

## **Автоматизированный комплекс для определения основных характеристик алюминиевых газообразователей**

Баженов И.В.

Начальник научно-исследовательской лаборатории  
ООО «НСК-ТЕК», Россия, Екатеринбург

Основными характеристиками, определяющими качество газообразователей, являются: 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 промышленно используемой методики и аппаратуры. Поэтому производители газобетона применяют для определения показателей качества газообразователей различные способы исследований, введенные еще в 80х – 90х годах прошлого столетия, а зачастую вообще не осуществляют входной контроль, полностью доверяя паспортным характеристикам, предоставленным поставщиком. Отсутствие единой отраслевой методики контроля кинетики газовыделения и определения активности алюминия препятствует сравнительному анализу данных, полученных в разных лабораториях, а также затрудняет подбор газообразователей адаптированных под особенности конкретного производства газобетона.

На сегодняшний день существует несколько способов определения массовой доли активного алюминия и контроля кинетики выделения водорода, основанных на газовольнометрическом 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 газовольнометрическому 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 одним из научно-производственных предприятий России, были проведены исследования, позволившие создать специализированный прибор «Кальциметр манометрический» (Рис. 1).

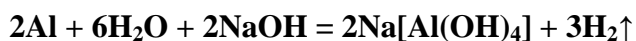
Рис. 1

Комплекс обеспечивает возможность одновременного исследования двух навесок газообразователя, одна из которых используется для определения активности алюминия при взаимодействии с раствором гидроокиси натрия NaOH, а другая – для получения кинетической кривой газовыделения в процессе реакции с раствором известкового молока Ca(OH)<sub>2</sub>. 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 и обеспечивают диалоговый режим управления с использованием клавиатуры.

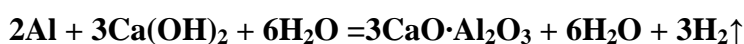
Для определения массового содержания активного алюминия контейнер с навеской газообразователя устанавливают в реакционную камеру, после чего запускается программа и осуществляется автоматическая подача водного раствора гидроокиси натрия. При поступлении в камеру раствора NaOH автоматически включается 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 термодинамическому равновесию в реакционной камере, на дисплей прибора выводится значение массовой доли активного алюминия в исследуемом образце, которое автоматически заносится в архив измерений.

При исследовании кинетики газовой выделенной 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 моменты времени от 30-й секунды до 30-й минуты с периодичностью от 5 секунд до 1 минуты. При этом периодичность вывода данных измерений увеличивается по мере протекания химической реакции.

Все результаты измерений массовой доли активного алюминия и кинетики газовой выделенной автоматически заносятся в энергонезависимый 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 газовой выделенной 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.

В настоящее время опытно-промышленный образец созданного прибора проходит успешные испытания в производственных условиях нашего предприятия. Ежедневно с его помощью осуществляется входной контроль газообразователей марки «Газобето». Опыт применения этого прибора показал хорошую сходимости результатов измерений, как массовой доли активного алюминия, так и кинетики выделения водорода. Положительные результаты испытаний прибора дают все основания рассматривать его как перспективный вариант для внедрения на каждом предприятии, производящем газобетон.