

Сулейманова Л. А., канд. техн. наук, проф.,
Кара К. А., аспирант,
Красникова И. Е. аспирант,
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Скорородова О. А., заместитель главного технолога
ОАО «АэроБел» (г. Белгород)

К ВОПРОСУ О ПОДБОРЕ ГАЗООБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЯЧЕИСТОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

ludmilasuleimanova@yandex.ru

Исследована возможность использования алюминиевой пасты «Газобетолукс» производства ООО «СУАЛ-ПМ» (г. Краснотурьинск) при изготовлении газобетона автоклавного твердения средней плотностью $\rho_{cp} = 500 \text{ кг/м}^3$ и 600 кг/м^3 . Установлено, что использование алюминиевой пасты «Газобетолукс» наиболее целесообразно для получения ячеистого бетона $\rho_{cp} = 600 \text{ кг/м}^3$ и более.

Ключевые слова: алюминиевая паста, газобетон, газовыделение, активность смеси

В последнее время в России широко внедряются автоматизированные технологические линии по изготовлению изделий из газобетона автоклавного твердения. В основном это западноевропейские линии: Wehrhahn, Ytong, Maza-Henke, Hebel и др.

В 2008 году в городе Белгород пущен в эксплуатацию завод по производству ячеистых бетонов ООО «АэроБел», производительностью 1080 м^3 в сутки, выпускающий автоклавный газобетон на технологической линии Maza-Henke.

Правильный подбор и оптимизация составов газобетонной смеси, в зависимости от вида и качества сырьевых материалов – одна из основных и достаточно сложная задача, решаемая на предприятиях по производству изделий из газобетона [1-3].

Важнейшим компонентом в технологии автоклавного бетона является газообразователь. С внедрением новых технологий производства автоклавного газобетона требования к нему значительно повысились.

Заводы, выпускающие ячеистые бетоны автоклавного твердения по традиционной технологии, применяют в качестве газообразователей различные виды алюминиевой пудры. Однако, известно, что ее применение сопряжено с определенными трудностями, одной из которых является гидрофобность продукта, это обуславливает необходимость для очистки поверхности алюминия от консерванта применения в процессе приготовления алюминиевой суспензии поверхностно-активных веществ (сульфанол, стиральный порошок и др.). Образующиеся от комков пудры ячейки больших размеров имеют далекую от идеальной сферы форму и тенденцию соединяться между собой при вспучивании массива с последующим их выходом из массива сырца (так называемое «хлопание»), что приводит к прямым потерям алюминиевой пудры.

Кроме того, пудры характеризуются высокой степенью пыления, что приводит к повышению взрывоопасности и значительному ухудшению санитарно-гигиенических условий труда.

В настоящее время разработаны алюминиевые пасты, исключаяющие все вышеназванные недостатки. Определена оптимальная рецептура газообразователей, которая дает возможность, плавно меняя компонентный состав, производить алюминиевые пасты с учетом особенностей технологии конкретного производителя ячеистого бетона, химико-минералогического состава используемого сырья и в ряде случаев улучшить физико-механические свойства готовой продукции. По результатам этой работы были выпущены пасты алюминиевые «Газобетолит», «Газобетолукс», «Газобетопласт» [4-7].

На заводе «АэроБел» в качестве газообразователя используется алюминиевая паста зарубежного производства, полностью удовлетворяющая требованиям по качеству, однако, является дорогостоящей. Для снижения затрат при производстве газобетона плотностью $\rho_{cp} = 500 \text{ кг/м}^3$ исследовалась возможность использования газообразователя – алюминиевой пасты «Газобетолукс» отечественного производителя ООО «СУАЛ-ПМ», г. Краснотурьинск, рекомендуемой при ударной технологии изготовления изделий (табл. 1).

Для производства газобетона использовались цемент СЕМ I 42,5 N (ГОСТ 31108-2003), гипс марки Г-6 (ГОСТ 4.204-79), известь негашеная II сорта (ГОСТ 9179-77, ГОСТ 22688-77), песок кварцевый (ГОСТ 8736-93), алюминиевая паста «Газобетолукс» (ТУ-1791-001-75754739-2006).

В составе ячеистобетонной смеси предусмотрено известково-кремнеземистое вяжущее, полученное путем совместного помола комовой извести и кварцевого песка для улучшения

прочностных характеристик бетонов и при этом экономии извести.

Температура газовыделения, время до газовой выделению, а так же характер этого процесса зависит от двух основных факторов: температуры заливки и расчетной активности смеси. В

свою очередь, активность смеси зависит, в основном, от активности известково-кремнеземистого вяжущего, его количества и определяется в соответствии с РДС 8.06.202-03.

Таблица 1

Характеристика алюминиевой пасты ООО «Суал-ПМ», г. Краснотурьинск

Марка	Фракция	Содержание активного алюминия (Al, %)	Кинетика газовыделения (количество выделившегося водорода), см ³		
			за 2 мин	за 8 мин	за 16 мин
Газобетолоукс	> 80 мкм – 1 % max, > 45 мкм – 15 % max	88...89	17...21	60...62	66...70

Исследовались кинетика роста ячеистобетонного массива на ударной площадке и изменение температуры в массиве (рис. 1).

В основном кинетика вспучивания ячеистобетонной смеси зависит от реакционных

свойств компонентов смеси и сочетания таких явлений, как выделение газа газообразователем, гидратация вяжущего, твердение межпоровой перегородки.

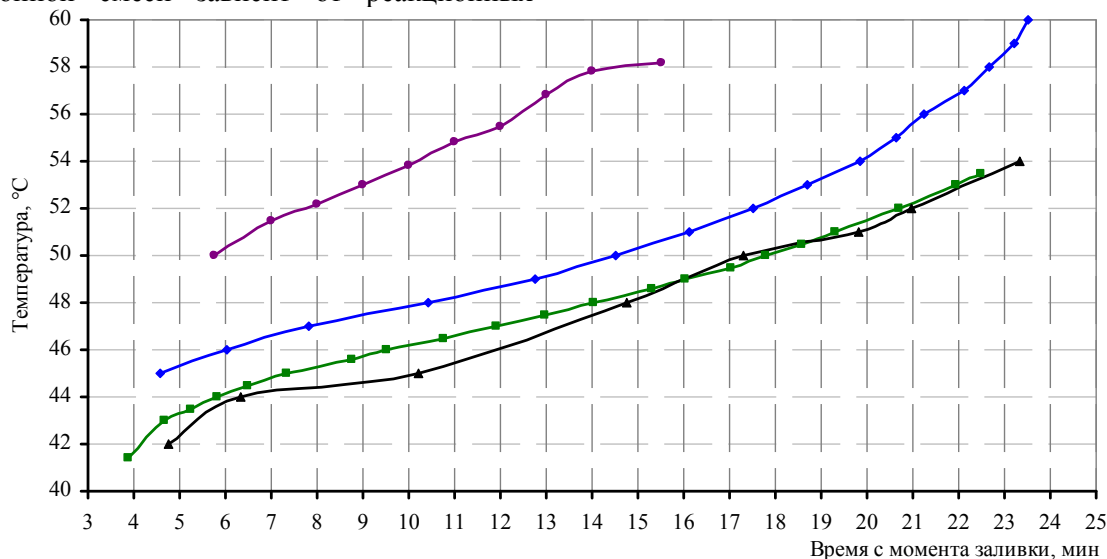


Рисунок 1. Кинетика роста массива на ударной площадке:

- температура заливки 40 °С, активность смеси 13 %;
- температура заливки 38,4 °С, активность смеси 14 %;
- температура заливки 38,8 °С, активность смеси 14,2 %;
- температура заливки 44,8 °С, активность смеси 11,7 %

Исследования проводились на производственных составах с активностью смеси $A_{cm}=14...14,2\%$ с температурой заливки 38...38,5 °С. При этом, газовыделение в массиве начиналось равномерно, спокойно, от центра, распространяясь по всей поверхности, далее начиналось бурное газовыделение по краям, с образованием завалов. На шестой минуте после заливки рост температуры замедлялся (в среднем 1 °С за 4 минуты), в это же время несколько приостанавливался рост массива, наблюдалась, так называемая, площадка текучести, что связано с повышением вязкости смеси, вызванной началом схватывания гипса. При продолжении ударных воздействий, вязкость смеси снижалась, так как разрушалась коагуляционная

структура, в результате чего происходило тиксотропное разжижение смеси, что способствовало нормальному протеканию процесса вспучивания и газовыделения смеси. Через 25 минут после заливки рост температуры массива резко увеличился, составляя 1 °С в полминуты, и так продолжалось до момента «кипения» массива. В этот период резкий рост температуры вызывает интенсивное растворение в щелочной среде инертной пленки на частицах алюминия, протекающее с бурным выделением водорода, что приводит к прорыву газа через поверхностные слои массива и образованию «кратеров» и завалов. Очевидно, к моменту газовыделения в смеси недостаточно стабилизировалась прочность структуры бетона.

Для интенсифицирования набора прочности структуры бетонной смеси, нивелирования эффекта резкого повышения температуры и стабилизации газовыделения повышалась активность ячеистобетонной смеси с одновременным снижением температуры заливки и увеличивалась температура заливки со снижением активности смеси.

Было изготовлено два экспериментальных замеса со следующими параметрами:

– температура заливки 40 °С, активность смеси 13 %;

– температура заливки 44,8 °С, активность смеси 11,7 %.

Высокая температура заливки ускорила газовыделение в начальный период, что положительно сказалось на вспучивании массива, а пониженное содержание извести не дало резкого повышения температуры и массив приобрел необходимую структурную прочность до газовыделения, при этом в момент «кипения» уменьшилось количество прорывов газа через поверхностные слои ячеистобетонной смеси.

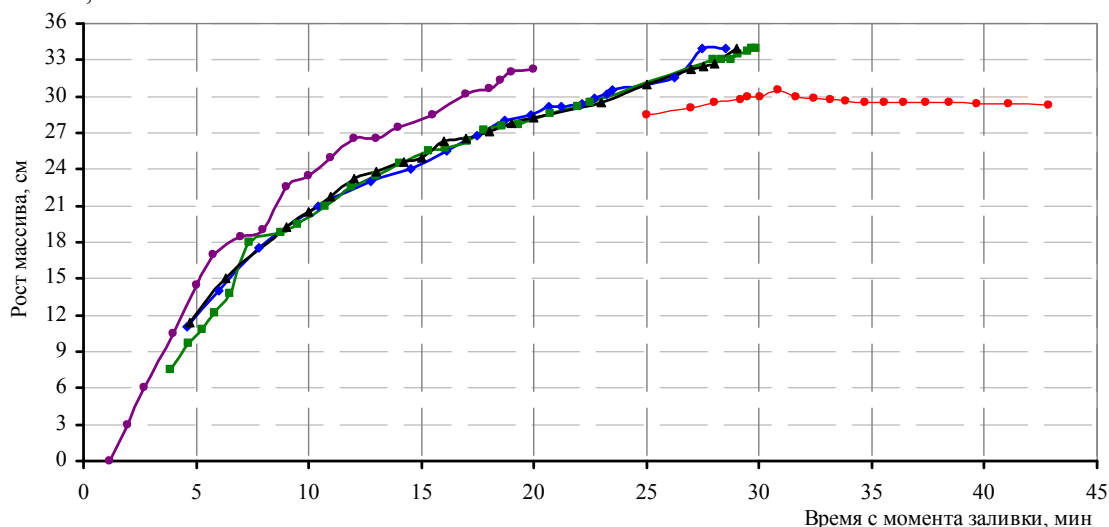


Рисунок 2. Кинетика роста массивов:

- температура заливки 40 °С, активность смеси 13 %;
- температура заливки 38,4 °С, активность смеси 14 %;
- температура заливки 38,8 °С, активность смеси 14,2 %;
- температура заливки 35,8 °С, активность смеси 15,5 %;
- температура заливки 44,8 °С, активность смеси 11,7 %

Вспучивание смеси в начальный период происходило очень быстро, около 3 см в минуту при росте температуры 1 °С за 1 минуту (рис. 1, 2). При «кипании» температура внутри массива росла несколько медленней, чем в производственных массивах ≈ 1 °С за 50 секунд, что привело к спокойному газовыделению. Но по краям образовались «завалы», что свидетельствует о неверно подобранной активности смеси. В результате исследований установлено, что газовыделение проходило в две стадии. Предполагаем, что это происходит из-за невысокой активности ПАВ в пасте, а содержание активного алюминия составляет 90...96 % и за время приготовления суспензии не вся защитная пленка успевает раствориться. В результате чего, первоначально в реакцию вступают частицы, с которых пленка удалена (первая стадия), а затем, при достижении определенной температуры смеси, начинается вторая стадия газовыделения.

Дальнейшие исследования показали, что снижение активности смеси при повышении температуры заливки приводит к обратному эф-

фекту – интенсификации «кипания» и большому количеству «кратеров» на поверхности из-за недостаточной пластичной прочности массива (рис. 2).

Возможно достижение эффекта за счет повышения активности смеси, но при этом, для увеличения времени набора прочности массива температура смеси в момент заливки должна быть минимально допустимой. Повышение температуры внутри массива будет происходить за счет внутренней температуры от гашения извести, а низкая температура заливки отодвинет время газовыделения, за которое массив успеет набрать большую пластическую прочность к моменту «кипания», и газ удержится внутри смеси. Это подтверждено экспериментально – увеличения температуры в момент «кипания» не происходит, зависимость принимает линейный характер, без ярко выраженных скачков (рис. 3). Газовыделение происходит спокойно, поверхность массивов ровная, без «завалов» и «кратеров», но при этом, увеличивается время выдержки на ударном столе, что при поточном

производстве ячеистобетонных изделий недопустимо. Кроме того массив не дорастал до края формы примерно на 3 см, что так же крайне нежелательно. Этот недостаток корректируется количеством алюминиевой пасты и активностью смеси. Однако, повышение активности смеси

требует повышенного расхода известкового вяжущего, что приводит к повышению затрат на сырьевые материалы в целом и эффект от экономии алюминиевого компонента сводится к минимуму.

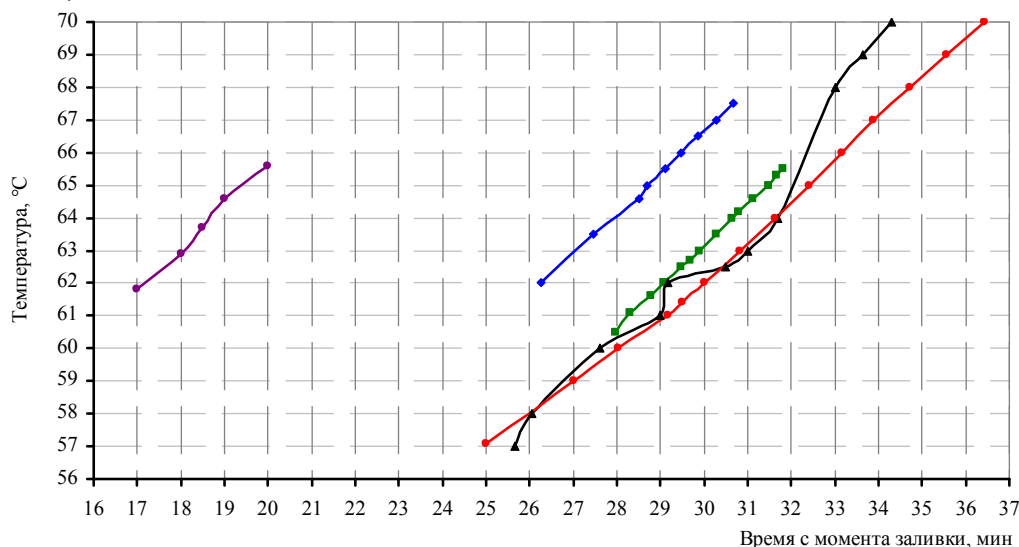


Рисунок 3. Кинетика роста температуры массива в зоне ферментации:

- температура заливки 40 °C, активность смеси 13 %;
- температура заливки 38,4 °C, активность смеси 14 %;
- температура заливки 38,8 °C, активность смеси 14,2 %;
- температура заливки 35,8 °C, активность смеси 15,5 %;
- температура заливки 44,8 °C, активность смеси 11,7 %

Экспериментально установлено, что при производстве автоклавного газобетона плотностью 500 кг/м³ с применением в качестве газообразователя алюминиевой пасты «Газобетолукс» ООО «СУАЛ-ПМ» необходимо оптимальное сочетание высокой активности смеси и строго определенной температуры заливки, при этом требуется повышенный расход вяжущего. Экономия, достигаемая заменой газообразователя на более дешевый, сводится к минимуму. К тому же, газовыделение пасты «Газобетолукс» протекает в две стадии и занимает более продолжительное время и это необходимо учитывать при проектировании газобетонных смесей.

Использование алюминиевой пасты «Газобетолукс» наиболее целесообразно для получения автоклавного газобетона $\rho_{\text{ср}} = 600 \text{ кг/м}^3$ и более, при производстве которых наблюдалось стабильное качество продукции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сулейманова, Л.А. Ресурсосберегающие материалы в строительстве [Текст] / Л.А. Сулейманова, И.А. Ерохина, А.Г. Сулейманов // Известия ВУЗов. Строительство. – 2007. – № 7. – С. 113–116.
2. Сулейманова, Л.А. Сухие строительные смеси для неавтоклавных ячеистых бетонов

[Текст] / Л.А. Сулейманова, И.А. Погорелова, В.В. Строкова. – Белгород: КОНСТАНТА, 2009. – 183 с.

3. Сулейманова, Л.А. Неавтоклавные газобетоны на композиционных вяжущих [Текст] / Л.А. Сулейманова, В.С. Лесовик, А.Г. Сулейманов. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. – 152 с.

4. Прохоров, С.Б. Новые алюминиевые газообразователи [Текст]/С.Б. Прохоров, Л.Ф. Вагина // Строительные материалы. – 2006. – № 6. – С. 18–19

5. Прохоров, С.Б. Опыт и особенности применения алюминиевых паст марок «Газобетолит», «Газобетолукс» и «Газобетопласт» [Текст] / С.Б. Прохоров, М.А. Короткий // Теория и практика производства и применения ячеистого бетона в строительстве: сб. науч. трудов. Вып. 3. Днепропетровск: ПГАСА, 2007. – С.132–138.

6. Прохоров, С.Б. Специализированные алюминиевые газообразователи. Результаты внедрения [Текст] / С.Б. Прохоров // Строительные материалы. – 2008. – № 7. – С. 6–7.

7. Семериков, И.С. Сравнительная оценка новых газообразователей для производства автоклавного газобетона [Текст] / И.С. Семериков, А.А. Запольская // Строительные материалы. – 2010. – № 1. – С. 47–49.