

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ УГЛЕЙ И ОПТИМИЗАЦИЯ СХЕМЫ ИХ ПОДГОТОВКИ В УСЛОВИЯХ ПАО «ЗАПОРОЖКОКС»

© В.Н. Рубчевский¹, канд. техн. наук, А.С. Гайдаенко², Ю.А. Чернышов³, канд. техн. наук, Ю.В. Ермак⁴, Е.В. Бондаренко⁵, А.В. Подлубный⁶, С.Н. Постол⁷
ПАО «ЗАПОРОЖКОКС», 69600, г. Запорожье, ул. Диагональная, 4, Украина

*И. Д. Дроздник⁸, канд. техн. наук, Д.В. Мирошниченко⁹, канд. техн. наук, Н.А. Десна¹⁰, канд. техн. наук, В. В. Коваль¹¹

Государственное предприятие «Украинский государственный научно-исследовательский углехимический институт (УХИИ)» 61023, г. Харьков, ул. Веснина, 7, Украина

¹Рубчевский Валерий Николаевич, генеральный директор, канд. техн. наук, e-mail: Valery.Rubchevskiy@zaporozhcoke.com

²Гайдаенко Александр Сергеевич, главный инженер ПАО «ЗАПОРОЖКОКС» e-mail: Aleksandr.Gaydaenko@zaporozhcoke.com

³Чернышов Юрий Алексеевич, начальник производственно-технического отдела, канд. техн. наук, e-mail: Yuriy.Chernishov@zaporozhcoke.com

⁴Ермак Юрий Владимирович, e-mail: Yuriy.Ermak@zaporozhcoke.com

⁵Бондаренко Евгений Викторович, e-mail: Evgeniy.Bondarenko@zaporozhcoke.com

⁶Подлубный Анатолий Витальевич, начальник отдела технического контроля, e-mail: anatoliy.podlubnyy@zaporozhcoke.com

⁷Постол Светлана Николаевна, старший мастер отдела технического контроля, e-mail: Svetlana.Postol@zaporozhcoke.com

⁸Дроздник Игорь Давидович, заведующий угольным отделом, канд. техн. наук, старший научный сотрудник, e-mail: yo@ukhin.org.ua

⁹Мирошниченко Денис Викторович, заместитель заведующего угольным отделом, канд. техн. наук, ст. научн. сотр., e-mail: dmitr79@gmail.com

¹⁰Десна Наталья Анатольевна, ст. науч. сотр. угольного отдела, канд. техн. наук, e-mail: desnana@ukr.net

¹¹Коваль Валентин валерьевич, инженер-технолог II категории угольного отдела, e-mail: kovalen79@gmail.com

Проведены опытно-промышленные исследования по использованию отсева мелких классов перед дроблением угольной шихты, поступающей на бат. №5-б: количество подрешетного продукта составило 12,1-25,3 %, среднее содержание в нем класса менее 0,5 мм – 34,7 %; менее 3,0 мм – 76,7 %; менее 6 мм – 90,7 %.

На основании полученных графических и математических зависимостей, с учетом данных ситового анализа угольных концентратов, входящих в сырьевую базу завода, а также их долевого участия в угольной шихте, можно прогнозировать количество подрешетного продукта. Исходя из данного прогноза, можно корректировать работу дробильных агрегатов (в первую очередь, изменяя их нагрузку), для получения необходимого гранулометрического состава (помола) шихты, подаваемой на угольную башню.

Промышленные исследования по использованию отсеивающего устройства в углеподготовительном цехе предприятия показали снижение содержания класса менее 0,5 мм в готовой шихте с 34,5 до 32,5 %, увеличение ее среднего диаметра с 1,91 до 1,97 мм, что отразилось на величине насыпной плотности, которая выросла с 0,733 до 0,742 т/м³ или на 1,3 %.

Ключевые слова: угольные концентраты, схема подготовки, струнное сито, гранулометрический состав.

* Автор для корреспонденции



гп «УХИИ»

В работах [1-3] показано, что подготовка углей к коксованию остается одной из основных технологических операций, существенно влияющей на показатели механической прочности кокса и энергоёмкость углеподготовительных цехов. Использование в шихте для коксования петрографически неоднородных углей предопределяет переход от дробления всей шихты (схема ДШ) к дифференцированному (ДДК) или групповому (ГДК) дроблению компонентов. При этом, перед дроблением рационально отсеять мелкие классы как хорошо спекающихся 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 10-15 %.

В работе [4] описываются проведенные на ПАО «ЗАПОРОЖКОКС» 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 Г, ГЖ, ГЖО, КС, СС с крупным классом (> 10 мм) донецкого угля марки «Ж» позволяет существенно снизить как долю 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 %.

Результаты работы [5] свидетельствуют, что в условиях межбассейновой сырьевой базы коксования ПАО «ЗАПОРОЖКОКС», одним из немногих относительно малозатратных технологических приемов улучшения качества кокса является реализация на заводе подготовки шихты по схеме ГДК.

С учетом изложенного, представляется целесообразным проанализировать возможность применения в углеподготовительном цехе предприятия прогрессивных схем подготовки углей. Для принятия конкретных технических решений угольные концентраты, входящие в сырьевую базу ПАО «ЗАПОРОЖКОКС», проанализированы комплексом стандартизованных методик с определением данных технического (A^d , S_t^d , V^d , V^{daf}), петрографического (R_0 , V_t , S_v , I , L , ΣOK , рефлектограмма витринита) и гранулометрического (+50; 25-50; 13-25; 6-13; 3-6; 1-3; 0,5-1,0; менее 0,5 мм) анализов, а также коэффициента размолоспособности по Хардгроу. В табл. 1-2 приведены технологические свойства и петрографические характеристики исследованных угольных концентратов.

Таблица 1

Технологические свойства исследованных угольных концентратов ПАО «ЗАПОРОЖКОКС»

Поставщик	Марка	Технический анализ, %			Пластометрические показатели, мм		Коэффициент размолоспособности по Хардгроу, ед.
		A^d	S_t^d	V^{daf}	x	y	
ОФ «Тайбинская», РФ	Г	7,6	0,43	38,7	38	10	47
ООО «Промугольсервис», РФ	ГЖО	7,8	0,62	36,9	41	10	53
Alpha High Volatile, Канада	ГЖ	8,5	1,05	37,2	28	17	60
Carter Roag, США	Ж	8,7	0,85	33,1	19	18	63
Colombian High Volatile, Канада	Ж	9,2	0,79	34,5	26	19	59
Tahmoor, Канада	Ж	8,9	0,48	31,6	25	16	63
Wellmore, США	Ж	7,6	1,20	34,0	31	18	57
ЦОФ «Краснолиманская», Украина	Ж	8,1	3,00	35,6	20	19	54
Oaky North, Австралия	КЖ	9,2	0,71	26,7	11	20	80
Шахта № 12, РФ	К	9,0	0,37	21,2	24	9	79
ЦОФ «Донецксталь», Украина	К	8,6	0,89	30,3	14	13	64
Разрез Березовский, РФ	К	8,6	0,49	25,2	26	10	72
Pocahontas, США	ОС	8,4	1,00	18,9	12	11	85

С учетом цели исследования, а именно разработки технических решений по совершенствованию схемы подготовки угольной шихты, рассмотрены значения

коэффициента размолоспособности по Хардгроу различных углей. Известно, что коэффициент размолоспособности в значительной мере зависит от степени ме-

таморфизма углей, выраженной показателем отражения витринита или выхода летучих веществ [6]. Данные табл. 1 свидетельствуют, что со снижением выхода летучих веществ от 36,9-38,7 (ЦОФ «Тайбинская», марка «Г»; ООО «Промугольсервис», марка ГЖО,

Alpha High Volatile, марка ГЖ) до 18,9 % (Pocahontas, марка «ОС») и ростом показателя отражения витринита от 0,67-0,88 до 1,53 %, происходит увеличение коэффициента размоловоспособности углей с 47-60 до 85 ед.

Таблица 2

Петрографическая характеристика исследованных угольных концентратов ПАО «Запорожжкокс»

Поставщик	Марка	Петрографический состав (без минеральных примесей), %					Средний показатель отражения витринита, %	Стадии метаморфизма витринита, %							
								0,5-0,6	0,6-0,8	0,8-0,9	0,9-1,1	1,1-1,3	1,3-1,6	1,6-1,7	1,7-2,59
								4	9	9	9	9	9	9	
							Марки угля, условно соответствующие стадиям метаморфизма витринита								
		Vt	Sv	I	L	ΣОК	R ₀	ДГ	Г	Ж	К	ОС	Т		
ОФ «Тайбинская», РФ	Г	67	1	31	1	32	0,67	60	40	0	0	0	0		
ООО «Промугольсервис», РФ	ГЖО	78	1	20	1	21	0,71	31	66	3	0	0	0		
Alpha High Volatile, Канада	ГЖ	77	1	18	4	19	0,88	5	45	49	1	0	0		
Carter Roag, США	Ж	74	0	20	6	20	0,99	0	0	11	88	1	0		
Colombian High Volatile, Канада	Ж	79	1	19	1	20	0,90	2	55	39	2	1	1		
Tahmoor, Канада	Ж	62	1	36	1	37	0,94	25	75	0	0	0	0		
Wellmore, США	Ж	84	0	13	3	13	0,97	0	23	76	1	0	0		
ЦОФ «Краснолиманская», Украина	Ж	86	1	10	3	11	0,96	2	28	69	1	0	0		
Oaky North, Австралия	КЖ	90	0	10	0	10	1,21	0	0	50	46	4	0		
Шахта № 12, РФ	К	59	2	39	0	41	1,36	0	0	0	3	71	26		
ЦОФ «Донецксталь», Украина	К	88	1	9	2	10	1,09	0	3	83	14	0	0		
Разрез Березовский, РФ	К	58	1	40	1	41	1,15	0	5	68	22	5	0		
Pocahontas, США	ОС	72	1	27	0	28	1,53	0	0	0	8	87	5		

На рис. 1 приведен график зависимости показателя HGI от выхода летучих веществ исследованных углей.

Графическая зависимость, приведенная на рис. 1 описывается уравнением (1) 2-ой степени, коэффициент детерминации которой составляет 90,7 %:

$$HGI = -0,0238(V^{daf})^2 - 0,361 V^{daf} + 99,321 \quad (1)$$

Анализируя графическую и математическую зависимости, можно сделать вывод о возможности с достаточной большой вероятностью прогнозировать коэффициент размоловоспособности по значению показателя выхода летучих веществ угольных концентратов и использовать полученные данные при планировании схемы измельчения углей.

При выборе схемы подготовки необходимо учитывать, кроме коэффициента размоловоспособности, также и гранулометрический состав исходных углей. Анализируя данные табл. 3, можно констатировать, что в

сырьевой базе ПАО «ЗАПОРОЖЖКОКС» присутствуют угли, существенно отличающиеся по гранулометрическому составу. Так, в угольных концентратах Pocahontas и Oaky North содержание класса 0-3 мм составляет более 60 %, вследствие чего, становится целесообразным применение устройств для отсева мелких классов с целью недопущения их дополнительного измельчения и «самоотощения». Необходимо отметить, что данные угли являются и наиболее мягкими, коэффициент размоловоспособности которых составляет 80-85 ед.

Угольный концентрат ООО «Промугольсервис» в отличие от них характеризуются минимальным содержанием этого класса – не более 40 %. Кроме того, данный угольный концентрат, наравне с углем «Шахты №12», имеет повышенное содержание класса более 25

мм, что предопределяет высокое значение среднего диаметра их угольных зерен (12,5-14,9 мм).

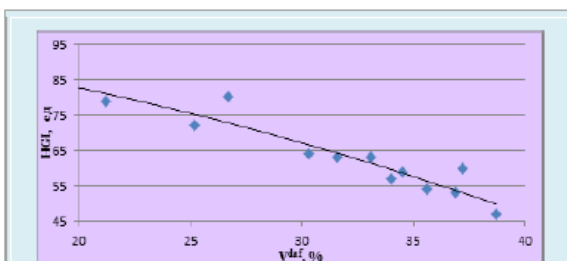


Рис. 1 Зависимость коэффициента размолаемости от выхода летучих веществ

Учитывая гранулометрический состав угольных концентратов, входящих в сырьевую базу предприятия, было принято решение о внедрении в схему подготовки угольной шихты, поступающей в угольную башню коксовых батарей № 5-6, отсева мелких классов. Это позволит снизить расход электроэнергии за счет повышения нагрузки (на величину подрешетного продукта) по исходной угольной шихте, а также приведет к снижению содержания мелких классов (0-0,5 мм) в дробленой угольной шихте, что отразится на увеличении ее насыпной плотности, улучшении условий труда в связи с уменьшением пылеобразования и снижением зольности и плотности получаемой каменноугольной смолы.

Таблица 3.

Гранулометрический состав угольных концентратов ПАО «Запорожжкокс»

Поставщик	Марка	Гранулометрический состав (мм), %									Средний диаметр частиц, мм
		+50	25-50	13-25	6-13	3-6	1-3	0,5-1,0	>0,5	0-3	
ОФ «Тайбинская», РФ	Г	0	0	21,5	10,5	15,4	23,8	9,8	19,0	52,6	6,4
ООО «Промугольсервис», РФ	ГЖО	2,5	13,6	13,3	19,8	17,0	15,7	5,6	12,5	33,8	12,5
Alpha High Volatile, Канада	ГЖ	0	4,2	9,2	17,9	17,7	20,2	6,5	24,3	51,0	6,3
Carter Roag, США	Ж	0	6,1	13,2	19,5	14,6	20,5	4,9	21,2	46,6	7,8
Colombian High Volatile, Канада	Ж	0	0	29,5	12,7	13,1	17,1	7,6	20,0	44,7	5,8
Tahmoor, Канада	Ж	0	0	26,7	10,8	12,8	19,0	8,1	22,6	49,7	7,2
Wellmore, США	Ж	0	6,5	10,5	17,5	16,0	18,2	7,6	23,7	49,5	7,3
ЦОФ «Краснолиманская», Украина	Ж	4,1	5,9	10,5	17,3	15,9	20,4	7,3	18,6	46,3	6,5
Oaky North, Австралия	КЖ	0	1,7	7,6	6,8	9,3	24,4	14,2	36,0	74,6	3,8
Шахта № 12, РФ	К	10,5	8,7	8,7	10,4	13,1	19,3	6,3	23,0	48,5	14,9
ЦОФ «Донецксталь», Украина	К	0	4,9	9,1	17,1	9,0	21,1	7,4	31,4	59,9	6,2
Разрез Березовский, РФ	К	0	12,6	13,9	13,5	11,5	18,0	3,9	27,2	49,1	9,6
Rosahontas, США	ОС	0	4,1	5,5	10,5	13,5	25,6	6,6	34,2	66,4	4,8

Было разработано и установлено в желобе транспортера У-28 струнное сито с рабочими размерами 1800×768 мм, что соответствует поверхности равной 1,3824 м². Зазор между металлическими прутьями составляет 6 мм (рис. 2).

Проведено 5 опытно-промышленных экспериментов по определению эффективности отсева мелких классов угольной шихты перед ее измельчением и подачей в угольную башню. Сущность проведенных исследований заключалась в следующем. Подаваемая со скоростью 400-450 т/ч по транспортеру У-26 недробленая угольная шихта в течение 30-85 минут поступала на струнное сито, на котором происходило ее разделение на надрешетный и подрешетный продукты, после чего останавливались транспортерные ленты, и осуществлялся

отбор следующих проб угольной шихты с помощью специального шаблона (шириной 1 метр):



Рис. 2. Сито струнное

1. Исходная шихта до отсева и дробления, отобранная с транспортера У-26;
 2. Подрешетный продукт с конвейера У-29 а;
 3. Надрешетный продукт до дробления с конвейера У-28;

4. Надрешетный продукт после дробления с конвейера У-29 б;
 5. Шихта на башню бат. 5-6 с конвейера У-29.

В табл. 4 и 5 приведены компонентный и марочный составы угольных шихт, участвовавших в эксперименте, а также их технологические свойства.

Таблица 4

Компонентный и марочный составы опытных угольных шихт

Поставщик	Марка	Участие в шихте, %				
		04.11.2014	11.11.2014	17.11.2014	25.11.2014	20.01.2015
ЦОФ «Тайбинская», РФ	Г	5	5	5	5	15
ООО «Промугольсервис», РФ	ГЖО	15	15	15	15	10
Alpha High Volatile, Канада	ГЖ	10	0	0	0	0
Carter Roag, США	Ж	0	0	0	0	20
Colombian High Volatile, Канада	Ж	7	35	35	0	0
Tahmoor, Канада	Ж	0	0	0	15	0
Wellmore, США	Ж	15	10	10	5	0
ЦОФ «Краснолиманская», Украина	Ж	0	0	0	5	0
Oaky North, Австралия	КЖ	0	0	0	30	25
Шахта № 12, РФ	К	20	0	0	5	15
ЦОФ «Донецксталь», Украина	К	8	0	0	0	0
Разрез Березовский, РФ	К	0	20	20	10	10
Rosahontas, США	ОС	20	15	15	10	5
Итого		100	100	100	100	100

Таблица 5

Технологические свойства угольных шихт

Дата эксперимента	Технический анализ, %				Пластометрические показатели, мм	
	W ^r	A ^d	S _t ^d	V ^{daf}	x	y
04.11.14	8,3	8,9	0,67	28,4	32	13
11.11.14	8,4	8,7	0,79	29,9	31	14
17.11.14	7,7	8,7	0,62	29,8	36	13
25.11.14	8,8	8,7	0,67	28,3	35	14
20.01.15	9,7	8,9	0,64	29,2	26	14

Данные табл. 4 свидетельствуют, что в состав угольных шихт входили по 20-30 % углей марок «Г» и «ГЖ», от 22 до 55 % углей марок «Ж» и «КЖ», от 15 до 28 % углей марки «К», а также от 5 до 20 % угля марки «ОС». Указанное колебание марочного и компонентного составов угольных шихт отразилось на показателях

их качества (табл. 5): содержание общей влаги варьировалось от 7,7 до 9,7 %; зольность от 8,7 до 8,9 %; содержание общей серы от 0,62 до 0,79 %; выход летучих веществ на сухое беззольное состояние – от 28,3 до 29,9 %; толщина пластического слоя – от 12 до 14 мм.

Таблица 6

Гранулометрический состав* проб угольных шихт бат. 5-6 (отбор 04.11.14 г)

Место отбора	Гранулометрический состав (мм), %										
	>10	6-10	3-6	1-3	0,5-1	0,2-0,5	0,1-0,2	0,071-0,1	<0,071	<0,5	<3
Шихта до отсева и дробления с конвейера У-26	19,6	10,9	14,0	21,8	9,5	10,9	8,3	3,3	1,7	24,2	55,5
Подрешетный продукт с конвейера У-29-а	5,5	8,9	14,1	25,8	14,4	14,1	9,6	4,8	2,8	31,3	71,5
Надрешетный продукт с конвейера У-28	26,1	11,1	12,1	19,2	8,7	9,3	9,9	2,8	0,8	22,8	50,7
Надрешетный продукт с конвейера У-29 б	2,0	5,0	10,6	26,5	13,0	16,3	16,4	5,8	4,4	42,9	82,4
Шихта на башню бат. 5-6 с конвейера У-29	2,2	5,5	12,1	26,5	15,0	12,4	19,0	4,0	3,3	38,7	80,2

Таблица 7

Гранулометрический состав проб угольных шихт бат. 5-6 (отбор 11.11.14 г)

Место отбора	Гранулометрический состав (мм), %										
	>10	6-10	3-6	1-3	0,5-1	0,2-0,5	0,1-0,2	0,071-0,1	<0,071	<0,5	<3
Шихта до отсева и дробления с конвейера У-26	20,3	10,2	12,5	25,0	9,5	11,5	6,8	1,2	3,0	22,5	57,0
Подрешетный продукт с конвейера У-29-а	1,1	5,7	12,8	28,1	12,6	19,2	12,5	4,8	3,2	39,7	80,4
Надрешетный продукт с конвейера У-28	21,8	9,6	12,0	22,2	8,6	10,2	10,1	3,4	2,1	25,8	56,6
Надрешетный продукт с конвейера У-29 б	2,0	4,9	11,8	25,9	13,4	17,7	16,4	2,9	5,0	42,0	81,3
Шихта на башню бат. 5-6 с конвейера У-29	2,5	5,2	11,6	26,4	12,4	18,3	14,4	5,7	3,5	41,9	80,7

Таблица 8

Гранулометрический состав проб угольных шихт бат. 5-6 (отбор 17.11.14 г)

Место отбора	Гранулометрический состав (мм), %								
	>10	6-10	3-6	1-3	0,5-1	0,2-0,5	<0,2	<0,5	<3
Шихта до отсева и дробления с конвейера У-26	21,3	9,5	11,2	21,4	10,3	10,6	15,7	26,3	58,0
Подрешетный продукт с конвейера У-29-а	2,5	7,1	14,5	28,6	14,5	12,3	20,5	32,8	75,9
Надрешетный продукт с конвейера У-28	25,2	10,4	12,4	20,1	9,8	11,4	10,7	22,1	52,0
Надрешетный продукт с конвейера У-29 б	2,6	5,7	12,0	26,8	15,4	20,2	17,3	37,5	79,7
Шихта на башню бат. 5-6 с конвейера У-29	2,0	6,2	12,6	27,4	14,5	14,3	23,0	37,3	79,2

* Рассев зерен крупностью более 1 мм выполнен на СИТАНе, менее 1 мм – вручную.

Таблица 9

Гранулометрический состав проб угольных шихт бат. 5-6 (отбор 25.11.14 г)

Место отбора	Гранулометрический состав (мм), %										
	>10	6-10	3-6	1-3	0,5-1	0,2-0,5	0,1-0,2	0,071-0,1	<0,071	<0,5	<3
Шихта до отсева и дробления с конвейера У-26	17,4	8,7	11,8	22,7	11,8	11,4	5,7	1,8	8,7	27,6	62,1
Подрешетный продукт с конвейера У-29-а	2,7	7,3	13,5	22,2	15,2	16,8	10,1	4,3	7,9	39,1	76,4
Надрешетный продукт с конвейера У-28	18,3	9,3	11,6	23,1	12,8	10,6	4,8	1,8	7,7	24,9	60,8
Надрешетный продукт с конвейера У-29 б	2,0	4,6	10,9	26,2	13,4	17,9	14,8	5,1	5,1	42,9	82,5
Шихта на башню бат. 5-6 с конвейера У-29	2,0	5,5	12,5	27,9	14,7	17,1	10,7	3,5	6,1	37,4	80,0

Таблица 10

Гранулометрический состав проб угольных шихт бат. 5-6 (отбор 20.01.15 г)

Место отбора	Гранулометрический состав (мм), %									
	>10	6-10	3-6	1-3	0,5-1	0,2-0,5	<0,2	<0,5	<3	
Шихта до отсева и дробления с конвейера У-26	33,0	9,4	10,8	17,1	9,4	8,2	12,1	20,3	46,8	
Подрешетный продукт с конвейера У-29-а	0,7	5,2	14,7	33,5	15,3	14,8	15,8	30,6	79,4	
Надрешетный продукт с конвейера У-28	17,2	9,4	13,4	23,0	12,0	10,2	14,8	25,0	60,0	
Надрешетный продукт с конвейера У-29 б	3,4	6,8	11,5	26,5	22,8	13,6	15,4	29,0	78,3	
Шихта на башню бат. 5-6 с конвейера У-29	2,3	7,0	12,4	27,1	16,4	13,4	21,4	34,8	78,3	

Таблица 11

Гранулометрический состав проб подрешетного продукта угольных шихт бат. 5-6 ПАО «ЗАПОРОЖКОС»

Дата эксперимента (КПП, %)	Гранулометрический состав (мм), %										
	>10	6-10	3-6	1-3	0,5-1	0,2-0,5	0,1-0,2	0,071-0,1	<0,071	<0,5	<3
04.11.14 г. (22,4)	5,5	8,9	14,1	25,8	14,4	14,1	9,6	4,8	2,8	31,3	71,5
11.11.14 г. (22,9)	1,1	5,7	12,8	28,1	12,6	19,2	12,5	4,8	3,2	39,7	80,4
17.11.14 г. (22,9)	2,5	7,1	14,5	28,6	14,5	12,3	20,5			32,8	75,9
25.11.14 г. (25,3)	2,7	7,3	13,5	22,2	15,2	16,8	10,1	4,3	7,9	39,1	76,4
20.01.15 г. (12,1)	0,7	5,2	14,7	33,5	15,3	14,8	15,8			30,6	79,4
Среднее значение	2,5	6,8	13,9	27,7	14,4	15,4	19,3			34,7	76,7

В табл. 6-10 приведен гранулометрический состав отобранных проб угольных шихт, а в табл. 11 – сводные данные по количеству подрешетного продукта (КПП), отобранного в течение экспериментальных исследований, и его гранулометрическому составу. Исходя из представленных данных, можно констатировать, что количество подрешетного продукта составило 12,1-25,3 %; среднее содержание класса менее 0,5 мм – 34,7 %; менее 3,0 мм – 76,7 %; менее 6 мм – 90,7 %. Следовательно, можно утверждать, что в отсеянную пробу попадает, в первую очередь, класс менее 6 мм.

За время эксперимента сито оставалось «не заросшим», поверхность была практически чистой, однако стоит обратить внимание на необходимость своевременного подтягивания струн, для предотвращения их провисания.

Представляет интерес оценка зависимости изменения количества подрешетного продукта от содержания в исходной шихте класса < 6 и < 3 мм, а также от ее влажности и зольности. В табл. 12 приведены коэффициенты парной корреляции исследованных связей.

Коэффициенты парной корреляции

	W^r , исходной шихты	A^d исходной шихты	< 3 мм (в исходной шихте)	< 6 мм (в исходной шихте)
КПП	-0,748	-0,684	0,964	0,993

Анализируя данные табл. 12, можно прийти к выводу, что наибольшее влияние на КПП оказывает содержание классов < 6 и < 3 мм в исходной шихте. На рис. 3 и 4 приведены указанные зависимости в графической форме.

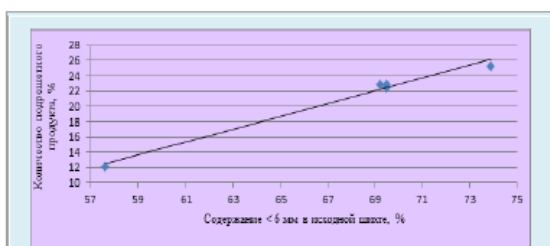


Рис. 3 Количество подрешетного продукта в зависимости от содержания класса < 6 мм в исходной шихте

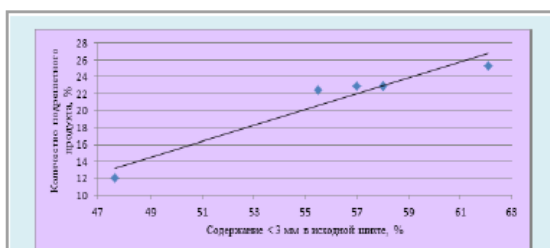


Рис. 4 Количество подрешетного продукта в зависимости от содержания класса < 3 мм в исходной шихте

Математическое описание приведенных графических зависимостей приведено ниже:

$$\text{КПП} = 0,8409(< 6\text{мм}) - 36,007 \quad (2)$$

$$\text{КПП} = 0,9377(< 3\text{мм}) - 31,426 \quad (3)$$

где КПП – количество подрешетного продукта, %; (< 6 мм) – содержание класса менее 6 мм в исходной шихте, %; (< 3 мм) – содержание класса менее 3 мм в исходной шихте, %.

Исходя из полученных графических и математических зависимостей, можно сделать вывод, что наибольшее влияние на количество подрешетного продукта оказывает гранулометрический состав исходной (недробленной) угольной шихты.

На основании полученных графических и математических зависимостей, с учетом данных ситового анализа угольных концентратов, входящих в сырьевую базу завода, а также их долевого участия в угольной шихте, можно прогнозировать количество подрешетного продукта, а также содержание в нем классов менее 6 и 3 мм, что, в свою очередь, позволит корректировать работу дробильных агрегатов (прежде всего, изменяя нагрузку), для получения необходимого гранулометрического состава (помола) шихты, подаваемой на угольную башню.

С учетом полученных экспериментальных данных было принято решение о промышленном использовании (12 суток) отсеивающего устройства при подготовке угольной шихты к коксованию на бат. 5-6. В табл. 13 приведены усредненные данные по гранулометрическому составу шихты и ее насыпной плотности, подготовленной с использованием отсеивающего устройства (бат. № 5-6) и без него (бат. № 2).

Таблица 13

Насыпная плотность и гранулометрический состав угольных шихт

Шихта	Насыпная плотность, т/м ³	Гранулометрический состав (мм), %						Средний диаметр, мм
		+6	3-6	1-3	0,5-1	<0,5	<3,0	
Бат. №2	0,733	7,9	11,3	26,6	19,7	34,5	80,8	1,91
Бат. №5-6	0,742	8,3	11,9	26,6	20,7	32,5	79,8	1,97

Анализируя приведенные в табл. 13 данные, можно сделать вывод, что использование отсеивающих устройств, как и ожидалось, привело к снижению содержания класса менее 0,5 мм с 34,5 до 32,5 % (на 6,2 % отн.), а также к некоторому укрупнению среднего диаметра зерен дробленной шихты с 1,91 до 1,97 мм (3,1 % отн.), что отразилось на величине ее насып-

ной плотности, которая выросла с 0,733 до 0,742 т/м³ (1,3 % отн.).

В целом, по итогам проведенных исследований можно сформулировать следующие основные выводы:

1. Установлено, что ряд угольных концентратов, входящих в сырьевую базу завода, характеризуются повышенным со-

держанием класса 0-3 мм (более 60 %), вследствие чего становится целесообразным применение устройства для отсева мелких классов.

2. Проведены опытно-промышленные исследования по использованию отсева мелких классов перед дроблением угольной шихты, поступающей на бат. №5-6. По итогам 5 экспериментов количество подрешетного продукта составило 12,1-25,3 %, среднее содержание в нем класса менее 0,5 мм – 34,7 %; менее 3,0 мм – 76,7 %; менее 6 мм – 90,7 %.

3. Методами математической статистики выявлено, что максимальное влияние на количество подрешетного продукта, образующегося при отсева мелких классов, оказывает содержание в исходной недробленной шихте класса менее 6 мм. На основании полученных графических и математических зависимостей, с учетом данных ситового анализа угольных концентратов, входящих в сырьевую базу завода, а также их долевого участия в угольной шихте, можно прогнозировать количество подрешетного продукта. Исходя из данного прогноза, можно корректировать работу дробильных агрегатов (в первую очередь, изменяя нагрузку) для получения необходимого гранулометрического состава (помола) шихты, подаваемой на угольную башню, одновременно снижая время работы агрегатов и оборудования, вследствие чего, будет происходить снижение расхода электроэнергии.

4. Промышленные исследования по использованию отсевающего устройства в углеподготовительном цехе предприятия показали снижение содержания класса менее 0,5 мм в готовой шихте с 34,5 до 32,5 %, увеличение ее среднего диаметра с 1,91 до 1,97 мм, что отразилось на величине насыпной плотности, которая выросла с 0,733 до 0,742 т/м³ или на 1,3 %.

5. Рекомендуется внедрение аналогичного устройства (струнного сита) в схему подготовки угольной шихты к коксованию на коксовой батарее №2.

Библиографический список

1. Дроздник И.Д. Совершенствование схем подготовки углей в условиях межбассейновой сырьевой базы коксования / И.Д.Дроздник, Д.В.Мирошниченко, В.М.Ладыжинский, Ю.В.Бессчастный, Н.И.Топоркова // 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.Бессчастный // УглеХимический 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 // УглеХимический журнал. – 2008. – № 5-6. – С. 22-31.
4. Дюканов А.Г. Разработка рациональной схемы подготовки шихт, состоящих из углей разных бассейнов / А.Г.Дюканов, Ю.В.Бессчастный, В.Н.Рубчевский, Ю.А.Чернышов, Ю.В.Ермак, А.В.Подлубный // УглеХимический журнал. – 2007. – № 1-2. – С. 9-13.
5. Войтченко Б.И. Совершенствование схемы подготовки угольной шихты на ОАО «Запорожжкокс» / Б.И.Войтченко, Ю.А.Чернышов, Ю.В.Ермак, А.В.Подлубный, И.Д.Дроздник, Д.В.Мирошниченко, Ю.С.Кафтан, В.М.Ладыжинский, Ю.В.Бессчастный // УглеХимический журнал. – 2009. – № 1-2. – С. 37-47.
6. Еремин И.В. Петрология и химико-технологические параметры углей Кузбасса / И.В.Еремин, А.С.Арцар, Т.М.Броновец. – Кемерово: приатомское, 2000. – 400 с.

Рукопись поступила в редакцию 22.12.2014.

THE ANALYSIS OF THE TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF COAL AND THE OPTIMIZATION OF SCHEMES OF IT PREPARATION IN TERMS OF PJSC "ZAPORIZHCOKE"

© Rubchevsky V.N., PhD in technical sciences, Gaydayenko A.S., Chernyshov Yu.A., PhD in technical sciences, Ermak Yu.V., Bondarenko E.V., Podlubnyi A.V., Postol S.N. (PJSC "ZAPORIZHCOKE") Drozdник I.D., PhD in technical sciences, Miroshnichenko D.V., PhD in technical sciences, Desna N.A., PhD in technical sciences, Koval V.V. (SE "UKHIN")

The pilot-scale studies has been conducted for the using of small classes dropout before crushing coal blend entering the bath. №5-6: amount of undersize product was 12,1-25,3 %, an average content of less than 0.5 mm grade – 34.7 %; less than 3.0 mm – 76.7 %; less than 6 mm – 90.7 %.

Based on the graphic and mathematical relationships, which has been obtained, we can predict the number of undersize. Based on this prediction, we can adjust the work of crushing device (primarily changing their loads) to obtain the desired particle size distribution (grinding) of the blend, supplied to the coal tower.

Industrial research for the using of the sieve device in coal preparation workshop showed a decrease of content of class less than 0.5 mm in the finished blend from 34.5 to 32.5 % and the increase of it average diameter from 1.91 to 1.97 mm. It leads to increase of value of bulk density from 0.733 to 0.742 t/m³ or 1.3 %.

Keywords: coal concentrates, scheme of preparation, string sieve, size distribution.

