

УДК 536.2

Запропонована методика модернізації діючих регламентів випалу електродних виробів із врахуванням динаміки газовиділення, що забезпечує підвищення якості продукції, що випускається

Ключові слова: багатокамерна піч, газовиділення, регламент випалу

Предложена методика модернизации существующих регламентов обжига электродных изделий с учетом динамики газовой выделенной связующего, обеспечивающая повышение качества выпускаемой продукции

Ключевые слова: многокамерная печь, газовой выделение, регламент обжига

The method of modernization existing burning regulations of electrode products take into account the dynamics of gas emission is proposed ensuring the refinement of output products

Keywords: multichamber kiln, gas emission, burning regulations

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕГЛАМЕНТОВ ОБЖИГА С УЧЕТОМ ДИНАМИКИ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЯ ОБЖИГАЕМЫХ ЗАГОТОВОК

А. Я. Карвацкий

Доктор технических наук, профессор*

E-mail: anton@rst.kiev.ua

С. В. Лелека

Ассистент*

E-mail: sleleka@rst.kiev.ua

И. В. Пулинец

Аспирант*

E-mail: bull3t@ukr.net

Т. В. Лазарев

Аспирант

*Кафедра химического, полимерного и силикатного машиностроения

Инженерно-химический факультет

Национальный технический Университет Украины «Киевский

политехнический институт»

пр. Победы, 37, г. Киев, Украина, 03056

Контактный тел. (044) 406-83-09

E-mail: waiter120@ukr.net

1. Введение

Обжиг является одной из наиболее важных операций технологического цикла производства электродных изделий (заготовок), в процессе которого повышается механическая прочность материала электродов, увеличивается его электропроводность, теплопроводность и термостойкость [1]. Для обеспечения указанных физических свойств обжигаемых электродов в требуемом для промышленности диапазоне [1,2] необходимо использовать регламенты обжига, в которых учитываются особенности изменения физико-химических свойств связующего (пека) заготовок при их нагреве [1], в частности динамика интенсивного газовой выделенной. В существующих регламентах обжига, указанные особенности учитываются, либо не в полной мере, либо совсем не учитываются [3], что становится особенно критичным при переходе на другие виды пека. Поэтому задача разработки регламентов с учетом динамики газовой выделенной связующего или мо-

дернизации регламентов обжига электродных изделий является актуальной.

2. Анализ литературных источников

В процессе обжига в углеродных заготовках, как было отмечено выше, протекают различные физико-химические процессы [1], сопровождающиеся изменением агрегатного состояния – заготовка вначале размягчается из-за расплавления связующего, затем снова твердеет в результате коксования последнего, изменением линейных размеров – циклы последовательных и одновременных расширений и усадки, потерей массы, связанной с газовой выделенной.

Такие изменения в заготовках могут происходить как в определенной последовательности, так и одновременно. В результате отмеченных изменений в заготовках возникают механические напряжения, которые при неблагоприятном сочетании технологических

параметров могут привести к искажению формы изделия, растрескиванию, неоднородности физических свойств и т.д.

Интенсивность протекания физико-химических процессов, а, соответственно, и интенсивность возникновения механических напряжений в заготовках во время обжига напрямую зависят от скорости их нагрева, типа связующего и рецептуры наполнителя. Исследования разных авторов [2] показали, что наиболее низкая скорость роста температуры в заготовках должна быть обеспечена в температурном диапазоне образования полукокса из связующего. При этом уровень темпа нагрева зависит от свойств связующего и наполнителя и должен находиться в пределах 1-2,5 К/ч [2]. Указанные требования по скорости роста температуры заготовок в области температур образования полукокса связаны с тем, что при малых скоростях нагрева увеличивается доля коксового остатка и уменьшается интенсивность газовыделения из связующего.

В настоящее время на предприятиях электродной промышленности происходит замена материала связующего со среднетемпературного пека на высокотемпературный пек, который отличается по температурам размягчения и динамике образования полукокса, что и определяет необходимость в модернизации существующих температурных регламентов обжига.

3. Цель и задачи исследования

Целью настоящего исследования является модернизация регламента процесса обжига и как следствие этого уменьшение выхода бракованных изделий.

4. Экспериментальные и лабораторные исследования

Совершенствование существующих температурных регламентов обжига или модернизация действующих регламентов включает три основных этапа: экспериментальное определение зависимости среднеобъемных температур заготовок от температуры газовой среды под сводом камеры печи (штатно измеряемый технологический параметр обжига); измерение динамики газовыделения из образцов обжигаемых заготовок; разработка и промышленная проверка модернизированного регламента обжига.

Для определения зависимости среднеобъемных температур заготовок ($T_{V_{заг}}$, К) от температуры под сводом ($T_{св}$, К) проводились экспериментальные исследования температурных полей в камере обжиговой печи [3], результаты которых приведены на рис. 1,2.

Измерение динамики газовыделения из образцов обжигаемых заготовок проводились в лабораторных условиях, по методике, основанной на определении потери массы образцом электродного материала при непрерывной термообработке [3]. Результаты исследований представлены на рис. 3,4.

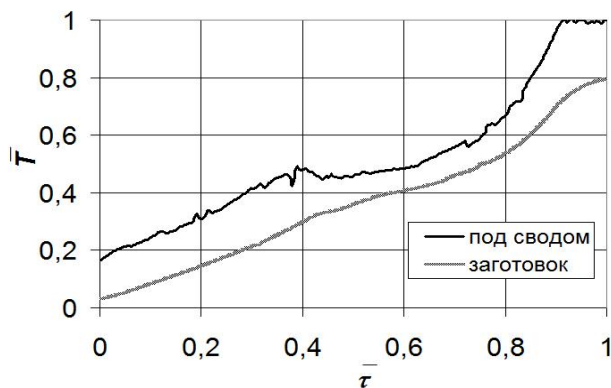


Рис. 1. Характерные температурные зависимости процесса обжига: $\bar{\tau} = \tau / \tau_{max}$ – безразмерное время; $\bar{T} = T / T_{max}$ – безразмерная температура; τ, T – текущее время (с) и температура $T_{св}$ или $T_{V_{заг}}$, (К); τ_{max}, T_{max} – продолжительность обжига и максимальная температура под сводом камеры, соответственно

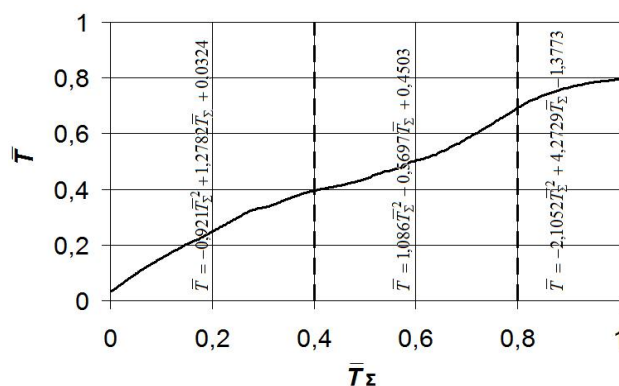


Рис. 2. Зависимость среднеобъемной температуры от суммарной температуры:

$$\bar{T}_\Sigma = \int_0^{\bar{\tau}} \bar{T}(\tau) d\bar{\tau}$$

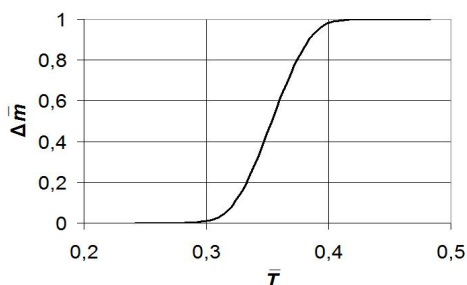


Рис. 3. Относительная потеря массы образцами обжигаемых заготовок: $\Delta \bar{m} = \Delta m / m_{max}$ – относительная потеря массы; Δm – абсолютная потеря массы, кг; m_{max} – масса исходного образца, кг

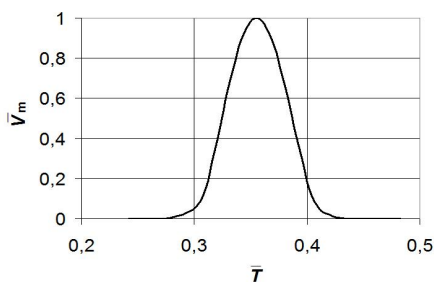


Рис. 4. Скорость потери массы образцов, изготовленных из обжигаемых заготовок: $\bar{V}_m = V_m / V_{mmax}$ – относительная скорость потери массы; $V_m = \Delta m / (b \Delta \tau)$, V_{mmax} – текущая и максимальная скорость потери массы соответственно, кг/К; b – темп нагрева образца, К/с; $\Delta \tau$ – интервал времени,

Полученные зависимости позволяют оценить для существующего регламента обжига соответствие скорости роста температуры и интенсивности газовыделения (рис. 5), а также при необходимости провести его модернизацию.

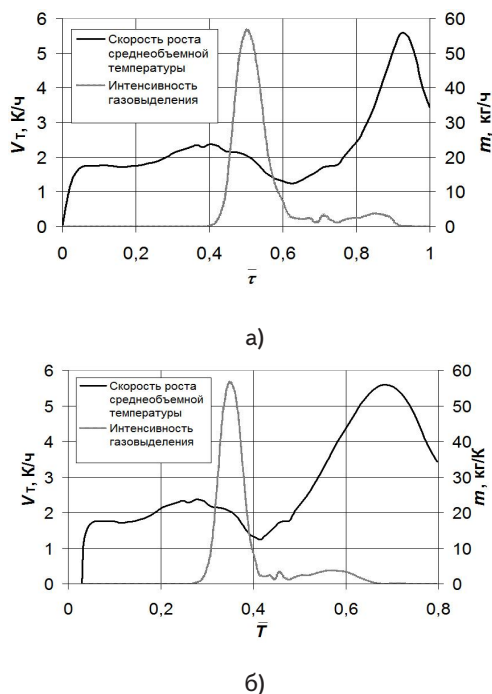


Рис. 5. Результаты сопоставления данных натурных и лабораторных измерений: а – $V_T = f_1(\bar{\tau})$; б – $V_T = f_2(\bar{\tau})$

Из приведенных результатов на рис. 5 видно, что для исследованного обжига, диапазон интенсивного газовыделения смещен влево относительно зоны минимального роста среднееобъемной температуры в заготовках ($\bar{\tau} = 0,43 - 0,57$). Это отрицательно сказывается на качестве обжигаемой продукции, а именно на механической целостности и кажущейся плотности верхних торцов заготовок [3].

5. Модернизация действующего регламента обжига

С использованием полученной зависимости среднееобъемной температуры заготовок от температуры под сводом (рис. 2) и экспериментально определенной динамики газовыделения из обжигаемых заготовок был разработан модернизированный регламент обжига (рис. 6).

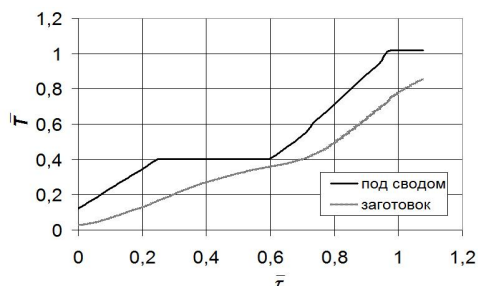


Рис. 6. Модернизированный регламент обжига

Разработанный регламент при незначительном увеличении длительности кампании обжига (на 7 %) и максимальной температуры под сводом (на 2 %), позволяет:

- достичь требуемых по технологическому регламенту температур в заготовках;
- обеспечивает согласование минимума скорости роста среднееобъемной температуры в заготовках с пиком газовыделения;
- приводит к уменьшению интенсивности газовыделения на 55 %, следовательно, увеличивает долю коксового остатка.

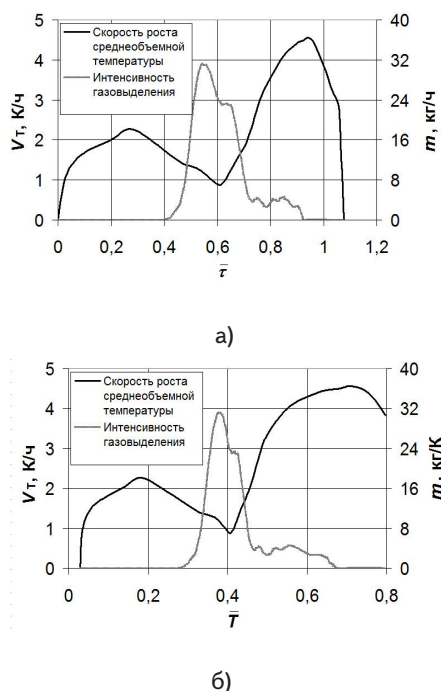


Рис. 7. Результаты сопоставления скорости роста среднееобъемной температуры и интенсивности газовыделения:

$$\alpha - V_T = f_1(\bar{\tau}); \beta - V_T = f_2(\bar{\tau})$$

Выводы

Применение описанной методики для разработки модернизированного регламента обжига электродных изделий позволяет обеспечить требуемую скорость нагрева заготовок в интервале температур образования полукокса [2] и согласовать минимум скорости роста в заготовках с пиком газовой выделению.

Промышленная проверка модернизированного регламента показала, что выход бракованных изделий уменьшился на 7-10 %, а управляемость процессом обжига в целом улучшилась, за счет уменьшения интенсивности газовой выделению и следовательно исключения возможности самовозгорания летучих.

Литература

1. Чалых Е.Ф. Оборудование электродных заводов : учеб. пособие [Текст] / Е.Ф. Чалых. — М. : Металлургия, 1990. — 238 с.
2. Производство электродной продукции [Текст] / А.К. Санников, А.Б. Сомов, В.В. Ключников и др. — М. : Металлургия, 1985. — 128с.
3. Power saving at production of electrode products [Текст] / Ye.N. Panov, S.V. Kutuzov, A.Ya. Karvatsky [et al.] // XVII Intern. Conf. «Aluminium of Siberia», V Conf. «Metallurgy of Non-Ferrous and Rare Metals», VII Symp. «Gold of Siberia», (Krasnoyarsk, Russia, Sept. 7–9, 2011) : Proceed. of the Intern. Congress, Krasnoyarsk : «Verso», 2011. — P. 412–423.
4. Степаненко М.А. Производство пекового кокса [Текст] / М.А. Степаненко, Я.А. Брон, Н.К. Кулаков. — Харьков: Металлургиздат, 1965. — 310 с.

Проаналізовано вплив комплексної технології на властивості циліндричних виливків з ливарного алюмінієвого сплаву АК7ч, що має підвищений вміст заліза. Приведені результати досліджень мікроструктури виливків і механічних властивостей

Ключові слова: алюмінієвий сплав, модифікування, фази, що містять залізо

Проанализировано влияние комплексной технологии на свойства цилиндрических отливок из литейного алюминиевого сплава АК7ч, имеющего повышенное содержание железа. Приведены результаты исследований микроструктуры отливок и механических свойств

Ключевые слова: алюминиевый сплав, модифицирование, железосодержащие фазы

The effect of aggregate technology to the properties of the cylindrical castings from foundry aluminum alloy АК7ч having high iron content is analysed. The results of researches of microstructure of foundings and mechanical properties are resulted.

Keywords: aluminum alloy, modification, phases containing iron

УДК 621.746.6:669.046.516.4:669.715

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ НА СВОЙСТВА ОТЛИВОК ИЗ СПЛАВА АК7Ч С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ЖЕЛЕЗА

Ю.В. Доценко

Кандидат технических наук, доцент*

В.Ю. Селиверстов

Кандидат технических наук, доцент

*Кафедра литейного производства

Национальная металлургическая академия Украины
пр. Гагарина, 4, г. Днепропетровск, 49600

Введение

Повышенное содержание железа в сплавах системы Al-Si является причиной резкого снижения механических и эксплуатационных свойств отливок. Фазы содержащие железо (FeAl₃, Al₂SiFe, Al₄Si₂Fe, Al₅SiFe и др.), как правило, имеют грубокристаллическое строе-

ние и поэтому негативно влияют, в первую очередь, на относительное удлинение сплава.

Нейтрализация вредного влияния железа на свойства сплавов возможна при условии получения железосодержащих фаз в компактном виде, что достигается легированием, модифицированием, а также применением внешних воздействий на расплавы (элек-