

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СХЕМЫ
ПОДГОТОВКИ УГЛЕЙ В УПЦ-2 ПАО «АКХЗ»**

**THE IMPROVING OF THE COAL PREPARING
SCHEME AT THE COAL PREPARATION PLANT
№ 2 OF PJSC "AVDIIVKA COKE"**

© 2013 Пастернак А.А., Скрипченко Н.П., к.т.н.,
Косминский А.В. (ПАО «АКХЗ»),
Дроздник И.Д. к.т.н., Мирошниченко Д.В., к.т.н.,
Сорокотыга К.Н. (ГП «УХИИ»)

Pasternak A.A.,
Scripchenko N.P., PhD in technical sciences,
Kosminskiy A.V. (PJSC "AVDIIVKA COKE"),
Drozdnic I.D., PhD in technical sciences,
Miroshnichenko D.V., PhD in technical sciences,
Sorokotyaga K.N. (SE "UKHIN")

Опытно-промышленными коксованиями угольной шихты УПЦ-2 ПАО «АКХЗ», установлено, что использование прогрессивных методов подготовки угольной шихты способствует повышению качества получаемого кокса по показателю дробимости (P_{25}) до 3,0 % при одновременном снижении истираемости (I_{10}) на 2,0 %. Улучшение качества кокса подтверждается также данными по абразивной твердости и структурной прочности полученных коксов.

По итогам проведения эксперимента в УПЦ-2 можно констатировать, что использование отсеивающих устройств перед дроблением шихты, поступающей на батарею № 9, позволяет снизить до 30 % нагрузку на дробилку и, соответственно, уменьшить расход электроэнергии на измельчение углей ориентировочно на 35-40 %.

With the help of xperimental-industrial coking of coal blend of coal preparation plant № 2 of PJSC "AVDIIVKA COKE" it has been found that the use of advanced methods of the preparation of the coal blends promotes to the quality of produced coke in terms of crushability (P_{25}) up to 3.0 %, while reducing abrasion (I_{10}) to 2.0 %. Improving the quality of coke is also confirmed by the abrasive hardness and the structural strength of the coke.

According to the results of the experiment at the CPP-2 it can be stated that the use of screening devices before crushing of blend, which is coming to coke battery № 9, let to reduce the load on the crusher down to 30 % and, consequently, to reduce the consumption of electricity for grinding coal by approximately 35-40 %.

Ключевые слова: угли, схема подготовки, качество кокса.

Keywords: coals, scheme of preparing, the quality of the coke.

*

В работах [1-4] показано, что подготовка углей к коксованию остается одной из основных технологических операций, существенно влияющей на показатели механической прочности кокса и энергоемкость углеподготовительных цехов. Использование в шихте для коксования петрографически неоднородных углей предопределяет переход от схемы дробления всей шихты (ДШ) к дифференцированному (ДДК) или групповому (ГДК) дроблению компонентов. При этом, перед дроблением рационально отсеять мелкие классы как хорошоспекающихся углей (класса 6-0 или 8-0 мм), так и слабоспекающихся углей (класс 0-3 мм). Установлено, что квалифицированное применение схем подготовки углей позволяет повысить механическую прочность кокса по показателю M_{25} на 1,0-1,5 % и снизить истираемость по показателю M_{10} на 0,3-0,8 %; при этом, расход электроэнергии на дробление сокращается на 25-30 %.

В работе [5] описываются исследования, касающиеся разработки рациональной схемы подготовки шихт, состоящих из углей разных бассейнов. Было установлено, что совместное измельчение твердых донецких газовых, петрографически неоднородных кузнецких углей марок ГЖ, ГЖО, КС, СС с крупным классом (> 10 мм) донецкого угля марки Ж позволяет существенно снизить доли как класса менее 0,5 мм, так и класса 1-0 мм при увеличении общего помола шихты с 76,0 до 80,2 %. На основе результатов ящичных коксований определено, что предлагаемая схема подготовки позволяет существенно улучшить физико-механические характеристики доменного кокса – прежде всего дробимость P_{25} на 0,9 % и истираемость I_{10} на 0,8 %.

Материалами исследований, опубликованными в работе [6], показано, что применение технологически обоснованной схемы подготовки углей позволяет улучшить прочностные характеристики металлургического кокса и повысить его выход. По мнению авторов данной работы, оптимизация измельчения должна предусматривать научно-обоснованную степень измельчения групп «мягких» и «твердых» углей, что позволяет избежать переизмельчения углей хорошоспекающихся марок, обеспечить рациональное соотношение классов крупности в шихте, подаваемой в камеры коксования, увеличить срок службы дробильных агрегатов и уменьшить расход электроэнергии на дробление. Установлено, что в условиях сырьевой базы УПЦ-1 ПАО «АЛЧЕВСККОКС» оптимальный уровень измельчения группы «твердых» углей составляет 82 ± 1 % содержания

класса 3-0 мм; группу «мягких» углей необходимо измельчать с отсевом мелких классов перед дроблением, а содержание класса 3-0 мм для этой группы должно составлять 79±1 %.

Исходя из изложенного, были проведены исследования по определению возможности внедрения прогрессивных схем подготовки углей в УПЦ-2 ПАО «АКХЗ».

В табл. 1 приведены технологические свойства угольных компонентов, входящих в сырьевую базу УПЦ-2 ПАО «АКХЗ».

Данные табл. 1 свидетельствуют, что в сырьевую базу входят как украинские (ЦОФ «Самсоновская», ЦОФ «Дуванская», ЦОФ «Колосниковская», ш/у «Покровское»), так и угли ближнего (ООО «Промугольсервис», ш. «Талдынская Южная», ОФ «Северная», ЦОФ «Нерюнгринская», РФ) и дальнего («Велмор», «Картер», США) зарубежья.

Аналитическая влага использованных для составления угольных шихт углей колеблется от 0,4 до 2,9 %, что косвенно свидетельствует о неокисленности использованных углей и подтверждается данными прямых определений их окисленности ($\Delta t < 6$ °С).

Представленные в табл. 2 данные петрографического исследования показывают, что в сырьевую базу входят петрографически однородные угли ($\Sigma \text{OK} < 25$ %), – кроме угля ОФ «Северная» ($\Sigma \text{OK} = 43$ %).

Таблица 1

Технологические свойства угольных концентратов, входящих в сырьевую базу УПЦ-2 ПАО «АКХЗ»

Происхождение компонента	Марка по удостоверению	Доля участия в шихте, %	Технический анализ, %					Пласто-метрические показатели, мм		Коэффициент размо- лоспособности по Хардгроу, ед	Спекающая способность по Рога, ед.	Показатели окисленности	
			W ^a	A ^d	S _t ^d	V ^d	V ^{daf}	x	y			HGI	RI
ООО «Промугольсервис», Россия	Г	12,2	2,9	11,0	0,49	34,1	38,3	47	10	51	51	2	8,0
Ш. «Талдынская Южная», Россия	Г	6,1	2,2	5,9	0,58	38,9	41,3	36	11	54	67	1	4,8
ЦОФ «Самсоновская»	Ж	15,9	1,2	8,4	2,33	31,5	34,3	23	19	58	78	4	8,5
ЦОФ «Дуванская»	Ж	15,0	1,1	6,4	1,70	30,0	32,0	17	22	68	80	3	7,3
«Велмор О-ВЛК», США	Ж	6,9	1,0	7,5	0,92	31,4	33,9	28	17	67	78	3	7,3
«Картер ВЛК», США	Ж	10,2	1,2	9,6	0,73	28,7	31,8	25	17	58	79	4	12,1
ЦОФ «Колосниковская»	К	10,7	1,0	9,8	1,30	26,4	29,3	14	16	81	77	4	7,8
ОФ «Северная», Россия	К	2,0	0,9	9,2	0,65	22,1	24,4	22	16	61	64	2	4,0
Ш/у «Покровское»	К	15,0	1,5	8,5	1,18	26,0	28,4	32	13	82	65	4	9,1
ЦОФ «Нерюнгринская», Россия	К ₀	6,0	0,4	10,5	0,33	17,7	19,8	10	9	92	78	4	18,2

В табл. 3 представлены данные ситового анализа исходных недробленных углей и зольность полученных классов. Данные табл. 3 свидетельствуют, что зольность мелких классов отобранных углей заметно выше, чем в других классах, и составляет от 9,8 до 17,2 %. Учитывая данное обстоятельство, можно предположить, что переизмельчение углей с образованием повышенного количества классов (менее 0,5 мм) может привести к самоотощению шихты, появлению избыточного количества центров напряженности в коксе и, следовательно, к ухудшению его качества.

**Петрографическая характеристика угольных концентратов, входящих в сырьевую базу
УПЦ-2 ПАО «АКХЗ»**

Происхождение компонента	Марка по удостоверению	Доля участия в шихте, %	Петрографический состав (без минеральных примесей), %					Средний показатель отражения витринита, %	Стадии метаморфизма витринита, %						
									менее	0,50 -	0,66 -	0,90 -	1,20 -	1,40 -	1,70 -
									0,50	0,65	0,89	1,19	1,39	1,69	2,59
									Марки угля, условно соответствующие стадиям метаморфизма витринита						
			Vt	Sv	I	L	Σ ОК	R _o	Д	ДГ	Г	Ж	К	ОС	Т/А
ООО «Промугольсервис», Россия	Г	12,2	77	1	21	1	22	0,66	0	45	55	0	0	0	0
ПП «Талдынская Южная», Россия	Г	6,1	87	0	11	2	11	0,66	2	62	30	6	0	0	0
ЦОФ «Самсоновская»	Ж	15,9	84	0	12	4	12	0,92	0	3	45	51	1	0	0
ЦОФ «Дуванская»	Ж	15,0	91	0	6	3	6	1,00	0	0	7	93	0	0	0
«Велмор О-ВЛК», США	Ж	6,9	78	0	17	5	17	0,96	0	2	24	74	0	0	0
«Картер ВЛК», США	Ж	10,2	87	1	8	4	9	1,03	0	0	7	92	1	0	0
ЦОФ «Колосниковская»	К	10,7	92	0	6	2	6	1,20	0	0	3	44	48	5	0
ОФ «Северная», Россия	К	2,0	57	1	42	0	43	1,14	0	0	2	75	23	0	0
Ш/у «Покровское»	К	15,0	88	0	10	2	10	1,12	0	0	3	82	11	0	3/1
ЦОФ «Нерюнгринская», Россия	К ₉	6,0	84	1	15	0	16	1,54	0	0	0	0	10	86	4

Необходимо отметить, что угли, входящие в сырьевую базу УПЦ-2 ПАО «АКХЗ», характеризуются повышенным содержанием класса 0-3 мм (в среднем 50-60 %), который не подлежит дополнительному измельчению, вследствие чего целесообразно его максимально отсеивать перед дроблением угольной шихты.

С учетом изложенного, в УПЦ-2 наиболее целесообразным и наименее затратным является применение схемы ДШ с отсевом мелких классов.

Для подтверждения данного тезиса были проведены опытно-промышленные (ящичные) коксования угольных шихт, подготовленных следующим образом:

1. Схема ДШ (дробление шихты) – угольные компоненты, входящие в шихту, измельчались одновременно и вместе; содержание класса менее 3 мм составляло ~80 %;

2. Схема ДШ с отсевом мелких классов – угольные компоненты, входящие в шихту, объединялись, производился отсев 40 % зерен класса менее 6 мм от его общего ресурса в шихте. Надрешетный продукт и 60 % класса менее 6 мм дробились. Общий помол шихты (включая подрешетный продукт) составил ~ 80 %.

Вариант 2 был выбран на основе результатов работы [2] по испытанию грохота перед окончательным измельчением углей в углеподготовительном цехе ПАО «ЯКХЗ».

В табл. 4 и 5 представлены технологические свойства и петрографическая характеристика подготовленных по различным схемам угольных шихт.

Таблица 3

Гранулометрический состав угольных концентратов, входящих в сырьевую базу УЩЦ-2 ПАО «АКХЗ»

Происхождение компонента	Марка по удостоверению	Доля участия в шихте, %	Гранулометрический состав (мм), %, содержание золы A ^d , %									
			+50	50-25	25-13	13-6	6-3	3-1	1-0,5	-0,5	-3,0	-6,0
ООО «Промугольсервис», Россия	Г	12,2	<u>3,7</u> 22,3	<u>9,8</u> 8,7	<u>12,3</u> 6,4	<u>19,7</u> 8,9	<u>17,6</u> 7,0	<u>21,7</u> 8,1	<u>11,3</u> 12,2	<u>3,9</u> 17,2	<u>36,9</u> 10,3	<u>54,5</u> 9,2
Ш. «Талдынская Южная», Россия	Г	6,1	-	<u>0,4</u> 3,8	<u>6,7</u> 6,4	<u>21,5</u> 12,8	<u>18,6</u> 8,3	<u>29,8</u> 5,5	<u>15,3</u> 6,4	<u>7,7</u> 11,5	<u>52,8</u> 6,6	<u>71,4</u> 7,1
ЦОФ «Самсоновская»	Ж	15,9	-	<u>2,9</u> 9,1	<u>7,5</u> 10,9	<u>15,8</u> 8,0	<u>19,2</u> 7,6	<u>25,4</u> 7,7	<u>19,2</u> 7,5	<u>10</u> 12,0	<u>54,6</u> 8,4	<u>73,8</u> 8,2
ЦОФ «Дуванская»	Ж	15,0	-	<u>1,8</u> 8,2	<u>3,9</u> 6,2	<u>11,9</u> 5,6	<u>14,7</u> 5,3	<u>24,7</u> 6,3	<u>32,2</u> 7,0	<u>10,8</u> 9,8	<u>67,7</u> 7,2	<u>82,4</u> 6,9
«Велмор О-ВЛК», США	Ж	6,9	-	<u>5,2</u> 3,4	<u>13,3</u> 7,6	<u>20,3</u> 9,2	<u>16,3</u> 6,3	<u>22,0</u> 7,4	<u>17,5</u> 9,3	<u>5,4</u> 16,4	<u>44,9</u> 9,2	<u>61,2</u> 8,4
«Картер ВЛК», США	Ж	10,2	-	<u>5,2</u> 21,7	<u>8,7</u> 10,3	<u>15,9</u> 9,3	<u>15,5</u> 8,7	<u>29,2</u> 8,3	<u>16,1</u> 8,4	<u>9,4</u> 12,1	<u>54,7</u> 9,0	<u>70,2</u> 8,9
ЦОФ «Колосниковская»	К	10,7	-	-	-	<u>1,1</u> 10,6	<u>9,2</u> 8,9	<u>22,6</u> 6,1	<u>38,3</u> 8,2	<u>28,8</u> 15,1	<u>89,7</u> 9,9	<u>98,9</u> 9,8
ОФ «Северная», Россия	К	2,0	-	<u>4,5</u> 7,5	<u>6,8</u> 8,0	<u>13,1</u> 11,3	<u>16,3</u> 9,6	<u>23,7</u> 8,2	<u>27,1</u> 7,9	<u>8,5</u> 12,6	<u>59,3</u> 8,7	<u>75,6</u> 8,9
Ш/у «Покровское»	К	15,0	-	<u>4,5</u> 8,1	<u>7,7</u> 5,4	<u>15,1</u> 9,6	<u>17,5</u> 8,5	<u>25,8</u> 7,6	<u>21,1</u> 8,6	<u>8,3</u> 17,0	<u>55,2</u> 9,4	<u>72,7</u> 9,2
ЦОФ «Нерюнгринская», Россия	К ₉	6,0	-	<u>2</u> 9,7	<u>4,2</u> 12,6	<u>13,8</u> 9,8	<u>16,4</u> 9,7	<u>25,6</u> 9,8	<u>27,3</u> 11,4	<u>10,7</u> 15,3	<u>63,6</u> 11,4	<u>80,0</u> 11,1

Таблица 4

Технологические свойства опытных угольных шихт

Вариант шихты	Технический анализ, %					Пластометрические показатели, мм		Содержание зерен класса (мм), %	
	W ^a	A ^d	S _t ^d	V ^d	V ^{daf}	x	y	0-0,5	0-3,0
ДШ	1,5	8,6	1,14	28,4	31,1	26	15	34,7	80,1
ДШ с отсевом	1,7	8,9	1,13	28,1	30,8	28	15	30,6	80,9



Данные табл. 4 показывают, что использование отсева мелких классов перед окончательным измельчением позволяет снизить содержание угольных зерен класса менее 0,5 мм с 34,7 до 30,6 %. Это снизит эффект «самоотощения» шихты.

Составленные угольные шихты были помещены в перфорированные металлические ящики (по 2 на каждый вариант шихты) объемом приблизительно 10 дм³ и прококсованы в условиях батареи № 7 ПАО «АКХЗ». Период коксования составлял 22 ч 49 мин; фактические температуры в контрольных вертикалах на машинной и коксовой сторонах – 1230 и 1280 °С; способ тушения – «мокрый».

Таблица 5

Петрографическая характеристика опытных угольных шихт

Вариант шихты	Петрографический состав (без минеральных примесей), %		Средний показатель отражения витринита, %				Стадии метаморфизма витринита, %						
							менее 0,50	0,50 - 0,65	0,66 - 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						
	V _t	S _v	I	L	Σ OK	R _o	Д	ДГ	Г	Ж	К	ОС	Т
ДШ	89	0	8	3	8	1,00	0	5	19	64	6	4	1
ДШ с отсевом	81	0	16	3	16	1,01	0	6	23	57	7	5	2

После тушения ящики были раскрыты, полученный кокс высушен до постоянной массы. В табл. 6 приведен выход, технический анализ и прочностные показатели полученного кокса.

Данные табл. 6 свидетельствуют, что выход сухого валового кокса из угольных шихт, подготовленных по различным схемам, не изменяется и составляет 74,6 %, зольность колеблется от 11,7 до 11,9 %, содержание общей серы – от 0,91 до 0,97 %. Выход летучих веществ, равный 0,4-0,5 %, свидетельствует о «готовности» опытного кокса.

Таблица 6

Выход и качество кокса из опытных угольных шихт

Вариант кокса	Выход кокса, В ^d , %	Технический анализ, %			Механическая прочность, %		Абразивная твердость, мг	Структурная прочность, %
		A ^d	S ^d _t	V ^{daf}	Π ₂₅	И ₁₀		
ДШ	74,6	11,7	0,91	0,4	88,8	8,5	107,3	76,7
ДШ с отсевом	74,6	11,9	0,97	0,5	91,8	6,5	116,2	78,3

Значения показателей механической прочности кокса, определенные в малом барабане ГП «УХИН» [7], показывают, что использование прогрессивной схемы подготовки угольной шихты привело к росту прочности по показателю Π₂₅ на 3,0 % и к снижению истираемости по показателю И₁₀ на 2,0 %. Кроме того, улучшились показатели абразивной твердости и структурной прочности кокса – соответственно на 8,9 мг и на 1,6 %.

Исходя из удовлетворительных результатов проведенных экспериментов, было решено внедрить в условиях УПЦ-2 схему подготовки угольной шихты, предусматривающую отсев мелких классов перед дроблением шихты (ДШ с отсевом).

В рамках испытания предусматривалось установка колосников для отсева (по классу менее 6 мм) выше клапанов молотковых дробилок на отметке +12 отделения окончательного дробления шихты, поступающей на батарею № 9.

Марочный и компонентный составы угольной шихты приведены в табл. 7, а в табл. 8 и 9 представлены результаты определения ее технологических свойств и петрографическая характеристика.

Таблица 7

Компонентный и марочный составы шихты бат 9 ПАО «АКХЗ»

Происхождение компонента	Марка по удостоверению	Доля участия в шихте, %
Ш. «Талдынская Южная», Россия	Г	35
«Велмор», США	Ж	25
«Картер ВЛК», США	Ж	10
ЦОФ «Дуванская»	Ж	12
Ш/у «Покровское»	К	10
ЦОФ «Нерюнгринская», Россия	К ₉	8
Шихта		100

Таблица 8

Технологические свойства шихты до дробления

Дата отбора	Технический анализ, %				Пластометрические показатели, мм		Спекающая способность по Рога, ед.
	W ^a	A ^d	S ^d _t	V ^{daf}	x	y	
24.09.12 нитка А	1,4	7,8	0,81	33,9	29	14	71
25.09.12 нитка А	1,3	9,1	0,93	33,2	29	15	70
26.09.12 нитка А	1,3	8,4	0,97	32,7	21	14	72
27.09.12 нитка Б	1,5	7,7	0,83	33,0	37	14	72
28.09.12 нитка Б	0,9	8,4	0,85	31,6	28	16	69

Таблица 9

Петрографическая характеристика шихты до дробления

Дата отбора	Петрографический состав (без минеральных примесей), %					Средний показатель отражения витринита, %	Стадии метаморфизма витринита, %							
							менее 0,50	0,50 - 0,65	0,66 - 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							Д	ДГ	Г	Ж	К	ОС	Т/А
	Vt	Sv	I	L	Σ ОК	R _o								
24.09.12 нитка А	86	-	12	2	12	0,92	-	15	32	44	5	4	-	
25.09.12 нитка А	85	1	11	3	12	1,00	-	14	23	40	13	10	-	
26.09.12 нитка А	90	-	7	3	7	0,98	-	6	16	57	16	3	2	
27.09.12 нитка Б	86	-	12	2	12	0,94	-	7	38	47	8	2	-	
28.09.12 нитка Б	84	-	14	2	14	1,05	-	8	32	33	3	20	4	

Представленные в табл. 10 гранулометрический состав и насыпная плотность угольных шихт показывают, что содержание класса менее 0,5 мм составляет от 11,7 до 22,2 %; менее 3 мм – от 48,5 до 61,6 %, а насыпная плотность – от 0,780 до 0,821 т/м³. С учетом этих колебаний и происходила оценка эффективности всего эксперимента.

В табл. 11 приведены данные, касающиеся технологических параметров отсева мелких классов в процессе подготовки угольной шихты к коксованию.

Таблица 10

Гранулометрический состав и насыпная плотность шихты до дробления

Дата отбора	Гранулометрический состав по классам крупности (мм), %							Насыпная плотность, т/м ³
	>13	6-13	3-6	1-3	0,5-1	<0,5	0-3	
24.09.12 нитка А	10,7	16,3	14,7	25,6	13,0	19,7	58,3	0,780
25.09.12 нитка А	7,0	16,7	14,7	26,0	13,4	22,2	61,6	0,796
26.09.12 нитка А	11,0	14,5	14,3	27,3	14,1	18,8	60,2	0,821
27.09.12 нитка Б	13,7	20,0	17,8	26,8	10,0	11,7	48,5	0,789
28.09.12 нитка Б	9,5	20,1	15,8	26,2	12,7	15,7	54,6	0,787

Данные табл. 11 свидетельствуют, что нагрузка на конвейеры (нитки А и Б), кроме 24.09.12 (500 т/ч), составляла 250 т/ч, процент отсева по нитке А составлял от 7,2 до 7,6 %, а по нитке Б – от 23,2 до 28,9 %. Большой процент отсева угля по нитке Б явился следствием конструктивных особенностей транспортирования и отсева угля по этому конвейеру.

В табл. 12 приведены технологические свойства и петрографическая характеристика отсеиваемой части угольной шихты.

Таблица 11

Технологические параметры проведения эксперимента

Дата	Нитка	Нагрузка т/ч	Количество отсеиваемого угля	
			%	т/ч
24.09.12	А	500	7,2	36
25.09.12	А	250	7,6	19
26.09.12	А	250	7,6	19
27.09.12	Б	250	23,2	58
28.09.12	Б	250	28,9	72,3

Таблица 12

Технологические свойства отсеиваемой части шихты

Дата отбора	Технический анализ, %				Пластометрические показатели, мм		Спекающая способность по Рога, ед.
	W ^a	A ^d	S _t ^d	V ^{daf}	x	y	
25.09.12 нитка А	1,4	8,0	0,97	34,0	28	15	69
26.09.12 нитка А	1,3	8,8	0,97	32,7	27	15	72
27.09.12 нитка Б	1,4	8,1	0,71	33,4	27	15	71
28.09.12 нитка Б	1,8	8,6	0,65	31,3	28	16	69

Таблица 13

Петрографическая характеристика отсеиваемой части шихты

Дата отбора	Петрографический состав (без минеральных примесей), %					Средний показатель отражения витринита, % R _o	Стадии метаморфизма витринита, %								
							менее 0,50	0,50 - 0,65	0,66 - 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							Д	ДГ	Г	Ж	К	ОС	Т/А	
	Vt	Sv	I	L	Σ ОК										
25.09.12 нитка А	89	-	8	3	8	1,01	-	7	24	55	7	7	-		
26.09.12 нитка А	88	-	11	1	11	1,02	-	9	14	59	13	5	-		
27.09.12 нитка Б	82	-	15	3	15	0,98	-	7	33	45	5	7	3		
28.10.12 нитка Б	89	-	10	1	10	1,15	-	4	17	47	5	21	6		

Таблица 14

Гранулометрический состав отсеиваемой части шихты

Дата отбора	Гранулометрический состав (мм), %						
	>13	6-13	3-6	1-3	0,5-1	<0,5	0-3
24.09.12 нитка А	0,2	7,3	12,5	38,0	19,2	22,8	80,0
25.09.12 нитка А	1,2	13,4	15,4	29,2	15,6	25,2	70,0
26.09.12 нитка А	1,2	7,8	13,3	34,5	19,7	23,5	77,7
27.09.12 нитка Б	0,5	8,2	12,5	37,8	21,1	19,9	78,8
28.09.12 нитка Б	1,5	13,8	18,6	33,5	15,7	16,9	66,1

Необходимо отметить, что в первый день исследования (24.09.12) отбор отсеянной части угольной шихты на определение ее качественных показателей не производился.

Указанный разброс полученных значений качества отсеянной части является следствием отмеченных выше колебаний качества исходных угольных шихт.

Гранулометрический состав подрешетной части угольных шихт представлен в табл. 14. Содержание класса менее 3 мм составляет от 66,1 до 80 % (в среднем 74,5 %), класса менее 0,5 мм – 16,9-25,2 % (в среднем 21,0 %).

В табл. 15-17 приведены данные по технологическим свойствам, петрографической характеристике, гранулометрическому составу и насыпной плотности сборной шихты после дробления.

Таблица 15

Технологические свойства шихты после дробления

Дата отбора	Технический анализ, %				Пластометрические показатели, мм		Спекающая способность по Рога, ед.
	W ^a	A ^d	S _t ^d	V ^{daf}	x	y	
24.09.12 нитка А	1,5	8,2	0,81	33,8	30	14	73
25.09.12 нитка А	1,4	8,1	0,83	34,1	23	15	70
26.09.12 нитка А	1,3	8,3	0,93	33,5	26	15	76
27.09.12 нитка Б	1,3	8,2	0,85	33,7	26	14	69
28.09.12 нитка Б	2,2	8,0	0,82	34,9	32	15	74

Данные таблиц 15-16 свидетельствуют, что, в целом, качественные показатели сборных шихт после дробления соответствуют значениям аналогичных показателей исходных шихт. Результаты определения гранулометрического состава показывают, что содержание класса менее 3 мм в угольных шихтах составляет от 68,1 до 79,1 %, менее 0,5 мм – 15,6-30,8 %. Насыпная плотность, определенная в аппарате ГП «УХИН», колебалась от 0,706 до 0,728 т/м³, что на 0,060-0,100 т/м³ ниже, чем у недробленной шихты, вследствие снижения содержания в ней крупных классов.

Петрографическая характеристика шихты после дробления

Дата отбора	Петрографический состав (без минеральных примесей), %					Средний показатель отражения витринита, %	Стадии метаморфизма витринита, %								
							менее 0,50	0,50 - 0,65	0,66 - 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							Д	ДГ	Г	Ж	К	ОС	Т/А	
	Vt	Sv	I	L	Σ ОК		R _o								
24.09.12 нитка А	88	-	10	2	10	0,96	-	13	23	53	7	4	-		
25.09.12 нитка А	84	1	13	2	14	0,94	-	12	32	45	5	6	-		
26.09.12 нитка А	82	1	14	3	15	0,98	-	7	28	52	7	4	2		
27.09.12 нитка Б	88	1	10	1	11	1,00	-	12	24	49	5	8	2		
28.09.12 нитка Б	87	-	11	2	11	0,96	-	17	25	45	5	6	2		

Таблица 17

Гранулометрический состав и насыпная плотность сборной шихты после дробления

Дата отбора	Гранулометрический состав (мм), %							Насыпная плотность, т/м ³
	>13	6-13	3-6	1-3	0,5-1	<0,5	0-3	
24.09.12	2,5	8,2	15,1	50,0	8,6	15,6	74,2	0,706
25.09.12	1,3	8,1	11,5	29,5	21,4	28,2	79,1	0,719
26.09.12	2,2	10,1	12,3	26,9	17,7	30,8	75,4	0,715
27.09.12	5,9	12,5	13,5	28,3	17,2	22,6	68,1	0,711
28.09.12	2,4	11,3	11,7	31,1	17,9	25,6	74,6	0,728

В целом по эксперименту можно отметить, что использование отсеивающих устройств перед дроблением шихты, поступающей на батарею № 9, позволяет снизить нагрузку на дробление по нитке А на 7,6 %, а по нитке Б – на 23,2-28,9 %, что суммарно может составить порядка 30 %.

В дальнейшем, в непосредственной близости от отсеивающих устройств, были установлены производственные вибраторы, которые позволили существенно снизить риски их залипания и добиться стабилизации процента отсева шихты до дробления.

На основании проведенных исследований можно сформулировать следующие основные выводы:

1. В результате комплексного исследования угольных концентратов, входящих в сырьевую базу УПЦ-2 ПАО «АКХЗ», установлено, что зольность мелких классов отобранных углей заметно выше, чем в других классах, и составляет 9,8-17,2 %. Учитывая данное обстоятельство, переизмельчение углей с образованием повышенного количества классов менее 0,5 мм должно привести к самоотощению шихты, появлению избыточного количества центров напряженности в коксе и, следовательно, к ухудшению его качества.

2. Опытными промышленными коксованиями угольной шихты УПЦ-2 установлено, что использование прогрессивных методов подготовки угольной шихты способствует повышению качества получаемого кокса по показателю дробимости (Π_{25}) до 3,0 % при одновременном снижении истираемости (I_{10}) на 2,0 %. Улучшение качества кокса подтверждается также данными по абразивной твердости и структурной прочности полученных коксов.

3. По итогам проведения эксперимента в УПЦ-2, можно констатировать, что использование отсеивающих устройств перед дроблением шихты, поступающей на батарею № 9, позволяет снизить нагрузку на дробление по нитке А на 7,6 %, а по нитке – Б на 23,2-28,9 %, что суммарно может составить порядка 30 %. Такое снижение нагрузки на дробильные устройства позволяет уменьшить расход электроэнергии на измельчение углей ориентировочно на 35-40 %.

4. С учетом положительного опыта использования отсеивающих устройств перед дроблением угольной шихты, поступающей на батарею № 9, представляется целесообразным применение подобной схемы и перед дроблением угольной шихты, поступающей на батареи №№ 5-8 УПЦ-2 ПАО «АКХЗ».

Библиографический список

1. Дрозник И.Д. Совершенствование схем подготовки углей в условиях межбассейновой сырьевой базы коксования / И.Д.Дрозник, Д.В.Мирошников, В.М.Ладыжинский, Ю.В.Бессчастный, Н.И.То-поркова // Углехимический журнал. – 2010. – № 3-4. – С.17-24.

2. Полуэктов И.Е. Испытание импульсно-волнового грохота в непрерывном режиме в углеподготовительном цехе ОАО «Ясиновский КХЗ» / И.Е.Полуэктов, В.Н.Дудяк, А.К.Саенко, В.В.Казаков,

О.Ф.Тихонова, И.Д.Дроздник, Д.В.Мирошниченко, Ю.В.Бес-счастный // Углекимический журнал. –2008. –№ 5-6. – С. 8-14.

3. Полуэктов И.Е. Разработка и оценка эффективности различных способов подготовки угольных шихт к коксованию на ОАО «Ясиновский КХЗ» / **И.Е.Полуэктов, А.К.Саенко, В.В.Казаков, И.Д.Дроздник, Д.В.Мирошниченко, О.Н.Сербин** // Углекимический журнал. – 2008. – № 5-6. – С. 22-31.

4. Войтенко Б.И. Совершенствование схемы подготовки угольной шихты на ОАО «Запорожжкокс» / **Б.И.Войтенко, Ю.А.Чернышов, Ю.В.Ермак, А.В.Подлубный, И.Д.Дроздник, Д.В.Мирошниченко, Ю.С.Кафтан, В.М.Ладыжинский, Ю.В.Бессчаст-ный** // Углекимический журнал. – 2009. – № 1-2. – С. 37-47.

5. Дюканов А.Г. Разработка рациональной схемы подготовки шихт, состоящих из углей разных бассейнов / **А.Г.Дюканов, Ю.В.Бессчастный, В.Н.Руб-чевский, Ю.А.Чернышов, Ю.В.Ермак, А.В.Подлуб-ный** // Углекимический журнал. – 2007. – № 1-2. – С. 9-13.

6. Кривонос В.В. Оптимизация схемы подготовки и уровня измельчения групп углей и шихты в углеподготовительном цехе №1 ПАО «Алчевсккокс» / **В.В.Кривонос, А.Б.Данилов, Г.С.Вердибоженко, О.Б.Лозинский, И.Д.Дроздник, Ю.С.Кафтан, Н.Б.Бидоленко, К.Н.Сорокотяга** // Углекимический журнал. – 2013. – № 1. – С. 15-23.

7. Справочник коксохимика в 6-ти томах. Том 1. Угли для коксования. Обогащение углей. Подготовка углей к коксованию [Под общ. ред. Л.Н.Борисова, Ю.Г.Шаповала]. – Харьков: Издательский Дом ИНЖЭК, 2010. – 536 с.

Рукопись поступила в редакцию 12.06.2013