

УДК 666.022

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАЗОБЕТОНА**

Косых А.В., Вихрева Н.Е.

*Братский государственный технический университет, Братск*

**Темпы жилищного и гражданского строительства в Восточной Сибири и соседних регионах сдерживаются высокой себестоимостью строительства. Основным резервом для снижения стоимости является замена дорогостоящих традиционных материалов, в частности стеновых, на альтернативные материалы- Ячеистые бетоны из техногенных промышленных отходов.**

Данные, приведенные академиком В. Дидковским в газете «Комсомольская правда» от 12.02.97 г., позволяют сравнить себестоимость

строительства крупнопанельных зданий и кирпичных домов.

**Таблица 1.** Себестоимость строительства 1 кв.м в домах разного типа в 1996 г. по регионам России

Регион	крупнопанельные 9-эт. дома	кирпичные 9-эт. дома	монолитные
Московская обл.	1992	1868	2268
Ленинградская обл.	2275	3442	2888
Красноярский край	2974	3336	-
Иркутская обл.	3945	3613	-
Приморский край	3025	3625	3395
Хабаровский край	2838	3147	-

Из таблицы 1 видно, что кирпич перестает быть материалом для избранных. Стоимость кирпичных домов почти не отличается от стоимости панельных, а подчас даже меньше. Кирпич хорош с точки зрения экологии, но обладает низкими теплозащитными свойствами. Плотность кирпича на 60-70% выше, чем у легких бетонов на пористых заполнителях и в 2,5-3 раза больше средней плотности ячеистых бетонов. Кроме того, применение ячеистых бетонов способствует снижению веса зданий и повышению эффективности труда в строительстве и в итоге приводит к снижению себестоимости 1 м<sup>2</sup> жилья.

Согласно данным Академии инвестиций и экономики строительства Российской Федерации самым экономичным материалом для массового строительства в России признаны мелкие бетонные блоки, обладающие высокими теплоизоляционными свойствами. Америка производит их столько же сколько Россия кирпича.

Наружные стены жилых и промышленных зданий из ячеистого бетона на 20-40% легче стен из бетонных и железобетонных панелей и в 3-5

раз легче кирпичных, а их стоимость на 10-40% ниже.

Капиталовложения при организации производства изделий из ячеистого бетона также на 10-40% меньше, чем изделий из легких бетонов или кирпича. Эти показатели характеризуют эффективность применения изделий и конструкций из ячеистого бетона средней плотности 700 кг/м<sup>3</sup> и прочности на сжатие 5 МПа.

При использовании бетонов марки 500 вместо 700 толщина конструкций может быть уменьшена еще на 25%.

Снижения себестоимости изделий можно достичь при максимальном вовлечении в производство многотоннажных техногенных отходов промышленных предприятий регионов. В городе Братске остро стоит проблема утилизации золонос ТЭЦ-7, которые образуются от сжигания Ирша - Бородинских углей с подшихтовкой углями других месторождений. Данные по усредненному химическому составу золы и ее физическим характеристикам приведены ниже в таблице 2.

**Таблица 2.** Химический состав золы – унос ТЭЦ-7

Поле золы	Содержание, %					
	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO
1	7,81	7,81	0,593	13,7	14,8	2,64
2	46,9	8,85	0,701	15,0	21,75	3,795

Физические свойства золы – унос: истинная плотность –  $2,75 \text{ г/см}^3$ , насыпная плотность –  $1,02 \text{ г/см}^3$ , остаток на сите № 008 – 1,03 %, пористость – 36 %, влажность – 1,3 %

Из характеристик, приведенных выше, следует, что золы Ирша – Бородинского месторождения являются высококальциевыми, но ожидать высокой скорости их структурообразования не приходится, т.к. поверхность зерен золы оплавлена и, следовательно, переход  $\text{CaO}$  в  $\text{Ca(OH)}_2$  затруднен. Если перемешивать золы в жестких смесях, содержащих кварцевый песок, возможна некоторая ее активация, тогда как смеси для приготовления газобетона по литьевой технологии требуют высокого водосодержания [1] и фактически представляют высококонцентрированные суспензии.

В работах, опубликованных нами ранее [3], показана эффективность применения лигниносодержащих отходов сульфатной переработки древесины в качестве воздухововлекающих добавок в строительные растворы и легкие бетоны на пористых заполнителях. Однако текучие смеси и суспензии с высокой концентрацией мелкодисперсных частиц не способствуют эффективному поверхностному натяжению систем, что даже в точке ККМ (критической концентрации мицеллообразования) ПАВов, не позволяет удерживать пузырьки воздуха в смесях.

В данной работе исследовался наиболее технологичный отход Братсккомплехсхолдинга – шлам холодного отстоя (ШХО).

Шлам холодного отстоя представляет собой сложный по составу, аморфный, полидисперсный, полифункциональный сополимер, состоящий на 90% из структурных фрагментов лигнина.

По данным Сибирского НИИ целлюлозы и картона, максимальная растворимость ШХО в растворах  $\text{NaOH}$  различных концентраций составляет 95%, нерастворимую часть (около 5%) представляют механические примеси, опилки и т.п.

Модификацию ШХО в промышленных условиях осуществляют по следующей схеме (см. рис. 1)

Сущность процессов, происходящих при щелочной обработке ШХО заключается в нейтрализации кислоты, с образованием щелочной среды  $\text{pH}=(10-11.5)$ , в которой происходит растворение низкомолекулярной составляющей лигнина с образованием водорастворимых натриевых соединений, водные растворы которых, обладают ярко выраженными поверхностно-активными свойствами. При оптимальных концентрациях их водные растворы имеют поверхностное натяжение в 2 раза меньше, чем у воды.

Таким образом, их эффективность аналогична широко известной добавке СНВ, при ее оптимальной дозировке.

Для оценки степени поризации цементно-зольных суспензий исследовались смеси с различным содержанием золы и цемента. Замерялась средняя плотность смеси с добавкой: после приготовления, после пропаривания и в сухом состоянии. Влияние добавки ШХО на цементно-зольные суспензии и продукты их гидратации показано на рис. 2.

Из данных представленных на рис. 2 видно, что введение ШХО с водой затворения в турбулентный смеситель, в котором перемешиваются цементно-зольные суспензии, позволяет снизить среднюю плотность смеси на  $400 - 600 \text{ кг/м}^3$ . Очевидно, что оптимальная дозировка ШХО – 0, 3 % от массы сухих компонентов, она позволяет обеспечить воздухововлечение в объеме 20-30%. Из-за снижения вязкости систем увеличивается диаметр расплыва смеси на вискозиметре Суттардах: в зависимости от В/Т на 3-4 см, что, безусловно, скажется положительно на способности смеси к газообразованию. Таким образом, при введении воздухововлекающих ПАВ на смесях с меньшей текучестью можно получать матрицу с меньшей плотностью.

В результате исследований пришли к выводу, что из-за невысокой гидравлической активности золы и пассивирующего действия ПАВ сроки схватывания цементных суспензий меньше, чем у тех которые содержат золу и ШХО. При введении алюминиевой пудры конец газовыделения не совпадает с началом структурообразования смеси.

Согласно данным, приведенным Глуховским и Руновой [1] эффективным ускорителем твердения цементно-зольных композиций может быть жидкое стекло, полученное из силикат-глыбы. Нами готовилось жидкое стекло на основе аморфного микрокремнезема – отхода цеха кристаллического кремния АООТ «Братский алюминиевый завод».

Стекло варили по методике, разработанной на кафедре СМиТ БрГТУ [2]. Для экспериментов готовили стекло с силикатными модулями 1-3 и средней плотностью  $1,42-1,52 \text{ г/см}^3$ . Исследования показали, что значимое ускорение твердения наблюдается при введении жидкого стекла 5% от массы сухих компонентов. Механизм действия жидкого стекла, как ускорителя твердения можно объяснить двояко:

- Во-первых при увеличении щелочности среды ускоряется процесс гидратации цемента ( $\text{pH}$  жидкого стекла 13-14,  $\text{pH}$  цемента 10-11)

- Во вторых, жидкое стекло вступает во взаимодействие с золой и выделяющиеся низко-

основные гидросиликаты кальция, являются цементирующими веществами для цемента и золы. Как показали предварительные исследования, взаимодействие жидкого стекла с золой начинается через 1-2 минуты после начала перемешивания.

Более высокие дозировки жидкого стекла от 5 до 10% не позволяют зафиксировать конец схватывания, т.к. он наступает практически одновременно с началом структурообразования, что нежелательно. Содержание жидкого стекла 5% от массы сухих компонентов ускоряет реакцию газовыделения и повышает коэффициент использования алюминиевой пудры, что положительно сказывается на плотности образцов и коэффициенте качества [1].

Результаты иллюстрирует рис. 2. Образцы газобетона при средней плотности в сухом состоянии 1025-1058 кг/м<sup>3</sup> имели прочность при сжатии 7,4-8,0 МПа, что достаточно для стеновых материалов. При средней плотности 650-690 кг/м<sup>3</sup> прочность при сжатии составила 1,3-1,9 МПа. Коэффициент качества таких ячеистых бетонов 75-84, что позволяет сделать вывод об эффективности ячеистых бетонов, твердеющих в условиях ТВО. В автоклаве прочностные характеристики значительно возрастут.

Дополнительным резервом для повышения физико-механических характеристик газобето-

нов явилось использование вибровспучивания взамен литьевой технологии. При использовании высоковязких смесей, водотвердое отношение которых на 50 – 55% меньше, чем у тех смесей которые вспучиваются без воздействия тиксотропии.

Формы вибрируют горизонтально направленными колебаниями с частотой 50 Гц (3000 сек<sup>-1</sup>) и амплитудой 0.1 см. образцы бетона, полученного по вибротехнологии имеют следующие характеристики – средняя плотность – 500-700 кг/м<sup>3</sup>, прочность при сжатии 7,5 –10 МПа соответственно.

#### Список литературы:

1. Глуховский В.Д., Рунова Р.Ф., Шейнич В.А., Гелевера А.Т. – Основы технологии отделочных, тепло- и гидроизоляционных материалов. – Киев: Вища школа, 1986
2. Карнаухов Ю.П., Шарова В.В. Жидкое стекло из отходов кремневого производства для шлакощелочных и золощелочных вяжущих М.: «Строительные материалы №11».
3. Патент № 2086519 МКИ БС 04 В 38/10 БИ 10.08.97 - № 22 «Пенообразователь для изготовления пенобетона», Косых А.В., Карнаухов Ю.П., Синегибская А.Д. и др.

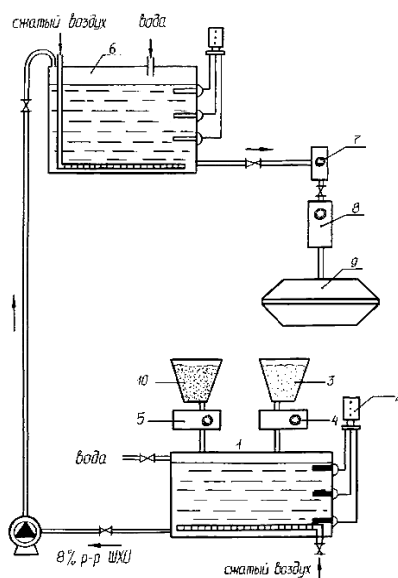


Рис. 1. Схема приготовления добавки ШХО

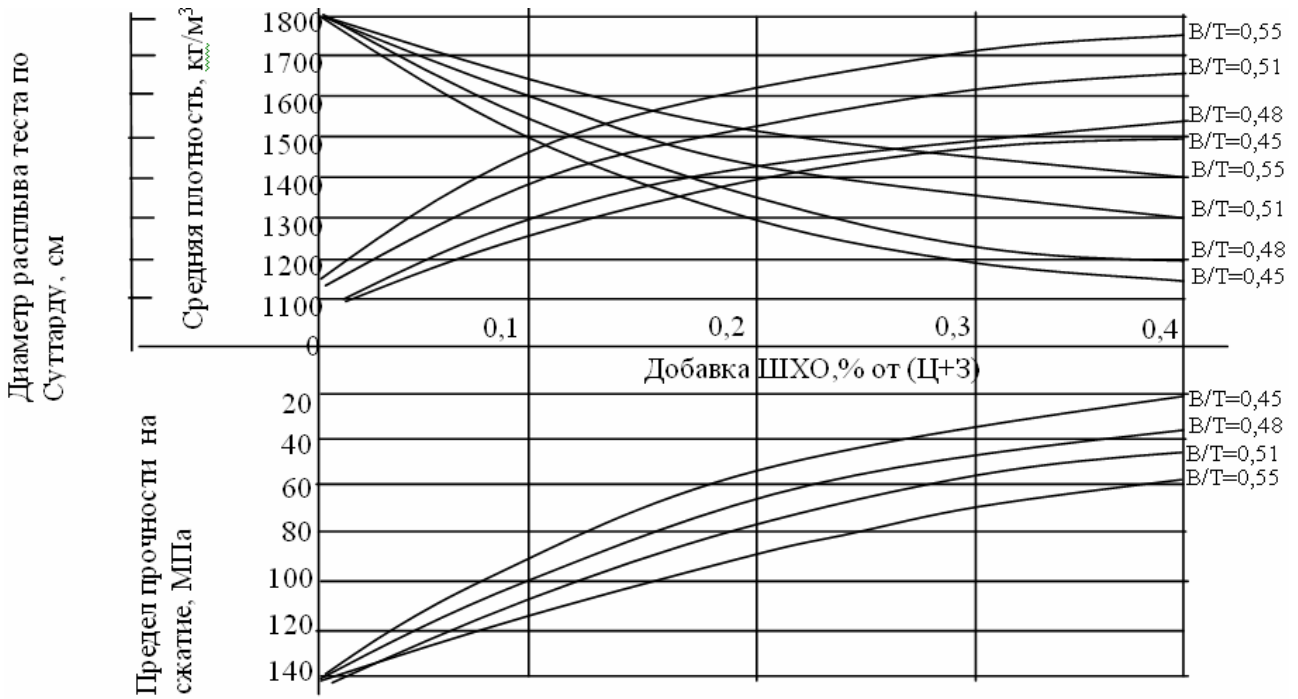


Рис. 2. Зависимость характеристик цементно-зольных суспензий и камня из них(состав Ц:З=1:3) от расхода ШХО

**Increase of efficiency aerocrete**

Kossyh A.V., Vihreva N.E.

The rates of housing and civil construction in Eastern Siberia and surrounding regions are restrained by high cost price of construction. The basic reserve for decrease of cost is the replacement of expensive traditional materials in particular wall, on alternative materials – cellular concrete from technological industrial refuses.