

УДК 66.092.89:66.013:65.016

**ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ  
КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА  
ЧАО «МАКЕЕВКОКС»**

© 2012 Коломийченко А.И.  
(ЧАО «МАКЕЕВКОКС»),  
Ковалев Е.Т., д.т.н. (ГП «УХИИ»),  
Старовойт А.Г., д.т.н. (УНПА «Укркокс»)

*В статье дан анализ основных тенденций развития коксохимического производства на ЧАО «МАКЕЕВКОКС».*

*The main trends of coke-chemical production at JSC "MAKEEVKOKS" are analyzed in the article.*

Ключевые слова: производство, техническая политика, интенсификация, вертикально-интегрированная компания.

.....

**Н**а протяжении всех восьмидесяти лет своей истории Макеевский коксохимический завод по праву занимал и занимает место в ряду наиболее передовых коксохимических производств, причем не только среди КХП Украины и ближнего зарубежья. По нашему мнению заслуживает отдельного упоминания тот факт, что такое положение дел достигается макеевскими коксохимиками не за счет внедрения принципиально новых технологий коксования, а путем постоянного поиска возможностей совершенствования базовой технологии камерного коксования. Технические новации, применяемые в настоящее время на ПАО «МАКЕЕВКОКС», носят эволюционный характер, и позволяют не только стабильно вырабатывать кокс улучшенного качества, но и оперативно реагировать на изменение как требований потребителя, так и общей экономической ситуации в стране и в мире. Достигается это за счет изыскания резервов действующей технологии коксования, путем управления качеством сырьевой базы, разработки и внедрения технологических приемов внепечной обработки кокса.



Особенно ярко и плодотворно особенности работы макеевских коксохимиков проявились с приходом инвестора – корпорации ПрАО «Донецксталь»-металлургический завод». Учитывая имеющиеся в составе ПАО «МАКЕЕВКОКС» мощности по обогащению угля и производству каменноугольной шихты для коксования, образование единого комплекса с мощной металлургической компанией и угледобывающими предприятиями открыло для завода новые перспективы.

В современных экономических условиях, для успешного функционирования на внутреннем, а тем более – на внешнем рынке решающим фактором является создание так называемых вертикально интегрированных корпораций. Как показывает зарубежный опыт [1], ведущие мировые фирмы, в частности металлургические, стремятся объединить в общем производственном цикле весь комплекс процессов, обеспечивающих получение конечного продукта, включая производство исходных материалов [2]. Сосредоточение под централизованным руководством полного цикла производства (от добычи угля и руды до выплавки чугуна и производства стали) плюс активное сотрудничество с научно-исследовательскими и проектными организациями открывает возможность для разработки и успешного претворения в жизнь комплексных производственных программ, «заточенных» под обеспечение роста конкурентоспособности целевого продукта на всех стадиях, обеспечивающих его производство.

Стиль работы макеевских коксохимиков хорошо вписался в эту организационную концепцию.

Пять лет назад коллектив ЗАО «МАКЕЕВКОКС» отмечал свое 75-летие. Естественно, подводились производственные итоги очередного этапа становления и развития, что нашло свое отражение в многочисленных публикациях. По нашему мнению, для оценки перспективности различных тенденций развития современной коксохимии, полезно проследить, как изменилась ситуация на Макеевском коксохи-

мическом заводе за этот, по сути, очень незначительный отрезок времени.

Так, пять лет назад на Макеевском коксохимическом заводе при тесном сотрудничестве с УХИНОм проводились исследования причин сложившегося в то время отставания качественных характеристик отечественного доменного кокса от продукции лучших мировых производителей [4, 5]:

- худший уровень значений реакционной способности и послереакционной прочности по методике фирмы Nippon Steel Corporation;

- недостаточная механическая прочность (по данным испытаний механической прочности в микум-барабане);

- более высокий уровень зольности и сернистости.

Одной из причин такого положения являются особенности технологического режима коксования (например, заметно большие скорости коксования на наших предприятиях: 27-28 мм/ч против 24 мм/ч на зарубежных предприятиях). Но главный вклад в формирование качественных показателей кокса вносят технологические характеристики угольной шихты. Так, зольность и сернистость используемых для коксования шихт в Украине превышает аналогичный показатель для ведущих мировых производителей. Необходимо также отметить неблагоприятный состав минеральной части типичных украинских углей и получаемого из них кокса. Индекс основности минеральной части большинства углей Донбасса (отношение суммарного содержания в золе углей основных оксидов натрия, калия, кальция, магния и железа к сумме кислотного оксида кремния и амфотерного оксида алюминия) находится в пределах 0,25-0,35. В то же время исследования, проведенные на фирме Dofasco, показали: для получения высококачественного кокса с показателем послереакционной прочности  $CSR \geq 60\%$  индекс основности должен составлять не более 0,16, а для обеспечения  $CSR \geq 65\%$  – не более 0,12 при условии, что остальные показатели качества угля также соответствуют требованиям ведущих производителей кокса [5-8].

В то же время дефицит и дороговизна энергоносителей поставили донецких металлургов перед необходимостью отказа от вдувания в домы дорогостоящего природного газа и замены его на пылеугольное топливо (ПУТ). А в условиях использования ПУТ качество кокса должно быть достаточно высоким для того, чтобы при его сниженном расходе противостоять комплексу механических, термических и химических воздействий в доменной печи. При этом экономическая ситуация требовала как можно более значительного вовлечения в шихту коксования отечественных углей, несмотря на отмеченные выше их недостатки.



Все перечисленное послужило побудительным мотивом для проведения широкого комплекса исследований по получению в условиях Макеевского КХЗ кокса улучшенного качества. Скоординированная работа коксохимиков и металлургов с привлечением научных организаций (УХИН, ИнФОРУ, ДонНТУ) позволила выполнить комплекс работ, охвативших все технологические стадии, влияющие на качество кокса.

Так, были отработаны методы формирования угольных шихт для получения коксов улучшенного качества типа «Премиум» на основе углей шахты Красноармейская-Западная № 1 с добавлением углей, близких к ним генетически и технологически. Эти методы позволили сформировать «Базовые угольные шихты» для каждого вида кокса с применением технологических приемов производства, позволяющих максимально использовать имеющиеся мощности

коковых батарей, коксортировки, тушения кокса и возможности цеха углеподготовки.

Помимо специально разработанных угольных шихт на основе преимущественно отечественных углей и специального технологического режима коксования, исследовались также способы улучшения качества кокса при его послепечной обработке – при тушении.

Здесь следует отметить следующее.

В 1979-80 гг. на Макеевском КХЗ, как и на большинстве других заводов, была проведена реконструкция кокового цеха со строительством более мощных и современных коковых батарей (с камерами высотой 6 м) на месте старых довоенных батарей. Учитывая стесненность территории цеха, коковые батареи большей высоты сложно вписывались в габариты реконструируемого цеха.

Необходимость подвергать тушению 17 т валового кокса вместо 10 т (из старой печи) осложнила процесс в части равномерности тушения и, следовательно, качества продукта. Так как завод производит различные виды кокса из шихт различной спекаемости при различных температурных режимах коксования, обеспечивать равномерность влажности разных видов коксов при существовавших конструкциях башен и режимах тушения было тем более затруднительно.

После изучения процесса тушения кокса на заводе, анализа данных технической информации и обсуждения проблемы с участием представителей УХИНа и ОАО «Коксохимпроект» были выработаны основные положения технического задания на модернизацию тушительных башен завода:

- нижнюю часть тушительных башен оставить без изменения и усилить дополнительными колонами;

- смонтировать новое монолитное железобетонное кольцо для опоры выпяжной трубы башни;

- выпяжную трубу тушительной башни выполнить квадратного сечения из деревянных брусков высотой 26 м; сечение трубы (7-6 м) рассчитано из условия обеспечения требуемых скорости и объема паров, эвакуируемых из тушительной башни;

– на верху тушильной башни смонтировать каплеотбойники из нержавеющей труб и деревянной обшивки.

Анализ конфигурации расположения кокса по ширине тушильного вагона выявил необходимость рационального распределения воды на тушение кокса, что было обеспечено разработкой специальной схемы подвода воды с помощью коллекторов и форсунок. Для обеспечения возможности регулирования влажности кокса было предложено внедрить режим импульсного тушения, путем установки частотного преобразователя для управления оборотами электродвигателя, подающего воду на тушение [9].

Результаты проведенной модернизации и совершенствование технологии мокрого тушения кокса в числе прочего позволили [10]:

– снизить общий уровень влажности как товарных классов кокса, так и отдельных фракций доменного кокса;

– повысить равномерность влажности доменного кокса;

– улучшить показатели крупности кокса за счет снижения его замусоренности, а также улучшить механическую прочность кокса за счет снижения его истираемости;

– увеличить выход доменного кокса от валового за счет снижения потерь крупных кусков при тушении, а также увеличить выход товарных классов (за счет уменьшения уноса коксовой пыли с парами) и улучшить их качество за счет более эффективного отсева.

– уменьшить величину выбросов загрязняющих веществ в атмосферу с водяными парами более чем на 33 % за счет уменьшения расхода воды на тушение кокса.

– снизить скорость коррозии тушильного вагона за счет уменьшения времени контакта металла с водой.

В развитие принципа улучшения качества кокса путем послепечной обработки сотрудниками Макеевского КХЗ, ДонНТУ и ИнФОРУ НАНУ был исследован и разработан способ обработки доменного кокса водными растворами боратов. Такая обработка кокса приводит не только к снижению реакционной способности CRI (на 3,0-

6,7 % абс. или на 17,5 % отн.), но и к увеличению его горячей прочности CSR (на 5-11,2 % абс. или на 26,5 % отн. по отношению к CSR исходного кокса) [11, 12].

Еще пять лет назад большинство этих разработок находилось на стадии исследований и опытно-промышленных коксований и доменных плавов. В настоящее же время, спустя сравнительно короткий отрезок времени, результаты скоординированных исследований угольщиков, коксохимиков и доменщиков с широким привлечением научных организаций уже воплощены в комплекс действующих технологий – от углеподготовки до выплавки чугуна.



Использование высококачественного кокса при выплавке чугуна позволило отказаться от использования в доменном производстве импортного природного газа и значительно сократить расход кокса (самого дорогого компонента доменной шихты), существенно интенсифицировать процессы восстановления железа из руд в доменных печах и повысить в результате этого производительность домен. Производство высококачественного доменного кокса из шихты на основе украинского угля способствует экономии импортного коксующегося угля. Качество получаемого кокса соответствует лучшим мировым образцам, что позволило ЧАО «МАКЕЕВКОКС» на порядок увеличить экспорт кокса. Улучшено качество выплавляемого чугуна и продукции следующих производств (стали,

проката, метизов), что дополнительно увеличивает экспортные возможности государства [13].

Следует особо отметить, что проводимые на ЧАО «МАКЕЕВКОКС» работы по модернизации производства не ограничиваются одним углекоковым блоком, а носят поистине комплексный характер, охватывая все технологические переделы предприятия.

Так, на ЧАО «МАКЕЕВКОКС» построен и находится в стадии освоения цех сероочистки, основанный на передовой технологии улавливания сероводорода моноэтаноламиновым поглотителем. Этот цех даст возможность не только снизить содержание сероводорода в обратном коксовом газе до уровня  $\leq 0,5 \text{ г/м}^3$ , но и обеспечит годовое производство 26880 т серной кислоты. Последняя производится по технологии мокрого катализа с использованием катализатора фирмы «Haldor Topsoe» – одного из ведущих разработчиков в данной области.

В цехе реализован целый ряд новых технологических решений и задействовано оборудование ведущих мировых производителей. Так, для охлаждения циркулирующей кислоты применены холодильники фирмы «Alfa Laval», в качестве туманоуловителей вместо электрофильтров применены патронные фильтры и т.д. Все эти меры направлены на повышение не только эффективности производства, но и его экологической безопасности.

Большая работа ведется на ЧАО «МАКЕЕВКОКС» в области совершенствования эффективности процесса конечного охлаждения коксового газа, который на предприятии реализован в режиме закрытого цикла водоснабжения. В частности, для стабилизации температурного режима теплообменников по линии оборотной воды задействована градирня с высокоэффективными форсунками и двухскоростными вентиляторами, что дало возможность снизить

температуру коксового газа до 27-30 °С. С целью улучшения качества оборотной воды внедрена технология ее обработки перспективными реагентами фирмы «Clean water».

Для оптимизации режима подачи каменноугольной смолы в нафталино-промыватель были установлены новые насосные агрегаты с частотным регулированием. Путем внедрения специальных технических мероприятий повышена эффективность распределение смолы в аппарате, что позволило добиться оптимального значения удельной поверхности межфазового контакта и, как следствие, повысить степень извлечения из газа нафталина. Последнее немаловажно с точки зрения эффективности работы теплообменной аппаратуры, т.к. снижает образование отложений на теплоносущих поверхностях, в трубопроводах и т.п.

Следует упомянуть и работы, которые ведутся в смолоперерабатывающем цехе. Электродный пек, являющийся продуктом переработки каменноугольной смолы – один из наиболее ликвидных и востребованных продуктов коксохимического производства. В то же время его качество (а, следовательно, и востребованность потребителем) находится в тесной зависимости от таких показателей исходной смолы, как массовая доля дисперсных углеродистых частиц, плотность и др. Эти показатели, в свою очередь, являются производными от глубины термохимических превращений, которые компоненты смолы претерпевают в подсводовом пространстве коксовой камеры или, иначе говоря, от степени пиролизованности смолы. В настоящее время сырьевая база производства электродных пеков в Украине достаточно нестабильна; в частности, весьма возросла доля смол низкой степени пиролиза. Получение из таких смол качественных электродных связующих, особенно с высокими температурами размягчения (например, марки В с

температурой размягчения 85-90 °С) весьма затруднительно вследствие недостаточного содержания в продукте коксообразующих высокомолекулярных фракций группового состава, завышенного выхода летучих веществ и т.п. Подобные сложности отмечаются в настоящее время на различных коксохимических заводах, и не только в Украине [14-16].

В этих условиях особую важность приобретают промышленные исследования, которые проводятся в ЧАО «МАКЕЕВКОКС» в плане поиска технических решений, позволяющих стабильно производить качественное электродное связующее на основе низкопиролизованного сырья. Здесь следует упомянуть, что смолы как собственного производства, так и основного поставщика (ПАО «ЯКХЗ») в последние несколько лет проявляют устойчивую тенденцию к снижению плотности и содержания высокомолекулярных фракций. Так, например, усредненные значения этих показателей для смолы ЧАО «МАКЕЕВКОКС» за прошлый год составили: плотность – 1161 кг/м<sup>3</sup>; массовая доля веществ, нерастворимых в толуоле – 3,8 %; массовая доля веществ, нерастворимых в хинолине – 2,0 %. Показатели смолы ПАО «ЯКХЗ» несколько выше, но тоже не представляются оптимальными для производства качественного электродного пека.

Помимо достаточно распространенного способа борьбы со сложившимся положением дел – закупки высокопиролизованной смолы и компаундирования ее с наличествующими легкими смолами, на ЧАО «МАКЕЕВКОКС» внедряются и другие способы управления качеством пека. Так, например, оптимизированы расход смолы на однократное испарение и температура последнего, что позволило снизить значение такого показателя продукта, как выход летучих веществ. Введение в пек добавки антраценовой фракции позволило добиться

прироста в продукте массовой доли нерастворимых в толуоле веществ. Предпринят ряд технических мероприятий, позволяющих увеличить температуру термоокислительной обработки пека в кубах-реакторах, что также дает возможность должным образом корректировать свойства продукта. Следует отметить, что принятые меры осуществляются на действующем оборудовании без его существенной реконструкции и кардинальной смены технологии, и в то же время позволяют достаточно стабильно получать кондиционный конкурентоспособный пек.

Ключевым фактором успехов макеевских коксохимиков стала взвешенная инвестиционная политика и объединение для решения поставленной задачи специалистов всех технологических этапов, формирующих качество конечного продукта.

По нашему мнению, все вышесказанное может служить убедительной иллюстрацией перспективности развития отечественной металлургии по пути формирования вертикально-интегрированных компаний.

#### Библиографический список

1. *My Ecvv: Reliable Marketplace For Global Trade [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ecvv.com>.*
2. *Ковалев Е.Т. Новые технологические процессы в области переработки камерно-угольной смолы / Е.Т.Ковалев, Ф.Ф.Чешко // Углехимический журнал. – 2010. – № 3-4. – С. 95-104.*
3. *Kovaliov E.T. Charakterystyka jakosciowa i strukturalna koksow z Ukrainy / E.T.Kovaliov, W.M.Szmalko, I.W.Szulga, A.W.Ryszczzenko // Karbo. 2007. Wydanie Specjalne. – 2007. – S. 30-36.*
4. *Mielnikiewicz J. Popyt i podaz koksu w kraju i w swiecie – aktualnie i perspektywicznie / J.Mielnikiewicz, M.Sciazko, R.Cieslar // Karbo. – 2007. – Wydanie Specjalne. – 2007. – S. 4-12.*

5. Рыженков А.Н. Требования к качеству кокса для доменной плавки с использованием пылеугольного топлива и промышленный опыт производства такого кокса в Украине / А.Н.Рыженков, А.И.Гордиенко, Е.Т.Ковалев, И.В.Шульга // Пылеугольное топливо – альтернатива природному газу при выплавке чугуна : материалы между. научно-практической конф., 18-21 декабря 2006. – Донецк: Унитех, 2006. – С. 65-76.
6. Todoshuk T.W. Increasing coke strength after reaction with CO<sub>2</sub> (index CSR) in Dofasco / T.W.Todoshuk, J.P.Price, J.F.Grandsen // Iron and Steel Technology. – 2004. – March. – P. 73-84.
7. Филатов Ю.В. Опыт производства доменного кокса улучшенного качества из украинских углей и испытание его в доменной печи с использованием ПУТ / Ю.В.Филатов, Б.П.Крикунов, А.И.Гордиенко, А.И.Коломийченко, Е.Т.Ковалев, И.В.Шульга // Углехимический журнал. – 2007. – № 5. – С. 11-17.
8. Золотухин Ю.А. Сравнительный анализ основных факторов, формирующих высокие показатели качества кокса CSR и CRI из шихт «ВНР Steel» и ОАО НТМК / Ю.А.Золотухин, Н.С.Андрейчиков, Р.Р.Гилязетдинов // Кокс и химия. – 2006. – № 6. – С. 18-23.
9. Мучник Д.Н. Теория и техника охлаждения кокса / Д.Н.Мучник, Ю.С.Постольник. – К.-Донецк: Вища Школа, 1979. – 159 с.
10. Золотарев И.В. Модернизация тушильных башен коксового цеха для создания условий регулирования процесса тушения кокса / И.В.Золотарев, С.С.Педченко, В.В.Ларионов [и др.] // Углехимический журнал. – 2007. – № 5. – С. 43-47.
11. Золотарьов І.В. Удосконалення технології післяпічної обробки коксу як доменного палива для поліпшення його якості: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.17.07 «Хімічна технологія палива і паливо мастильних матеріалів» / Іван Васильович Золотарьов. – Харків, 2011. – 20 с.
12. Филатов Ю.В. Явление снижения реакционной способности доменного кокса и повышения его прочности после реакции с CO<sub>2</sub> во временном интервале при внепечной обработке кокса растворами неорганических веществ / Ю.В.Филатов, М.А.Ильяшов, А.И.Коломийченко [и др.] // Наук. праці ДонНТУ. – 2011. – Вип. 17 (187). – С. 140 – 143.
13. Ярошевський С.Л. Ресурсозберігаючі технології металургійного виробництва на основі використання українського вугілля / С.Л.Ярошевський, А.В.Ємченко, І.В.Шульга, А.Г.Старовойт, О.М.Кузнєцов, В.Г.Гусак, С.І.Кауфман, Ю.В.Філатов, О.І.Коломійченко, В.Є.Попов. – Харків: Контраст, 2012. – 204 с.
14. Клешина Г.Г. Проблемы современного отечественного производства электродного каменноугольного пека / Г.Г.Клешина, Ф.Ф.Чешико, И.Н.Питюлин // Углехимический журнал. – 2006. – № 5-6. – С. 63-67.
15. Сидоров О.Ф. Перспективы производства и совершенствования потребительских свойств каменноугольных электродных пеков / О.Ф.Сидоров, А.Н.Селезнев // Российский химический журнал. – 2006. – Т. 1. – № 1. – С. 17-24.
16. Скрипченко Н.П. Некоторые особенности термохимических превращений малотирилованных смол при формировании пека / Н.П.Скрипченко, Л.П.Банников, Ф.Ф.Чешико, В.И.Шустиков, Э.Е.Прохач // Углехимический журнал. – 2011. – № 1-2. – С. 65-74.

Рукопись поступила в редакцию 09.07.2012