

УКРАИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УГЛЕХИМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
УХИИ

На правах рукописи

БЕЛИЦКИЙ Анатолий Николаевич

УДК 662.741.3; 662.749.001.5

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОКСА ИЗ ЧАСТИЧНО
СФОРМОВАННОЙ И ПОДОГРЕТОЙ
УГОЛЬНОЙ ШИХТЫ**

Специальность 05.17.07 — химическая технология
топлива и газа

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

г. ХАРЬКОВ, 1992 г.

Работа выполнена в Украинском государственном научно-исследовательском углехимическом институте (УХИН).

Научный руководитель — академик АИН Украины, заслуженный деятель науки и техники Украины, доктор технических наук, профессор *М. Г. Скляр*.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор *Зубилин И. Г.*; кандидат технических наук *Вольфовский Г. М.*

Ведущая организация — институт «Гипрококс».

Защита диссертации состоится «*22*» *сентября* 19*92* г.
в *14* часов на заседании специализированного совета Д 141.05.01 при Украинском государственном научно-исследовательском институте.

Адрес: 310023, г. Харьков, ул. Веснина, 7, УХИН.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Украинского государственного научно-исследовательского углехимического института.

Автореферат разослан «*17*» *07* 199*2* г.

Ученый секретарь
специализированного совета,
кандидат технических наук



М. И. РУДКЕВИЧ

ЛНБ України ім.В.Стефаніка



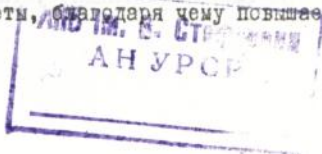
00825560 (Q)

Актуальность проблемы. Ухудшение сырьевой базы коксования в условиях постоянно растущей потребности в черных металлах и повышения требований со стороны доменного производства к физико-механическим и физико-химическим свойствам металлургического кокса определяют необходимость дальнейшего совершенствования слоевого процесса коксования, а также разработки и внедрения новых методов производства доменного кокса из углей с пониженной спекаемостью. С этой целью разрабатываются и внедряются такие новые процессы, как частичное брикетирование, трамбование, производство формованного металлургического кокса, непрерывное слоевое коксование. Ни один из этих методов не доведен в СССР до стадии широкого внедрения в промышленную практику в основном из-за отсутствия надежно работающего отечественного оборудования (трамбование, частичное брикетирование, термическая подготовка), высоких капитальных затрат (формованный кокс), недостаточной опытно-промышленной проверки (непрерывное слоевое коксование). В то же время совмещение преимуществ перечисленных выше процессов в единую технологию позволит существенно расширить сырьевую базу коксования, интенсифицировать процесс производства кокса, улучшить технико-экономические показатели.

Поэтому, разработка процесса, сочетающего смешивание пластических угольных формовок, получаемых по технологии производства формованного кокса, с угольной шихтой слоевого процесса коксования представляет собой важную научно-техническую задачу.

Цель работы. На основании исследования процессов взаимодействия пластических угольных формовок с холодной угольной шихтой и коксования полученной смеси разработать основные принципы технологии производства металлургического кокса из частично сформованной и термообработанной шихты.

Научная новизна. Разработаны научные основы составления и коксования смеси горячих пластических угольных формовок, полученных из слабоспекающихся газовых и неспекающихся углей путем скоростного нагрева и формования на прессформовочной машине без применения связующего и высоких давлений с холодной шихтой слоевого процесса коксования ("вмещающая" шихта). Установлено, что применение такой технологии позволяет использовать для коксования повышенные количества газовых и тощих углей, т.к. ухудшение спекаемости шихты при этом компенсируется скоростным нагревом этих углей до температуры 450-470°C, последующим формованием в брикеты, благодаря чему повышается



плотность угольной засыпки в камере коксования, улучшается теплопроводность коксуемой засыпки, интенсифицируются термохимические превращения.

Выявлены закономерности изменения насыпной плотности смеси "вмещающей" шихты и горячих формовок в зависимости от их соотношения. Установлено, что максимальная насыпная плотность смеси достигается при 20% содержания в ней горячих угольных формовок.

Получены количественные зависимости температуры и влажности смеси от долевого участия в ней горячих угольных формовок.

Практическая ценность. Разработан и апробирован в опытно-промышленных условиях метод смешивания горячих угольных формовок с холодной угольной шихтой, используемой в слоевом процессе коксования.

Экспериментально установлена зависимость насыпной плотности, влажности и температуры коксуемой смеси от содержания в ней угольных формовок.

Разработана и апробирована в условиях Харьковского опытного коксохимического завода защищенная авторским свидетельством технология получения металлургического кокса из частично сформованной и подогретой угольной шихты и выявлены ее преимущества по сравнению с известными технологиями.

Реализация работы. Основные результаты исследований автора использованы при разработке технологического задания опытно-промышленной установки по получению металлургического кокса из частично сформованной и нагретой угольной шихты, которое согласовано с Гипрококосом и утверждено Минметом СССР. Ожидаемый экономический эффект от внедрения новой технологии в промышленность составит 1,2 млн.руб. на 1 млн. т кокса.

Апробация работы: Основные положения работы докладывались на углекоксовой секции НТС УХИНа, на У Всесоюзной конференции "Химия и технология твердого топлива" (г.Москва, ИГи, 1988)

На защиту выносятся:

1. Основные принципы новой технологии получения металлургического кокса из частично сформованной и подогретой угольной шихты.
2. Представления об особенностях процесса коксообразования металлургического кокса из частично сформованной и подогретой угольной шихты, заключающиеся в том, что процесс коксования протекает в более благоприятных условиях из-за более высоких скорости нагрева коксуемой массы и ее плотности.
3. Экспериментально установленные количественные зависимости

влажности и насыпной плотности смеси из частично сформованной и подогретой угольной шихты от содержания в ней угольных формовок.

4. Основные технологические параметры смешивания и коксования частично термopодготовленной и сформованной шихты.

Публикации. По теме диссертации опубликовано четыре статьи, получено одно авторское свидетельство.

Объем работы. Диссертация состоит из шести глав, заключения, выводов, списка литературы, всего 128 страниц машинописного текста, 26 таблиц, рисунков, двух приложений; библиография включает 143 источника отечественной и зарубежной литературы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Анализ состояния научно-технических разработок в области производства металлургического кокса из шихт с высоким содержанием слабоспекающихся углей.

Автором проанализированы научно-технические разработки в области производства металлургического кокса из шихт с повышенным содержанием слабоспекающихся углей. Установлено, что наряду с работами по совершенствованию существующего слоевого процесса коксования значительное внимание уделяется разработке новых более прогрессивных методов подготовки угольных шихт к коксованию, а также новых непрерывных технологий по производству металлургического кокса. На современном этапе развития и внедрения в промышленную практику новых способов подготовки и коксования углей заключение об абсолютном превосходстве какого-либо способа вряд ли может быть сделано. По убеждению автора, наибольшего повышения технологичности и экономической эффективности производства металлургического кокса можно добиться совмещением в единой технологии различных специальных способов подготовки шихты и интенсифицирующего воздействия на ход процесса ее коксования. Им предложен один из таких вариантов, заключающийся в совмещении традиционного процесса коксования в камерных печах и ряда операций, принятых в технологиях брикетирования, термической подготовки шихты и производства формованного кокса. Создание новой технологии производства металлургического кокса потребовало проведения комплекса лабораторных, полу- и опытно-промышленных исследований, в ходе которых необходимо было разработать научные основы составления и коксования смеси из горячих угольных формовок и холодной угольной шихты, технологию их смешивания, рациональные

технологические параметры отдельных стадий, технологическую схему опытно-промышленной установки.

Исследование в лабораторных условиях особенностей процесса получения кокса из шихты с нагретыми угольными формовками.

Для проведения лабораторных исследований был использован стенд УХИНа, применяемый при изучении пригодности углей для получения формованного кокса, который был дополнен стадией смешивания горячих формовок с холодной "вмещающей" шихтой, а цилиндрические электропечи заменены на электропечь специальной конструкции (рис.1), условия коксования в которой были наиболее приближены к процессу слоевого коксования. В этой печи использован принцип бокового подвода тепла. Обогрев осуществляется двумя основными (2) и двумя вспомогательными (3) обогревателями. Коксование смеси производили двумя параллельными пробями в ретортах (4), которые были разделены теплоизолирующей шамотной перегородкой (5). Каждая реторта закрывалась теплоизолированной крышкой (6) с шестью терморным карманами и патрубком для отвода газообразных продуктов коксования (8). В каждую реторту загружали 1,6 кг смеси, состоящей из "вмещающей" шихты и шести горячих угольных формовок, полученных на стенде в массовом соотношении 1:3. С целью равномерного прогрева коксуемой засыпки был разработан специальный режим обогрева. После окончания коксования реторту извлекали из печи, кокс охлаждали сухим способом, а затем испытывали по известным методикам.

В качестве "вмещающей" шихты применяли шихту Харьковского опытного коксохимического завода (Г-40%, В-33%, К-14%, КС-13%), горячие угольные формовки получали из 70% концентрата ДГ+Д Павлоградской ЦОФ, 15% концентрата КС Колосниковской ЦОФ и 15% концентрата ТС Чумаковской ЦОФ. Коксование смеси производили с постоянной скоростью - 5 град/мин, конечная температура коксования - 950°C. Было проведено пять вариантов коксований, в ходе которых изменили состав и условия получения опытной смеси (табл. I). Наиболее прочный кокс был получен из "вмещающей" шихты (вар.1). Наиболее близким к нему по свойствам был кокс из смеси, состоящей из 70% "вмещающей" шихты и 30% горячих формовок (вар. 5). Достигнуто это было вследствие интенсификации процессов термохимических превращений, что подтверждают данные структурной и абразивной прочности, действительной плотности и реакционной способности вещества кокса. Как показали последующие исследования, направленность и

Лабораторная печь

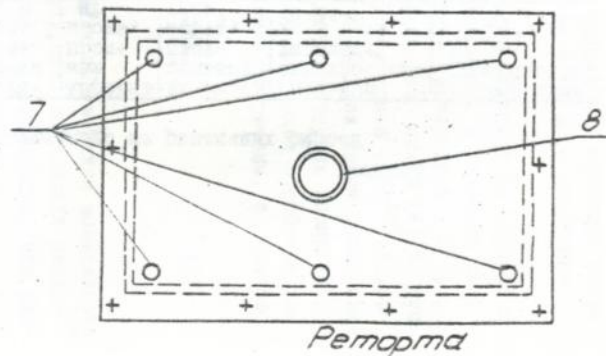
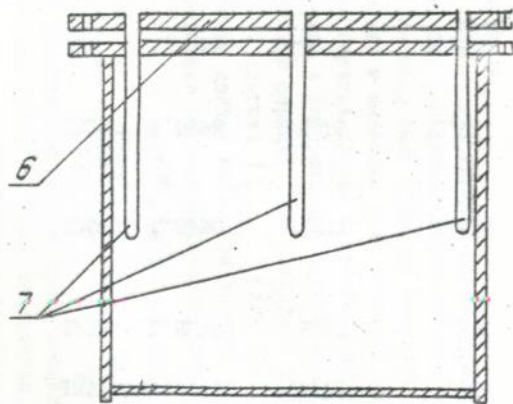
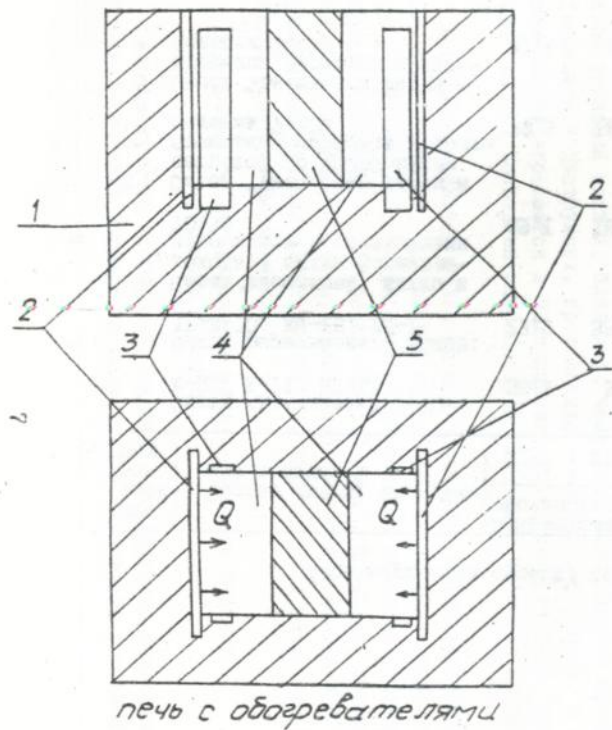


Рис. I

Таблица I

Характеристика свойств кокоа, полученного из различных смесей

| № вари- ан- тов | Состав смеси, загружае- мой в печь, % | Показатели прочности, % | | Струк- турная проч- ность, % | Абразив- ная проч- ность, мг | Действи- тельная плот- ность, г/см ³ | Удельное электроспро- тивление, ом.м.10 ⁻⁴ | Реакционная способность, К1000, см ³ /г.с. |
|-----------------------|---|----------------------------|------------------|---------------------------------------|--|---|--|--|
| | | M25 ^л | M10 ^л | | | | | |
| 1 | Шихта *вмещающая* Г-ЧО, К-33, К-14, КС-13 | 88,3 | 9,6 | 89,7 | 137 | 1,8976 | 3,72 | 0,407 |
| 2. | Шихта формованного кокса: ДГ+Д-70, КС-15, ТС-15 | 29,0 | 33,7 | 61,6 | 123 | 1,8030 | 5,26 | 0,951 |
| 3 | Смесь *вмещающей* шихты и холодной шихты формован- ного кокса в соотношении 70:30 | 69,1 | 18,9 | 70,3 | 130 | 1,8390 | 4,37 | 0,856 |
| 4 | Смесь *вмещающей* шихты и нагретой до 450°С шихты формованного кокса в соот- ношении 70:30 | 77,3 | 16,8 | 79,1 | 132 | 1,8698 | 4,16 | 0,621 |
| 5 | Смесь *вмещающей* шихты и нагретых формовок в соот- ношении 70:30 | 84,9 | 13,4 | 81,9 | 129 | 1,8558 | 3,77 | 0,873 |

завершенность этих процессов при прочих одинаковых условиях определяется долевым участием горячих формовок в смеси и скоростью коксования.

Для количественной оценки влияния этих факторов на прочность кокса был реализован полнофакторный эксперимент. В качестве входных откликов были приняты: скорость подъема температуры (U), град/мин и массовая доля формовок во "вмещающей" шихте (M), %. Функцией отклика служил показатель истираемости кокса ($MIO^{лаб}$, %), получаемый в лабораторном барабане. Опыты проводили двумя рандомизированными сериями, что позволило определить дисперсию воспроизводимости опытов: $S_{\text{воспр.}}^2 \{y\} = 0,16$. Статистическая обработка полученных данных позволила вывести уравнение регрессии, адекватно описывающее экспериментальные данные:

$$MIO^{лаб} = 13,19 + 1,89X_2 - 1,23X_1X_2 \quad (1)$$

где $X_1 = \frac{U-12,5}{7,5}$; $X_2 = \frac{M-25}{5}$;

Проведенные лабораторные исследования подтвердили возможность получения кокса по новой технологии, позволили определить рациональный уровень содержания формовок в смеси и установить, что увеличение скорости коксования улучшает прочность кокса.

В отличие от технологии производства формованного кокса новый способ предусматривает быстрое охлаждение формовок холодной влажной угольной шихтой, благодаря чему резко замедляются процессы термической деструкции, протекающие в веществе формовок, и одновременно подогревается и подсушивается до влажности 2-5% "вмещающая" шихта. Последнее способствует повышению насыпной плотности.

В новой технологии более полная реализация потенциала спекаемости угольной шихты, содержащей повышенное количество слабопекающихся углей, достигается за счет использования нагретых угольных формовок с кажущейся плотностью 0,9-1,0 г/см³, повышения насыпной плотности "вмещающей" шихты, увеличения скорости коксования и взаимодействия газобразных продуктов, выделяющихся из хорошо спекающихся углей, с формовками.

Полупромышленные коксования шихт с участием горячих угольных формовок.

Цель настоящего этапа исследований - определение рациональных технологических параметров получения и коксования угольной

смеси с участием горячих формовок, позволяющих получать металлургический кокс удовлетворительной механической прочности из шихт с повышенным содержанием слабоспекающихся газовых и тощих углей. Опытные коксования смеси производили в специальных электропечах, опытной 200-кг печи и на коксовой батарее №4 Харьковского КХЗ, путем установки на поду камер коксования металлических ящиков на расстоянии примерно одной трети длины камеры от двери с коксовой стороны. Пластические угольные формовки на опытной установке ХОКХЗа, которая является прообразом промышленной установки Баглейского КХЗ, получали из 80% концентрата Павлоградской ЦОФ, 15% концентрата Колосниковской ЦОФ и 5% концентрата Чумаковской ЦОФ. Подготовку шихты для получения формовок производили по схеме ГДК, а скоростной нагрев — в четырехступенчатой системе скоростного нагрева до температуры $t = 2-474^{\circ}\text{C}$. Стадию формования осуществляли в прессоформовочных машинах двухшнекового (с ячейково-валковым мундштуком) или гусеничного типа. В качестве "вмещающей" шихты использовали угольную шихту Харьковского ОКХЗ. Горячие (температура $420-430^{\circ}\text{C}$) угольные формовки смешивали с "вмещающей" шихтой в специальных ящиках. Было установлено, что при покрытии формовок слоем влажной шихты высотой 0,02-0,05 м выделение летучих продуктов термической деструкции прекращается через 15-20 мин. Установлена зависимость температуры смеси и ее влажности от долевого участия горячих формовок и продолжительности выдерживания. При содержании 20% формовок в смеси уже через 0,5 ч температура смеси достигает 120°C ; а при 40-50% — $180-260^{\circ}\text{C}$. С течением времени температура в материале изменяется незначительно, выделение газообразных продуктов разложения угля, как правило, не наблюдается. Все это позволяет рассматривать объект исследований как "вмещающую" шихту, термически подготовленную твердым теплоносителем — горячими формовками. При этом происходит интенсивная сушка "вмещающей" шихты. После 3 ч выдержки она теряет не менее 50% исходной влаги, а в ряде случаев (при содержании формовок 30%) — становится практически сухой. С помощью статистической обработки экспериментальных данных были получены уравнения, описывающие рабочую влажность (W_t^z) и насыпную плотность (γ) смеси:

$$W_t^z = 10,78 - 1,83 z \quad (2)$$

где $z = \frac{m}{10} + 1$; m — массовая доля формовок в смеси, %

$$\gamma = 697,8 + 72,9 z - 13,0 z^2 \quad (3)$$

Анализ уравнения (2) показывает, что введение горячих формо-

вок в шихту позволяет снизить рабочую влажность смеси примерно на 0,2% на каждый процент участия формовок в смеси. Так, введение 20% формовок позволяет снизить влажность смеси на 3,7%. Это также является важным резервом повышения производительности коксовых печей за счет сокращения периода коксования. Из анализа уравнения (3) следует, что максимальная насыпная плотность смеси (800 кг/м^3) достигается при 18% долевого участия формовок. Увеличение на 5,3% насыпной плотности смеси по сравнению со слоевым процессом коксования позволяет повысить разовую загрузку камеры и производительность коксовой батареи.

Результаты, полученные в ходе полупромышленных исследований позволяют сделать выводы о том, что долевого участие формовок в смеси (рис. 2) оказывает существенное влияние на показатели прочности кокса. Хотя опытный кокс был получен из шихты содержащей $30\% \times 0,2 = 6\%$ тощих углей, однако по прочностным показателям он был близок к коксу из "вмещающей" шихты, и существенно превосходил кокс, полученный из смеси "вмещающей" шихты и шихты формованного кокса.

Зависимость прочностных показателей кокса (M_{25}^n и M_{10}^n) от долевого участия формовок в шихте.

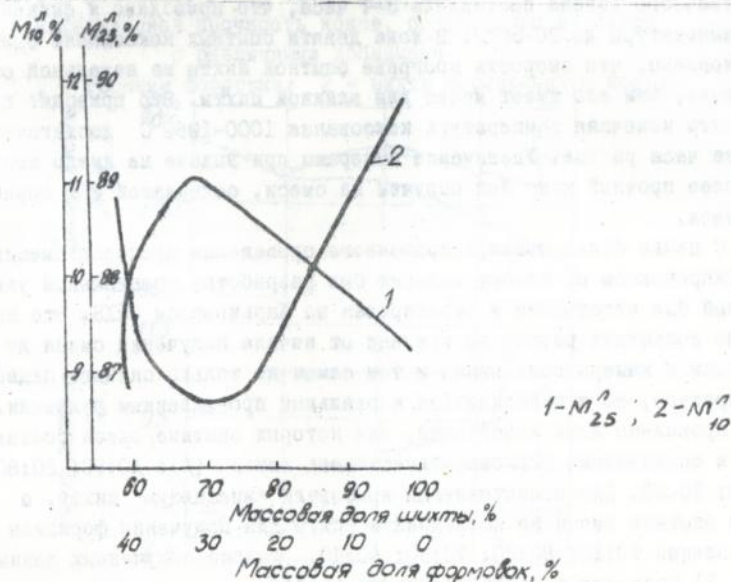


Рис. 2

Увеличение скорости коксования с 3 до 5 град/мин повышает прочность кокса, получаемого из смеси шихты с формовками.

Промышленные исследования по созданию технологии производства металлургического кокса из частично сформованной и нагретой угольной шихты.

Испытания предусматривали получение пластических угольных формовок, смешение их с 'вмещающей' шихтой, транспортировку смеси через углеподготовительное отделение в угольную башню коксового цеха, проведение опытных коксований и сопоставительное изучение свойств кокса, полученного из опытной и производственной шихт. Первоначально смешивание производили в железнодорожном вагоне путем периодической подачи в него горячих угольных формовок и 'вмещающей' шихты. Количество последней и общая масса смеси строго учитывались. Было получено три варианта смеси, содержание формовок в которой соответственно составляло 20, 26 и 28%. Из вагона смесь перегружали на ямы углеподготовительного цеха и транспортерами направляли в угольную башню. Продолжительность транспортирования опытной угольной шихты от установки формованного кокса до углезагрузочного вагона составляла 3-4 часа, что приводило к снижению ее температуры до 20-30°C. В ходе девяти опытных коксований было установлено, что скорость прогрева опытной шихты на начальной стадии выше, чем это имеет место для влажной шихты. Это приводит к тому, что конечная температура коксования 1000-1050°C достигается на два часа раньше. Увеличение ампеража при выдаче не имело места. Наиболее прочный кокс был получен из смеси, содержащей 26% горячих формовок.

С целью более квалифицированного проведения процесса смешивания Гипрококсом по нашему заданию был разработан специальный узел, который был изготовлен и смонтирован на Харьковском ОКХЗ. Это позволило сократить разрыв во времени от начала получения смеси до ее загрузки в камеры коксования и тем самым не только снизить падение температуры, но и приблизиться к реальным промышленным условиям. Было проведено пять коксований, для которых опытные смеси составляли в соотношении формовки-'вмещающая' шихта (%): 10:90; 20:80; 30:70; 40-60. Для сопоставления коксовали 'вмещающую' шихту, а также опытные смеси из последней и шихты для получения формовок в соотношении 90:10; 80:20; 70:30; 60:40. Анализ полученных данных (рис. 3) позволил сделать следующие выводы.

Новая технология подготовки угольной шихты к коксованию позволяет получать металлургический кокс из шихт с повышенным содержанием слабооспекающихся углей. Лишь в отдельных кусках были обнаружены закоксованные фрагменты или целые формовки, причем они образовывали в процессе коксования с угольной шихтой прочный спек, разрушающийся лишь под действием нагрузок, значительно превосходящих величину механических воздействий на кокс при его сортировке и транспортировке. Изучение свойств слоевой части куска и выделенной из него спекованной формовки показало, что по показателям структурной и абразивной прочности они очень близки между собой (соответственно 88 и 86%, 116 и 113 мг). Последнее свидетельствует об интенсификации процессов термопластификации в теле формовки под действием жидких и газообразных продуктов термической деструкции "вмещающей" шихты. Увеличение в составе "вмещающей" шихты массовой доли углей марок ДГ+Д и ТС (каждой) на 3% за счет снижения суммы хорошооспекающихся углей (Ж, К, КС) в соответствующей пропорции их исходному содержанию закономерно снижает значения показателя прочности М25 на 0,9% и увеличивает показатель истираемости М10 на 1,3%. При таком же изменении состава угольной шихты, но в результате введения углей марок ДГ+Д и ТС в соотношении 70:30 в виде горячих формовок показатели прочности кокса были лучше (рис. 3).

Механическая прочность кокса, полученного из шихты с различными добавками.

1 - горячие формовки; 2 - шихта формованного кокса.

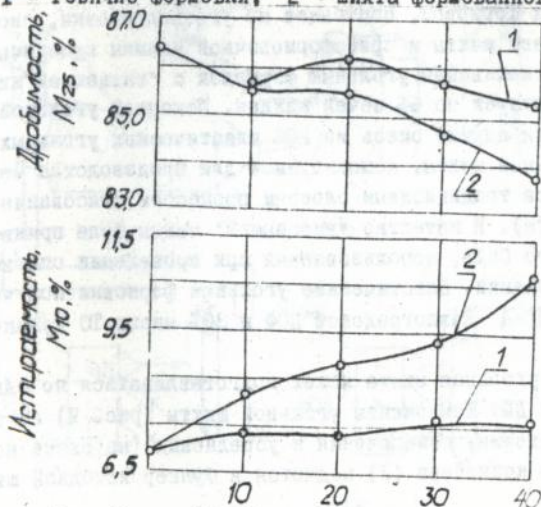


Рис. 3. Добавка к "вмещающей" шихте, %

Наиболее прочный кокс был получен при введении в состав "вмещающей" шихты 20% горячих формовок. В промышленных условиях нам не удалось в полной мере реализовать преимущества разработанной технологии по качеству получаемого кокса. Связано это прежде всего с тем, что в условиях проведения эксперимента смесь шихты с горячими формовками сравнительно длительное время контактировала с воздухом, что вызывало ее охлаждение. Поэтому при промышленном внедрении новой технологии необходимо свести к минимуму время контакта горячих формовок с воздухом.

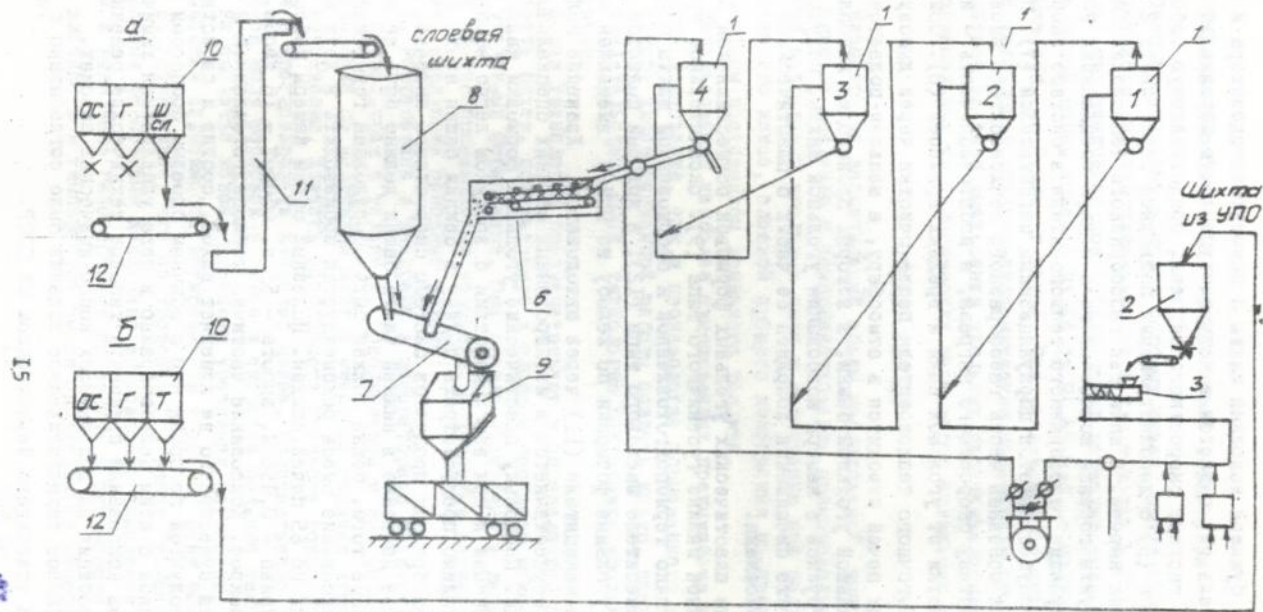
Однако, несмотря на отмеченный недостаток, положительный эффект применения новой технологии в ходе промышленных исследований проявился в увеличении доли слабоспекающихся углей в шихте и повышении производительности коксовых печей за счет увеличения плотности угольной загрузки в камере коксования и сокращения периода коксования.

Разработка технологического задания на установку по производству кокса из частично термopодготовленной и сформованной угольной шихты.

Полученные в ходе опытно-промышленных исследований данные позволили разработать технологическое задание на строительство головной промышленной установки производительностью 1,34 млн. т кокса в год. В состав установки входят: отделение получения пластических угольных формовок, состоящее из углеподготовки, системы скоростного нагрева шихты и прессформовочной машины гусеничного типа, отделения смешивания угольных формовок с "вмещающей" шихтой и две коксовые батареи по 65 печей каждая. Исходной угольной шихтой для коксования служит смесь из 20% пластических угольных формовок и 80% угольной шихты, используемой для производства металлургического кокса традиционным слоевым процессом коксования ("вмещающая" шихта). В качестве "вмещающей" шихты была принята шихта Харьковского СХЗ, использованная при проведении опытно-промышленных исследований. Пластические угольные формовки получают из 70% концентрата ДГ+Д Павлоградской ЦФ и 30% марки ТС Чумаковской ЦФ.

"Вмещающая" угольная шихта может подготавливаться по одной из схем: ДК, ГДК или ДШ. Компоненты угольной шихты (рис. 4) из бункеров (1) после смешения, измельчения и усреднения (на схеме не показано) с помощью конвейера (2) подаются в бункер исходной шихты

Технологическая схема установки по смешению пластических углевых формовок со слоевой шихтой



- 1 - ступени нагрева; 2 - бункер шихты формовок; 3 - шнек-забрасыватель;
 4 - горелки получения тепла; 5 - нагреватель; 6 - ПФМ; 7 - лопастной шнек перемешивания;
 8 - бункер слоевой шихты; 9 - бункер сброса; 10 - бункера углей для получения формовок;
 11 - элеватор угля; 12 - ленточные конвейеры.

Рис. 4

(3). Из этого бункера исходная шихта с помощью автодозатора и шнека-забрасывателя (4) подается в четырехступенчатую параллельно-противоточную систему скоростного нагрева, представляющую собой каскад циклонов (5) с дополнительными подводами тепла между 2 и 3, 1 и 2 ступенями нагрева. В качестве газообразного теплоносителя используют продукты горения коксового газа в двух специальных горелках (6). Циркуляция газообразного теплоносителя в системе скоростного нагрева осуществляется циркуляционным нагнетателем (7). После нагнетателя основная часть газообразного теплоносителя вновь подается в систему скоростного нагрева, а избыточная часть - на установку очистки от угольной пыли и вредных примесей (8). Основная часть избыточного теплоносителя после очистки через дымовую трубу коксовых печей отводится в атмосферу, а меньшая - подается в секции специальной угольной башни, в которых происходит накопление перед загрузкой в камеры коксования угольной шихты, получаемой в результате смешивания холодной ее части с пластическими угольными формовками.

Получение пластических угольных формовок осуществляется в прессформовочной машине гусеничного типа (9). окончательное приготовление частично термopодготовленной и сформованной шихты осуществляется в смесителе шнекового типа (12), в который подаются пластические угольные формовки по желобу из ПФМ и "вмещающая" шихта из бункера-накопителя (11) через автодозатор. Хранение полученной шихты осуществляется в изолированных секциях специальной угольной башни. Поскольку пластические угольные формовки являются высокорекрационными и при взаимодействии с воздухом легко воспламеняются, необходимо предусмотреть подачу в секции башни азота и очищенных газообразных продуктов системы скоростного нагрева. При этом избыточное давление в нижней части башни должно быть не менее 10 Па. Кроме того, башня должна быть оборудована герметичными затворами. Коксование смеси рекомендуется производить в двух коксовых батареях по 65 печей каждая. Полезный объем камеры коксования 33 м³, ширина - 0,450 м, высота - 5,5 м, оборот - 16 часов. Тушение кокса мокрое. Коксование частично термopодготовленной и сформованной шихты существенно не изменяет выход, состав и свойства химических продуктов по сравнению с обычным слевым процессом коксования. В связи с этим целесообразно в цехе улавливания химических продуктов коксования применить типовые технические решения, прошедшие апробацию на действующих коксохимических заводах.

Разработанное технологическое задание было согласовано с Гипрококсом и утверждено Черметкоксом ММ СССР.

Технико-экономическая оценка новой технологии.

Оценка выполнена в новых оптовых ценах, введенных в 1991 г., для установки производительностью 1 млн. т кокса в год. Расчеты показали, что внедрение новой технологии позволит уменьшить себестоимость одной тонны кокса с 93,66 до 91,49 руб. и получить прибыль 1,2 млн. руб. на 1 млн. т кокса. При увеличении объемов внедрения новой технологии технико-экономические показатели процесса будут улучшаться за счет уменьшения удельных капиталовложений и внедрения оптимальных технологических параметров отдельных стадий.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

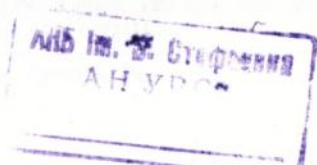
Несмотря на значительный объем исследований, выполненных во всем мире по созданию и совершенствованию принципиально новых технологий подготовки угольных шихт к коксованию при получении металлургического кокса, слоевой процесс коксования по-прежнему остается основным поставщиком доменного топлива.

Использование наиболее существенных преимуществ как слоевого процесса коксования, так и производства формованного кокса, позволило автору диссертационной работы создать новую, защищенную авторским свидетельством СССР, технологию подготовки угольной шихты к коксованию.

Новая технология предусматривает в определенном соотношении смешивать шихту, используемую в слоевом процессе коксования, с горячими угольными формовками. Она прошла испытание в лабораторных, полупромышленных и опытно-промышленных условиях. Полученные данные позволяют сделать следующие основные выводы:

1. Разработана и внедрена в лабораторную практику УХИНа методика, позволяющая в условиях, приближенных к промышленным, проводить исследования по получению шихт с участием горячих угольных формовок и их коксованию, изучать особенности процесса коксообразования этой смеси и прогнозировать качество кокса. Количественно оценено влияние массовой доли формовок в смеси и скорости подъема температуры нагрева на свойства кокса. Выведены уравнения регрессии, адекватно описывающие зависимость истираемости кокса от этих факторов.

2. Установлено, что соотношение 1:3 между "вещающей" шихтой и горячими формовками исключает возможность окисления последних воздухом и выделение газообразных продуктов в окружающую среду. При этом влажность и температура смеси определяется массовой долей формовок.



3. Введение горячих формовок в шихту для коксования позволяет снизить рабочую влажность смеси. Так, введение 20% горячих формовок снижает влажность на 3,7%, что позволяет повысить производительность коксовых печей за счет сокращения периода коксования. Получено эмпирическое уравнение зависимости рабочей влажности смеси от доли формовок.

4. Установлено, что долевое участие горячих формовок определяет температуру смеси. Так, при увеличении содержания формовок в смеси с 20 до 50% температура смеси возрастает соответственно со 105 до 260°C.

5. Установлено, что введение в состав смеси нагретых угольных формовок вызывает изменение ее насыпной плотности. При этом она достигает максимального значения (800 кг/м³) при введении 20% горячих угольных формовок, что на 5,3% (40 кг/м³) выше, чем у "вещающей" шихты. Выведена математическая зависимость насыпной плотности шихты от участия горячих формовок.

6. Установлено, что введение горячих формовок увеличивает скорость коксования и интенсифицирует взаимодействие между газообразными продуктами, выделяющимися в процессе коксования из хорошо спекающихся углей с формовками. Последние приводят к физико-химическому взаимодействию вещества формовок и "вещающей" шихты, благодаря чему получается однородный, без видимых включений формовок, кокс.

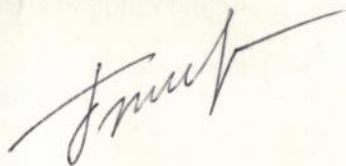
7. Опытнo-промышленные коксования показали, что новая технология позволяет увеличить на 6-12% содержание в исходной шихте углей марок Г и ТС получать достаточно прочный металлургический кокс (М25 = 86,2 и М10 = 7,3%); интенсифицировать процесс за счет сокращения на два часа периода коксования при том же уровне температур в контрольных вертикалях; наиболее прочный кокс был получен при введении в состав угольной шихты для коксования 20% горячих угольных формовок.

8. Полученные в ходе исследований экспериментальные данные позволили разработать, согласовать с Гипрококсом и утвердить в Минмете СССР технологическое задание на проектирование опытно-промышленной установки производительностью 1,34 млн. т кокса в год из частично сформованной и нагретой угольной шихты.

9. Внедрение новой технологии позволит получить прибыль 1,2 млн. руб. в год на 1 млн. т кокса.

Основное содержание работы отражено в публикациях:

1. А. с. 1214716. СССР. Способ подготовки угольной шихты для коксования. / Наумов Л. С., Белицкий А. Н., // Открытия. Изобретения. 1986.— № 8.— С. 105.
2. Белицкий А. Н., Скляр М. Г., Торяник Э. И. и др. Полупромышленные коксования угольных шихт с участием горячих пластических формовок. // Кокс и химия. 1989.— № 8.— С. 15—18.
3. Белицкий А. Н., Скляр М. Г., Торяник Э. И. и др. Кокс из частично сформованной и подогретой угольной шихты. // Кокс и химия. 1988.— № 7.— С. 13—15.
4. Белицкий А. Н., Скляр М. Г., Торяник Э. И. и др. Промышленные коксования частично сформованной и термообработанной шихты. // Кокс и химия. 1990.— № 9.— С. 7—11.
5. Скляр М. Г., Лялюк В. С., Торяник Э. И., Карасюк Л. Р., Белицкий А. Н. / Экономические аспекты производства кокса из частично сформованной и нагретой шихты. // Кокс и химия. 1990.— № 7.— С. 35—36.



Подп. в печать 10.06.92. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага тип. № 2. Офсетная печать.
Усл. печ. л. 0,93. Усл. кр.-отт. 1,16. Уч.-изд. л. 1,01. Тираж 120 экз. Зак. 9-7218.
310023, г. Харьков, ул. Веснина, 7, УХИН

ДМАПП, 340050, Донецк, ул. Артема, 96

110000

AB 26.188