

**ОПЫТ ПОЛУЧЕНИЯ КОКСА
УЛУЧШЕННОГО КАЧЕСТВА
НА БАЗЕ УГЛЯ ШАХТЫ
«КРАСНОАРМЕЙСКАЯ ЗАПАДНАЯ №1»
В УСЛОВИЯХ ОАО «АЛЧЕВСККОКС»**

© 2011 Дроздник И.Д., к.т.н.,
Шульга И.В., к.т.н.,
Ладыйинский В.М., к.т.н.
(УХИН),
Гордиенко А. И., Долгарев Г.В.
(ЗАО «Донецксталь»-МЗ),
Данилов А.Б., Вердибоженко Г.С.,
Рудавин А.И. (ОАО «Алчевсккокс»)

Рассмотрены экспериментальные данные, полученные в процессе наработки опытной партии кокса улучшенного качества из шихты с базовым участием угля шахты «Красноармейская Западная №1», проанализированы условия подготовки, уточнен технологический режим коксования.

The experimental data about obtaining of an experimental consignment of improved quality coke from the blend with a base involving coal mine "Krasnoarmejskaja Zapadnaja № 1" are discussed. The conditions of preparation are analyzed, the technological regime of coking is refined.

Ключевые слова: уголь, шихта, кокс, коксовая батарея, режим коксования, качество кокса, усадка, средневзвешенная температура.

.....

Известно, что выплавка чугуна с вдуванием пылеугольного топлива (ПУТ) в доменную печь требует использования кокса более высокого качества с определенными требованиями не только по зольности, сернистости, механической прочности и гранулометрическому составу, но и по послереакционной прочности и реакционной способности, оцениваемой показателями CSR и

CRI [1, 2]. При этом ведущие мировые производители чугуна предъявляют к коксу следующие основные требования, систематизированные в работе[3]: реакционная способность CRI – не более 30 %; прочность остатка кокса после реакции CSR – не менее 55 %; механическая прочность по показателям M_{40} – не менее 78 % и M_{25} – не менее 88 %; M_{10} – не более 7 %; зольность – до 11 %; сернистость – до 1 %; выход летучих веществ – не более 1 %.

Установлено, что показатели реакционной способности и послереакционной прочности в первую очередь определяются химическим составом минеральной части угля. Последний характеризуется индексом основности либо другими характеристиками, определяемыми химическим составом [3-6]. Чем меньше значение индекса основности, тем ниже реакционная способность кокса и выше его послереакционная прочность. Для получения кокса с показателями $CSR \geq 55\%$ и $CRI \leq 30\%$ необходим подбор компонентов шихты, обеспечивающий получение индекса основности всей шихты I_o не более 2,5 при содержании серы до 1,0 %, зольности до 8 % и выходе летучих веществ не более 28 %. Индекс основности

минеральной части при этом не должен превышать 0,16, а средний показатель отражения витринита должен составлять не менее 1,05 %.

Анализ свойств украинских коксующихся углей показал, что уголь шахты «Красноармейская Западная №1» (марка «К»), объем добычи 5-7 млн. т/год) имеет минимальное значение индекса основности (1,7). Также обращает на себя внимание низкое значение индекса основности (2,2) угля шахты им. Скочинского (марка «Ж»), объем добычи около 0,5 млн. т/год).

В связи с пуском на ОАО «Алчевский МК» технологии производства и вдувания ПУТ в доменные печи № 1 и № 5 появилась необходимость проверки в условиях ОАО «Алчевск-кокс» возможности получения кокса улучшенного качества с участием указанных отечественных, а также импортных (российских и американских) углей, входящих в сырьевую базу завода. При этом, учитывая реальную долгосрочную перспективу получения такого кокса, базовым (50 % и более) компонентом шихты был определен уголь шахты «Красноармейская Западная №1», ресурсы которого достаточны для долгосрочных поставок.

Таблица 1

Качественная характеристика угольных компонентов и опытной шихты

Угольные компоненты, шихта	Марка по ДСТУ 3472	Участие в шихте, %	Технический анализ, %				у, мм	R _o , %	HGI, ед	I _o , ед
			W ^r	A ^d	S _t ^d	V ^{daf}				
Альфа (США)	Ж	10	7,7	8,9	0,91	28,5	21	1,07	91	2,8
Ш. им.Скочинского	Ж	20	10,6	7,5	1,00	31,6	18	1,01	83	2,2
Ш. Красноармейская Западная №1	К	60	8,3	8,1	0,77	28,3	14	1,07	67	1,7
Разрез Бочатский (Россия)	КО ^{*)}	10	8,5	6,7	0,55	22,8	9	1,10	50	2,3
Шихта		100	8,7	8,0	0,81	28,4	15	1,06	-	2,0

^{*)} По ГОСТ 25543-88

Принятие угля этой шахты за базовый компонент обосновано работой ОАО «Ясинов-

ский коксохимический завод» и ЗАО «Макевкокс», в шихтах которых он являлся основ-

ным компонентом при получении кокса улучшенного качества (ТУ 23.1–00190443-086:2006). Полученный на этих заводах кокс был проверен доменными плавками в условиях ОАО «Донецкий металлургический завод» с использованием подачи в доменную печь пылеугольного топлива (до 170 кг/т чугуна). В результате производительность доменной печи повысилась в сравнении с сопоставительным периодом на 17,1 % (343 т. чугуна в сутки), удельный расход кокса снизился на

11,5 % (51 кг/т чугуна). При этом расход кокса достиг уровня 390 кг/т чугуна без использования природного газа. Исходя из этих результатов, в условиях коксовых батарей №№ 7, 8 ОАО «Алчевсккокс» была проверена опытно-промышленными коксованиями шихта, марочный и компонентный состав которой представлены в табл. 1.

В таблице 2. приведены данные петрографических исследований компонентов опытной шихты.

Таблица 2

Петрографическая характеристика компонентов угольной шихты

Угольные компоненты, шихта	Петрографический состав (без учета минеральных примесей), %					Стадии метаморфизма витринита, %					
						0,50-0,64	0,65-0,89	0,90-1,19	1,20-1,39	1,40-1,69	1,70-2,59
						Марки угля, условно соответствующие стадиям метаморфизма витринита					
Vt	Sv	I	L	ΣОК	ДГ	Г	Ж	К	ОС	Т	
Альфа (США)	69	1	25	5	25	-	26	43	10	14	7
Ш. им.Скочинского	88	0	9	3	9	-	14	83	3	-	-
Ш. Красноармейская Западная №1	86	1	11	2	12	-	-	80	20	-	-
Разрез Бочатский (Россия)	47	2	50	1	52	3	1	93	3	-	-
Шихта	80	1	16	3	17	-	6	78	13	2	1

Гранулометрический состав прибывающих на завод компонентов представлен в табл. 3.

Таблица 3

Гранулометрический состав компонентов шихты

Угольные компоненты	Содержание отдельных классов, %, по классам крупности, мм						
	+25	25-13	13-6	6-3	3-1	1-0,5	-0,5
Альфа (США)	0,9	8,0	28,1	18,9	20,0	6,9	17,2
Ш. им.Скочинского	1,5	6,1	9,6	12,2	24,9	12,7	33,0
Ш. Красноармейская Западная №1	3,6	8,4	14,1	17,1	27,5	6,2	23,1
Разрез Бочатский (Россия)	48,7	26,2	7,7	4,4	4,1	1,5	7,4

Из приведенных в табл. 1 данных видно, что базовым компонентом шихты является уголь ш. «Красноармейская Западная №1», долевое участие которого составляло 60 %.

Долевое участие импортных американских и российских углей составило по 10 %. Технологическая характеристика шихты и ее индекс основности соответствовали требованиям,

обеспечивающим улучшенные показатели качества кокса.

Высокой размолоспособностью по методу Хардgroва обладают жирные угли «Альфа» (США) и ш. им. Скочинского (HGI составляет 91-83 ед.), что обуславливает содержание в их ситовом составе большого количества класса менее 3 мм.

Уголь разреза «Бочатский» характеризуется низкой размолоспособностью (HGI = 50 ед.), большим содержанием крупных классов (содержание классов более 13 мм составляет 74,9 %), что характеризует его как крупный труднодробимый уголь с невысокой спекающей способностью (табл. 1, 3). Учитывая, что уголь Бочатского разреза является еще и петрографически неоднородным с содержанием инертинита 50 % (табл. 2), для снижения отрицательного влияния этих характеристик на качество кокса необходимо его тонкое из-

мельчение и равномерное распределение по всему массиву шихты.

Петрографически однородный уголь шахты «Красноармейская Западная №1» занимает промежуточное положение (HGI = 67 ед.).

Исходя из этого, была использована схема группового дробления компонентов (ГДК), при которой мелкие жирные угли «Альфа» и шахты им. Скочинского дробились до уровня 78-80 % содержания класса менее 3 мм, а уголь разреза «Бочатский» дробился на другой дробилке до уровня 84-86 %. Для выравнивания нагрузки на обе дробилки уголь шахты «Красноармейская Западная №1» со средней размолоспособностью был разделен между обоими агрегатами, что повысило степень усреднения всей шихты.

Все угли принимались в закрепленные за ними бункера дозирочного отделения, работа которого контролировалась по диаграммам автодозаторов.

Таблица 4

Качественная характеристика опытной шихты

Значение	Технический анализ, %				Пластометрические показатели, мм		Насыпная плотность, кг/м ³	Содержание класса 0-3 мм, %
	W ^r	A ^d	S _t ^d	V ^{dat}	x	y		
Максимальное	9,4	7,9	0,93	26,0	30	15	794	85,3
Минимальное	8,2	7,2	0,77	25,5	22	14	770	82,6
Среднее	8,8	7,7	0,82	25,9	26	15	779	83,0

Опытная шихта загружалась в угольную башню батарей №№ 7, 8, имеющих в своем составе по 61^{ой} камере коксования полезным объемом 21,6 м³, шириной 410 мм и полезной высотой 4000 мм. Опытно-промышленные коксования проводились в течение десяти су-

ток, качественные характеристики шихты и кокса контролировались ежедневно.

В табл. 4 приведена качественная характеристика шихты за весь опытный период.

Качественная характеристика опытного кокса приведена в табл. 5.

Таблица 5

Качественная характеристика опытного кокса

Значение	Технический анализ, %				Гранулометрический состав, %, по классам, мм					Механическая прочность, %			CRI, %	CSR, %
	W ^r	A ^d	S _t ^d	V ^d	+80	80-60	60-40	40-25	25-0	M ₄₀	M ₂₅	M ₁₀		
Максимальное	5,0	11,0	0,82	0,54	9,6	37,8	44,2	16,0	3,2	79,4	89,9	6,6	30,9	63,3
Минимальное	3,9	10,0	0,69	0,22	6,8	31,3	38,4	11,7	3,0	78,6	89,1	6,0	25,6	56,5
Среднее	4,6	10,4	0,75	0,38	7,9	34,4	40,9	13,7	3,1	79,0	89,6	6,2	28,5	58,3

За весь период получения опытно-промышленной партии кокса улучшенного качества постоянно осуществлялся контроль технологического режима процесса коксова-

ния на коксовых батареях №№ 7, 8. Данные технологического режима приведены в табл. 6.

Таблица 6

Технологический режим коксования

Значение	Период коксования, ч	Количество выданных печей в сутки, шт		Средний ампераж выдачи, А		Температура в контрольных вертикалах, °С			
		КБ № 7	КБ № 8	КБ № 7	КБ № 8	КБ № 7		КБ № 8	
						м.с.	к.с.	м.с.	к.с.
Максимальное	18,5	83	83	142	164	1282	1318	1278	1317
Минимальное	18,0	75	75	122	136	1266	1301	1265	1301
Среднее	18,4	79	78	128	146	1270	1305	1270	1305

При наработке опытной партии кокса улучшенного качества отмечено повышение усилия выдачи коксового пирога, а на 7^{ММ} печах при этом произошло бурение (в большинстве случаев – в камерах с дефектами кладки).

В процессе проведения опытно-промышленных коксований за счет некоторого увеличения помола и обеспечения равномерности обогрева по высоте удалось снизить усилия выдачи коксового пирога и избежать «бурений» кокса в камерах при его выдаче.

В период проведения эксперимента выполнялся регулярный контроль высоты подсводного пространства, а также периодический контроль температуры по оси коксового пирога, его усадки, коэффициента избытка воздуха на горение коксового газа.

Средняя высота подсводного пространства по КБ № 7 составила 280 мм, а по КБ № 8 – 327 мм; средневзвешенная температура по оси коксового пирога составила: на КБ № 7 – 1112 °С; на КБ № 8 – 1113 °С; средняя усадка коксового пирога составила: на КБ № 7 – 273 мм; на КБ № 8 – 275 мм; коэффициент избытка воздуха постепенно снижен на КБ № 7 с 1,66 до 1,48, а на КБ № 8 с 1,67 до 1,44.

В целом полученный кокс характеризовался весьма благоприятным комплексом свойств: низкой реакционной способностью,

высокой прочностью, низкими зольностью и сернистостью, достаточно однородным гранулометрическим составом, низкой влажностью, высокой готовностью, оцениваемой по выходу летучих веществ. Он соответствует приведенным выше требованиям ведущих производителей чугуна к качеству кокса для доменных печей с использованием пылеугольного топлива. Это дает достаточные основания для положительной оценки опыта получения кокса улучшенного качества в условиях ОАО «Алчевсккокс».

Выводы

1. Уголь шахты «Красноармейская Западная №1» позволяет получать из шихт на его основе кокс с низкой реакционной способностью и высокой прочностью его остатка после реакции.

2. Разработанная и проверенная опытно-промышленными коксованиями в условиях коксовых батарей №№ 7, 8 ОАО «Алчевсккокс» шихта с участием 60 % данного угля позволила получить высокопрочный малореакционный кокс с показателями, соответствующими требованиям ведущих мировых производителей чугуна.

3. В процессе получения 18 тыс. т доменного кокса улучшенного качества уточнены тех-

нологические параметры подготовки и теплотехнического режима коксования, обеспечивающие получение требуемого уровня показателей качества.

4. При использовании угля шахты «Красноармейская Западная №1» в качестве базового компонента следует для снижения усилий выдачи коксового пирога из камер коксования обеспечить правильный подбор остальных компонентов шихты, рациональный уровень ее помола, равномерный прогрев коксуемой засыпки.

Библиографический список

1. Золотухин Ю.А. Требования к качеству кокса для доменных печей, работающих с различным удельным расходом пылеугольного топлива / Золотухин Ю.А., Андрейчиков Н.С., Куколев Я.Б. // Кокс и химия. – 2009. – № 3. – С. 25-31.
2. Буга И.Д. Опытные доменные плавки на коксе с улучшенной реакционной способностью / Буга И.Д., Бондарчук П.Н., Рыщенко А.И. [и др.] // УглеХимический журнал. – 2006. – № 3-4. – С. 22-28.
3. Ковалев Е.Т. Формирование свойств кокса. Реакционная способность / Ковалев Е.Т., Шмально В.М., Шульга И. В., Рыщенко А.И. // УглеХимический журнал. – 2006. – № 5-6. – С. 13-20.
4. Todoshuk T.W. Increasing coke strength after reaction with CO₂ (index CSR) in Dofasco / Todoshuk T.W., Price J.P., Grandsen J.F. // Iron and Steel Technology. – 2004. – March. – P. 73-84.
5. Станкевич А.С. Модель прогноза показателей CSR и CRI кокса на основе химико-петрографических параметров угольных шихт и условий их коксования / Станкевич А.С., Гилязетдинов Р.Р., Потапова Н.К., Кошкароев Д.А. // Кокс и химия. – 2008. – № 9. – С. 37-44.
6. Мирошниченко Д.В. Использование показателей физических свойств золы углей для предварительной оценки CSR и CRI кокса / Мирошниченко Денис Викторович // Кокс и химия. – 2008. – № 11. – С. 29-33.
7. Филатов Ю.В. Опыт производства доменного кокса улучшенного качества из украинских углей и испытание его в доменной печи с использованием ПУТ / Филатов Ю.В., Крикунов Б.П. Гордиенко А.И. [и др.] // УглеХимический журнал. – 2007. – № 5. – С. 11-17.

Рукопись поступила в редакцию 18.01.2011