6
А-61

Министерство высшего и среднего специального образования УССР

ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

Инженер М.С.КРУЧИНИН

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КОКСА СУХОГО ТУШЕНИЯ

(№ 346 – химическая технология топлива и газа)

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Днепропетровск
1971г.

Министерство высшего и среднего специального образования УССР

ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

Инженер М.С.КРУЧИНИН

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КОКСА СУХОГО ТУШЕНИЯ

(№ 346 – Химическая технология топлива и газа)

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Днепропетровск
1971г.

Центральная научная
БИБЛИОТЕКА
Академии наук Укр. ССР

В В Е Д Е Н И Е

В решениях Партии и Правительства по ускорению темпов развития черной металлургии предусматривается увеличение производства стали, чугуна и проката за счет интенсификации производства. Значительные резервы развития современной металлургии чугуна заложены в улучшении качества доменного кокса. Одним из возможных путей решения этой важной задачи является внедрение прогрессивного метода тушения кокса - сухого тушения.

Освещенный в литературе опыт эксплуатации зарубежных установок сухого тушения кокса обобщает их преимущества только как теплотехнических агрегатов по утилизации тепла для получения пара. Влияние способа сухого тушения на качество кокса должным образом не рассматривается. Необходимые обобщения в области производства и качества кокса сухого тушения отсутствуют также в Советском Союзе.

Диссертационная работа посвящена исследованию влияния различных технологических факторов сухого тушения кокса на его качество, изучению свойств кокса сухого тушения и исследованию его поведения в доменных плавках.

Г л а в а I. СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СВОЙСТВАМ ДОМЕННОГО КОКСА

При современных условиях доменной плавки коксу отводится значительная роль в обеспечении оптимальных условий протекания процессов в доменной печи. К свойствам кокса предъявляются определенные требования. Кокс должен обладать большой теплотой сгорания, т.е. содержать максимальное количество углерода и, сла-

довательно, мало золы, серы и влаги. Весьма важное значение имеет постоянство химического состава кокса.

Современный способ производства кокса в камерных печах практически не позволяет влиять на содержание углерода, которое в основном обусловлено зольностью угольной шихты. Зольность и сернистость получаемого кокса также определяются химическим составом используемых для коксования углей. При мокром тушении имеют место колебания содержания влаги в коксе, что отражается на содержании углерода в единице массы кокса, загружаемого в доменную печь и, следовательно, приводит к нарушениям теплового состояния печи.

Согласно современным представлениям, кокс должен обладать низкой реакционной способностью. Кокс должен обеспечивать хорошую газопроницаемость шихты в доменной печи, для чего он должен отличаться оптимальной крупностью, большой прочностью и быть равномерным по кусковатости.

При сухом тушении кокса происходит улучшение качества кокса в направлениях, соответствующих современным требованиям.

Глава II. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА КОКСООБРАЗОВАНИЯ

По вопросу сущности и механизма процесса спекания и коксообразования еще не разработана единая общепринятая теория. Однако, трактовки современных наиболее важных теорий, взаимно дополняя одна другую, рассматривают процесс коксообразования как сложный физико-химический процесс, имеющий противоречивый характер. Противоречивость характера заключается в противоположных направлениях, протекающих явлений в процессе коксообразования:

а) спекание угольных частиц и упрочение материала кокса при его дальнейшем нагревании;

б) усадка коксового пирога и трещинообразование, приводящее к ослаблению прочности кускового кокса.

В современных коксовых печах получается неоднородный по свойствам кусков кокс в связи с рядом отрицательных факторов, присущих слоевому процессу коксования, а также конструктивным и аппаратурным элементам процесса (неравномерность плотности загрузки по сечению камеры, различные скорости прогрева слоев шихты по ширине и высоте камеры и др.). Эта разнонаправленность отражается на важнейшем свойстве кокса – его прочности. Г.Н.Макаров и А.П.Бронштейн в своих исследованиях о завершенности процесса коксования различных углей отмечают рост прочности материала кокса при его термостатировании. Проведенные автором исследования показали, что при увеличении конечной температуры коксования до 1050–1100°С, прочность кускового кокса также повышается, особенно, при его выдержке в коксовой камере определенное время при конечных температурах коксования с выключенным обогревом печей. Это явление объясняется дальнейшим упрочением материала кокса за счет увеличения жесткости его структуры при выравнивании готовности по всей массе коксового пирога. При этом происходит выравнивание и других свойств кокса по длине кусков и по зонам камеры (плотности, реакционной способности, удельного электросопротивления). Следовательно, путем термостатирования можно влиять на показатели прочности кокса и уменьшать его неоднородность по свойствам.

Указанный процесс выдержки кокса в промышленных условиях

может быть осуществлен в установках сухого тушения.

Глава Ш. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА СУХОГО ТУШЕНИЯ НА СВОЙСТВА КОКСА

Исторический обзор развития метода сухого тушения кокса за рубежом и в СССР и анализ литературных данных о конструктивных особенностях установок показали, что в Советском Союзе созданы самые высокопроизводительные в мире установки сухого тушения кокса (производительность одной камеры составляет 52-56 тонн кокса в час). Отличительной конструктивной особенностью отечественных установок является наличие в верхней зоне камеры тушения "форкамеры" (накопителя горячего кокса), которая заполняется горячим коксом к моменту цикличной остановки коксовых батарей. Во время цикличной остановки кокс из форкамеры поступает в зону тушения. Таким образом, осуществляется непрерывное поступление горячего кокса в зону тушения, что обеспечивает стабильность выработки пара котлом-утилизатором.

Литературные данные о влиянии метода сухого тушения на качество кокса противоречивы. Однако в большинстве работ отмечается, что при сухом тушении получается менее крупный и более прочный кокс, так как в процессе тушения он подвергается значительным механическим воздействиям. Характеристики гранулометрических составов коксов сухого тушения различных заводов значительно различаются, что можно объяснить различием конструктивных особенностей установок сухого тушения, т.е. аппаратурным оформлением процесса.

На изменение свойств кокса при сухом тушении оказывает также влияние процесс медленного охлаждения, при котором снимаются температурные напряжения в кусках кокса. Влияние этого фактора

уточнялось на газовом заводе в Рочестере (США), где партию кокса мокрого тушения пропускали через бункер сухого тушения "вхолостую", т.е. без обработки его инертными газами. Другую партию кокса подвергали сухому тушению. Таким образом, обе партии кокса подвергались приблизительно одинаковым механическим воздействиям. Сравнительные результаты испытаний показали, что при практически одинаковом гранулометрическом составе кокс сухого тушения был более прочным.

В зарубежной литературе нет данных о влиянии различных режимов сухого тушения на свойства кокса. Исследования режимов тушения на отечественных установках показали повышение прочности кокса при уменьшении их производительности.

В результате анализа причин, приводящих к указанным явлениям на отечественных установках, автор пришел к выводу, что одним из основных технологических факторов, влияющим на изменение качественных показателей кокса в зависимости от установленного режима тушения, является выдержка кокса в форкамере при определенной температуре и длительности. Для подтверждения этого приведены результаты выполненных автором исследований (смотри табл.I и 2).

Таблица I.

Длительность выдержки кокса в форкамере, час	Температура кокса в °С в точках				Показатели прочности кокса по М 40, %	
	I	2	3	4	М 40	М I0
0	I020	-	-	I050		
I	980	-	-	I040	79,0	7,4
2	940	990	-	I030	80,I	6,6
3	-	950	980	I020	80,8	6,I

Примечание к табл.I. Замер температур проводился термопарами на различных горизонтах форкамеры. Точки I; 2; 3 - у стен; 4 - в центре.

Таблица 2.

Период коксования в ч	количество тушеных печей в ч	Показатели прочности кокса: Малый барабан % M40	M10	Большой барабан, кг остаток	провал 0-10 мм	Гранулометрический состав (%) кокса по классам, мм: +80	80-60	60-40	40-25	-25
I5,0	4-5	79,3	7,5	34I	37	8,5	34,9	44,8	9,5	2,3
I4,5	4-5	79,3	7,4	340	37	9,2	36,0	42,5	9,3	3,0
I4,0	4-5	79,I	7,5	34I	38	8,4	34,5	45,4	9,6	2,I

Анализ полученных данных позволяет сделать следующие выводы:

а) в форкамере установки сухого тушения за счет аккумулированного тепла практически постоянно температура кокса поддерживается на уровне конечной температуры коксования;

б) увеличение времени выдержки кокса в форкамере при указанной температуре приводит к повышению его прочности за счет большего упорядочения структуры материалы кокса. Необходимое время выдержки, повидимому, для различных коксов различное в зависимости от свойств коксуемой шихты, режима коксования и готовности кокса по длине и высоте коксового пирога;

в) снижение периода коксования ед время пребывания кокса в форкамере установки сухого тушения (40 минут при проектном режиме) не приводит к ухудшению качества кокса.

Таким образом, анализ литературных данных и проведенные автором промышленные исследования влияния технологических параметров

режима сухого тушения на качество кокса позволили установить, что на изменение свойств кокса при сухом тушении оказывают влияние:

а) дробящие и истирающие воздействия;

б) процесс медленного охлаждения кокса;

в) термостатирование (выдержка) кокса в форкамере.

Основным технологическим фактором, влияющим на изменение качественных показателей в зависимости от установленного режима тушения, является термостатирование кокса в форкамере.

Глава IУ. ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ КОКСОВ, ПОЛУЧАЕМЫХ В УСЛОВИЯХ СУХОГО И МОКРОГО ТУШЕНИЯ.

Исследование влияния способов тушения кокса на изменение его свойств проводилось на Череповецком металлургическом заводе. Заключительной частью экспериментальных исследований являлось изучение влияния способа тушения кокса на ход доменной плавки, производительность доменных печей и удельный расход кокса на выплавку чугуна. Работа проводилась в два этапа. На первом этапе в 1966 г. с 3 по 23 июня (I8 суток) опытные доменные плавки проводились на коксе сухого тушения, а с 3 по 23 июля (20 суток) - на коксе мокрого тушения. На втором этапе, в 1967 г., с 23 мая по 9 июня (I8 суток) изучался кокс мокрого тушения, а с I8 июня по 4 июля (I7 суток) - кокс сухого тушения.

При проведении исследований для коксования применялась шихта, состоящая из углей Печорского бассейна марок Ж IO и

№ I9 в количестве 85-86 % и I4-I5 % углей Кузбасса марки ОС.

На доменную печь подавался кокс сухого и мокрого тушения с батарей №№ 3 и 4, Указанные батареи имеют по 6I печи системы ПК-2К с объемом камеры 2I,6 м^3 и средней шириной 407 мм. Средневзвешенная температура коксового пирога составляла I050-I080^{0}С. В период проведения исследований качественные показатели угольной шихты и технологический режим коксования практически не изменялись.

Все испытания металлургического и скипового кокса производились в соответствии с существующими ГОСТами.

Результаты исследований качества кокса, полученного при сухом и мокром тушении, представлены в табл.3.

Таблица 3

Показатели	Тушение кокса	
	Мокрое	Сухое
I	2	3
Данные технического анализа, % W_p	3,2	0,3
A^c	I0,5	I0,4
$V_г$	0,9	0,9
S_c	0,53	0,53
Данные испытаний в большом барабане, кг.		
Остаток	334	343
Класс I0-0 мм	33	38
Данные испытаний в малом барабане, %		
М 40	73,6	79,3
М I0	7,6	7,2
Гранулометрический состав (%) кокса по классам, мм + 80	II,8	8,5

I	1 2	1 3
80 -60	36,0	34,9
60 -40	4I,I	44,8
40 -25	8,7	9,5
25 -0	2,4	2,3
+60	47,8	43,4
Средняя крупность, мм	53,4	52,8
Коэффициент однородности по Шукину	3,7I	4,49
Показатель газопроницаемости по Сискову	262	286
Показатель газопроницаемости по Бруку,	55,5	35,4
Структурная прочность, %	85,3	84,8
Реакционная способность, мл/гсек	0,629	0,54I
Истинная плотность, г/см^3	I,897	I,908
Кажущаяся плотность, г/см^3	I,I08	I,I20
Пористость, %	4I,6	4I,3

Анализ результатов промышленных и лабораторных исследований доменных коксов сухого и мокрого тушения показывает следующее:

а) по данным технического анализа коксы сухого и мокрого тушения не имеют существенных различий, элементарный состав и химический состав золы кокса также практически не зависят от способа тушения. Это указывает на отсутствие термохимических преобразований при сухом тушении;

б) при сухом тушении кокса прочность его увеличивается. Величина остатка в большом колосниковом барабане выше на 9 кг., а показатель М 40 на 5,7 %.

Судя по величине остатка в колосниковом барабане и индексу М 40 при сухом тушении сопротивление кокса дроблению повышается. Истираемость кокса сухого тушения (по показателю М I0) мало

отличается от истираемости кокса мокрого тушения. Если же принять во внимание выход класса 0–IO мм в подбарабанном провале при испытании в большом колосниковом барабане, то кокс сухого тушения характеризуется повышенной истираемостью.

Полученные противоречивые данные по истираемости кокса сухого и мокрого тушения объясняются особенностями методов испытания прочности кокса. Для подтверждения этого были проведены специальные испытания коксов сухого и мокрого тушения в колосниковом барабане в сопоставимых условиях, при которых кокс сухого тушения увлажнялся, а кокс мокрого тушения подсушивался. Результаты испытаний показали, что истираемость коксов сухого и мокрого тушения практически одинакова.

Для более полной характеристики прочности кокса был проведен ряд опытов по определению динамики разрушения коксов сухого и мокрого тушения. В течение смены отбирались пробы кокса сухого и мокрого тушения массой по 300 кг. Определялся гранулометрический состав на механизированном грохоте УХИН и составлялись пробы по методике Сысковa К.И. для испытания их в малом барабане.

После первых I00 оборотов барабана определялись показатели М 40 и М I0 и производился рассев всей пробы на грохоте УХИН. Эти операции повторялись после обработки той же самой пробы в малом барабане после 200 ,300 и 400 оборотов.

Установлено, что наиболее сильному разрушению кокс подвергается в течение первых I00 оборотов барабанов. Класс + 80 мм при этом практически полностью исчезает в коксе мокрого тушения.

В коксе сухого тушения содержание класса + 80 мм снижается до 5 %, повидимому, вследствие более высокой механической прочности по сравнению с коксом мокрого тушения. Достаточно сильному разрушению подвергается и класс 60–80 мм, при этом также кокс сухого тушения оказывается более прочным: после I00 оборотов барабана класса 60–80 мм остается на 7 % больше, чем в коксе мокрого тушения. В дальнейшем (200 и 300 и 400 оборотов барабана) скорости разрушения класса 60–80 мм (и после 200 оборотов барабана и класса + 80 мм) коксов сухого и мокрого тушения выравниваются.

Содержание класса 40–60 мм в интервале I00–400 оборотов незначительно уменьшается у кокса мокрого тушения (от 57,7 до 55 %) и увеличивается у кокса сухого тушения (от 52,I до 54 %).

Закономерность изменения содержания классов 40–25, 25–I0 и I0–0 мм оказалась одинаковой у коксов сухого и мокрого тушения. Анализ полученных данных указывает на более высокую механическую прочность кокса сухого тушения.

Проведенные исследования показали, что все классы крупности кокса сухого тушения обладают более высокой механической прочностью на дробимость в сравнении с теми же классами крупности кокса мокрого тушения.

в) Данные гранулометрического состава коксов сухого и мокрого тушения, приведенные в табл.3 позволяют установить некоторые закономерности изменения гранулометрического состава кокса. При сухом тушении уменьшается количество классов размером более 60 мм, в основном, за счет уменьшения содержания класса крупнее 80 мм; при этом на 3,7 % возрастает

выход класса 40–60 мм. Кокс сухого тушения характеризуется более равномерным гранулометрическим составом: коэффициент однородности по П.А. Щукину выше на 0,78.

Данные гранулометрического состава кокса сухого и мокрого тушения позволяют сделать вывод о лучшей просеиваемости кокса сухого тушения на вальковом грохоте. При этом выход доменного кокса + 25 мм уменьшается на 2,6 %. Показатели газопроницаемости выше у кокса сухого тушения.

г) Структурная прочность коксов сухого и мокрого тушения (по ГОСТ 9521–65), как видно из данных табл. 3, практически одинакова. На основании этих данных может быть сделан вывод, что при сухом тушении не происходит внутренней перестройки структуры материала кокса.

д) Термомеханическая устойчивость коксов сухого и мокрого тушения определялись при 20 и 900°С в аппарате, идентичном по конструкции и размерам аппарату для определения структурной прочности кокса.

Как видно из табл.4, структурная прочность кокса сухого тушения при 20° и 900°С одинакова. Наблюдается тенденция незначительного снижения структурной прочности кокса мокрого тушения.

Таблица 4.

№ опыта	Кокс сухого тушения		Кокс мокрого тушения	
	Температура, °С		Температура, °С	
	20	900	20	900
I	8I,3	8I,3	83,5	80,0
2	83,6	84,0	83,6	8I,9
3	85,7	85,6	84,3	83,3
4	83,6	83,7	–	–
Среднее	83,2	83,2	83,8	8I,4

е) Реакционная способность кокса, определяемая по ГОСТ I0089–62, при сухом тушении ниже, чем при мокром тушении.

Причины различия в значениях реакционной способности кокса сухого и мокрого тушения могут быть объяснены влиянием следующих факторов Во-первых, вследствие выдержки кокса в форкамере выравниваются температуры и повышается общая готовность кокса. Во-вторых, вследствие разрушения кусков при прохождении кокса через камеру тушения в мелочь переходят куски с ослабленной структурой, характеризующиеся повышенной реакционной способностью. Кроме того, при мокром тушении на поверхности и в порах кусков кокса возможны отложения солей щелочных металлов, что приводит к повышению его реакционной способности.

Проведенные исследования позволили установить, что сухое тушение оказывает благотворное влияние на показатели качества кокса по прочности, гранулометрическому составу и реакционной способности. В связи с этим к качеству доменного кокса сухого тушения должны предъявляться более высокие требования.

Г л а в а У. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ КОКСА СУХОГО ТУШЕНИЯ В ДОМЕННОМ ПРОЦЕССЕ

При проведении опытных доменных плавок на коксах сухого и мокрого тушения параллельно с испытаниями проб товарного доменного кокса (табл.3), проводились также испытания проб скипового кокса (табл.5).

Таблица 5.

Показатели	Тушение кокса	
	Мокрое	Сухое
I	2	3
Рабочая влага, % W_p	3,2	0,5
Данные испытаний в большом барабане, кг		
Остаток	336	347
Класс I0–0 мм	29	36
Данные испытаний в малом барабане, %		
М 40	73,9	79,2
М I0	7,6	7,3
Гранулометрический состав (%) кокса по классам, мм		
+ 80	8,0	6,9
80–60	34,3	35,9
60–40	46,0	46,I
40–25	I0,5	9,8
25–0	I,2	I,3
+ 60	42,3	42,8
Средняя крупность, мм	53,I	53,0
Коэффициент однородности по Щукину	4,50	5,40
Показатель газопроницаемости по Сыскову	28I	289

Результаты испытаний показывают, что содержание класса выше 80 мм в скиповом коксе мокрого тушения меньше, чем в товарном на 3,8 %, а в коксе сухого тушения – на I,6 %. Содержание класса 40–25 мм в скиповом коксе мокрого тушения увеличивается на I,8 %, а в скиповом коксе сухого тушения остается практически без изменения. Однородность (по П.А. Щукину) скипового кокса сухого тушения выше, чем кокса мокрого тушения на 0,9 единиц. Более высокий показатель прочности по

остатку в большом колошниковом барабане (на 9–II кг) получен при испытаниях как товарного, так и скипового кокса сухого тушения. Однако последний отличается значительно меньшей дробимостью: содержание класса + 25 мм в подбарабанном провале на I8 кг меньше, чем для кокса мокрого тушения. Таким образом, преимущества кокса сухого тушения в сравнении с коксом мокрого тушения подтвердились и при испытаниях скипового кокса.

В I966 и I967 г.г. на доменной печи № I Череповецкого металлургического завода полезным объемом I007 м^3 были проведены опытные плавки на коксах мокрого и сухого тушения. В I968 г. проводились также опытные плавки на коксе сухого тушения пониженной крупности (+ 30 мм вместо + 40 мм).

На протяжении опытов основные параметры работы и система загрузки печи оставались постоянными. Кривые изменения содержания CO_2 по радиусу печи в верхней части шахты при работе на коксах мокрого и сухого тушения были практически одинаковыми.

На первом этапе опытных доменных плавок при применении кокса сухого тушения его удельный расход, в перерасчете на сухую массу скипового кокса, понизился на 4 кг/т чугуна, а на втором этапе повысился на 2 кг/т чугуна. Однако приведение к одинаковым условиям работы печи (по расходу природного газа, металлодобавок, температуре и влажности дутья, температуре чугуна) показало, что и на втором этапе удельный расход кокса сухого тушения снизился на 4 кг/т чугуна.

Полученная экономия кокса хорошо согласуется с составом колошникового газа. Степень прямого восстановления по М.А. Пав-

лову при работе на коксе сухого и мокрого тушения составляет соответственно 0,412 и 0,432. Реакционная способность кокса сухого тушения на I5–20 % ниже, чем кокса мокрого тушения. Таким образом, экономия кокса может быть объяснена понижением его реакционной способности. Рассчитанное уменьшение расхода кокса при переходе от мокрого тушения к сухому не выходит за пределы текущих колебаний. Однако оно наблюдается во всех опытных плавках и поэтому может считаться достоверно установленным.

Другим положительным результатом применения кокса сухого тушения является уменьшение отсева коксовой мелочи в доменном цехе в среднем на 1,55 %. производительность доменной печи при работе на влажном и сухом коксах была практически одинакова. Печь работала на коксе сухого тушения более ровно, чем на коксе мокрого тушения.

Более высокие показатели прочности и равномерности гранулометрического состава кокса сухого тушения позволяют надеяться, что за счет меньшего образования мелочи и более ровного хода производительность печей должна повыситься (особенно на печах большого объема, более чувствительных к качеству кокса).

Можно полагать, что в условиях других заводов при работе доменных печей с более высоким расходом кокса и меньшей производительностью, эффективность применения кокса сухого тушения должна быть выше, чем на Череповецком заводе.

Проведенные исследования по узким классам кокса показали, что разные по величине куски имеют различные показатели прочности и реакционной способности. Лучшие по механической

прочности классы (30–60 мм) быстрее достигают границы стабильной прочности при увеличении числа оборотов барабана, а худшие (классы более 60 мм)- медленнее. Так, рядовой кокс более 40 мм имеет остаток по большому барабану 335 кг., а сортированный кокс класса 40–80 мм - 348 кг и класса более 80 мм - 322 кг. Следовательно, сортированный кокс узких классов, в котором отсутствуют крупные непрочные куски, обладает значительно лучшими физико-механическими свойствами.

В I968 году автором была проведена работа по сравнительной оценке свойств кокса сухого тушения крупностью выше 30 мм и кокса мокрого тушения размером более 40 мм. Изучение характера разрушения, проведенного при обработке кокса в малом барабане при различном числе оборотов (50, I00 и 200), показало более высокую механическую прочность кокса сухого тушения. Степень разрушения оценивалась количеством образовавшегося класса меньше 40 мм для кокса + 40 мм и меньше 30 мм для кокса сухого тушения + 30 мм. Для испытания использовались соответственно классы выше 40 и 30 мм, полученные на ситах с отверстиями 40х40 и 30х30 мм. Судя по образованию соответствующего подрешетного продукта, кокс сухого тушения + 30 мм прочнее кокса мокрого тушения + 40 мм. Динамика разрушения обоих коксов одинакова- угол наклона кривых зависимостей выхода подрешетного продукта от числа оборотов барабана практически одинаков.

Гранулометрический состав кокса, определенный при ручном рассеве до полного просеивания каждого класса с подсушкой мокрого кокса до 0,5 % влаги указывает на следующее:

а) содержание кокса – 25 мм в коксе сухого тушения + 30мм ниже на 0,7 % по сравнению с коксом мокрого тушения + 40 мм;

б) в коксе сухого тушения увеличивается выход класса 40–60 мм в среднем на I0,6 %.

Таким образом, гранулометрический состав кокса сухого тушения + 30 мм более благоприятен для условий ведения доменных плавок.

С уменьшением крупности кусков кокса сухого тушения отмечается также снижение реакционной способности Общий уровень значения этого показателя для кокса сухого тушения + 30 мм в среднем на I5 % ниже, чем для кокса мокрого тушения + 40 мм.

Указанные преимущества кокса сухого тушения пониженной крупности (+ 30 мм) позволили ожидать получение положительных результатов при его использовании в доменных плавках.

Доменные плавки, проведенные на коксе сухого тушения пониженной крупности, дали положительные результаты: удельный расход кокса на тонну чугуна снизился на 2 %, производительность печи повысилась на I %, отсев коксовой мелочи уменьшился на 2,6 %.

Г л а в а VI. АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СУХОГО ТУШЕНИЯ КОКСА.

На экономику процесса сухого тушения кокса оказывают влияние в основном два фактора: утилизация тепла и улучшение качества кокса. Материалы по экономике зарубежных установок в процессе их эксплуатации и проектные проработки строительства установок в СССР исходят только из фактора утилизации

тепла и говорят об окупаемости УСТК в течение 4–5 лет. Проведенные нами исследования по качеству кокса сухого тушения и его применению в доменных плавках говорят об улучшении экономики доменного производства, т.е. о значительном влиянии повышенного качества кокса на экономику процесса сухого тушения.

Таблица 6

№№ пп	Наименование статей	Снижение (–) Удорожание (+) руб.	В пересчете на I т. кокса, руб.
	Экономический эффект в коксохимпроизводстве		-0,32
I.	Снижение себестоимости пара.	– 48460	
2.	Исключение затрат на мокрое тушение	-22709	
3.	Уменьшение выхода металлургического кокса.	+ 297357	
	Экономический эффект в доменном цехе.		
I.	Снижение расхода кокса	– I93260	
2.	Снижение отсевов мелочи	– I72904.	
	ИТОГО:	= 572976	

В Ы В О Д Ы :

I. Установлено, что способ сухого тушения позволяет получать доменный кокс с улучшенными физико-механическими свойствами по сравнению с коксом мокрого тушения. Так, у товарного кокса сухого тушения остаток в большом барабане выше на 9 кг.,

а показатель М 40 на 5,7 % по сравнению с коксом мокрого тушения. Показатели истираемости коксов (класс 0-10 мм и М 10) практически одинаковы.

2. Насыпная масса кокса сухого тушения более равномерна по крупности кусков и характеризуется повышенным коэффициентом газопроницаемости. Содержание класса + 80 мм в ней меньше, а класса 40-60 мм больше. Выход металлургического кокса + 25 мм при сухом тушении уменьшается на 2,6 %.

3. Скиповый кокс сухого тушения прочнее и равномернее по гранулометрическому составу, чем кокс мокрого тушения, при практически одинаковой средней крупности кусков.

4. Кокс сухого тушения отличается более высокой плотностью и низкой реакционной способностью по сравнению с коксом мокрого тушения.

5. На основании установленных характерных особенностей свойств кокса сухого тушения разработаны и внедрены технические условия на доменный кокс сухого тушения с повышенными требованиями к его качеству.

6. На основании анализа современных представлений о процессе коксообразования в коксовых печах установлены основные технологические факторы, влияющие на качество кокса при сухом тушении.

7. Изучена взаимосвязь продолжительности пребывания кокса в форкамере установки сухого тушения с периодом коксования в коксовых печах и их совместное влияние на физико-механические свойства кокса.

8. Обоснована целесообразность сокращения установленных действующими нормативами периодов коксования на 30 мин. на коксовых батареях, имеющих установки сухого тушения.

9. Выполнены опытные доменные плавки на коксе сухого тушения в условиях форсированной работы печей с высокими технико-экономическими показателями (КИПО 0,5; расход кокса 450 кг/т чугуна), которые показали снижение удельного расхода кокса на I %, а также отсева коксовой мелочи в доменном цехе на I,35 %. При этом изменения производительности печи не наблюдалось.

I0. Проведены доменные плавки на сухом коксе пониженной крупности + 30 мм, которые показали снижение удельного расхода кокса на 2 %, отсева коксовой мелочи на 2,6 % и повышение производительности печи на I %.

Рекомендовано применение для доменных плавок кокса сухого тушения крупностью + 30 мм, что позволит использовать в доменных печах дополнительно 3-3,5 % валкового кокса, или 5,3 - 5,9 % с учетом снижения отсевов в доменном цехе.

II. Экономическая эффективность внедрения метода сухого тушения кокса с учетом утилизации тепла в коксохимпроизводстве и применения сухого кокса в доменных плавках в условиях Череповецкого металлургического завода составляет около 573 тыс. руб. в год.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

I. М.С. Кручинин, В.В. Назаров. Опыт пуска и эксплуатация установки сухого тушения кокса. "Кокс и химия", 1968, № 3.

2. П.С. Акулов, И.М. Лазовский, Э.М. Шрейдер, М.С. Кручинин, И.С. Елькинд. Сравнительная оценка качества кокса сухого и мокрого тушения. "Кокс и химия", 1968, № 9.

3. В.М. Антонов, Л.А. Бялый, В.Д. Кайлов, М.С. Кручинин и др. Опытные доменные плавки на коксе сухого тушения. " "Сталь", 1968, № 12.

4. М.С. Кручинин, Э.М. Шрейдер. Об использовании кокса сухого тушения пониженной крупности в доменном производстве. " Кокс и химия", 1969, № 12.

5. М.С. Кручинин. Технологические факторы, влияющие на улучшение качества кокса при сухом тушении. " Кокс и химия", 1970, № 6.

6. А.С. Брук, С.И. Пинчук, М.С. Кручинин и др. Сравнительная оценка газодинамических свойств кокса сухого и мокрого тушения". "Кокс и химия", 1970, № 12.

Результаты диссертационной работы докладывались:

I. На Всесоюзном научно-техническом совещании работников коксохимической промышленности. Донецк, 1968 г.

2. На Всесоюзном семинаре ВДНХ по теме: " Улучшение качества кокса и его влияние на ведение доменной плавки". Москва, 1969 г.

БТ 23599. Подп.к печ. 29.VI.71г.
Зак. № 1021. Тираж 220. Объем 2,5 п.л.
Днепр, 1971г. Рот-нт ОЗ ДМетИ.