

ГАЗОВЫДЕЛЕНИЕ ОБРАЗЦОВ ЭЛЕКТРОДНОЙ МАССЫ ПРИ ТЕРМООБРАБОТКЕ

ПАНОВ Е.Н., д.т.н., проф.; ШИЛОВИЧ Т.Б., к.т.н.;
ЛЕЛЕКА С.В., н.с.; ШИЛОВИЧ Я.И., студ.

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

Досліджено динаміку газовиділення при термообробці виробів електродної промисловості. Адаптовано та максимально наближено до умов випалу в промислових випалювальних печах відому методику дослідження пеку та пеко-кокових композицій. Визначено температурний інтервал утворення напівкоксу в зразках промислових електродних виробів. Запропоновано методику та результати дослідження використовувати при складанні регламенту випалу електродних виробів.

Ключові слова: електрод, напівкокс, вугільний пек, випал, динаміка газовиділення.

Исследована динамика газовой выделения при термообработке изделий электродной промышленности. Адаптирована и максимально приближена к условиям обжига в промышленных печах известная методика исследования пека и пеко-коковых композиций. Определен температурный интервал образования полукокса в образцах промышленных электродных изделий. Предложено методику и результаты исследования использовать при составлении регламента обжига электродных изделий.

Ключевые слова: электрод, полукокс, каменноугольный пек, обжиг, динамика газовой выделения.

The dynamics of gas evolution during heat treatment of the electrode products industry is being studied. Adapted and as close to the firing conditions in industrial furnaces known method of study of pitch and coke tracks. The temperature interval of semi-coke formation in the samples of industrial products of the electrode. This method and results are suggested for the research and use in the preparation of regulations firing electrode products.

Key words: electrode, semi coke, coal tar pitch, firing, the dynamics of gas release.

Постановка задачи

Электродная продукция широко используется при производстве черных и цветных металлов. От качества электродов зависит срок службы оборудования, в котором они используются, и качество получаемого металла. Процесс производства электродных изделий является сложным технологическим процессом, на каждой из стадий которого формируются определенные качественные характеристики. Завершающей операцией является температурная обработка в обжиговых печах. На этой стадии происходят химико-физические преобразования связующего вещества – каменноугольного пека, в результате которых образуется кокс связующего.

При коксовании каменноугольного пека побочным продуктом является выделение лёгких фракций (газовыделение) из объёма обрабатываемых материалов. Каменноугольный пек является продуктом фракционирования каменноугольной смолы и состоит из множества углеводородных соединений, каждое из которых имеет свою температуру деструкции, что является причиной неравномерности газовой выделения в процессе термообработки. Известно [2], что при составлении регламента обжига необходимо учитывать особенности коксования того или иного связующего, а именно снижать темп термообработки в интервале образования полукокса.

В настоящей работе для определения температурного интервала образования полукокса в образцах спрессованных электродов исследовался процесс газовой выделения при термообработке. Известная методика, изложенная в [1], ранее использовалась для исследования газовой выделения каменноугольного пека, а также пеко-коковых композиций [2]. Поскольку химический состав связующего различных поставщиков является нестабильным и в процессе подготовки связующего не исключено введение пластификаторов, для составления регламента обжига необходимо исследовать зависимость скорости газовой выделения от температуры термообработки и установить температурный интервал образования полукокса.

Изложение основного материала

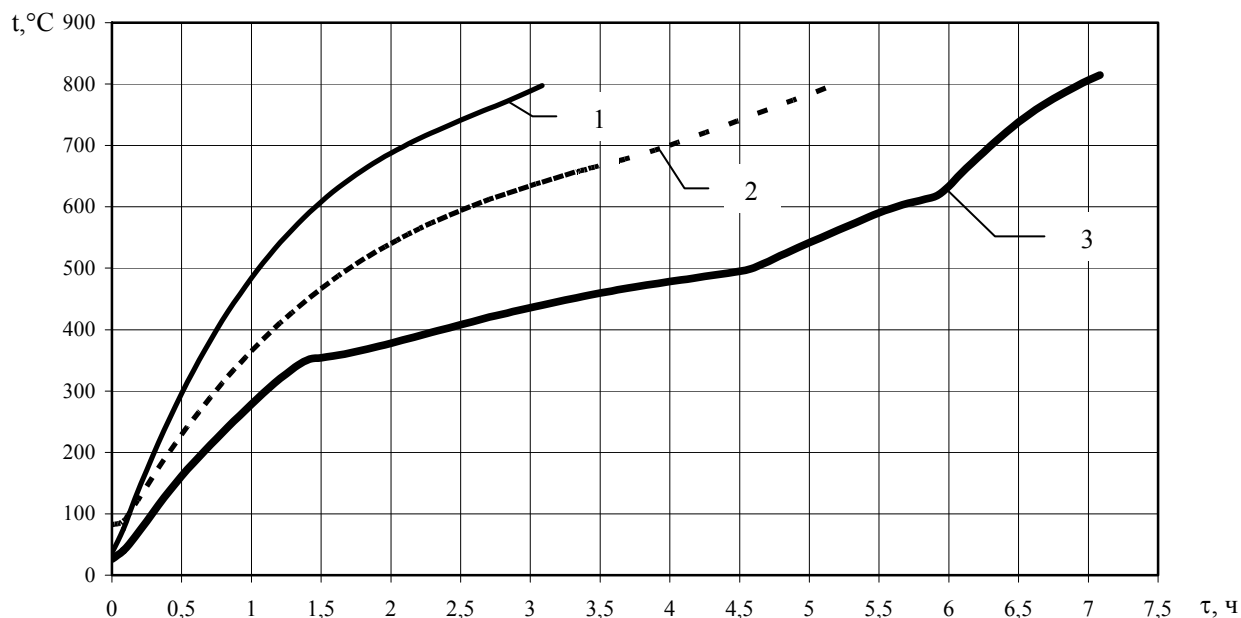
Методика исследования процесса газовой выделения основана на определении потери массы образцом электродного материала в процессе непрерывной термообработки. Экспериментальная установка состоит из вертикальной муфельной печи с автоматическим регулированием нагрева, электронных весов для определения потери массы и двух термопар для измерения температуры в муфеле. Показания термопар и весов через модуль сбора данных автоматически записывались комплексом сбора данных в виде графиков и таблиц, описывающих зависимость температуры от времени и текущей массы от времени.

Методика эксперимента и результаты

Для исследования выбраны образцы необожженных подовых блоков и угольных электродов, кажущейся средней плотностью $1,613$ и $1,678$ г/см³, соответственно. Образцы цилиндрической формы помещались в тонкостенный тигель и засыпались угольной пересыпкой, предварительно прокаленной до 800 °С, поскольку в промышленных печах при обжиге заготовки находятся в пересыпке. Сформированная таким образом ячейка свободно подвешивалась к коромыслу электронных весов, что позволяло фиксировать текущую массу ячейки.

Образцы подового блока обжигались с различным темпом подъема температуры (рис.1). Средний темп термообработки первого образца составил $4,1$ °С/мин, второго – $2,3$ °С/мин. В результате было определено, что газовыделение начинается при достижении температуры 350 °С (рис.2), достигая максимальной интенсивности при температурах 492 и 472 °С, соответственно. Поэтому при обжиге третьего образца в температурном интервале образования полукокса $350...500$ °С темп обжига снижался до $0,83$ °С/мин.

В результате обработки экспериментальных данных получены зависимости скорости газовыделения от температуры термообработки как потеря безразмерной массы ν , 1/с от температуры термообработки. Безразмерная масса образца определялась как отношение текущей массы образца к первоначальной. Потеря безразмерной массы определялась как разность первоначальной (равной единице) и текущей безразмерных масс. Скорость газовыделения определяется как разность потери безразмерной массы двух последовательных измерений, выполненных с интервалом 300 с, отнесенных к изменению температуры.



1 - $4,1$ °С/мин; 2 - $2,3$ °С/мин;
3 - $1,85$ °С/мин со снижением темпа до $0,83$ в температурном интервале $350...500$ °С

Рис.1 - Темп подъема температуры при термообработке образцов подовых блоков

Сопоставление скоростей газовыделения для трех образцов подового блока, обработанных при разных темпах подъема температуры приведены на рис. 2. Анализ полученных зависимостей показывает, что при снижении темпа обжига максимум газовыделения перемещается в область более низких температур:

- №1 – (темп $4,1$ °С/мин) – 492 °С;
- №2 – (темп $2,3$ °С/мин) – 472 °С;
- №3 – (темп $1,85$ °С/мин) – 459 °С.

При этом температура начала газовыделения существенно не изменяется и находится в интервале $317...327$ °С, температура завершения газовыделения находится ближе к пику и также снижается (с 550 до 530 °С), после завершения фазы интенсивного газовыделения процесс обжига

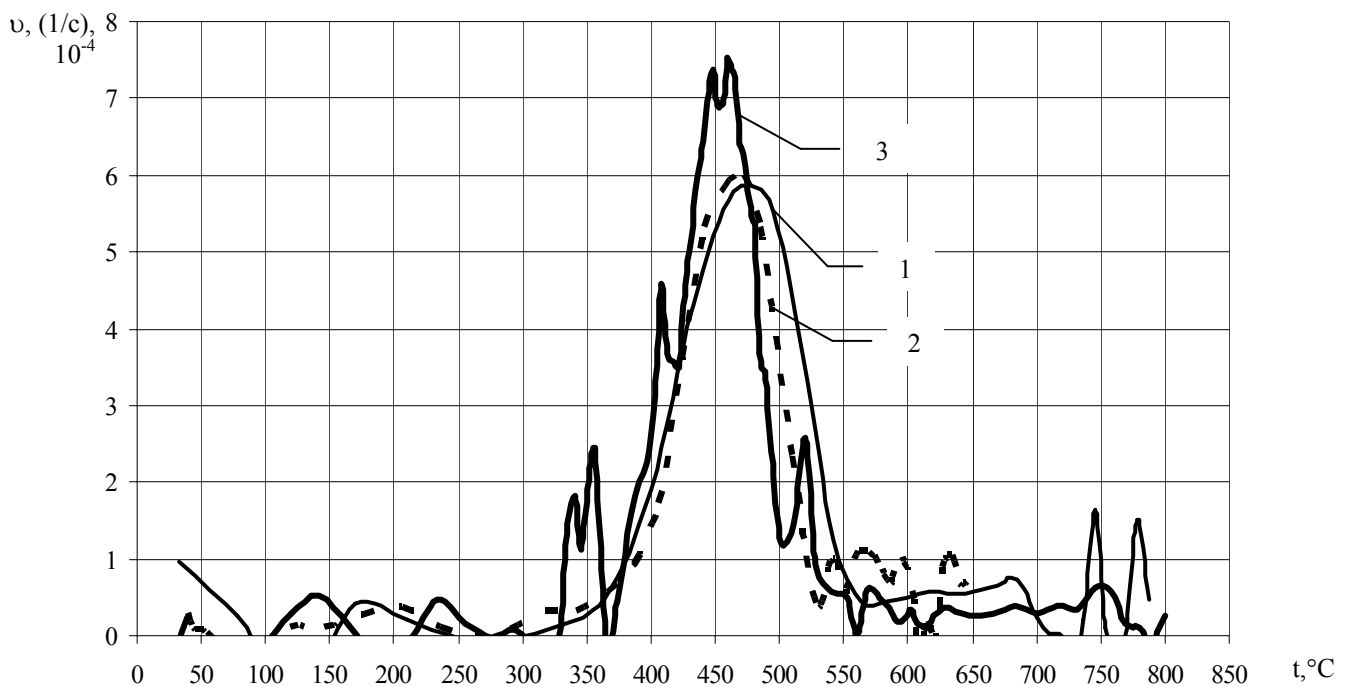


Рис.2 - Скорость газовыделения в зависимости от температуры термообработки при различных темпах термообработки

1 - 4,1 °C/мин; 2 - 2,3 °C/мин; 3 - 1,85 °C/мин.

сопровождается остаточным газовыделением, интенсивность которого постепенно снижается. Суммарная потеря массы образцами также различна и зависит от темпа обжига:

№1 - (темп 4,1°C/мин) – потеря массы 9,34%;

№2 – (темп 2,3°C/мин) – 8,23 %;

№3 – (темп 1,85°C/мин) – 7,60 %. То есть, за счет снижения потери связующего с летучими, выход кокса соответственно увеличивается.

Аналогичная картина наблюдается и для образцов электрода. При снижении темпа термообработки понижается температура пика газовыделения:

№4 - (темп 4,4°C/мин) – 521°C;

№5 – (темп 2,2°C/мин) – 477 °C;

№6 – (темп 1,55°C/мин) – 442°C;

потери массы снизились соответственно с 8,46% до 6,57%.

Выводы

1. Известная методика изучения газовыделения пекокосовых композиций адаптирована для определения температурного интервала образования полукокса в электродных изделиях при обжиге и может быть рекомендована производителям как экспресс-тест при составлении регламента обжига.

2. При снижении темпа обжига, пик газовыделения смещается в область более низких температур, количество выхода кокса из связующего увеличивается. Рекомендуемый температурный интервал снижения температуры для исследованных подовых блоков – 350...500°C, для электродов – 370...520°C.

Литература

1. Степаненко М.А., Брон Я.А., Кулаков Н.К. Производство пекового кокса. - Харьков: Металлургиздат, 1965. - 310 с.
2. Обжиг и пуск алюминиевых электролизеров / Б.С. Громов, Е.Н. Панов, М.Ф. Боженко, Г.Н. Васильченко, А.Я. Карвацкий, И.Л. Шилович /Под общ.ред. Б.С.Громова. – М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2001. – 336с.

3. Чалых Е.Ф. Обжиг электродов. – М.: Металлургия, 1981. - 116 с.