4	0,6	4,0	10	45

Самоупрочение измерялось в металлических кондукторах на образцах-призмах размером 50×50×200 [1]. В качестве контрольных составов тяжелых бетонов были выбраны бетоны М400 и М600. В эти составы вводилась РД в виде ВКЗ, заменяющая часть инертного заполнителя, в количестве 50, 100, 150% от массы цемента. Кроме того, исследовались те же составы, но с 10% добавкой строительного гипса от массы цемента. На каждый состав использовалось три кондуктора. Измерение кондукторов производилось на индикаторе часового типа ИЧ-10 (рисунок 1), непосредственно до ТВО и после нее; показания снимались при комнатной температуре образцов в одном помещении.



Рисунок 1 - Индикатор часового типа ИЧ-10 на репере кондуктора с образцом-призмой 50×50×200 по [1]

ТВО проходила по режиму: 3 часа предварительной выдержки, 3 часа подъем температуры до 60 градусов, 3 часа изотермической выдержки и 8 часов остывание до температуры 30 градусов. Режим ТВО соответствует режиму барнаульского КЖБИ-2

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По показаниям величины удлинения по формуле

$$\bar{R}_{bsn} = \frac{\Delta}{L_{обр}} \mu_{пр} E_s \text{ (п. 12 приложение 4 [1])},$$

где Δ и $L_{обр}$ – соответственно полная деформация образца в процессе самонапряжения бетона и его длина; $\mu_{пр}$ – приведенный коэффициент армирования образца, принимаемый равным 0,01; E_s – модуль упругости стали принимаемый равным 200000 МПа; вычислялось самонапряжение для трех кондукторов с одним составом бетона и определялось среднее значение (таблица 2).

Как видно из результатов испытаний величина самонапряжения бетона коррелирует с основностью золы и пропорциональна её количеству, рисунок 2. Введение 10% строительного гипса в состав бетона увеличивает самонапряжение примерно в два раза. Однако следует сказать, что большое количество золы и гипс увеличивают водопотребность бетонной смеси, снижают её удобоукладываемость, уменьшают сроки сохранности подвижности.

$$\text{Самонапряжение} = 9,7725 - 2,5429 \cdot x - 0,007 \cdot y + 0,2991 \cdot x^2 + 0,0008 \cdot x \cdot y + 0,0002 \cdot y^2$$

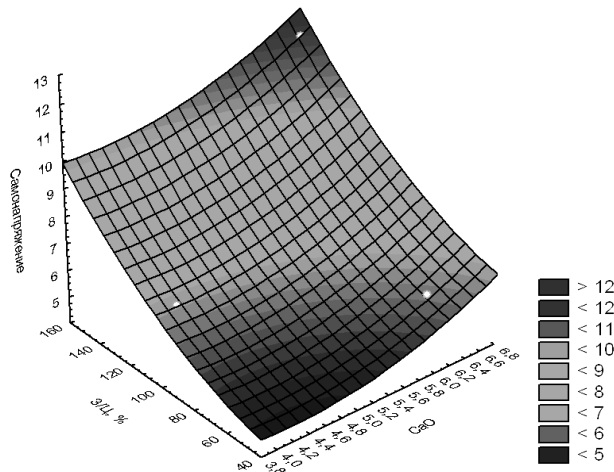


Рисунок 2 – Зависимость самонапряжения от $CaO_{своб}$ и количества золы (бетон М400)

ВЫВОДЫ

1. Среднестатистическая зола, в том числе с добавкой строительного гипса, позволяет получить бетон с величиной самонапряжения от 10 до 25 кгс/см² (1,0-2,5 МПа), что позволяет рассматривать её как расширяющий, так и напрягающий компонент.

ваемость, уменьшают сроки сохранности подвижности.

Таблица 2 - Самонапряжение бетона

Марка бетона	ВКЗ, %	Величина самонапряжения, кгс/см ²		
		Зола №1	Зола №2	Зола №3
М400/ М400+гипс	50	6,3/-	6,4/11,5	4,5/9,1
	100	7,9/-	7,5/14,3	6,8/10,7
	150	11,7/-	10,0/17,6	9,1/15,2
М600/ М600+гипс	50		5,6/12,2	-/11,2
	100		8,0/17,4	-/18,9
	150		11,3/22,5	-/24,0

В качестве альтернативного применения самонапряженного бетона планируется рассмотреть балочные и стержневые конструкции, предварительно оценив результаты испытаний на малых образцах и в расчетных комплексах.

В балочных конструкциях (плиты перекрытия, дорожные балки и т.д.) самонапряжение бетона позволит увеличить трещиностойкость и прочность конструкции, а в стержневых, таких как сваи или крупногабаритные колонны, позволит эффективно использовать конструктивную спиральную проволочную обмотку, за счет создания обжатия бетона, и полностью отказаться от заводских работ по напряжению продольной рабочей арматуры.

2. Самонапряжение бетона пропорционально количеству золы и содержанию в золе свободной извести.

3. Дополнительная добавка 10% строительного гипса увеличивает самонапряжение примерно в два раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пособие по проектированию самонапряженных железобетонных конструкций (к СНиП 2.03.01-84)
2. Михайлов, В.В. Расширяющийся и напрягающий цементы и самонапряженные железобетонные конструкции. – М. Стройиздат, 1974. – 312 с.

3. Овчаренко, Г.И. Золой углей КАТЭКа в строительных материалах / Г.И.Овчаренко - Изд-во Краснояр. Ун-та, 1992. - 216 с.

4. Овчаренко, Г.И. Оценка свойств зол углей КАТЭКа и их использование в тяжелых бетонах / Г.И. Овчаренко, Л.Г. Плотникова, В.Б. Францен - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 1997. – 149 с.

Вебер А.В. - магистр, Брыкина Л.С. - студент, Гаин О.А. - студент, Веригин Ю.А. – д.т.н., профессор, Алтайский государственный технический университет, E-mail: 584orvb@mail.ru.

УДК 666.952.2

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СМЕСИ КИСЛЫХ И ВЫСОКОКАЛЬЦИЕВЫХ ЗОЛ ТЭЦ В ПРОИЗВОДСТВЕ АВТОКЛАВНОГО КИРПИЧА

А.В. Викторов, В.Б. Францен, А.С. Денисов, В.Ф. Хританков

Показано, что из смеси кислых (от сжигания кузбасских каменных углей) и высококальциевых (от сжигания бурых углей Канско-Ачинского Бассейна) зол ТЭЦ после предварительной автоклавной обработки ВКЗ можно получить силикатный кирпич относительно высокой прочности. Однако для обеспечения повышенной прочности и морозостойкости материала необходимо оптимизировать основность вяжущего.

Ключевые слова: высококальциевые золы ТЭЦ, кислые золы ТЭЦ, силикатный кирпич, основность вяжущего.

ВВЕДЕНИЕ

Как известно, в зарубежных странах более 60% зол и ЗШО перерабатывается в полезный продукт. В СССР же переработке подвергалось только 4-5% топливных отходов [1], в современной России – около 11%.

Одна из главных проблем при переработке кислых ЗШО в строительные материалы – это наличие в составе большого количества недогоревших коксовых остатков (очень часто более 10%). По этой причине кислые ЗШО сами по себе, без добавок и какой-либо дополнительной обработки, являются низкокачественным сырьем для производства СМ (большое количество ППП резко снижает прочность и морозостойкость золосиликатного камня) [2].

В некоторых регионах Сибири имеются как кислые ЗШО от сжигания каменного угля, так и высококальциевые золы – от сжигания бурых углей КАТЭКа. Основным недостатком ВКЗ при использовании их в качестве сырья для производства СМ является наличие в их составе значительного количества свободно-

го «пережженного» оксида кальция. СаОсв, если его не погасить или не связать, приводит к развитию деструктивных процессов в структуре СМ. Основным материал, в который следует перерабатывать ЗШО и ВКЗ – аналог силикатного кирпича, т.к. это очень компактный материал, что выгодно как для применения в строительстве и при осуществлении ликвидации золоотвалов.

СЫРЬЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В качестве сырьевых материалов использовались: 3 пробы высококальциевой электрофильтовой золы от сжигания бурого угля КАТЭКа на ТЭЦ-3 (БУЗ), одна проба электрофильтовой золы от сжигания кузнецких каменных углей марки Г на Новосибирской ТЭЦ-5 (КУЗ), 3 пробы золошлака (ЗШО) из отвала ТЭЦ-2, одна проба кислой золы из шлама после скруббера ТЭЦ-2 от сжигания кузнецкого угля марки СС (КУЗ), одна проба кислого шлака из-под котла ТЭЦ-2 от сжигания кузнецкого угля, одна проба высококальциевого шлака из-под котла ТЭЦ-3, известь