

## РАЗВИТИЕ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БАЗЫ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ЭЛЕКТРОДНОЙ ПРОДУКЦИИ НА ОАО «УКРАИНСКИЙ ГРАФИТ»

Анализ параметров свойств электродов свидетельствует о том, что мировая тенденция совершенствования чрезвычайно энергоемкого электродугового или электролизного производства состоит в увеличении электрического тока, протекающего через электрод. При протекании тока минимизации тепловых потерь достигают за счет уменьшения удельного электрического сопротивления (УЭС) собственно электрода. Так, современные ведущие производители электродной продукции гарантируют УЭС графитированных электродов на ток 100... 140 кА в диапазоне 4,0... 5,5 мкОм·м. Технико-экономический анализ показывает, что снижение УЭС электродов на 0,2 мкОм·м позволяет уменьшить энергопотери приблизительно на 6... 8 % на тонну металла.

Необходимо подчеркнуть, что технико-экономическая информация в производстве углеграфитовой продукции является во многих разделах закрытой и сугубо конфиденциальной. С другой стороны, проблема выпуска качественных электродов касается стратегически важных секторов отечественной

экономики, в частности металлургического и энергетического.

В середине 1990-х гг. анализ ситуации по выпуску качественной продукции на ОАО «Укрграфит» показал, что для повышения качества продукции и ее конкурентоспособности необходимо провести комплекс системных научно-технических работ, направленных на совершенствование как технологий, так и производственной базы. С этой целью руководство завода утвердило комплексный план проведения инновационных работ по созданию конкурентоспособной продукции. Главными факторами, предшествующими этой работе, были следующие:

анализ общих тенденций развития электродной отрасли ведущих стран, показавший, что они базируются на фундаментальных и всесторонних научных исследованиях физических свойств исходных материалов, изучении процессов при производстве электродной продукции, внедрении в практику индексов контроля качества конечной продукции;

всесторонний маркетинговый анализ сырья, ценовой политики, тенденций развития рынка, требо-

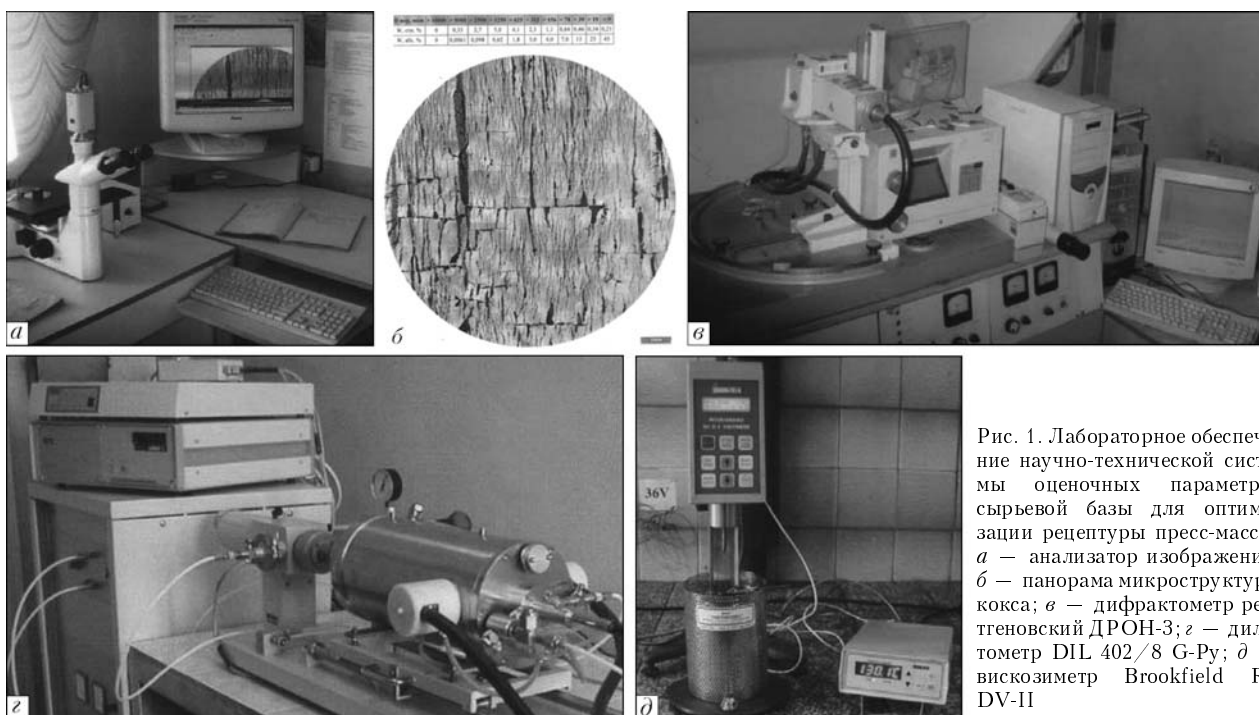


Рис. 1. Лабораторное обеспечение научно-технической системы оценочных параметров сырьевой базы для оптимизации рецептуры пресс-массы: а — анализатор изображения; б — панорама микроструктуры кокса; в — дифрактометр рентгеновский ДРОН-3; г — дилатометр DIL 402/8 G-Py; д — вискозиметр Brookfield RV DV-II

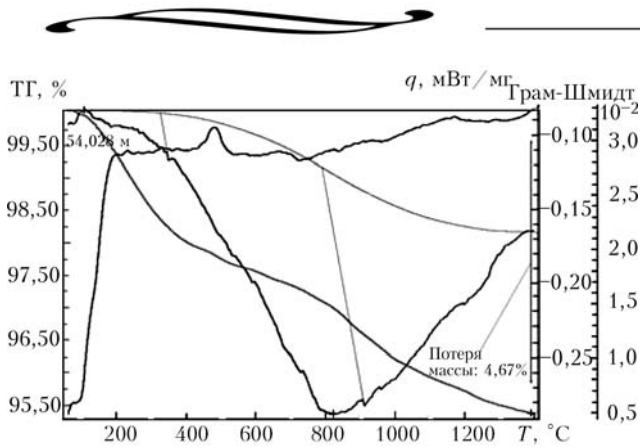


Рис. 2. Термокинетические параметры кальцинации антрацита

ваний потребителей электродной продукции, определение масштабов и направлений инноваций; разработка плана научно-технической модернизации производства с учетом необходимости выпуска широкого ассортимента продукции. В итоге, главная цель работ заключалась в создании современного сквозного технологического цикла, позволившего бы получать изделия, уровень качества которых отвечал бы мировым стандартам. Указанную цель можно достичь путем системного широкомасштабного внедрения в заводскую практику научных тенденций и подходов к производству. Это продиктовано в первую очередь диапазоном номенклатуры изделий и географией потребителей продукции, изготавливаемой на заводе. Области технического применения продукции включают катодные блоки алюминиевых электролизеров, аноды и брусья магниевых электролизеров, высокотемпературную футеровку агрегатов черной металлургии, электроды дуговых плавильных агрегатов, набивные массы и комплектующие к электродной продукции. Соблюдение параметров указанных изделий и технологии их производства требует довольно высокого уровня научных и технических навыков и знаний, которыми должны владеть инженерно-технические работники завода.

Однако ряд вопросов и научно-технических проблем требовалось решать с помощью современных компьютерных и лабораторных средств научных организаций и подразделений. Причинами

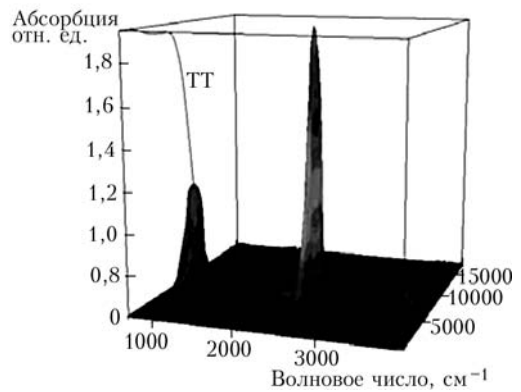


Рис. 3. ИК-диаграмма газовыделения при кальцинации антрацита

привлечения отечественных научных кадров к решению технических заданий совершенствования производства были уникальность условий протекания технологических процессов (до 2500 °С) и собственно материальных потоков с разнообразной структурой и свойствами; отсутствие отечественных отраслевых лабораторий углеродно-графитового производства; необходимость использования методик и средств исследования, не имеющих аналогов в заводской практике.

Таким образом, был создан творческий коллектив, в который вошли ведущие специалисты завода, Института электросварки им. Е. О. Патона, НПП «Милитекс», Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт» и Национальной металлургической академии Украины. Удачное сочетание менеджмента и научно-технического подхода к решению проблемы позволило получить научные и технические результаты.

Предложена научно обоснованная система оценочных параметров сырьевой базы для оптимизации рецептуры прессовой массы по данным физических свойств исходных сырьевых материалов: коэффициентов температурного расширения, прочности, упругости, адсорбции, микроструктуры кокса, реологических характеристик пеков и т.д.

Впервые исследованы закономерности прокали антрацита в электрокальцинаторе на физической модели и лабораторной установке с визуализацией процесса прокали. Получены закономерности про-

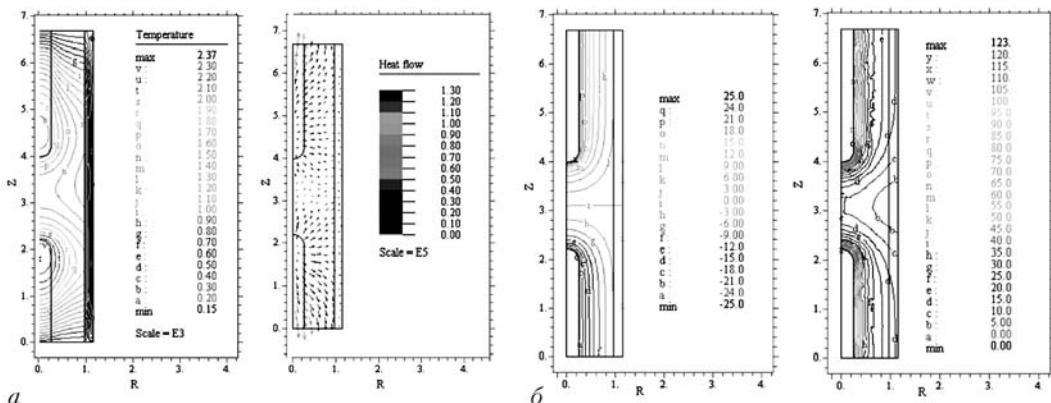


Рис. 4. Компьютерное моделирование тепловых (а) и электрических (б) параметров электрокальцинаций

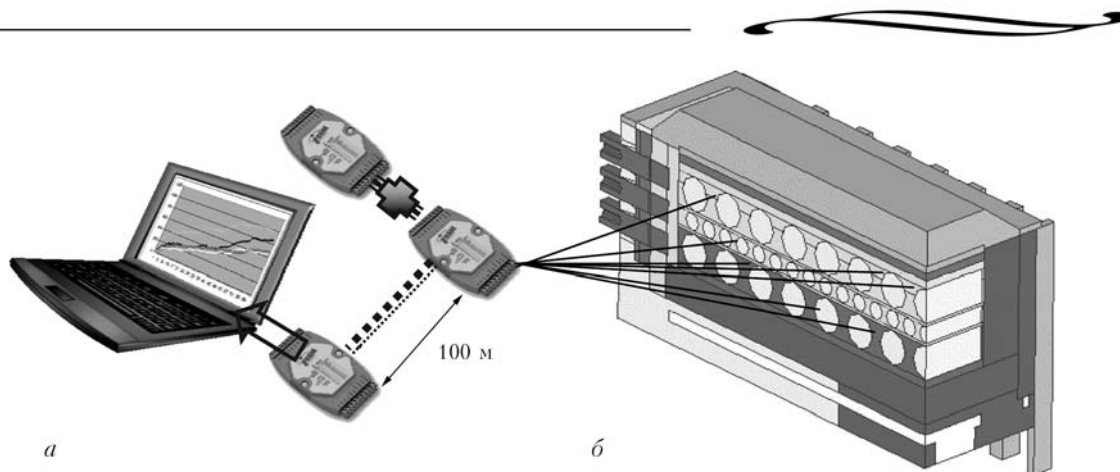


Рис. 5. Мониторинг температурного поля печи графитации: *а* — приборно-программный интерфейс для сбора и записи информации; *б* — термодатчики в печи устанавливаются по разработанной схеме

текания электрического тока сквозь насыпной слой антрацита.

На базе фундаментальных исследований физических процессов в гранулированных углеродных материалах, структурных превращений и изменения термодинамических характеристик антрацита впервые предложена научная концепция одностадийной электрокальцинации антрацита с применением дроссельной шайбы, которая обеспечивает достижение температур кальцинации за счет повышения плотности тока при одновременном уменьшении удельных расходов электроэнергии.

Впервые получены данные термокинетических исследований при прокатке донецкого антрацита и определено влияние теплового эффекта реакций на эффективную мощность электрокальцинатора.

Создана численная термоэлектрическая модель печи электрокальцинатора с использованием обобщенных физических свойств насыпного слоя донецкого антрацита, с помощью которой впервые получены данные по распределению электрического потенциала и плотности тока, температуры и плотности теплового потока при двух- и одностадийной кальцинации антрацита.

Расчетно-экспериментальное исследование электрокальцинатора приведено на рис. 2–4.

Впервые на базе научно обоснованных методик получены экспериментальные данные (в интервале температур до 2500 °С), что существенно изменило представление о характере распределения темпера-

тур рабочей зоны печи графитации в пространстве и во времени.

Создана трехмерная численная теплоэлектрическая модель печи графитации с использованием полученной информации о физических свойствах материалов, которая прошла верификацию по данным натурных экспериментов. Впервые получены трехмерные теплоэлектрические поля печей графитации, значительно расширившие физические представления об условиях протекания технологического процесса; данные по мгновенному и итоговому энергобалансу, что определило потенциал и направление энергосбережения при графитации электродов.

На рис. 5 и 6 показаны стадии экспериментально-расчетного исследования температурных режимов печей графитации.

Итогами многолетней работы стали внедрение следующих подходов и мероприятий. С помощью разработанного новейшего лабораторного оборудования и научно-технических методов анализа свойств исходных материалов внедрен системный подход к выбору сырьевой базы, что позволяет свести к минимуму влияние колебаний рынка поставок сырья; на основании научных обобщений и исследований внедрена одностадийная электрокальцинация антрацита в составе семи электрокальцинаторов мощностью 1600 кВт·А; внедрена автоматизированная система дозирования компонентов наполнителя с обеспечением необходимой точности воспроизводимости технологии; выполнена модернизация переработки пресс-массы для изготовления заготовок

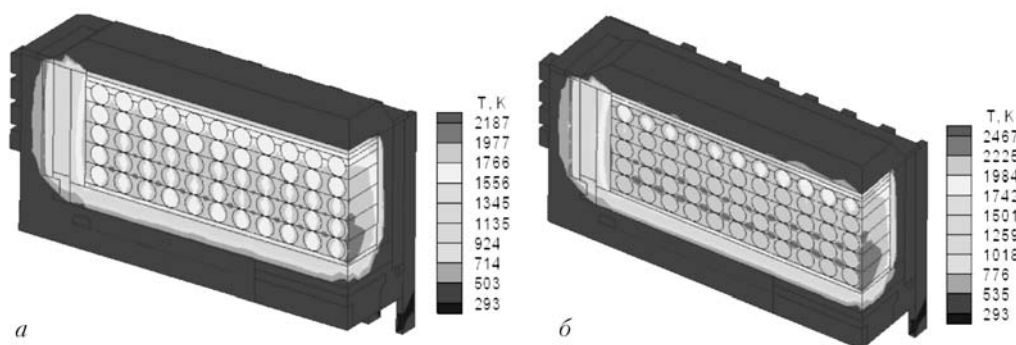


Рис. 6. Компьютерное моделирование температурного поля печи графитации: *а* —  $T_{\min} = 961$  К;  $T_{\max} = 1925$  К; *б* —  $T_{\min} = 1436$  К;  $T_{\max} = 2247$  К



Рис. 7. Обжиговая печь нового поколения (печь № 7)

электродов способом экструзии; осуществлена модернизация термической обработки углеродных заготовок в печах обжига (термической обработки) нового поколения; переоборудован участок переработки кокса путем внедрения технологии прокалики; усовершенствован процесс графитации углеродных заготовок в высокотемпературных печах. На основании выполненных научно-технических исследований тепловых режимов печей обжига построена новая печь № 10 производственной мощностью более 2000 т обожженной продукции за месяц, которая выводит производство на ведущее место на рынке электродной продукции; проведен комплекс работ по научному сопровождению регламентов работы печей обжига; опытные кампании сопровождались компьютерным мониторингом температурных полей, что дало возможность оперативно отслеживать наладочный регламент пуска печи № 10.

Внедрено производство новых графитированных (ПБ-5, ПБ-7) и графитизированных (ПБГ-2)

подовых блоков алюминиевых электролизеров с уменьшенным удельным электрическим сопротивлением для электролизеров на ток до 320 кА.

Разработана уникальная установка для определения теплофизических свойств насыпных материалов до 1750 °С.

В результате внедрения комплекса инновационных разработок достигнуты такие результаты:

расход электроэнергии на одну кампанию печи уменьшился на 8 % при заданных показателях качества графитированной продукции;

повысился процент графитированных электродов (до 96 %), удельное электросопротивление которых отвечает мировым образцам;

за счет интенсификации графика подвода мощности печи графитизации увеличился выпуск продукции на 15... 20 %.

Необходимо также отметить поступательный процесс по интенсификации как научной составляющей исследований, так и их технической реализации.

За прошлый год защищена одна и подготовлена к защите еще одна кандидатские диссертации, опубликованы две монографии и девять статей, получено 10 патентов.

Таким образом, проведенные работы и их содержание свидетельствуют о заметной научной и технической перспективе, что может рассматриваться как становление отечественной научной школы по обеспечению электродного производства.

ОАО «Украинский графит», Запорожье

Поступила 18.07.2008

### *Дорогие коллеги и друзья!*

*За 75 лет «Украинский графит» прошел славный путь и сегодня – это коллектив единомышленников, приумножающий успехи, заложенные теми, кто создавал комбинат и развивал его в течение всех этих лет.*

*Примите искренние сердечные поздравления с замечательной датой – 75-летием прославленного ОАО «Украинский графит»! От всей души желаем процветания, новых творческих успехов и достижений.*

*Редакция и редколлегия  
Журнала «Современная электрометаллургия»*