

ГАЗОВАЯ ФАЗА ПРИ КЕРАМЗИТООБРАЗОВАНИИ

А. В. ПЕТРОВ

(Представлена научным семинаром кафедры технологии силикатов)

При ускоренной термической обработке легкоплавких глинистых пород преимущественно монтмориллонитового и гидрослюдистого составов образующееся гетерогенное пиропластическое тесто вспучивается выделяющимися газообразными продуктами с образованием стекловидного материала ячеистой структуры, называемого керамзитом.

В основе образования газовой фазы лежат процессы пиролиза и возгонки присутствующих в глинах органических веществ и процессы химического превращения составляющих компонентов глины и их взаимодействие между собой и газовой средой.

Анализ опубликованных работ как отечественных, так и зарубежных исследователей (1, 2, 3) показывает, что вопрос о составе газов, выделяющихся при керамзитообразовании с достаточной полнотой еще не изучен и существуют разноречивые взгляды.

Совершенно ясно, что только исследованием различных веществ в чистом виде, синтезирующих глинистое вещество, установить состав вспучивающих газов представляет большую трудность. Проще, на наш взгляд, произвести анализ газов, участвующих в процессе керамзитообразования. Состав газов в порах готового керамзита изучался на белорусских легкоплавких глинах (4). Целью настоящей работы явилось комплексное изучение газовой фазы, участвующей при керамзитообразовании, — установление количества выделяющихся газов, их состава и величины давления, развиваемого при образовании ячеистой структуры. Исследование проведено нами на покровных глинистых породах четвертичного возраста, которые по общности составов и технологическим свойствам являются широко распространенным сырьем Томской области и относятся к одной литологической группе. Глинистая составляющая суглинков является полиминеральной и сложена железистым монтмориллонитом — бейделлитом и гидрослюдами состава иллита. По технологическим свойствам суглинки относятся к средне- и умереннопластичному глинистому сырью и являются легкоплавкими с огнеупорностью не выше 1280°C. Из указанных глинистых пород получается керамзитовый гравий с физико-механическими свойствами, удовлетворяющими существующим требованиям.

Для определения состава, количества и давления выделяющейся газовой фазы нами использован метод скоростного количественного фазового анализа, разработанный Бергом [5]. Сущность метода заклю-

чается в измерении объемов газов, выделяющихся при нагревании веществ.

Образующаяся в реакционном сосуде (рис. 1) газовая фаза вначале обрабатывается растворами, позволяющими качественно судить о ее составляющих. Затем для установления количественного соотношения

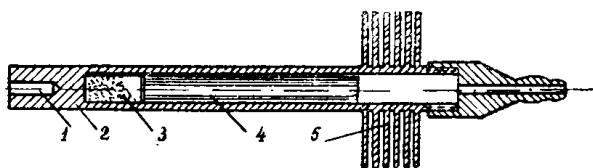


Рис. 1. Реакционный сосуд: 1 — гнездо для термометра; 2 — блок, 3 — пробирка с навеской; 4 — стальной цилиндр; 5 — воздушное охлаждение

газов в смеси из реакционного сосуда отбираются пробы при разных температурах и исследуются по методике, разработанной для анализа газовых включений в стекле [6]. Сущность метода заключается в замере диаметра газового пузырька окуляр-микроскопом

до и после обработки его в различных поглотителях. Для сравнения полученных данных исследовались газы, заключенные в порах керамзита. Результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1

№ п.п.	Температура вспучивания	Время вспучивания в мин.	Количество газа в объемных %			
			углекислый газ	кислород	окись углерода	азот (по разности)
1	В реакционном сосуде — 1150°	5	5,63	20,10	13,22	61,05
2	" 1150°	7	5,92	19,86	13,03	61,19
3	" 1170°	5	6,02	19,62	11,18	63,18
4	" 1170°	7	6,13	19,23	10,00	64,64
5	Керамзит 1150°	5	6,03	19,96	13,19	60,82
6	" 1150°	7	6,22	19,06	11,04	63,68
7	" 1170°	5	6,03	19,65	11,16	63,16
8	" 1170°	7	6,16	19,27	10,03	64,54

Данные таблицы показывают, что с повышением температуры и увеличением времени вспучивания содержание окиси углерода и кислорода уменьшается, причем количественное содержание газовых компонентов, выделяющихся в реакционном сосуде при температуре вспучивания и в замкнутых порах керамзита, полученного при этих же температурах, относительно одинаково. Во всех случаях наблюдается избыточное количество кислорода, которое следует отнести на счет восстановления окиси железа в закись (табл. 2) и возможного разложения паров воды при высоких температурах.

Расчетные данные избыточного кислорода, присутствующего в порах керамзита в момент вспучивания и выделяющегося из реакционного сосуда при тех же температурах, приводятся в табл. 3. Уменьшение избытка кислорода с повышением температуры и увеличением времени вспучивания можно объяснить интенсификацией процесса окисления присутствующих органических примесей.

Таким образом, в керамзитобразовании суглинков принимает участие, как показали качественный и количественный анализы, газовая фаза сложного состава, состоящая из паров воды глинистых минералов,

Таблица 2

№ п.п.	Наименование проб	Содержание в %		
		Fe ₂ O ₃	FeO	Расчетное количество O ₂
1	Суглинок „Учхоз“ не обожженный	5,12	0,76	—
2	Керамзит —1150° 5мин.	1,28	4,60	3,84
3	„ „ 7 „	1,19	4,67	4,10
4	„ 1170° 5 „	1,23	4,63	4,07
5	„ „ 7 „	0,98	4,90	4,14
6	„ 1200° 3 „	0,58	5,29	4,00

кислорода, выделяющегося при восстановлении окисного железа в закисное и в результате разложения паров воды при высоких температурах, окиси углерода и углекислого газа, являющихся продуктами окисления органических примесей и азота (из воздуха).

Таблица 3

№ п.п.	Температура вспучивания	Время вспучивания в мин.	Расчетное содержание избыточного кислорода в объемных %
1	В реакционном сосуде 1150°	5	3,80
2	„ „ 1150°	7	3,49
3	„ „ 1170°	5	2,72
4	„ „ 1170°	7	1,93
5	В порах керамзита 1150°	5	3,76
6	„ „ 1150°	7	2,02
7	„ „ 1170°	5	2,75
8	„ „ 1170°	7	2,07

Объем выделяющихся газообразных продуктов измерялся в газовой бюретке (рис. 2), нагрев проводился до 1200°C.

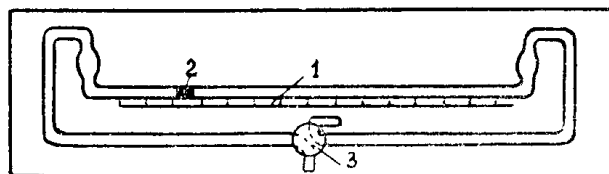


Рис. 2. Газовая бюретка: 1 — ртутный затвор; 2 — четырехходовой кран

Нами установлено, что количество газовой фазы, выделяющейся как при быстром (8—10 мин.), так и при медленном (50—60 мин.) на-

гревании высушенных до постоянного веса гранул соответствует 3—5% по весу; у предварительно обожженных гранул до температуры 850—900°C количество газовой фазы меньше и равно 1—2% весовых. Выделение газовой фазы заканчивается при температуре 1150—1170°C, развиваемое давление при этом соответствует 17—22 мм рт. ст. сверх атмосферного.

Из имеющихся работ известно, что для получения керамзита с объемным весом в куске 0,6 г/см³ требуется газа в количестве 0,022% по весу [7]. Наши исследования показывают, что оптимальным количеством газовой фазы, принимающей непосредственное участие в процессе керамзитообразования при оптимальных температурах, следует считать 0,06—0,07 весовых процента — величина, много раз повторяемая при исследовании пород в реакционном сосуде.

Кроме того, нами подтвердились высказывания С. П. Онацкого [3] о том, что основное значение при керамзитообразовании имеет восстановительная среда, создаваемая внутри обжигаемого глинистого материала. Предельным содержанием органических примесей для исследуемых пород, при котором нормально протекают восстановительные реакции и образование необходимого количества жидкой фазы, следует считать 0,6% по весу. При этом образуется керамзит с равномерной структурой стального цвета. Глинистые породы, содержащие меньшее количество органических примесей в реакционном сосуде, не вспучиваются, большее количество — ведет к образованию неравномерных по размеру пор с тонкими, менее прочными, легко разрывающимися стенками.

Выводы

1. Образование пористой структуры пиропластической массы происходит за счет выделяющейся газовой фазы, в состав которой входят: пары воды, углекислый газ, окись углерода и кислород, причем оптимальным количеством газовой фазы для нормального керамзитообразования следует считать 0,06—0,07 весовых процента.

2. Давление газовой фазы устанавливается максимальным при температурах 1150—1170°C и равно 17—22 мм рт. ст. сверх атмосферного.

3. Основное значение при керамзитообразовании имеет восстановительная среда, создаваемая внутри обжигаемого материала, а не внешняя, по этому исследованные породы вспучиваются в любой среде одинаково, при этом минимальным количеством органических примесей следует считать 0,6 весовых процента.

ЛИТЕРАТУРА

1. С. Редей. Journ Amer Cer Soc, № 4, 121—128, 1951.
2. Е. Элерс. Bull, Amer, Ceram, Soc, 95—99, 1958.
3. С. П. Онацкий. О физико-химической сущности процессов вспучивания глин при обжиге. Сб. «Искусственные пористые заполнители для легких бетонов». Госстройиздат, 1954.
4. М. А. Безбородов, Л. К. Петров, Н. П. Гришина. Состав газов в порах керамзита. Минск, 1958.
5. Л. Г. Берг. Скоростной количественный фазовый анализ. Москва, 1952.
6. Л. А. Афанасьев, Т. Е. Голба и др. Практикум по контролю производства стекла. Гизлегпром, 1939.
7. И. А. Гервидс. Керамзит, исследование по технологии, Москва. 1957.