

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ КОКСА**© Э.И. Торяник, к.т.н.***Государственное предприятие «Украинский государственный научно-исследовательский углехимический институт (УХИН)» б1023, г. Харьков, ул. Веснина, 7. Украина**Торяник Эдуард Эльич, канд.тех.наук*

В статье приведен обзор результатов работ, выполненных сотрудниками ГП «УХИН» в углеподготовительных и коксовых цехах на ПАО «АКХЗ», ПАО «ЗАПОРОЖКОКС», ЧАО «МАКЕЕВКОКС» за последнее время. Произведен анализ современного состояния технологии производства кокса в Украине. Предложены рекомендации по улучшению работы отдельных стадий подготовки углей, режима коксования и сортirovki kокса.

Ключевые слова: угольная шихта, компьютеризация, весы, плотномер, подготовка, режим коксования, мокрое тушение, сортировка кокса.

Совершенствование технологии производства чугуна, как правило, сопровождается ужесточением требований к показателям качества кокса [1]. В то же время состояние и перспективы развития угольной сырьевой базы и оборудования для коксования в нашей стране в современных условиях требуют использования новых технологических приемов.

В настоящее время отсутствует возможность внедрения таких технологических процессов получения кокса, как термическая подготовка угольной шихты, производство формованного кокса и др., что делает актуальным совершенствование существующего оборудования и технологии с наименьшими затратами. В частности, следует отметить несомненный прогресс в вопросе компьютеризации прогноза качества угольной шихты и кокса. Достаточно

высокий уровень оснащенности ряда коксохимических производств Украины современной вычислительной техникой, включая наличие общезаводских сетей, позволяет быстро и надежно принимать, хранить и обрабатывать текущую информацию с передачей необходимых данных заинтересованным службам завода. Поэтому на некоторых заводах создана компьютеризированная система учета количества и качества прибывающих углей, их распределения по складу и расхода на производство с последующим прогнозом показателей качества шихты и кокса [2]. Система используется в углеподготовительном и коксовом цехах и позволяет оперативно выполнять прогнозные расчеты (как в процессе производства, так и при планировании угольной сырьевой базы), а также производить анализ эффективности различных вариантов шихт и технологии производства кокса.

Алгоритм выполняемых расчетов основан на математическом моделировании технологических процессов и на использовании базовых зависимостей прогноза основных химических и механических свойств кокса. В расчетах используют принятые на заводе показатели качества углей и кокса, результаты анализа заводских статистических данных и промышленных исследований.

В основе разработанной системы лежит математическая модель процессов, которая учитывает особенности технологии конкретного производственного объекта; для каждого завода и цеха она индивидуальна. Она включает в себя блок расчета шихты и блок прогноза выхода и качества кокса. Программное обеспечение для обоих блоков находится в компьютере одного из цехов.

Модель углеподготовительного цеха отражает производимые цехом технологические операции и, с наложением ограничений, учитывает возможности используемого оборудования – производительность вагоноопрокидывателей и дозаторов, достигаемый помол шихты, а также количество и вместимость силосов и полей закрытого и открытого складов угля.

В модели используются принятые на заводе параметры текущего контроля производства. Так, стандартными показателями технического анализа (влажность, зольность, сернистость и выход летучих веществ) характеризуются угли, шихты и кокс. Кроме того, определяются спекаемость (толщина пластического слоя – y , мм) и помол (содержание класса менее 3 мм) угольных шихт, а также показатели механической прочности (M_{25} и M_{10}) и замусоренности (по содержанию класса менее 25 мм) в доменном коксе.

Блок прогноза качества кокса работает с использованием модели, в основу которой положен базовый метод оценки показателей его прочности и замусоренности. В соответствии с этим к отчетным данным за предшествующий прогнозируемому базовый период

вводятся поправки, учитывающие влияние изменения значимых технологических факторов – параметров шихты и периода коксования. Величина поправок зависит от степени изменения этих факторов относительно базовых значений и коэффициентов, отражающих удельную степень их влияния на прочность и замусоренность кокса в расчете на единицу изменения. Чем ближе во времени базовый период к прогнозируемому, тем точнее прогноз.

Прогноз показателей прочности и замусоренности кокса, %, может производиться по обобщенной формуле:

$$M_{\text{ож}} = M_0 \pm K_y (y_{\text{пред}} - y_0) \pm K_A (A_{\text{пред}} - A_0) \pm K_{\text{Пом}} (pom_{\text{пред}} - pom_0) + K_r (r_{\text{пред}} - r_0) \quad (1).$$

Здесь $M_{\text{ож}}$ – ожидаемая (прогнозная величина показателей дробимости, истираемости, замусоренности; M_0 – базовые величины этих показателей; $K_y, K_A, K_{\text{Пом}}, K_r$ – коэффициенты удельного влияния соответственно толщины пластического слоя y , зольности A , степени измельчения шихты (помол) и периода коксования r ; $y_{\text{пред}}$, $A_{\text{пред}}$, $pom_{\text{пред}}$, $r_{\text{пред}}$ и y_0, A_0, pom_0, r_0 – соответственно прогнозируемые или задаваемые и базовые величины используемых параметров

Величины коэффициентов для шихты определяются на основании статистических данных завода с учетом известных результатов исследований по определению зависимостей выхода и качества кокса от свойств шихты и режима коксования.

Зольность и сернистость кокса прогнозируются, как обычно, с использованием коэффициентов озоления и остаточной серы. Коэффициент озоления рассчитывается с учетом изменения зольности шихты и выхода кокса. Из многочисленных формул для определения выхода кокса [3] хорошие результаты дает формула, описывающая зависимость этого показателя, %, от выхода летучих веществ из сухой шихты (V^{daf}), ее зольности ($A_{\text{ш}}^{\text{daf}}$) и температуры готового кокса перед выдачей (T_k °C):

$$B_K^d = 103,19 - 0,75V^{\text{daf}} \cdot 0,01(100 - A_{\text{ш}}^{\text{daf}}) - 0,0067T_k \quad (2).$$

Очевидно, что в зависимости от конкретных технологических параметров подготовки и режима коксования данного производства величина отдельных коэффициентов формулы (2) должна уточняться фактическим определением выхода кокса из камеры коксования на конкретной батарее.

Одними из основных факторов, определяющих эффективность работы коксовой батареи, являются выход кокса из камеры коксования и его качество. Эти показатели определяются величиной загрузки в камеру угольной шихты, скоростью ее нагрева и конечной температурой выдаваемого кокса. Для взвешивания угольной шихты, загружаемой в камеру коксования, используются платформенные весы, которые располагаются под



угольной башней батареи. В настоящее время на большинстве коксохимических производств Украины они не работают. Причиной этого, по-видимому является большое количество наездов на них вагонов для взвешивания (100 и более раз за сутки) со значительными колебаниями веса, что приводит к необходимости частых ремонтов.

Взвешивание шихты для контроля величины загрузки в каждую камеру коксования не обязательно, поскольку уровень (объем) загружаемой шихты в бункерах загрузочного вагона контролируется выключателями затворов угольной башни. Однако при одинаковом объеме шихты ее насыпной вес может различаться в зависимости от влажности, крупности и сегрегации в угольной башне. Поэтому для обеспечения постоянства набора шихты в загрузочный вагон необходимо обеспечить равномерность показателей сирового состава и влажности, а также строгое соблюдение рационального графика забора шихты из рядов угольной башни в зависимости от количества ее секций (две или четыре).

Поскольку контроль качества шихты (влага и помол) проводится каждую смену, то весы для взвешивания шихты, загружаемой в камеру коксования, можно расположить на контрофорсе, в конце батареи, а взвешивание производить периодически при значительных изменениях марочного состава, помола и режима коксования.

Для определения насыпной массы угольной шихты можно использовать плотномер, опытный образец которого разработан в ГП «УХИН» и испытан на ПАО «ЗАПОРОЖКОКС», ЧАО «МАКЕЕВКОКС», ПАО «АКХЗ» [4].

Для оперативного определения выхода кокса из камеры коксования целесообразно организовать взвешивание вагона с коксом на платформенных весах, расположив их после тушильной башни. Это даст возможность не только определять выход кокса из угольной шихты в реальных условиях, но и оперативно определять и регулировать влажность полученного из нее кокса.

Регулирование режима тушения кокса – достаточно сложная операция, поскольку влажность кокса определяется многими факторами: спекаемостью угольной шихты, конечной температурой кокса, способом приема его в тушильный вагон, режимом тушения водой и отстоя вагона, укладывания кокса на рампу, выдерживания на рампе и подачи его на сортировку [5]. Для обеспечения требуемого уровня влажности кокса необходимо обеспечить оптимальный уровень функционирования всех указанных факторов. При этом необходимо оперативно определять диапазон колебания влажности кокса в зависимости от изменения того или иного фактора.

В настоящее время регулирование влажности кокса производится в течение нескольких смен (суток) и соп-

ровождается следующими операциями: сортировка кокса, отбор проб, их разделка и определение влажности. Каждая из этих операций может внести свою долю погрешности в получение окончательного результата – значения влажности кокса.

В то же время взвешивание вагона с коксом (до и после тушения) на платформенных весах, расположенных после тушильной башни, позволит оперативно регулировать влажность кокса, устанавливая рациональные параметры, определяющие ее величину. При этом представится возможность повысить равномерность этого показателя, что положительно скажется на экономике не только коксового цеха, но и доменного производства.

Мокрое тушение из-за относительной простоты своего осуществления и в целях оптимизации водного баланса предприятия остается в настоящее время и будет в обозримом будущем доминирующим способом. Однако ему присущи недостатки, главными из которых являются остаточная влажность кокса, её колебания, а также паро- и газообразные выбросы в атмосферу. Анализ аппаратурного оформления и технологии мокрого тушения современных коксовых цехов показывает, что они далеко не оптимальны и нуждаются в усовершенствовании [6].

Теория и техника охлаждения кокса, созданные в 80-х годах, послужили основой создания нового импульсного способа тушения, который был успешно испытан на Коммунарском и Ясиновском коксохимических заводах [7].

Разработанная в Германии новая технология стабилизирующего тушения кокса с подачей воды на его засыпь в тушильном вагоне снизу и сверху позволяет улучшить равномерность влажности кокса, его механическую прочность, и значительно уменьшить газообразные выбросы двуокиси серы (SO_2), сероводорода (H_2S) и окиси углерода (CO), но требует создания тушильного вагона новой конструкции [8]. Аналогичное техническое решение реализовано ГП «ГИПРОКОКС» в виде проектной документации при реконструкции коксовой батареи № 3 ОАО «Алтайкокс», № 3 ПАО «Авдеевский коксохимический завод» и др. [9].

Импульсная подача воды на раскаленный кокс создает условия, при которых можно увеличить продолжительность охлаждения, обеспечивая безопасность развития новых трещин в кусках кокса, без ущерба для стабильности и среднего количества влаги в коксе [7]. Поэтому при реконструкции тушильных башен ЧАО «МАКЕЕВКОКС» был разработан механизм тушения, предусматривающий комбинацию охлаждения раскаленного кокса водяными парами и циклической подачей воды [10]. Разработанный механизм тушения кокса осуществляется сочетанием стадийного способа подачи воды по длине вагона двумя потоками: одним – по

верхнему краю и днищу загрузочного вагона, другим – по середине насыпи кокса.

Двухконтурный подвод воды к насыпи раскаленного кокса позволяет осуществлять охлаждение его водяными парами, направленными снизу вверх насыпи кокса. Для регулирования процесса охлаждения кокса предусматривается импульсная подача воды за счет оборудования двигателей насосов частотными преобразователями электрического тока. Регламент тушения устанавливается по данным конечной температуры кокса, перепада температур кокса в тушильном вагоне при его тушении и температуры кокса на рампе [11].

Результаты совершенствования технологии мокрого тушения кокса позволили: снизить общий уровень влажности как товарных классов, так и отдельных фракций доменного кокса; улучшить равномерность влажности доменного кокса; улучшить показатели выхода, крупности и механической прочности кокса; уменьшить величину выбросов загрязняющих веществ в атмосферу с водяными парами за счет снижения расхода воды на тушение и количества образующихся вредных компонентов; уменьшить скорость коррозии тушильного вагона за счет уменьшения продолжительности контакта металла с водой.

Учитывая одинаковую эффективность рассмотренных выше способов тушения кокса, но значительное различие в капитальных затратах на реализацию и эксплуатацию, целесообразно сопоставить их экономическую и технологическую эффективность в промышленных условиях.

Одним из основных факторов, определяющих влажность кокса, является его так называемая готовность, которая характеризуется молекулярной структурой вещества, сформированной соответствующей скоростью и конечной температурой коксования органической массы угля [12]. Поскольку температура окончания коксования, при прочих равных условиях, определяет основные показатели качества кокса, то под готовностью следует понимать комплекс физико-химических показателей кокса, обеспечивающих его потребительские свойства. Поэтому показателями готовности кокса в настоящее время считаются выход летучих веществ и конечная температура кокса перед выдачей из камеры коксования. Величины этих показателей обуславливают завершенность образования молекулярной структуры кокса и формирование его крупности и прочности.

В современной практике коксования готовность кокса оценивается остаточным выходом летучих веществ, определяемым по ГОСТ 6382-200 (ИСО 562-1998), и конечной температурой коксования, которая замеряется термопарами по оси коксового пирога за 15 мин до его выдачи из камеры [13]. При использовании стандартной методики ГОСТ 6382-2001 (ИСО 562:1998) «Топливо твердое минеральное. Методы

определения выхода летучих веществ» применительно к коксам, проявляется ряд ее недостатков, затрудняющих получение достоверных и воспроизводимых данных. Это обусловлено тем, что производственный кокс, как правило, получают при температуре коксового пирога, равной 1000-1150 °С, а выход летучих веществ в лабораторных условиях определяется при температуре 900 °С. В связи с этим потеря массы навески кокса незначительна (до 2%). При этом происходит частичное выгорание навески.

Для устранения этих недостатков институтом был разработан метод определения объемного выхода летучих веществ из кокса [14]. Сущность метода заключается в нагревании пробы без доступа воздуха в трубчатой печи до температуры 1150 ± 10 °С в течение 15 мин и определении объема выделившихся неконденсируемых газов. Разработанная методика позволяет объективно оценивать остаточный выход летучих веществ кокса, полученного при температурах коксования 950-1150 °С, и определять степень готовности кокса после его выдачи из камеры коксования. Опытный образец установки успешно используется для контроля режима коксования на ПАО «ЗАПОРОЖКОКС» [15].

По правилам технической эксплуатации температура в осевой плоскости коксового пирога в конце периода коксования должна достигать 1050 ± 50 °С в зависимости от состава шихты и требуемого качества кокса. Динамика нагрева, конечные температуры по оси пирога и равномерность нагрева по его высоте и длине контролируются с помощью хромель-алиумелевых термопар в трех печах различных серий на разных уровнях. Полученные данные усредняются [13].

Сложность аппаратурного оформления и трудоемкость замера значительно осложняет его проведение. Кроме того, учитывая возраст большинства коксовых батарей и различное состояние стен камер, трудно получить истинную температуру всего кокса, произведенного батареей, измерив её только в трёх печах различных серий. Появление оптических пиromетров с памятью замеров открыло возможность оперативного определения температур коксового пирога по ширине, высоте и длине при его выдаче из камеры коксования. Однако оборудование батарей установками беспылевой выдачи кокса привело к тому, что оценивать температуру кокса при его выдаче из камеры чрезвычайно затруднительно из-за наличия пылеулавливающего зонта.

Поэтому температуру кокса на современных батареях можно оценивать главным образом прямыми замерами оптическим пиromетром при выгрузке кокса в загрузочный вагон и в загрузочном вагоне по его длине и ширине. Очевидно, что показания пиromетра искажаются внешними факторами и будут ниже фактических температур кокса в камере коксо-

вания. Однако оперативность замера позволяет оценить температуру кокса, выданного из большего количества печей, а сопоставление результатов замеров дает возможность составить представление о равномерности нагрева коксового пирога по длине и высоте. Методика замера оптическим пиromетром температуры кокса при его выгрузке из камеры в загрузочный вагон применяется в коксовых цехах ПАО «ЗАПОРОЖКОКС», ЧАО «МАКЕЕВКОКС», ПАО «Ясиновский КХЗ».

Прямое определение готовности кокса может производиться измерением удельного электрического сопротивления и объемного выхода летучих веществ проб кокса, полученных в течение смены и подготовленных для определения показателей технического анализа.

Усовершенствованный метод определения удельного электрического сопротивления порошка кокса был разработан в ГП «УХИН» [16]. Изготовлены три опытные установки, из которых две используются на ПАО «ЗАПОРОЖКОКС» и ЧАО «МАКЕЕВКОКС» для контроля и корректировки температурного режима коксования коксовых батарей [17].

Одним из главных требований металлургов к качеству кокса является стабильность его основных технологических показателей [18], т.к. интенсификация работы доменных печей требует строгого постоянства качества загружаемых в печи сырьевых материалов. Значительные колебания качества доменного кокса приводят к расстройству хода доменной печи, потере производительности, перерасходу кокса, вызывают необходимость составления таких доменных шихт, в которых учитывались бы эти колебания.

Считается, что при высокой интенсивности плавки резкие колебания качества кокса по основным показателям, даже в лучшую сторону, приводят к ухудшению работы доменных печей. Поэтому общепринято, что колебание показателей качества кокса равноценно их ухудшению на величину отклонения. Анализ литературных данных показывает, что кратковременное колебание свойств кокса не могут компенсироваться (сглаживаться) путем корректировки технологических параметров доменной плавки из-за отсутствия непрерывного контроля показателей качества кокса [18]. Поэтому в современных условиях наиболее эффективным мероприятием улучшения стабильности работы доменных печей следует признать обеспечение высокой степени равномерности во времени показателей качества кокса [19].

Для решения задачи стабилизации качества доменного кокса осуществляется контроль не только качества сырья и товарного продукта, но и всех технологических стадий его производства. При этом разрабатываются критерии оценки равномерности работы отдельных технологических стадий углеподготовительного цеха

(УПЦ). В этом случае, по мере получения данных контроля необходимо одновременно оценивать состояние производственных процессов с точки зрения их устойчивости и соблюдения заданных условий, вводить коррективы в технологические параметры тогда, когда отклонения показателей качества продукции еще не вышли за пределы допустимого, но уже дают основания предполагать проявление нарушений технологического режима [20].

Таким образом, определяя коэффициенты равномерности поступления концентратов (K_p), показателей их качества (K_k), условий усреднения (K_y), а также дозирования (K_{doz}) и дробления (K_{dp}) углей представляется возможным оценить с их помощью эффективность работы как отдельных стадий, так и всего углеподготовительного цеха:

$$K_{PZ} = (K_p \cdot K_k \cdot K_y \cdot K_{doz} \cdot K_{dp}) / n \quad (3)$$

где n – количество коэффициентов, которые оценивают равномерность работы отдельных технологических стадий углеподготовительного цеха. В предложенную формулу может быть добавлен любой другой технологический коэффициент, обеспечивающий равномерность свойств шихты, например, устройство дополнительного перемешивания (K_{cm}) – дезинтегратор или смеситель.

Как видно из формулы, в идеальном случае коэффициент равномерности должен стремиться к единице.

Приведенная формула позволяет не только оценить эффективность работы УПЦ по приготовлению шихты равномерного качества, но выявить и оценить основные причины, которые обуславливают её уровень. Используя полученные данные, можно рассчитать коэффициент эффективности работы УПЦ, как среднеарифметический показатель равномерности по отдельным статьям.

На основании анализа фактических показателей равномерности работы цеха и перспективы обеспечения угольной сырьевой базы, представляется возможным аргументировано обосновать для перспективной шихты коэффициенты равномерности показателей ее качества, которые обеспечат эффективность работы углеподготовительного цеха по получению угольной шихты с максимально постоянными технологическими показателями ее свойств.

Для обеспечения требуемого уровня коэффициентов равномерности качества угольной шихты необходимо совершенствовать отдельные технологические стадии ее подготовки к коксованию.

Повышение равномерности показателей качества угольной шихты для коксования позволяет улучшить условия эксплуатации коксовой батареи, стабилизировать показатели качества кокса, а также увеличить выход доменного кокса за счет повышения его прочности.

В углеподготовительном цехе осуществляется утилизация попутной продукции химических цехов. Иногда отходы смоляных хранилищ добавляются на открытом угольном складе, а фузы подаются через установку на ленту конвейера, транспортирующего шихту на угольную башню. Для обеспечения эффективного перемешивания этих продуктов с угольной шихтой на ПАО «ЗАПОРОЖКОКС» разработано и внедрено специальное устройство для подачи присадок в шихту с одновременным перемешиванием шихты, что обеспечивает повышение равномерности показателей её качества и, в частности, спекаемости [21]. Устройство включает в себя транспортёрную ленту для перемещения угольной шихты, ёмкость для фусов, шnekовый питатель для подачи фусов из ёмкости в угольную шихту на конвейерной ленте, подающей ее в угольную башню. Устройство также оборудовано рабочим органом для формирования канавки в шихте для подачи в нее фусов и отдельным механизмом засыпания канавки шихтой по ходу движения шихты с добавкой.

Эффективность устройства для введения присадок в шихту определялась по величине отклонений от заданных показателей свойств проб шихты, отобранных при работающем и не работающем устройстве, т.е. коэффициентами равномерности показателей технического анализа, а также спекаемостью угольной шихты (y , I_w , мм). Введение в эксплуатацию устройства позволило значительно улучшить равномерность показателей качества готовой шихты.

В процессе производства кокса по технологии слоевого коксования в современных коксовых печах в качестве конечного продукта получаются куски разной крупности: от менее 10 мм до более 150 мм. При этом в зависимости от спекаемости шихты и скорости коксования количество кусков кокса разной крупности может колебаться в широких пределах, особенно кусков крупнее 80 мм (от 1 до 40 %). Для доменного кокса содержание этого класса в товарной продукции (КД +25 мм) ограничивается различными техническими условиями на уровне не более 10-15 %.

При ширине камеры коксования 450 мм и более процесс коксообразования сопровождается получением большого количества кусков более 80 мм и, как правило, требует внепечной обработки: додрабливания всего рампового кокса при транспортировке на тракте коксоподачи или выделения класса +80 мм и его додрабливания (как правило, в зубчатых дробилках) [22]. Процесс дробления всего рампового кокса или выделенного на валковом грохоте класса крупнее 80 мм сопровождается потерями товарной продукции (КД крупностью более 40 или 25 мм) из-за трудности регулирования расстояния между валками зубчатой дробилки. В тоже время класс кокса крупнее 80 мм при сернистости менее 1 % представляет собой дорогостоящий товарный продукт – литейный кокс,

который целесообразно выделить из рампового кокса и передать потребителю.

При выделении класса кокса крупнее 80 мм значительно улучшается равномерность ситового состав (крупности) кокса, что позволяет снизить нижний предел крупности доменного кокса до 20 мм, компенсируя тем самым часть выделенного кокса класса крупнее 80 мм. Анализ показателей физико-механических и физико-химических свойств различных классов крупности промышленного кокса подтверждает целесообразность раздельного выделения классов > 80; 80-25 и 80-20 мм с целью производства литейного и доменного коксов улучшенного качества [23].

На ПАО «ЗАПОРОЖКОКС» осуществлена реконструкция узла погрузки коксосортировки за счет оборудования нижней части бункера крупного кокса дополнительным колосниковым грохотом с размером отверстий 80 или 100 мм [24]. Получено определенное количество литейного и доменного кокса улучшенного качества при их совместном производстве. Показана эффективность одновременного производства двух видов кокса – доменного и литейного, реализация которых позволила получить дополнительную прибыль.

Выводы и предложения

1. Приведен анализ современного состояния отдельных стадий технологических процессов подготовки и коксования углей по результатам работ, выполненных ГП «УХИН» совместно с ПАО «АКХЗ», ПАО «ЗАПОРОЖКОКС» и ЧАО «МАКЕЕВКОКС».

2. Показана целесообразность переноса весов для взвешивания угольной шихты из под угольной башни на контрафорс батареи.

3. Для определения выхода кокса из одной камеры и от шихты рекомендуется установить за тушильной башней платформенные весы для взвешивания горячего и мокрого кокса.

4. Для контроля и регулирования готовности кокса рекомендуется использовать показатели объемного выхода летучих веществ и удельного электрического сопротивления, определяемых с помощью методик, разработанных ГП «УХИН».

5. Целесообразно сопоставить эффективность способа мокрого тушения кокса двумя потоками – снизу и сверху – со способом подачи воды сверху дополнительным коллектором.

6. Показана эффективность одновременного производства двух видов кокса – доменного и литейного на одном коксохимическом производстве.

Библиографический список

1. Гусак В.Г. Теория и практика подготовки металлургического кокса к доменной плавке / В.Г.Гусак,



- А.М.Кузнецов, А.В.Емченко, В.Е.Попов. – Киев: Наукова Думка, 2011. – 216 с.*
2. *Власов Г.А. Компьютеризированная система прогноза качества угольной шихты и кокса. / Г.А.Власов, А.В.Букарев, А.С.Жидко // Кокс и Химия. – 2002. – № 1. – С. 35-39.*
 3. *Лобов А.А. Просноз выхода валового кокса из шихты в промышленных условиях / А.А.Лобов, Э.И.Торяник, В.М.Кузниченко, Н.П.Малько, А.А.Журавский, С.В.Федорова, В.Н.Рубчевский, Ю.А.Чернышев, Г.В.Шабельникова // Кокс и Химия. – 2003. – № 8. – С. 13-18.*
 4. ПАТ. 88847 Україна МПК C10B 39/02 (2006.01). Пристрій для визначення цільності зуєльної шихти / А.А.Журавський, І.В.Золотарьов, Е.І.Торянік, С.А.Євтушенко, О.О.Кулік-Форостяній, С.В.Федорова; заявник і патентовласник – автори. – 2013 08236, заявл. 10.12.2013; опубл. 10.04. 2014. Бюл. № 7.
 5. Рубчевский В.Н. Особенности технологии мокрого тушения кокса на ПАО «ЗАПРОЖКОКС» / В.Н.Рубчевский, А.В.Подлубный, А.П.Гринь, А.П.Захарченко, Г.П.Олейник, А.П.Ролин, Э.И.Торяник // Углехимический журнал. – 2014. – № 1. – С. 32-40.
 6. Калъянов К.Г. Обзор систем мокрого тушения кокса / К.Г.Калъянов // Кокс и химия. 1975. №5-б. С.22-27.
 7. Мучник Д.А. Теория и техника охлаждения кокса. / Д.А.Мучник, Ю.С.Постольник. – К. – Донецк: Вища Школа, 1979. – 159 с.
 8. Херман Т. Стабилизирующее тушение кокса – новый процесс тушения с незначительным воздействием на окружающую среду / Т.Херман, К.Инсмар, Л.Неллес // CSQ Coke making International. – 2000. – Vol. 12. – № 2. – Р. 41-45.
 9. Рудыка В.И. Технические разработки ГипроКокса для строительства новых и реконструкции существующих коксовых батарей на современном этапе / В.И.Рудыка, Ю.Е.Зиггерман, В.Б.Каменюка // Кокс и химия. – 2009. – № 7. – С. 16-10.
 10. ПАТ. 29013 Україна МПК (2006), C10B 39/00 Установка для мокрого гасіння коксу / І.В.Золотарьов, С.С.Педченко, В.В.Ларіонов, С.А.Євтушенко, Е.І.Торянік, С.О.Карпов, Н.В.Фомін; власник ЗАТ «МАКІЇВКОКС». – 2007 11074, заявл. 08.10.2007, опубл. 25.12.2007, Бюл. № 21.
 11. Золотарьов И.В. Совершенствование технологии мокрого тушения кокса / И.В.Золотарьов, Э.И.Торяник, А.А.Журавский // Кокс и Химия. – 2010. – № 8. – С. 16-24.
 12. Онусайтис Б.А. Образование и структура каменноугольного кокса / Б.А.Онусайтис. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 419 с.
 13. Вольфовский Г.В. Газовщик коксовых печей / Г.В.Вольфовский, Л.И.Мироненко, А.А.Кауфман. – М.: Металлургия, 1989. – 187 с.
 14. ПАТ. 83671 Україна МПК G01N 30/06 (2006. 01) Способ визначення об'ємного виходу летких речовин коксу / В.М.Рубчевський, С.О.Овчиннікова, Є.Т.Ко-вальов, Е.І.Торянік, О.В.Гризлов; власник ПАТ «ЗАПОРІЖКОКС». – 2013 03252, заявл. 18.03.2013; опубл. 25.09.2013, Бюл. № 18.
 15. Рубчевский В.Н. Оценка готовности кокса по данным объемного выхода летучих веществ / В.Н.Рубчевский, С.А.Овчинникова, Ю.А.Чернышов, Ю.С.Кафтан, Э.И.Торяник, А.В.Гризлов // Кокс и Химия. – 2014. – № 4. – С. 22-29.
 16. ПАТ. 88639 Україна МПК(2014.01) C10B 33/00, G050D 27/00 Способ визначення питомого електроопору порошку коксу / В.М.Рубчевський, С.О.Овчиннікова, Ю.А.Чернишов, Е.І.Торянік, О.В.Гризлов, І.В.Золотарьов; власник ПАТ «ЗАПОРІЖКОКС». – 2013 12085, заявл. 15.10.2013; опубл. 25.03.2014, Бюл. № 6.
 17. Рубчевский В.Н. Совершенствование методики определения удельного электрического сопротивления порошка кокса / В.Н.Рубчевский, С.А.Овчинникова, Ю.А.Чернышов, И.В.Золотарьов, Ю.А.Яценко, Э.И.Торяник, А.В.Гризлов, С.С.Кубрак // Кокс и Химия. – 2014. – № 10. – С. 9-21.
 18. Лялюк В.П. Стабильность качества кокса для доменной плавки / В.П.Лялюк, В.П.Соколова, Н.А.Ляхова, Д.А.Касим // Кокс и Химия. – 2012. – № 8. – С. 19-25.
 19. Беплер Э.И. Влияние качества кокса на работу доменной печи / Э.И.Беплер, К.Х.Гроспич // Черные металлы. – 1999. – №10. – С. 10-18.
 20. Подлубный А.В. Оценка равномерности работы углеподготовительного цеха ОАО «ЗАПОРОЖКОКС» / А.В.Подлубный, В.Н.Рубчевский, Ю.А.Чернишов, Э.И.Торяник, А.А.Журавский, Д.В.Беликов // Кокс и Химия. – 2008. – № 3. – С. 6-13.
 21. ПАТ. 20970 Україна МПК (2007) C10B 57/00 Пристрій для введення присадок у шихту / В.М.Рубчевський, Ю.А.Чернишев, Е.І.Торянік, А.В.Подлубний, О.І.Компанієць, В.Г.Билков, Ю.В.Єрмак, І.А.Фірюлін; заявник і патентовласник – автори. – 2006 09848, заявл. 14.09.2006, опубл. 12.02.2007, Бюл. № 2.
 22. Тимошенко В.Ф. Реконструированная схема сортировки кокса в КЦ №1 ПАО «АКХЗ» / В.Ф.Тимошенко, А.П.Худокормов, Э.И.Торяник, А.А.Журавский, С.В.Федорова // Углехимический журнал. – 2013. – № 5. – С. 39-46.
 23. ПАТ. 94244 Україна МПК (2014.01), C10B 57/04 (2006.01), B07B 1/100 Способ спільного отримання доменного і ливарного коксу. / В.М.Рубчевський, О.С.Гайдайко, Ю.О.Чернишев, С.О.Овчиннікова, Г.П.Олейник, А.В.Підлубний, Е.І.Торянік; власник

ПАТ «ЗАПОРІЖКОКС». 2014 03939, заявл. 14.04.2014, опубл. 10.11.2014. Бюл.№ 21.

24. ПАТ. 97542 Україна МПК (2015.01), C10B 57/04(2006), B07B 1/00 Пристрій для спільноготримання доменного і ливарного коксу / В.М.Рубчевський, О.С.Гайдасенко, Ю.О.Чернишов, С.О.Овчиннікова,

Г.П.Олейник, А.В.Підлубний, Е.І.Торянік; власник ПАТ «ЗАПОРІЖКОКС», – 2014 09585, заявл. 01.09.2014, опубл. 25.03.2015.

Рукопись поступила в редакцію 12.02.2015

MODERN METHODS OF IMPROVING OF THE QUALITY OF COKE

© Toryanik E.I, PhD in technical sciences (SE "UKHIN")

The article provides an overview of the results of work performed by employees of SE "UKHIN" in coal preparation and coke production shops at PJSC "AVDILVKA COKE", PJSC "ZAPORIZHCOKE", PJSC "Makeevkoks" lately. The analysis of the current state of technology of production of coke in Ukraine has been given. Recommendations has been formulated for improvement of the individual stages of preparation of coal, coke production and screening mode of coke.

Keywords: coal blend, computerization, scales, density meter, the preparation, the mode of coking, wet quenching, coke screening.

