

ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОЦЕНКИ СВОЙСТВ УГОЛЬНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ И КОКСА В УСЛОВИЯХ ЦЗЛ ПАО «ЕВРАЗ ДНЕПРОДЗЕРЖИНСКИЙ КХЗ»© П.Н. Рафальский¹, О.В. Жарова², Л.В. Репка³*ПАО "ЕВРАЗ Днепродзержинский КХЗ", 51901, г. Днепродзержинск, ул. Колеусовская, 1, Украина*¹*Рафальский Павел Николаевич, генеральный директор ПАО «ЕВРАЗ Днепродзержинский КХЗ», e-mail: direct@dkhz.com.ua,*²*Жарова Ольга Владимировна, нач. ЦЗЛ, e-mail: o.zharova@dkhz.com.ua,*³*Репка Лариса Владимировна, нач. исследовательской группы ЦЗЛ, e-mail: l.repka@dkhz.com.ua)*

В статье дан обзор критериев оценки качества угольного сырья на «ПАО «ЕВРАЗ Днепродзержинский КХЗ», перечислены методы анализа свойств угольного сырья и кокса, приведен обзор выполненных исследовательских работ, дан анализ организации заводской лаборатории.

Ключевые слова: уголь, шихта, кокс, показатели качества, оптимизация, испытательное оборудование, управления качеством.

Введение в практику мирового рынка оценки качества кокса по показателям реакционной способности (CRI) и прочности остатка кокса после реакции (CSR) потребовало изменений в системе контроля качества угольного сырья.

Основную роль в определении технологической ценности угольного сырья и совершенствовании качества коксовой продукции играет ЦЗЛ. В настоящее время, когда увеличились поставки зарубежных углей, в центре внимания находятся процессы взаимодействия импортного сырья с углями Украины и России в виде сложных многокомпонентных смесей. В данных условиях важной задачей становится оперативная оценка качества угольных концентратов для их рационального использования в угольной шихте.

На ПАО «ЕВРАЗ Днепродзержинский КХЗ» были выработаны подходы к решению задач оптимизации шихт для коксования, к критериям оценки качества угольной сырьевой базы. На основании лабораторных исследований и экспериментальных коксований разработаны принципы составления и управления составом угольных шихт для коксования.

Они включают в себя следующие положения:

— систематическое изучение углей как сырья для коксования, включая исследования взаимодействия углей разных марок и типов;

– определение истинной марочной принадлежности с учетом химико-петрографических характеристик и рефлектограммного анализа углей сырьевой базы завода;

– оценка технологических свойств угля для определения его соответствия определенному компоненту шихты (спекающему, коксующему, отошающему, готовой шихте);

– выполнение экспериментальных работ по разработке и внедрению шихт измененного состава; коксования на экспериментальной печи «Карботест» индивидуальных углей и модельных смесей, корректировка производственных шихт по результатам выполненных работ;

– оценка перспективности и разработка регламентов использования новых углей как потенциального сырья для коксования;

– анализ возможных для импорта углей по сертификатным данным, оценка их марочной структуры, технологических свойств и особенностей;

– составление алгоритма подбора угольных композиций для достижения заданного качества кокса и оптимизация стоимости шихты;

– прогноз качества кокса на основании изучения физико-химических свойств углей и критериев оптимальности угольных смесей.

Исследования в области качества угольного сырья

Были проведены исследования, подтвердившие целесообразность развития направления оптимизации шихты на основе химико-петрографических характеристик для оценки истинных технологических свойств углей с близкими показателями качества, для оценки свойств концентратов-близнецов, имеющих целью оперативное влияние на формирование шихты.

На каждом предприятии строятся свои математические модели, описывающие взаимосвязи качества шихты с коксом, выбираются характеристики, которые наиболее адекватно описывают эти связи. При этом учитываются схема подготовки шихты, метод тушения кокса, конструкция и состояние коксовых печей.

Для оценки свойств угольного сырья в лаборатории используются различные методы анализа.

Для определения пластично-вязких свойств углей и их смесей, играющих важную роль в формировании прочной структуры кокса, используются методы Одибера-Арну, Гизелера, пластометрия по Сапожникову, в приборе ИГИ – ДметИ.

Для углей и их смесей, обладающих свойством образовывать пластическую массу, особое значение имеют показатели вязкости пластической массы и динамики изменений свойств при термической деструкции, так как они позволяют (согласно выявленным закономер-

ностям) объяснять особенности формирования структуры кокса и изменения его качества.

Математическая и статистическая обработка результатов, полученных этими методами, позволяет произвести оценку изменений качества сырьевой угольной базы в случаях, когда толщина пластического слоя γ по Сапожникову не чувствительна к структурным и генетическим изменениям угля.



Рис. 1 Дилатометр Одибера – Арну



Рис. 2 Аппарат Гизелера

В ЦЗЛ выполнен ряд работ по выявлению оптимальных значений текучести угольной шихты по методу Гизелера и дилатации по методу Одибера-Арну для обеспечения высокой механической прочности кокса.

Таким образом, методы Одибера – Арну и Гизелера хоть и являются косвенными в определении спекающих свойств углей, все же более объективно характеризуют их технологическую ценность, расширяя характеристики и дополняя перечень основных показателей значениями дилатации, пластичности и температурным интервалом пластического состояния.

Среди основных возможных путей интенсификации коксохимического производства и улучшения качества кокса, в том числе и по показателям CRI и CSR, коксохимики, как правило, выбирают совершенствование подготовки угольной шихты для коксования и варьирование технологических факторов производства: подбор дифференцированного состава углей, избирательное измельчение углей перед коксованием, глубокая сушка и предварительная подготовка углей, трамбование; частичное брикетирование, введение в шихту органических и неорганических добавок, выпечная обработка кокса. Эти направления изучались и в условиях ЦЗЛ предприятия с использованием экспериментального и испытательного оборудования.

Работы, связанные с прогнозированием индексов CRI / CSR в коксе, стали возможны после приобретения лабораторной коксовой печи «Карботест». Методом экспериментального коксования в лабораторной печи «Карботест» с последующим определением высокотемпературных свойств полученного кокса прошли апробацию все концентраты сырьевой базы нашего предприятия.

Большой объем работ был выполнен по изучению влияния на высокотемпературные свойства кокса внесения органических добавок в угольную шихту с целью изучения динамики изменения свойств кокса, достижения максимальных индексов CRI / CSR и механической прочности кокса.

Подбирались и изучались различные варианты подготовки проб для коксования – смачивание шихты и отдельных компонентов. В качестве добавок использовались: поверхностно активное вещество высокой проникающей способности ВПС, нефтекоксовая мелочь, каменноугольный пек, масла каменноугольные и каменноугольная смола.

С целью достижения заданных технологических свойств шихты, при условии ее удешевления за счет привлечения менее дефицитных углей, были проведены лабораторные испытания по методам выпечной обработки кокса, внесения в шихту минеральных примесей.

Важную роль во входном контроле качества угольных концентратов играет петрографический анализ на автоматизированной петрографической установке «Лусия», с помощью которой выполняется контроль марочной принадлежности, оценивается стабильность качества угольного сырья.

Для выяснения причин колебаний спекаемости у концентратов одной марочной принадлежности была

выполнена работа по дифференциации углей, поступающих на завод, по степени окисленности, составлена условная шкала степени окисленности. Составлены атлас и таблицы с признаками и степенью окисленности угольных концентратов с фотографиями.

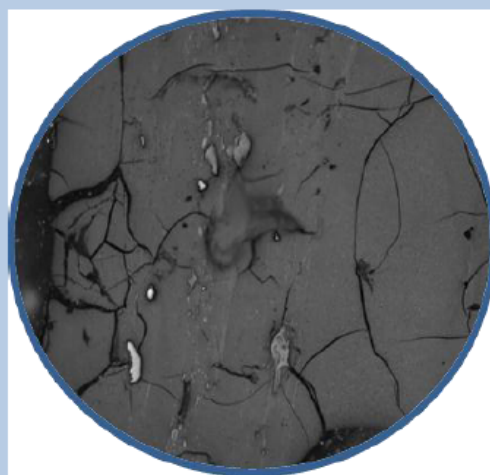


Рис. 3 Трещины выветривания

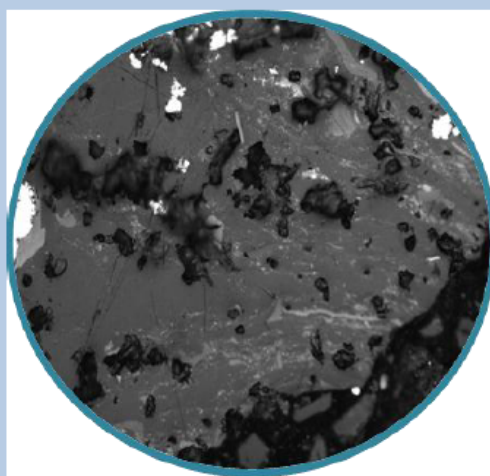


Рис. 4 Пустоты выщелачивания

Одной из актуальных работ и резервом повышения качества КД является оптимизация гранулометрического состава шихты.

Для повышения механической прочности кокса в периоды увеличения в производственных шихтах доли газовых и слабоспекающихся концентратов выполня-

лись исследования по оптимизации гранулометрического состава шихты, изучалось распределение вещественного состава угля по классам крупности шихты для коксования. Исследовалась степень измельчения угольных шихт при подготовке их к коксованию. При этом решались задачи преодоления влияния неоднородности угольного материала, улучшения петрографического состава в крупных классах, уменьшения их зольности, улучшения спекаемости. Только исследовав зависимости распределения угольного материала по классам крупности от различной дробимости ее компонентов можно оценить эффективность работы выбранной схемы подготовки углей.

Регулярно проводятся исследования и контроль подготовки углей к коксованию, выполняется оценка эффективности используемой схемы подготовки и принимаются решения по выбору схемы дробления углей, соответствующей сырьевой базе производства.

На основании полученных результатов проведена отработка методики расчёта оптимальной степени измельчения угольных шихт при подготовке их к коксованию на основании гранулометрического состава и технического анализа фракций шихты, вносятся корректировки в технологию подготовки шихты.

Также был выполнен ряд исследований по определению технологической ценности углей путём их фракционирования по плотности. Оценивалась засорённость углей труднообогатимыми минерализованными и петрографически неоднородными частицами по суммарному содержанию в них «тяжёлых фракций».

Подтверждено, что способом решения проблемы дефицита углей технологически ценных марок (хорошо спекающихся и коксующихся), может быть выделение из недефицитных углей технологически ценных марок с использованием современных методов обогащения. В лабораторных условиях было изучено влияние плотности фракций угля на их спекаемость, реологические характеристики.

Исследовав состав и термохимические свойства фракций, выделенных из угля по плотности, было показано влияние соотношения «тяжёлых» и «лёгких» фракций в угле на качественные показатели: спекаемость, реологию, марочный состав угля.

Выявлено, что при различии углей по спекаемости, при прочих близких показателях, необходимо искать причину в различном содержании «лёгких фракций». При различии углей по показателям реологии, при прочих близких показателях, причина кроется в различном содержании «тяжёлых фракций». Определены возможные пути управления качеством шихты – замена малоценного угля на фракции, получаемые при его разделении.

Фракционирование угля перед его переработкой может быть потенциально эффективным. При фракционировании углей на угледобывающих предприятиях

возможно достичь не только расширения сырьевой базы процессов технологической переработки угля, но и наиболее полного использования его энергохимического потенциала.

Одним из важных факторов, влияющих на реакционную способность кокса, является содержание и состав минеральных компонентов. Работы, выполненные в лаборатории по определению взаимосвязи химического состава золы углей с процессом формирования прочностной структуры кокса, и оценка самостоятельного значения неорганических компонентов золы угольных концентратов позволяют оценивать целесообразность их использования для получения кокса с низким показателем реакционной способности.

В ЦЗЛ отработана схема входного контроля угольных концентратов по показателям химического состава золы. Анализ выполняется химическими методами по ГОСТ 10538-87 и методом атомной абсорбции на приборе Solaar 4S.

За годы технического перевооружения наработана огромная база данных и создана универсальная информационно-управляющая база данных угольных концентратов, включающая в себя большой объём результатов технического анализа, пластометрических, дилатометрических, генетических характеристик, химического состава золы углей, информационные ресурсы показателей CRI / CSR кокса из угольных концентратов по данным их индивидуального коксования. Выполнено более 400 коксований на лабораторной печи «Карботест», проведено более 1000 определений показателей CRI / CSR производственных и экспериментальных коксов, собрана полная характеристика свойств углей Украины, России, США, Австралии, Канады, Колумбии, Чехии, Польши, Казахстана.

Такая же обширная база данных создана для производственных и модельных угольных шихт, что позволяет методом статистико-математической обработки экспериментальных данных исследовать зависимости прочностных характеристик кокса доменного и структуры угольной шихты, разрабатывать регрессионные уравнения.

Поддержание научного потенциала

Изменение масштабов производства, усложнение технологического оборудования, значительное расширение сырьевой базы коксования объективно привели к увеличению и усложнению комплекса вопросов, связанных с процессом формирования качества продукции.

Для повышения научного потенциала специалистов предприятия, в том числе и ЦЗЛ, для глубокого изучения вопросов по поставленным задачам и направлениям выполнен ряд литературных обзоров на темы: «Влияние марочного состава шихт на реакционную способность кокса», «Повышение механической прочности

металлургического кокса», «Использование твердых органических добавок в уплотненных угольных шихтах с целью улучшения качества кокса», «Южно - Якутский угольный бассейн. Угли Нерюнгринского месторождения», литературный обзор по углям Карагандинского бассейна, углям Львовско-Вольнского бассейна. Также специалистами предприятия для обсуждения актуальных проблем и проведения дискуссий написано значительное количество тематических работ, посвященных факторам, оказывающим влияние на формирование оптимальных значений показателей CRI / CSR кокса.

Об оснащении ЦЗЛ

Успешное решение задач, затрагивающих основы технологии производства кокса, сегодня не представляется возможным без оснащения лабораторий современным испытательным и измерительным оборудованием. Учитывая важность технического прогресса в решении поставленных задач и современные требования к лабораториям, а также с целью повышения качества выполняемых работ, ЦЗЛ планомерно оснащается современным оборудованием с программным управлением.



Рис. 5 Анализатор серы и углерода Rapid CS CUBE

Безусловно, технический прогресс изменил труд лаборантов. И сегодня работа в лаборатории неотделима от использования компьютерной техники, что требует специальной подготовки персонала и ее постоянного совершенствования. Регулярное повышение квалификации сотрудников, организация обучения персонала для работы на новом оборудовании в конечном итоге снижает затраты предприятия, увеличивая производительность труда.

За последнее время ЦЗЛ была оснащена следующим новым оборудованием:

- весовое оборудование производства Польши, Германии, Швейцарии;
- сушильные шкафы производства TermoLab;
- аппарат пластометрический автоматизированный с программным обеспечением ЗАО "НПО "ВУХИН", Россия;
- пластометр автоматический АП-5 с программным обеспечением ООО "Запорожские машиностроительные технологии", Украина;
- пластометр Гизелера автоматизированный, ООО "Национальная коксовая ассоциация", Россия;
- анализатор серы и углерода Rapid CS CUBE Elementar Analysensysteme GmbH.

Для точного регулирования расхода газа на установку CRI / CSR приобретен регулятор массового расхода газа MASS-VIEW Bronkhorst High-Tech B.V., Голландия, работающий по принципу прямого термомассового измерения.

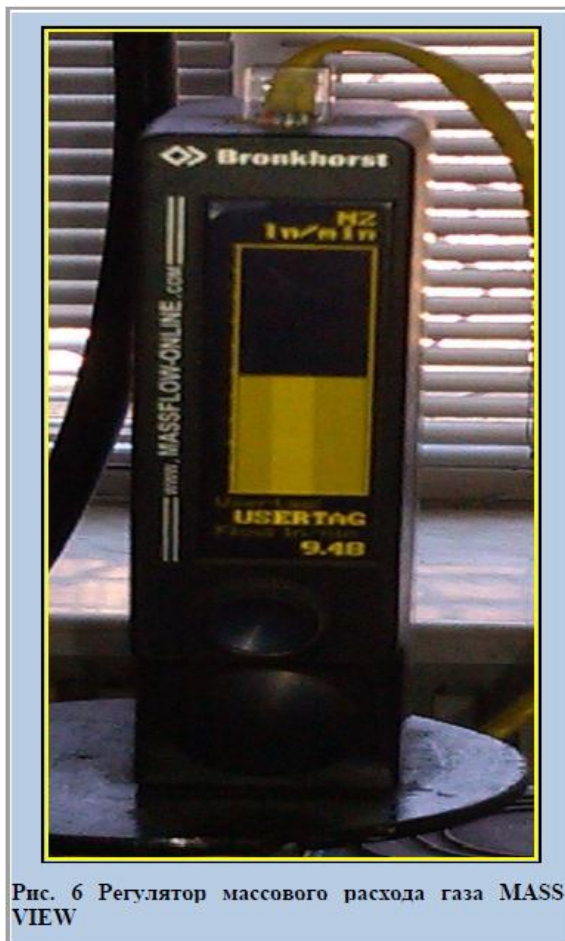


Рис. 6 Регулятор массового расхода газа MASS-VIEW

Благодаря своевременному сервисному обслуживанию, вниманию заводских служб и специалистов ЦЗЛ, ОГМ, КИПиМО, ЭРЦ, лаборатория обеспечивает реализацию программ по управлению качеством продукции.

О компетентности лаборатории

Центральная заводская лаборатория ПАО «ЕВРАЗ Днепродзержинский КХЗ» регулярно проходит аттестацию, подтверждающую техническую компетентность персонала и достоверность получаемых результатов.

Определяющим элементом подтверждения компетентности лаборатории является экспериментальная проверка квалификации ее сотрудников путем межлабораторных сравнений результатов измерений. Эта работа позволяет объективно оценить свою деятельность, подтвердить ее соответствие нормам государственных и международных стандартов. Наша лаборатория является постоянным участником программы межлабораторных сравнений результатов. Оценка итогов участия ЦЗЛ в этой программе регулярно показывает удовлетворительные результаты.

Непрерывное совершенствование

Специалистами углекоксовой группы было подано наибольшее количество предложений по поиску и внедрению операционных улучшений в работе ЦЗЛ.

Найдены способы решения проблем, связанных с продлением срока службы реакционных реторт и чехлов для термопар установки по определению показателей CRI / CSR, восстановлены функции ручного управления шлифовально-полировального станка SS 2000 по подготовке аншлиф-брикетов угольных концентратов для петрографических исследований. Инженерная мысль и творчество специалистов дает вторую жизнь оборудованию.

О будущем

В коллективе намечены пути дальнейшего развития и технического перевооружения ЦЗЛ, конечная цель которого – повышение эффективности производственных процессов и качества выпускаемой продукции.

Для создания материальной базы, соответствующей требованиям мирового рынка, ЦЗЛ участвует в проектах соответствующих капитальных инвестиций, постоянно совершенствуя и модернизируя средства измерения и испытательное оборудование, осваивая новые методы анализов.

В перспективе планируется автоматизировать процесс химической подготовки проб углей методом кислотного разложения для определения химического состава золы, модернизировать программную и аппаратную часть петрографического комплекса Лусня, установить в комнате с работающими пластометрическими аппаратами промышленные кондиционеры.

О коллективе

Центральная заводская лаборатория – неотъемлемая часть современного производства. На первом месте для нас – качество и оперативность во всем, что мы делаем.

Работая в условиях финансово-экономического кризиса и непостоянства угольной сырьевой базы, наш коллектив принимает самое активное участие в решении актуальных задач, поставленных руководством завода и временем.

Главным нашим богатством были и остаются люди. Это они создали ЦЗЛ доброе имя. Сплоченность коллектива, его высокий профессионализм, традиции и преемственность поколений позволяют не только успешно решать насущные проблемы и задачи сегодняшнего дня, но и уверенно смотреть в будущее.

Рукопись поступила в редакцию 08.08.2015

THE ORGANIZATION OF RESEARCH AND ESTIMATION OF THE PROPERTIES OF COAL CONCENTRATES AND COKE IN THE CENTRAL LABORATORY OF PJSC "EVRAZ DNIPRODZERZHINSKY COKE-CHEMICAL PLANT"

© Rafalskiy P.N., Zharova O.V., Repka L.V. (PJSC «EVRAZ Dneprodzerzhinsky Coke-Chemical Plant»)

The article provides an overview of criteria for assessing the quality of raw coal in the laboratory of PJSC «EVRAZ Dneprodzerzhinsk Coke and Chemical Plant», lists the methods of analysis of properties of raw coal and coke, presents an overview of the executed research and the organization of laboratory.

Keywords: coal blend, coke, quality parameters, optimization, equipment, quality management.
