

в) по суммарным площадям

Продолжение Рисунка 13 - Гистограммы распределения пор на глубине 2,0 м

пористости грунта и модуля деформации подтверждают малую эффективность уплотнения лессового грунта трамбовками массой 3,2 т.

2. Уплотнение лессового грунта тяжелыми трамбовками массой 7 т приводит к коренному изменению его микроструктуры. Под действием динамической нагрузки происходит максимальное сближение элементарных частиц грунта, сопровождающееся процессом частичного и полного разрушения агрегатов и микроагрегатов. В результате максимального уплотнения формируется новая матричная структура, отличающаяся от природной минимальной и относительно однородной пористостью массы взаимно заклинившихся частиц, получивших наиболее плотную упаковку и увеличение числа контактов между ними. Это приводит к устранению просадочных свойств лессового основания и повышению его прочностных и деформационных характеристик.

3. Исследование уплотненного грунта на микроструктурном уровне позволило проследить динамику изменения основных структурных элементов лессового грунта – песчано-пылеватых частиц, глинистого материала и пористости на различных горизонтах уплотненной толщи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Осипов В.И., Соколов В.Н., Румянцева Н.А. Микроструктура глинистых пород / Под ред. академика Е.М. Сергеева - М.: Недра, 1989. - 211 с.

Вяткина Е.И. – к.г.-м.н., доцент, Карелина И.В. – к.т.н., доцент, Хоменко В.А. – д.т.н., профессор, Тищенко А.И. – д.т.н., профессор, Алтайский государственный технический университет, E-mail: stf-ofigig@mail.ru.

УДК 666.952.2

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ФАЗОВОГО СОСТАВА АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОКАЛЬЦИЕВЫХ ЗОЛ ТЭЦ

Р.И. Гильмияров, Ю.В. Щукина, Г.И. Овчаренко, А.О. Демченко, Е.Е. Агашкина

Представлены результаты использования вяжущих на основе высококальциевой золы ТЭЦ от сжигания Канско-Ачинских бурых углей в производстве автоклавных газобетонов с уменьшением доли вводимой товарной извести. Исследован фазовый состав золосодержащего газобетона.

Ключевые слова: высококальциевые золы ТЭЦ, золопортландцемент, автоклавный газобетон, рентгенофазовый и дифференциально-термический анализ, состав камня.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в строительстве используется множество различных стеновых материалов, отличающихся прочностными и

теплоизоляционными характеристиками. Одним из наиболее эффективных и востребованных материалов, используемых для возведения ограждающих конструкций, является

силикатный ячеистый бетон автоклавного твердения. Автоклавная технология производства позволяет частично заменить постоянно возрастающие в цене традиционные вяжущие, такие как известь и, особенно, портландцемент, недефицитным сырьем – золами твердых топлив.

Возможность изготовления автоклавного газобетона только на основе высококальциевой золы показана в работах Волженского А.В., Боженова П.И., Галибиной Е.А., Овчаренко Г.И. и др. Применение высококальциевых зол в чистом виде в большинстве случаев затруднительно как из-за большой доли свободной пережженной извести, так и широкого разброса свойств зол, требующего постоянного изменения параметров технологии, подстраивания их под каждую новую партию золы. Поэтому нами предлагается изготовление золо-цементно-кварцевого газобетона. Преимуществами такой композиции является то, что полученный материал менее чувствителен к колебаниям свойств различных партий зол, имеет приемлемые свойства, экономит известь, позволяет уйти от проблем, связанных с производством извести на устаревшем оборудовании.

Анализ многочисленных работ показывает отсутствие единого мнения о механизме и продуктах гидратации сложных кальциево-алюмосиликатных систем. В связи с этим, актуальным становится определение минерального состава новообразований в цементирующей связке автоклавных золосодержащих газобетонах и учет их возможного влияния на свойства материала.

В связи с этим нами были изучены фазовые составы после автоклавной обработки: известково-цементно-кварцевого камня; зольного камня из исходной пробы золы ТЭЦ-3 г. Барнаула; золо-цементно-известково-кварцевого камня.

СЫРЬЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

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%; вы-

сококальциевая зола ТЭЦ-3 г. Барнаула, полученная путем сжигания бурых углей Канско-Ачинского бассейна (БУЗ) (таблица 1); кварцевый песок Черемного месторождения, помолотый до остатка на сите №008 – 5%.

В качестве контрольного был принят состав конструкционно-теплоизоляционного газобетона средней плотности 700 кг/м³ Барнаульского завода ячеистых бетонов (ЗЯБ) со следующим расходом сырьевых компонентов кг/м³: 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.

В качестве контрольного был принят состав конструкционно-теплоизоляционного газобетона средней плотности 700 кг/м³ Барнаульского завода ячеистых бетонов (ЗЯБ) со следующим расходом сырьевых компонентов кг/м³: 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.

По проведенным ранее исследованиям были установлены оптимальные соотношения между сырьевыми материалами в составе газобетонной смеси, которые составляют БУЗ/ПЦ 50/50 и 60/40 с добавлением 10% извести.

Определение фазового состава золы, материалов на ее основе выполняли рентгенофазовым и дифференциально-термическим методами анализа. Дифференциально-термический анализ выполнялся на дериватографе фирмы «Paulik – Paulik - Erdey» в неокислительной среде, которая создавалась закрытым тиглем. Параметры съемки: верхний температурный предел – 1000°С, скорость нагрева – 10 град/мин.

Таблица 1 - Характеристика высококальциевой золы ТЭЦ-3 г. Барнаула

№ п/п	ρ _{нас.} , кг/м ³	ППП%	СаО _{св.} , %	СаО _{общ.} , %	Набор ΔТ, в мин.	ΔТ, С°	Сроки схватывания, мин.		S _{уд.} , см ² /г	Ост. на сите № 008, %	ТНГ, %
							начало	конец			
7	1045	3,03	3,9	5,5	30	7	15	30	2880	5,4	25,3

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ФАЗОВОГО СОСТАВА АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОКАЛЬЦИЕВЫХ ЗОЛ ТЭЦ

Идентификацию фаз осуществляли по общепринятым методикам.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследование фазового состава показывает, что автоклавированный камень из контрольной газобетонной массы, на основе извести, портландцемента и кварцевого шлама по данным ДТА совместно с DTG включает следующие основные фазы (рисунок 1): тоберморит (максимальные потери массы при 241^oC), C-S-H – гель (потеря массы при 684^oC), Ca(OH)₂ (потеря массы и ДТА при 465^oC), следы гидрогранатов (потеря массы при 403^oC). Подтверждением синтеза тоберморита и C-S-H (I) является экзотермический эффект образования β-волластонита при 842^oC.

По данным РФА (рисунок 2, рентгенограмма 1) в этой системе фиксируется 11,3 Å тоберморит d/n = 11,30; 5,45; 3,51; 3,08 2,97; 2,80; 2,15 Å; 1,84. Ca(OH)₂ d/n = 4,93; 2,63; 1,93; 1,8 Å, C-S-H (I) d/n = 3,08; 2,80; 1,82 Å, гидрогранаты d/n = 5,06; 2,44; 2,32 Å, гиролит d/n = 4,25; 3,85; 3,16 Å.

При запаривании высококальцевой золы в её камне по данным РФА синтезируется тоберморит d/n = 11,30; 5,47; 3,08; 2,97; 2,80; 2,28; 2,01; 1,84 Å, гидрогранаты d/n = 5,08; 4,41; 2,80; 2,53; 2,28 Å, гидросиликаты каль-

ция C-S-H (I) d/n = 3,07; 1,84; 1,67 Å (рис.2, рентгенограмма 2).

При автоклавировании золо-цементно-известково-кварцевой газобетонной массы (рисунок 3) отмечается синтез тоберморита (потеря массы при 208^oC), C-S-H (I) (потеря массы при 679^oC), гидрограната (потеря массы при 402^oC) и следы Ca(OH)₂ (потеря массы при 453^oC). Наличие тоберморита и C-S-H – фазы подтверждает волластонитовым эффектом при 833^oC. По данным РФА в такой системе фиксируется тоберморит d/n = 11,30; 5,47; 3,52; 2,97; 2,16; 2,0 Å, гидрогранаты d/n = 5,08; 4,39; 3,35; 2,81; 2,53; 2,28 Å, гидросиликаты кальция типа C-S-H (I) d/n = 3,09; 1,82; 1,67 Å, карбонаты кальция d/n = 3,04; 2,28 Å и гиролит d/n = 3,80; 3,09; 2,81 Å (рисунок 2, рентгенограмма 3).

По литературным данным при автоклавной обработке шлако- и золосодержащих систем в качестве алюминийсодержащих гидратных фаз могут образовываться гидрогранаты [1-3]. Роль гидрогранатовой фазы в силикатных материалах не однозначна. С её синтезом связывают как повышение прочности в плотных материалах, так и снижение. В данной работе показано, что полученный комплекс гидратных фаз, включающий гидрогранаты в составе цементирующей связки автоклавного газозобетона приводит к повышению его прочности (рисунок 4).

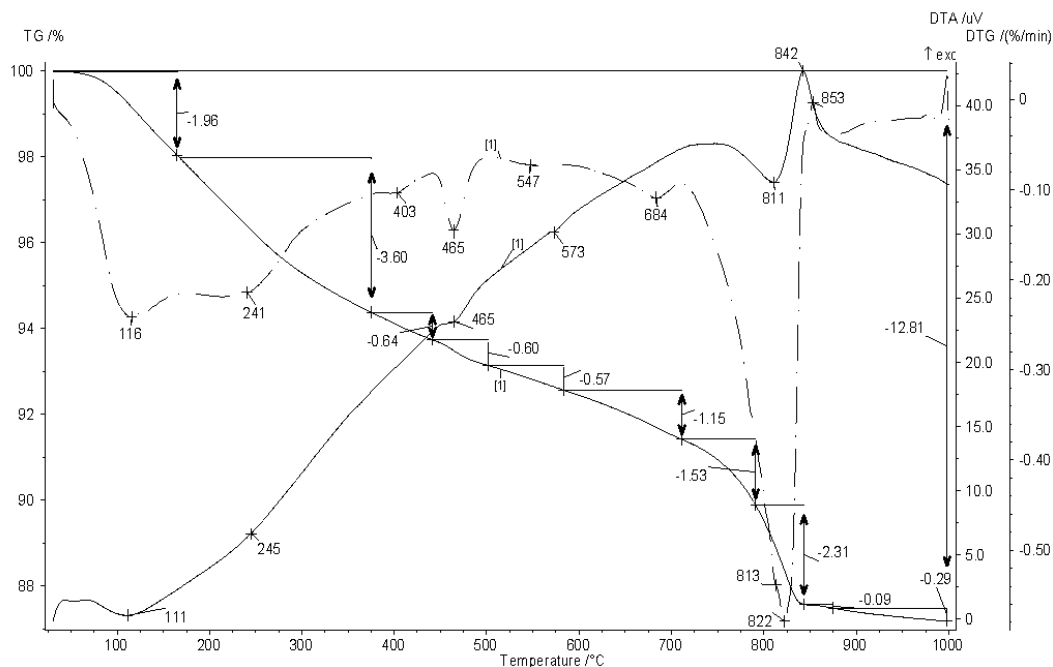
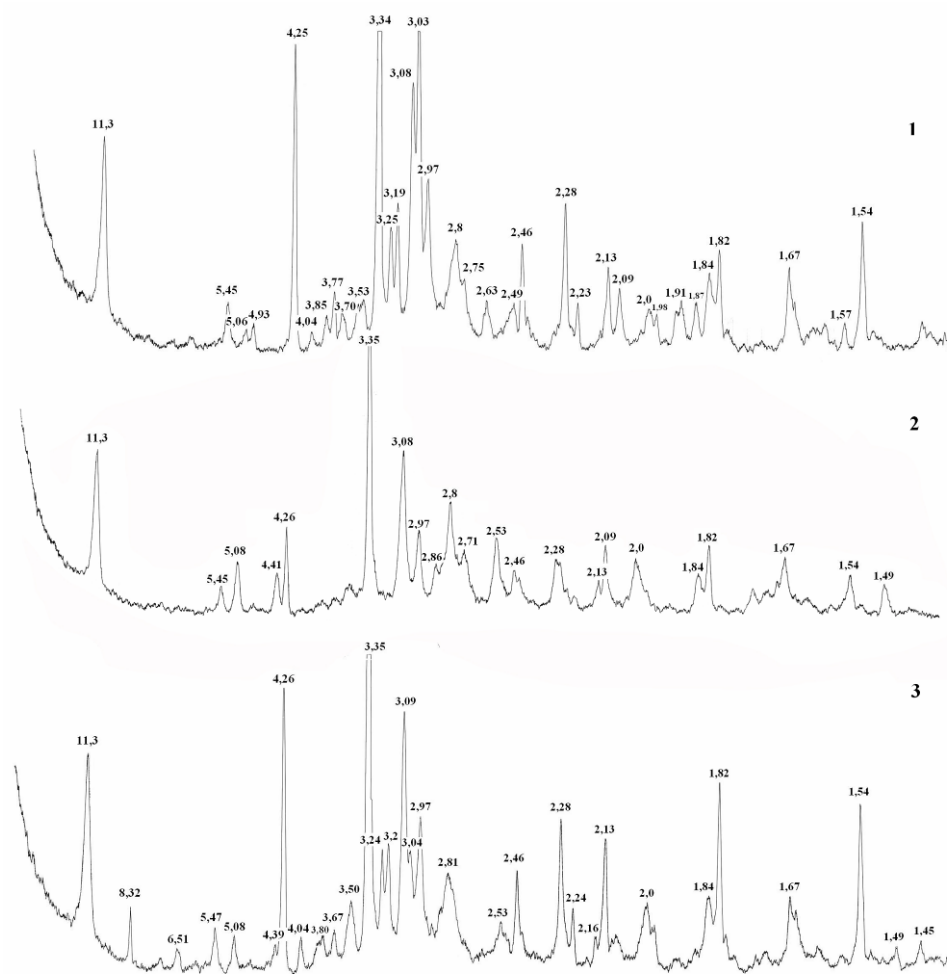


Рисунок 1 – Термограмма продуктов гидратации газобетонной массы, на основе извести, портландцемента и кварцевого шлама после автоклавной обработки



1 – известково-цементно-кварцевый камень; 2 - зольный камень;
3 - золо-цементно-известково-кварцевый камень

Рисунок 2 – Рентгенограммы продуктов гидратации автоклавного газобетона

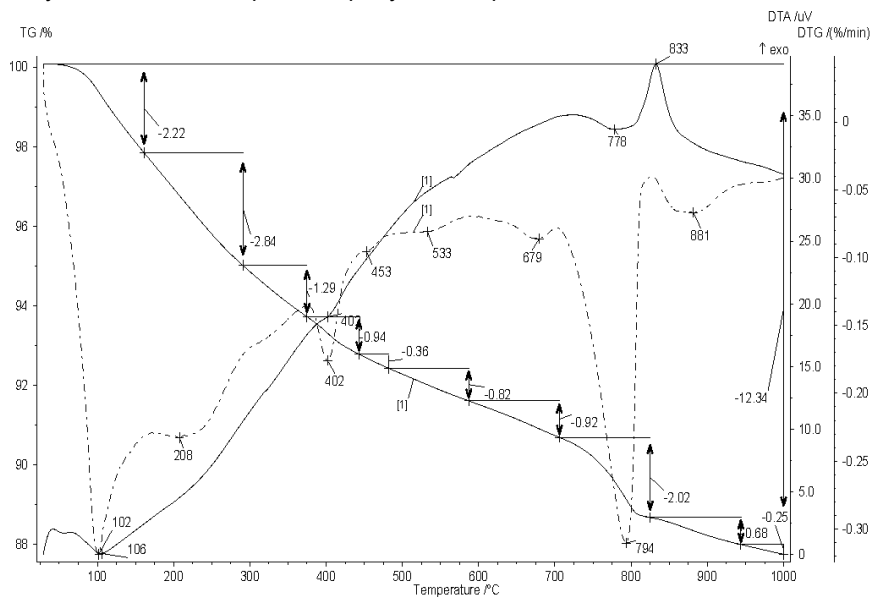


Рисунок 3 – Термограмма продуктов гидратации золо-цементно-известково-кварцевой газобетонной смеси после автоклавной обработки

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ФАЗОВОГО СОСТАВА АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОКАЛЬЦИЕВЫХ ЗОЛ ТЭЦ

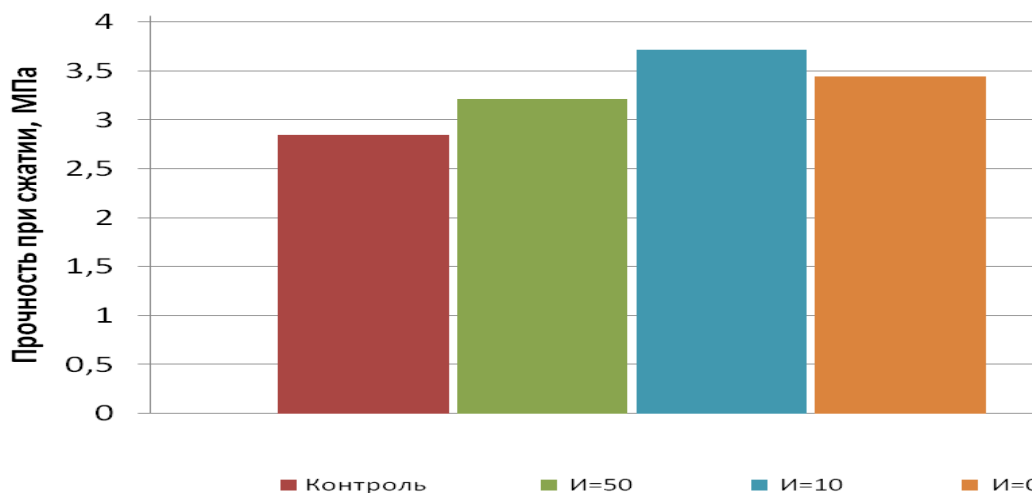


Рисунок 4 - Зависимость прочности автоклавного газобетона от количества извести с содержанием БУЗ 60% при режиме запаривания 8 часов 1 МПа (10 атмосфер)

ВЫВОДЫ

1. Особенности состава продуктов гидратации зольных и золосодержащих вяжущих на основе высококальциевых зол бурых углей Канско-Ачинского бассейна заключаются в том, что гидросиликатная составляющая продуктов гидратации в автоклавных условиях представлена тоберморитом, гиролитом и низкоосновными гидросиликатами кальция группы С-S-H, а так же и гидрогранатами.

2. Увеличение количества гидросиликатных фаз тоберморита и гидрогранатов в новообразованиях золосодержащих газобетонов и улучшение их кристаллического состояния приводит к увеличению прочности по сравнению с контрольной газобетонной массой, на основе извести, портландцемента и кварцевого шлама.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брусницкая, Л.М. Влияние фазового состава новообразований на прочность автоклавных материалов из известково-зольных смесей [текст] / Л.М. Брусницкая, С.М. Рояк, С.А. Кржеминский, В.П. Варламов // Сборник трудов ВНИИСтром: Автоклавные бетоны и изделия на их основе. – Москва, 1972. – С. 243-251.
2. Овчаренко, Г.И. Оценка свойств углей КАТАЭКа и их использование в тяжелых бетонах [текст] / Г.И. Овчаренко, Л.Г. Плотникова, В.Б. Францен – Барнаул, 1997. – 149 с.

Гильмияров Р.И. - аспирант, *Щукина Ю.В.* – к.т.н., доцент, *Овчаренко Г.И.* – д.т.н., профессор, *Демченко А.О.* - студент, *Агашкина Е.Е.* - студент, Алтайский государственный технический университет, E-mail: egogo1980@mail.ru.