

С. В. Кутузов¹, В. В. Буряк¹, В. В. Деркач¹, д. т. н. Е. Н. Панов²,
д. т. н. А. Я. Карвацкий², к. т. н. Г. Н. Васильченко², С. В. Лелека²,
Т. В. Чирка² (✉), Т. В. Лазарев²

¹ ПАО «Укрграфит», г. Запорожье, Украина

² Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

УДК 662.749.2:536.2.083

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОЙ ШИХТЫ ПЕЧЕЙ ГРАФИТАЦИИ АЧЕСОНА

Приведены аппроксимированные данные по теплопроводности и удельному электрическому сопротивлению коксовой мелочи различных фракций. Разработана математическая модель печи графитации и проведены расчеты температурных полей при использовании более эффективной теплоизоляционной шихты.

Ключевые слова: теплопроводность, коксовая мелочь, печь графитации Ачесона, математическая модель.

Сущность графитации состоит в высокотемпературной обработке изделий до 2500–3000 °С в электрических печах сопротивления. Качество изготовления графитированной продукции достигается необходимой температурой процесса и равномерностью температурных условий. Равномерность распределения температур может быть достигнута путем правильного выбора в печи графитации пересыпчных и теплоизоляционных материалов, которые выполняют задачу не только теплоизолятора, но и активного сопротивления. При этом к теплоизолирующим материалам предъявляют такие требования, как высокое электрическое сопротивление, низкая теплопроводность и достаточная пористость [1].

Свойства теплоизоляции, применяемой в графитировочных печах, оказывают влияние на энергетические показатели процесса графитации. Для исследования влияния шихты на эффективность работы печи графитации необходимы данные о ее теплофизических свойствах. В работах многих авторов [2–5] приведены результаты исследований теплопроводности и удельного электрического сопротивления (УЭС) теплоизоляционных и пересыпчных материалов в зависимости от температуры, гранулометрического состава, химического состава примесей и других факторов. Однако для получения достоверных

результатов при расчетах тепловых полей печей графитации этих данных недостаточно. Это обстоятельство привело к необходимости дополнительного исследования теплопроводности и удельного электрического сопротивления углеродных сыпучих материалов с фракционным составом до 10 мм при температурах до 1000 °С в условиях, соответствующих давлению в печах графитации (27 кПа). Далее приведены результаты исследования теплофизических свойств теплоизоляционной шихты и математического моделирования температурных полей в печи графитации.

В настоящее время в печах графитации используется теплоизоляционная шихта крупностью до 10 мм, в состав которой входят сырая графитированная коксовая мелочь, опилки и песок. Однако в некоторых случаях ее использование затруднено или невозможно из-за технологических и экологических требований. Альтернативой может быть шихта на основе коксовой мелочи подобранного гранулометрического состава. С этой целью были проведены исследования температурных зависимостей теплопроводности и УЭС разных фракций. Результаты исследований представлены в виде аппроксимирующих графиков (рис. 1). Было определено, что наилучшими теплоизолирующими свойствами обладает сырая коксовая мелочь (0–2 мм).

Для адаптации численной модели и подготовки данных к использованию полученные результаты экспериментов были обработаны в виде полиномов и экстраполированы в область температур до 3000 °С. Используемая в расчетах геометрическая модель печи с заготовками показана на рис. 2. Расчетным путем получены термogramмы печи графитации после ее отключения



Т. В. Чирка
E-mail: mustford@ukr.net

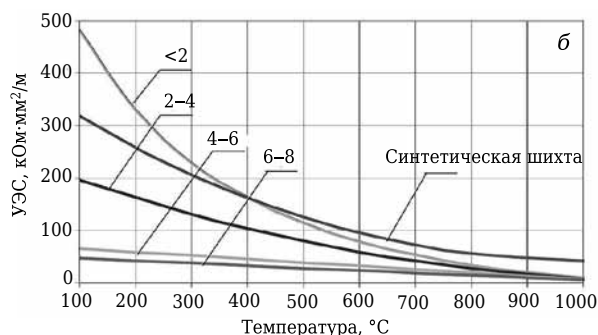
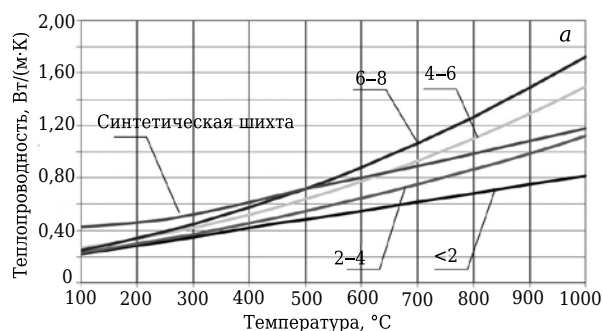


Рис. 1. Теплопроводность (а) и УЭС (б) сырой коксовой мелочи разных фракций и синтетической шихты. Размер частиц указан на кривых, мм

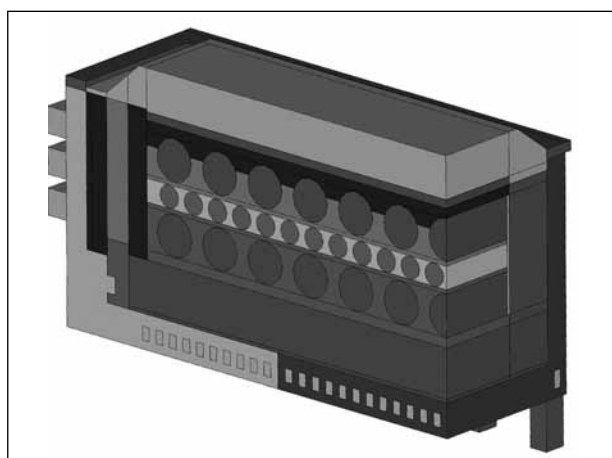


Рис. 2. Геометрическая модель печи графитации с заготовками

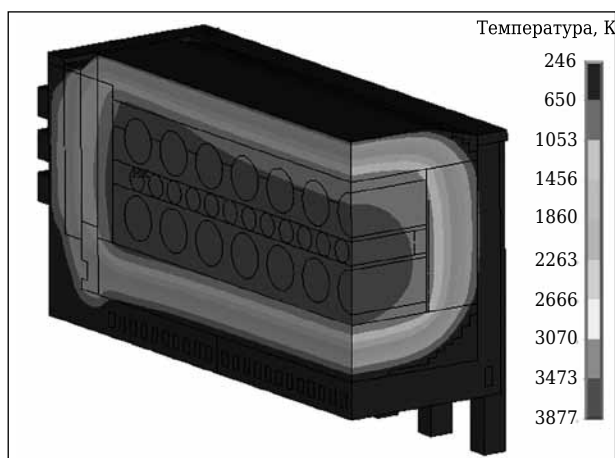


Рис. 3. Распределение температур в печи графитации

при использовании в качестве теплоизоляционной шихты сырой коксовой мелочи фракции 0–2 мм (рис. 3).

Результаты моделирования показали увеличение КПД печи графитации на 2 % и уменьшение

неоднородности температурного поля по заготовкам на конец кампании на 10 %. Использование математической модели позволяет проводить различные работы по усовершенствованию печи графитации.

Библиографический список

1. **Чичулин, Н. И.** Теплоизолирующие материалы графитировочных печей / Н. И. Чичулин, М. Ф. Огнева, О. В. Мокрушина // Совершенствование технологии и улучшение качества электродной продукции : сб. науч. тр. — Челябинск : ГосНИИЭП, 1975. — Вып. 7. — С. 176–182.
2. **Агроскин, А. А.** Тепловые и электрические свойства углей / А. А. Агроскин. — М. : Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии, 1959.
3. **Лутков, А. И.** Тепловые и электрические свойства углеродных материалов / А. И. Лутков. — М. : Металлургия, 1990. — 176 с.

4. **Кузнецов, Д. М.** Процесс графитации углеродных материалов. Современные методы исследования : монография / Д. М. Кузнецов, В. П. Фокин. — Новочеркасск : ЮРГТУ, 2001. — 132 с.
5. **Знамеровский, В. Ю.** Влияние удельного электросопротивления пересыпки на температурный режим печи графитации // В. Ю. Знамеровский, В. В. Яшкина // Цветные металлы. — 1985. — № 2. — С. 39–41. ■

Получено 14.02.13

© С. В. Кутузов, В. В. Бурак, В. В. Деркач, Е. Н. Панов, А. Я. Карвацкий, Г. Н. Васильченко, С. В. Лелека, Т. В. Чирка, Т. В. Лазарев, 2014 г.