

Автоматизированный комплекс для определения активности алюминия и кинетики газовыделения.

И.В. Баженов

Заместитель директора по новым технологиям

ООО «НСК-ТЕК», Россия, Екатеринбург

На сегодняшний день в лабораториях заводов по производству автоклавного газобетона осуществляется входной контроль качества практически всех видов сырья, исключением являются только алюминиевые газообразователи, несмотря на то, что значение этого материала, в получении качественного газобетона, очень велико. Большинство предприятий на свой страх и риск полагаются на паспортные характеристики, предоставляемые поставщиком. В редких лабораториях, используя методики 80х-90х годов прошлого столетия, проводят контроль газообразователей, причем, зачастую, регулярному контролю подвергается только одна из качественных характеристик, что не позволяет полностью раскрыть характер сырья и предсказать его работу в промышленных условиях.

Качество газообразователей определяют три основные характеристики: гранулометрический состав, кинетика газовыделения и массовая доля активного алюминия. Для определения гранулометрического состава имеются методики и оборудование, позволяющие точно оценить состав продукта по размерам частиц, но, как показала практика нашей работы, контроль данных параметров газобетонными предприятиями-потребителями не проводится. Для контроля двух других характеристик газообразователей в настоящее время не существует единой технически совершенной методики и аппаратуры. Используемые способы определения массовой доли активного алюминия и контроля кинетики выделения водорода, основаны на газоволюметрическом методе измерений. Данные методики реализуются с помощью установок, состоящих, обычно, из набора сообщенных между собой стеклянных колб и бюреток и имеют целый ряд существенных недостатков:

1. все операции по подготовке и проведению измерений проводятся вручную;
2. отсутствует надежный контроль герметичности системы во время проведения работ;
3. визуальная фиксация результатов и ручной режим заполнения рабочего журнала;
4. низкая надежность установок из-за наличия стеклянных изделий.

Указанные недостатки, присущие газоволюметрическому методу измерений, обуславливают трудоемкость, низкую технологичность выполняемых исследований и приводят к возникновению дополнительных погрешностей результатов измерений.

В 2013 году с целью автоматизации процесса измерений, повышения точности и исключения влияния «человеческого фактора» специалистами нашей компании была поставлена задача по разработке прибора, принцип работы которого основан на манометрическом методе измерений. Для решения поставленной задачи, в сотрудничестве с научно-производственным предприятием «Геосфера», были проведены исследования, позволившие создать специализированный прибор «Кальциметр манометрический» (рис.1). Комплекс

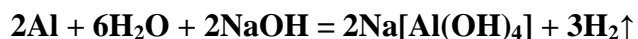


Рис.1. Кальциметр манометрический

обеспечивает возможность одновременного исследования двух навесок газообразователя, одна из которых используется для определения активности алюминия при взаимодействии с раствором гидроксида натрия, а другая – для получения кинетической кривой газовыделения в процессе реакции с раствором известкового молока. Прибор состоит из двух блоков: аналитического и компрессорного. Аналитический блок служит для проведения измерений, осуществляемых в каждой из двух реакционных камер, и для управления компрессорным блоком, который обеспечивает создание избыточного давления воздуха, необходимого для контроля герметичности реакционных камер и управления поршневым дозатором. Каждая реакционная камера смонтирована над магнитной мешалкой, оснащена датчиком температуры и сообщена с индивидуальным датчиком давления. В нижней части камеры имеется резьба для ввинчивания стакана с контейнером, в который предварительно засыпают навеску образца исследуемого газообразователя. Автономное управление прибором осуществляется программой, записанной в энергонезависимую память микропроцессора, с помощью меню, содержащего набор альтернатив, которые выводятся на экран дисплея прибора и обеспечивают диалоговый режим управления с использованием клавиатуры.

Для определения массового содержания активного алюминия контейнер с навеской газообразователя устанавливают в реакционную камеру, после чего запускается программа и осуществляется автоматическая подача водного раствора гидроксида натрия. При поступлении в камеру раствора NaOH автоматически включается магнитная

мешалка. В процессе активного перемешивания щелочь растворяет оксидную пленку на поверхности частиц алюминия, взаимодействие которого с водой приводит к выделению водорода:

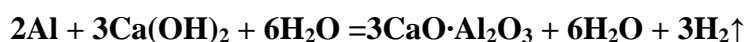


По измеренным значениям давления и температуры газа в реакционной камере микропроцессор рассчитывает массовую долю активного алюминия в исследуемом образце с учетом объема реакционной камеры и параметров окружающего воздуха (значений температуры, относительной влажности и барометрического давления). Измерение давления и температуры внутри камеры осуществляется каждые 4 секунды, при этом зафиксированные значения автоматически вносятся в специальный буфер. К 4-й минуте реакция практически завершается, выключается магнитная мешалка и начинается период стабилизации давления и температуры. По истечении 45 минут, времени достаточного до приближения к термодинамическому равновесию в реакционной камере, на дисплей прибора выводится значение массовой доли активного алюминия в исследуемом образце, которое автоматически заносится в архив измерений (рис.2).



Рис.2. Результаты измерения массовой доли активного алюминия

При исследовании кинетики газовыделения вначале ручным дозатором осуществляют ввод в камеру раствора известкового молока, после чего автоматически начинается контроль изменения давления в реакционной камере в процессе образования водорода в соответствии с реакцией:



Обработанные данные измерений в виде значений объема выделившегося водорода, приведенного к нормальным условиям и к массе исследуемого образца 1 грамм, отображаются на дисплее прибора. Вывод параметров производится в ходе реакции газообразования в течение 30 мин с периодичностью от 5 секунд до 1 минуты (рис.3). При этом периодичность вывода данных измерений увеличивается по мере снижения интенсивности реакции.



Рис.3. Построение кривой газовыделения

Все результаты измерений массовой доли активного алюминия и кинетики газовыделения автоматически заносятся в архив прибора. Программное обеспечение прибора позволяет выполнять обмен данными с компьютером в реальном времени и осуществлять передачу в компьютер результатов завершенных измерений из архива прибора. При определении активности алюминия и кинетики газовыделения предусмотрена возможность визуализации не только конечных, но и промежуточных результатов измерений. Ход реакции отображается на мониторе компьютера в виде кривых давления и температуры в камере (при взаимодействии с гидроксидом натрия) и кривой объема выделенного водорода (при взаимодействии с раствором гидроксида кальция). Для сравнения характеристик исследуемого газообразователя с продуктами других партий, марок и производителей имеется возможность наложения графиков, построенных по результатам измерений и хранящихся в архивном файле. По итогам проведенных измерений формируется и выводится на печать отчетный документ о результатах исследований любого образца в форме, удобной для пользователя.

Таким образом, применение кальциметра манометрического при проведении входного контроля алюминиевых газообразователей позволяет:

- автоматизировать процессы определения массовой доли активного алюминия и кинетики выделения водорода, исключив влияние на конечный результат «человеческого фактора»;
- работать как в автономном режиме, так и совместно с компьютером;
- формировать и выводить на печать отчеты по каждому измерению;
- проводить сравнение результатов различных измерений, с формированием сводных таблиц и наложением графиков;
- сохранять в энергонезависимом архиве прибора результаты измерений.

В настоящее время кальциметр манометрический используется на предприятиях СУАЛ ПМ Шелехов и СУАЛ ПМ Волгоград объединенной компании РУСАЛ, а также на заводе по выпуску автоклавного газобетона ЗАО «Аэробел». В условиях нашего предприятия прибор успешно применяется в течение полутора лет. Ежедневно с его помощью осуществляется входной контроль газообразователей марки «Газобето». Опыт применения этого прибора показал хорошую сходимость результатов измерений, как доли активного алюминия $\pm 0,5\%$, так и кинетики выделения водорода $\pm 1\%$ (рис.4).

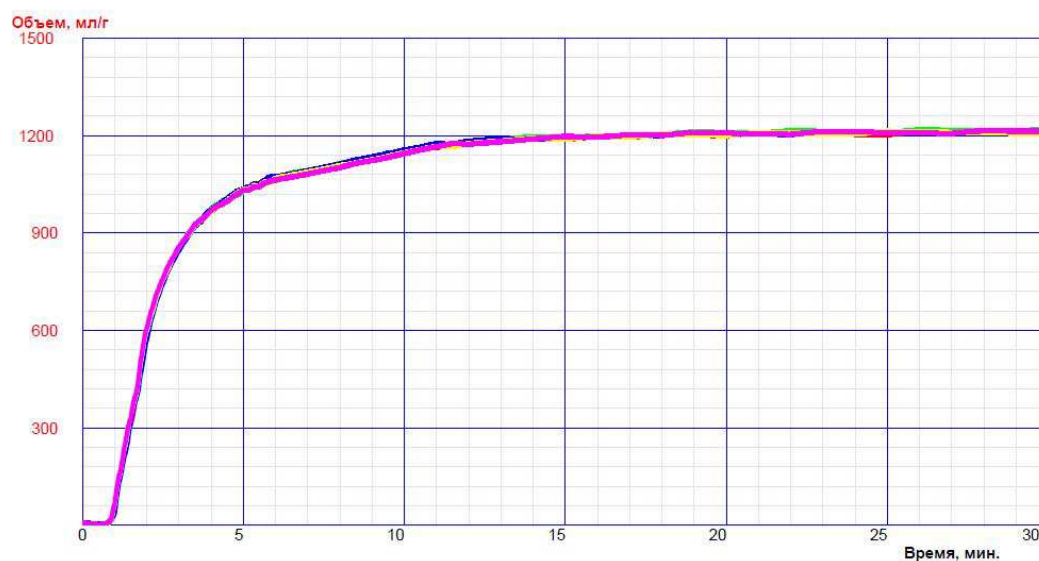


Рис.4. Сходимость пяти измерений партии «Газобетопласт»

Положительные результаты работы с прибором дают все основания рассматривать его как перспективный вариант для применения на каждом предприятии, производящем газобетон.