

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА НА ОСНОВЕ ВЫСОКОКАЛЬЦИЕВЫХ ЗОЛ

Ю.В. Щукина, Р.И. Гильмияров, С.И. Чиженко, Г.И. Овчаренко

Представлены результаты использования вяжущих на основе высококальциевой золы ТЭЦ от сжигания Канско-Ачинских бурых углей в производстве автоклавных газобетонов с уменьшением доли вводимой извести. Установлено, что данная технология позволяет одновременно сократить производственные затраты, а также улучшить технические характеристики автоклавного стенового материала. Исследован фазовый состав золосодержащего газобетона.

Ключевые слова: высококальциевые золы, золопортландцемент, автоклавный газобетон, пластическая, марочная прочность, рентгенофазовый анализ.

ВВЕДЕНИЕ

В производстве строительных материалов предусматривается преимущественное развитие технологий, обеспечивающих снижение стоимости, материалоемкости и трудоемкости строительства, а также повышение теплозащитных свойств получаемых изделий. С этих позиций развитие получают эффективные строительные материалы автоклавного твердения, такие как ячеистобетонные изделия, изготавливаемые по энергосберегающей технологии. Автоклавная технология производства позволяет частично заменить постоянно возрастающие в цене традиционные вяжущие, такие как известь и, особенно, портландцемент, недефицитным сырьем – золами твердых топлив.

СЫРЬЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В качестве основных сырьевых материалов для производства изделий из автоклавного газобетона были использованы: портландцемент Голухинского цементного завода М400Д20; известь строительная с содержанием активных СаО и MgO 63,34 %; высококальциевая зола ТЭЦ-3 г. Барнаула (БУЗ), полученная путем сжигания бурых углей Канско-Ачинского бассейна с содержанием свободной открытой извести $\text{CaO}_{\text{отк}}^{\text{св}}$ 3,9 %, свободной общей извести $\text{CaO}_{\text{общ}}^{\text{св}}$ 5,5 %; кварцевый песок Черемного месторождения, помолотый до остатка на сите №008 – 5 %.

В качестве контрольного был принят состав конструкционно-теплоизоляционного газобетона средней плотности 700 кг/м^3 Барнаульского завода ячеистых бетонов (ЗЯБ) со следующим расходом сырьевых компонентов кг/м^3 : портландцемент – 130; известь – 135;

молотый кварцевый песок в виде шлама – 380.

Учитывая, что при помоле свойства золы улучшаются, зола совместно с готовым портландцементом размалывалась в соотношении 50/50, 60/40 и 70/30 при энергии 75 % от затрат энергии помола клинкера на цемент. Полученным золопортландцементом (ЗПЦ) в составе газобетона замещались 100 % цемента и от 50 до 100 % извести. При этом при замене 100 % извести расход цемента был таким же, как и в контрольном составе, а вместо извести использовалась зола. При замене 50 % извести расход цемента составлял 75 % от заводского состава, а расход извести составлял 50 %.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Известь в автоклавном газобетоне выполняет не только роль вяжущего, но и служит интенсификатором газовыделения. Эксперименты показали, что даже в безизвестковых составах на ЗПЦ достигается требуемая высота вспучивания массива.

От ускоренного структурообразования газобетонных смесей зависит время нахождения массива в форме до распалубки и резки. Поэтому исследование реологических характеристик таких систем является обязательным этапом. Как видно из рисунка 1 разработанные составы обеспечивают более ранний набор структурной прочности в 2,5 кПа на 30-60 минут в зависимости от состава. Это способствует увеличению производительности предприятия на составах с применением ЗПЦ.

Следующей важной характеристикой является прочность после автоклавной обработки. Поэтому была проведена работа по

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА НА ОСНОВЕ ВЫСОКОКАЛЬЦИЕВЫХ ЗОЛ

изучению газобетона при различных соотношениях сырьевых материалов и нахождению оптимального состава при разных параметрах автоклавной обработки. В результате эксперимента установлено, что преимущество данного газобетона является на 50-

100 % сниженный расход извести и на 0-25 % - портландцемент. Это обеспечивает получение более высоких прочностных характеристик материала при параметрах водяного пара не менее 175 °С (рисунок 2).

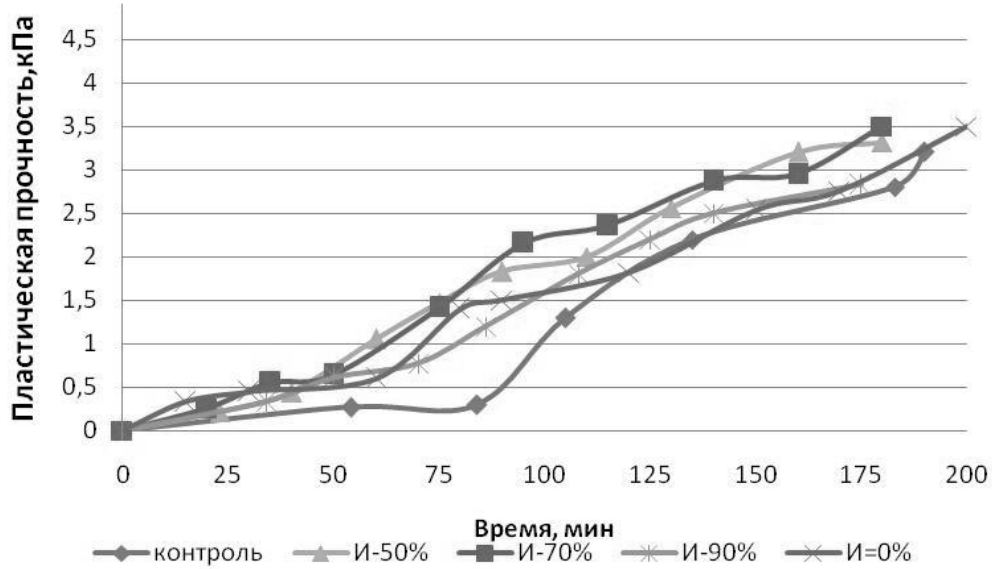


Рисунок 1 – Зависимость пластической прочности автоклавного газобетона от состава сырьевой смеси на ЗПЦ с содержанием БУЗ 50 %

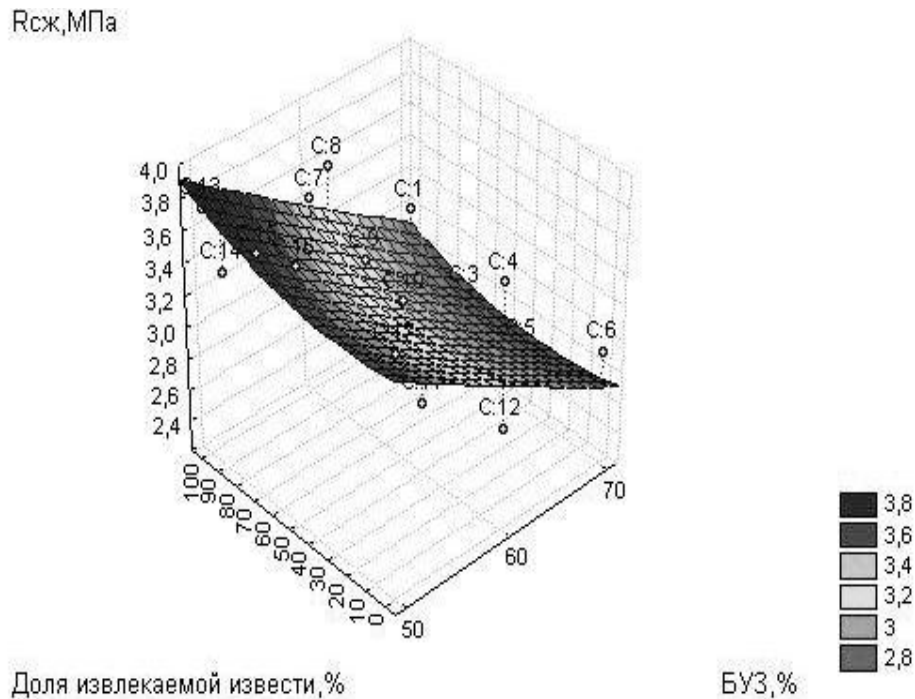


Рисунок 2 – Зависимость прочности составов от количества извлекаемой извести и содержания БУЗ в ЗПЦ при режиме запаривания 8 часов 10 атмосфер

Исследование фазового состава показывает, что автоклавированный камень из контрольной газобетонной массы, на основе

извести, портландцемента и кварцевого шлама по данным РФА содержит следующие основные фазы: 11,3 Å тоберморит $d/n =$

11,30; 2,97; 2,15; 2,00; 1,84 Å, Ca(OH)₂ d/n = 4,93; 2,63; 1,93; 1,8 Å, C-S-H (I) d/n = 3,079; 2,80; 1,82 Å, гидрогранаты d/n = 5,06; 3,34; 2,44; 2,32 Å, гиrolит d/n = 4,25; 3,85; 3,16 Å (рисунок 3).

При запаривании высококальциевой золы в камне по данным РФА в золе синтезируется тоберморит d/n = 11,30; 3,07; 2,97; 2,28; 2,01 Å, гидрогранаты d/n = 5,08; 4,4; 2,53; 2,27 Å, гидросиликаты кальция d/n = 3,07; 1,84; 1,67 Å (рисунок 3).

При автоклавировании золо-цементно-известково-кварцевой газобетонной массы отмечается синтез тоберморита d/n = 11,30; 5,47; 3,52; 2,97; 2,16; 2,0 Å, а также гидрогранатов d/n = 4,39; 3,35; 2,53; 2,24 Å, гидросиликатов кальция d/n = 3,07; 1,82; 1,67 Å, карбонатов кальция d/n = 3,03; 2,84; 2,28; 2,09 Å и гиrolита d/n = 3,83; 3,09; 2,85; 2,80 Å.

Сопоставление фазового состава известково-цементно-кварцевой и золо-цементно-известково-кварцевой композиций не дает прямого ответа на причины более высокой прочности золосодержащих составов. Как известно, гидрогранаты кальция, обладая кубической сингонией, играют структурно-активную роль только в плотных прессованных материалах и в газобетонных смесях они не должны обладать преимуществами. Судя по потерям массы, как тоберморита, так и C-S-H (I) фазы в золосодержащих композициях

несколько меньше, чем в контрольном составе. Возможно, повышенная прочность связана с оптимальным распределением гелевидной и кристаллических фаз, а также с отрицательной ролью избыточного портландита в заводском составе, который отсутствует в зольных композициях.

Важнейшим свойством ячеистого бетона, определяющими его долговечность и надежность изделий из него, является морозостойкость и усадка при высыхании.

В результате проведенного эксперимента установлено, что полученный автоклавный газобетон обладает морозостойкостью не менее 25 циклов, при этом у составов на основе высококальциевой золы наблюдается увеличение прочности от 10 до 80 %.

Наибольшей усадкой при высыхании (2,25 мм/м) при хранении в среде с t=19...21 °C и относительной влажностью 50 – 70 %, обладают изделия из контрольного заводского газобетона, цементируемые вещества которого представлены плохо закристаллизованной массой с относительно большим содержанием C-S-H (I). Увеличение количества тоберморита в новообразованиях золосодержащих газобетонов и улучшение их кристаллического состояния приводит к снижению усадки на 14 – 36 %. При этом, значение усадочных деформаций ниже в безизвестковых составах.

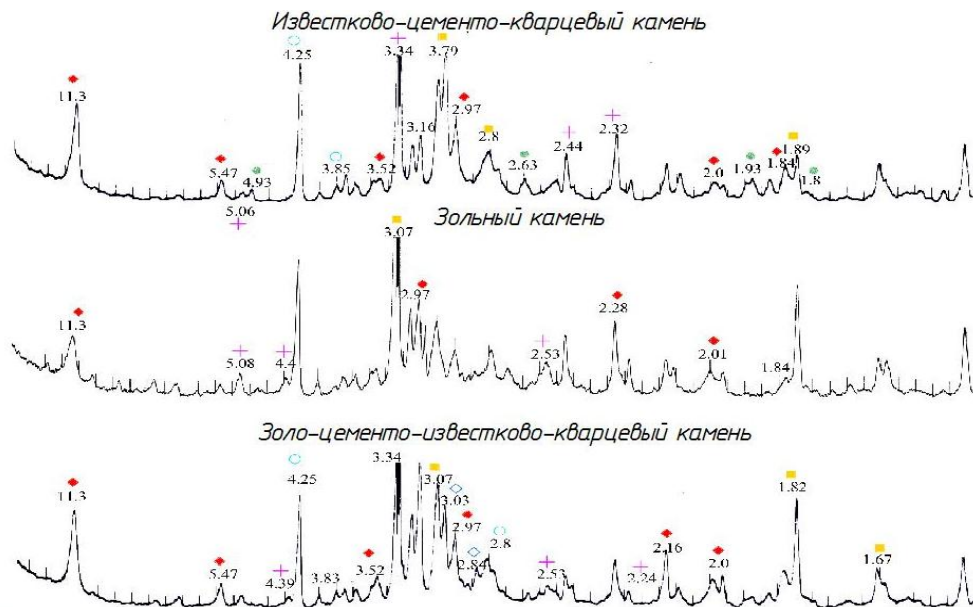


Рисунок 3 – Рентгенограммы продуктов гидратации автоклавного газобетона

ВЫВОДЫ

1. Для составов газобетона на основе ЗПЦ имеется оптимум по содержанию извести (И), который составляет 0 – 10 % от ее ис-

ходного содержания. Также на прочность газобетонных образцов влияют режимы запаривания. Так максимальная прочность газобетона на основе ЗПЦ достигается при пара-

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА НА ОСНОВЕ ВЫСОКОКАЛЬЦИЕВЫХ ЗОЛ

метрах водяного пара не менее 175 °С (8-10 атм).

2. Частичное или полное исключение извести в составах автоклавного газобетона на ЗПЦ сокращает время выдержки массива до резки.

3. Использование ЗПЦ для производства автоклавного газобетона позволяет снизить

расход извести на 50 – 100 % по сравнению с контрольным заводским составом. Из такой сырьевой шихты возможно получение автоклавного газобетона, свойства которого соответствует требованиям ГОСТ 31360–2007: по плотности, прочности, усадке при высыхании и морозостойкости F25.

УДК 666.973.6

НЕАВТОКЛАВНЫЙ ЗОЛОСОДЕРЖАЩИЙ ГАЗОБЕТОН, ТВЕРДЕЮЩИЙ НА МОРОЗЕ

Ю.В. Щукина, К.С. Кулиш

В статье изложены результаты исследования влияния высококальциевых зол ТЭЦ от сжигания Канско-Ачинских бурых углей и химических добавок на свойства неавтоклавного газобетона, твердеющего на морозе. Предложен способ производства неавтоклавного газобетона в условиях отрицательных температур, который позволяет существенно снизить технологические затраты и улучшить свойства материала.

Ключевые слова: неавтоклавный газобетон, химические добавки, высококальциевые золы, пластическая, марочная прочность.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы в России, из-за относительно небольших капиталовложений, по сравнению с автоклавной технологией, широкое распространение получило производство неавтоклавных стеновых газобетонных блоков на основе цемента и немолотого песка. Главным преимуществом такой технологии является возможность организации производства продукции практически в любых условиях. Однако, в качестве её недостатков можно отметить длительность полного цикла в технологии без пропаривания, повышенную плотность материала (850 - 950 вместо 650 – 700 кг/м³) для обеспечения минимально допустимой прочности в 2,5 МПа (В 1,5), повышенную усадку блоков при эксплуатации (до 3 мм/м). Существующие способы устранения данных недостатков (помол песка, тепло-влажностная обработка изделий) требуют существенных капиталовложений, что не всегда экономически доступно для малых предприятий.

Практически все отмеченные недостатки неавтоклавного газобетона и технологии его производства устраняются при использовании вместо немолотого песка высококальциевых зол ТЭЦ (ВКЗ) от сжигания Канско-Ачинских углей [1, 2].

Преимуществом ВКЗ является достаточно высокая удельная поверхность (2300 – 3100 см²/г), наличие вяжущих свойств, содержание свободной извести и проявление температурного эффекта ранней гидратации (ΔT). Использование зол способствует повышению прочности неавтоклавного газобетона с одновременным уменьшением плотности, обеспечением его безусадочности и требуемой долговечности.

При расходе цемента до 300 кг/м³ можно добиться прочности 2,5 – 3,5 МПа при плотности газобетона в 700 кг/м³. В процессе твердения наблюдается расширение образцов газобетона за счет гашения свободной извести золы, а при использовании добавок хлорида и сульфата натрия быстрее протекают обменные реакции по ее связыванию, что уменьшает чрезмерные деформации расширения, которые стабилизируются на отметке около 1 мм/м. Весомым аргументом также является то, что зольный газобетон набирает отпускную прочность уже после 3 – 5 суток нормального твердения.

Одной из основных статей затрат при производстве газобетонных стеновых блоков по неавтоклавной технологии в зимний период является отопление относительно больших производственных и складских площадей, предназначенных для размещения про-