

**ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПАРАМЕТРОВ ПОДГОТОВКИ
УГОЛЬНОЙ ШИХТЫ В УСЛОВИЯХ
ОАО «АЛЧЕВСККОКС»**

© 2010 Данилов А.Б.,
Вердибоженко Г.С., Соловьев М.А.,
Карпо А.А., Грубников С.И.
(ОАО «Алчевсккокс»),
Дроздник И.Д., к.т.н.,
Мирошниченко Д.В., к.т.н.,
Ладъжинский В.М., к.т.н.,
Сербин О.Н., Сытник А.В. (УХИИ)

В результате лабораторных и опытно-промышленных исследований установлено, что в условиях ОАО «Алчевсккокс» подготовка насыпных и трамбованных шихт по схеме ГДК приводит к увеличению загрузки угольной шихты в печную камеру за счет увеличения ее насыпной плотности и, как следствие, к увеличению выхода кокса на 0,2 %.

Целесообразность перехода на подготовку углей по схеме ГДК (особенно для технологии трамбования) в условиях межбассейновой сырьевой базы коксования подтверждается улучшенными показателями физико-механических свойств (механическая прочность, абразивная твердость, структурная прочность) кокса.

It is set as a result of laboratory and experimentally-industrial researches, that in the conditions of OJSC«Alchevsk Coking Plant» preparation of bulk and tamping charges by the chart of GDK results in the increase of load of coal charge in the stove chamber due to the increase of its bulk density and, as a result, to the increase of coke output on 0,2 %.

Transition expedience on preparation of coals by the chart of GDK (especially for technology of tamping) in the conditions of interpool source raw of materials of coking is confirmed by the improved indexes of mechanical properties (mechanical durability, abrasive hardness, structural durability) of coke.

Ключевые слова: угольный концентрат, схема подготовки угольной шихты, коксование насыпных и трамбованных шихт, качество кокса.

.....
Известно, что рациональная схема подготовки углей перед их коксованием оказывает существенное влияние на технико-экономические показатели коксохимического производства [1].

Результаты исследований, приведенные в работах [2, 3] свидетельствуют, что в условиях межбассейновой сырьевой базы коксования, существенного улучшения качества которой в ближайшей перспективе не ожидается, одним из немногих относительно малозатратных технологических приемов повышения качества кокса является реализация на коксохимических предприятиях подготовки угольной шихты по схеме ГДК (ДШ с отсевом мелких классов). Вследствие этого, в последние годы УХИИом совместно с ОАО «Алчевсккокс» проведены большие работы по усовершенствованию технологических схем подготовки углей и режимов их коксования, направленных на улучшение качества доменного кокса.

В результате этих работ выданы обобщенные рекомендации, касающиеся подбора углей (отечественных и импортных), способов их подготовки, а также корректировки теплотехнического режима в зависимости от состава шихты и долевого участия в ней петрографически неоднородных компонентов. Показано, что рациональная схема подготовки шихты с правильным соотношением классов крупности позволяет увеличить насыпную массу шихты и улучшить механическую прочность кокса по показателям M_{25} и M_{10} . Кроме этого установлено, что повышение уровня измельчения трамбованной шихты в пределах от 84 % класса <3,15 мм до 100 % класса

< 2 мм приводит к снижению выхода валового кокса от шихты в среднем на 0,13 %, коксового газа – на 0,3 %, а также к повышению выхода каменноугольной смолы на 0,2 % и на такую же величину – пирогенетической воды [4, 5].

Учитывая сказанное выше, становится актуальным проведение исследований с целью окончательного уточнения рациональной схемы подготовки шихт в условиях ОАО «Алчевсккокс».

В табл. 1 и 2 приведены технологические свойства и петрографические характеристики угольных концентратов и заводской шихты бат. № 5-8 (классическая технология коксования).

Таблица 1

Технологические свойства угольных компонентов и шихты бат. № 5-8

Поставщик	Марка	Участие, %	Технический анализ, %			Пластометрические показатели, мм		Средний показатель отражения витринита, %
			A^d	S_t^d	V^{daf}	x	y	
ЦОФ «Стахановская»	Г	8,0	5,3	1,93	37,9	17	10	0,74
ЦОФ «Селидовская»	Г	7,0	8,3	1,99	36,7	36	10	0,79
ЦОФ «Краснолиманская»	Ж	10,0	9,5	2,61	35,3	25	17	0,84
ЦОФ «Дзержинская»	Ж	8,0	5,4	2,12	35,2	20	27	0,95
ЦОФ «Славяносербская»	Ж	7,0	8,4	2,64	35,3	30	17	0,88
«Маунтайн» + «Мидвол» (США)	Ж	10,0	7,7	0,93	37,4	26	17	0,82
ЦОФ «Пролетарская»	К	10,0	7,1	2,10	26,0	20	16	1,27
ЦОФ «Узловская»	К	10,0	7,5	2,57	30,1	7	28	1,11
ЦОФ «Славяносербская»	К	10,0	8,1	1,80	24,0	25	17	1,26
«Вольверайн» (Канада)	К	5,0	8,8	0,77	26,1	20	14	1,19
ООО «Индустрия» + ЦОФ «Кондратьевская»	КСН	15,0	7,0	0,35	20,4	21	6	1,33
Шихта		100,0	7,4	1,76	30,5	31	15	1,03

Анализируя данные табл. 1 и 2, можно констатировать, что в состав угольной шихты для коксования входят 8 угольных концентратов Донецкого бассейна (ЦОФ «Стахановская», ЦОФ «Селидовская», ЦОФ «Краснолиманская», ЦОФ «Дзержинская», ЦОФ «Славяносербская», ЦОФ «Пролетарская», ЦОФ «Узловская», ЦОФ

«Славяносербская»), один уголь Кузнецкого бассейна (ООО «Индустрия» + ЦОФ «Кондратьевская»), а также два угля дальнего зарубежья, в частности, США и Канады («Маунтайн» и «Вольверайн»).

Шихта, составленная из представленных в таблицах концентратов, характеризовалась невысокой зольностью (7,5 %), повышенными

сернистостью (1,76 %) и выходом летучих веществ (30,5 %), а также средним уровнем спекаемости (15 мм). Показатель отражения витринита составил 1,03 %, а сумма отошающих компонентов – 17 %. В рефлектограмме данной шихты представлены следующие марки углей по стадиям метаморфизма витринита, %: ДГ – 6; Г – 38; Ж – 26; К – 18; ОС – 9; Т – 3.

Для оценки влияния способа подготовки на качество кокса, угольная шихта готовилась двумя способами:

1. Дробление шихты (ДШ). Составная шихта дробилась на молотковой дробилке до

содержания класса менее 3 мм в интервале 78-80 %.

2. Групповое дробление компонентов (ГДК). Твердые угли (ЦОФ «Стахановская», ЦОФ «Селидовская», ООО «Индустрия» + ЦОФ «Кондратьевская») дробились до содержания класса менее 3 мм, равного 100 %. От общей пробы мягких углей был отсеян класс крупности менее 3 мм. Класс более 3 мм был додроблен до 100 % содержания класса менее 6 мм. Подготовленные указанным выше способом твердые и мягкие угли были объединены, а общая проба усреднена.

Таблица 2

Петрографическая характеристика угольных компонентов и шихты бат. 5-8

Поставщик	Марка	Участие в шихте, %	Петрографический состав (без учета минеральных примесей), %					Средний показатель отражения витринита, %	Стадии метаморфизма витринита, %						
									Марки угля, условно соответствующие стадиям метаморфизма витринита:						
			V _t	S _v	I	L	Σ ОК		R _o	<0,5 0	0,50- 0,64	0,65- 0,89	0,90- 1,19	1,20- 1,39	1,40- 1,69
ЦОФ «Стахановская»	Г	8,0	71	-	20	9	20	0,74	2	17	74	7	-	-	-
ЦОФ «Селидовская»	Г	7,0	86	-	9	5	9	0,79	-	3	86	11	-	-	-
ЦОФ «Краснолиманская»	Ж	10,0	88	1	8	3	9	0,84	-	2	61	37	-	-	-
ЦОФ «Дзержинская»	Ж	8,0	91	-	8	1	8	0,95	-	-	39	59	2	-	-
ЦОФ «Славяносербская»	Ж	7,0	93	-	7	-	7	0,88	-	5	46	47	2	-	-
«Маунтайн» + «Мидвол» (США)	Ж	10,0	70	-	22	8	22	0,82	-	2	91	7	-	-	-
ЦОФ «Пролетарская»	К	10,0	90	-	9	1	9	1,27	-	-	9	9	65	16	1
ЦОФ «Узловская»	К	10,0	88	-	12	-	12	1,11	-	-	4	68	21	6	1
ЦОФ «Славяносербская»	К	10,0	93	-	7	-	7	1,26	-	-	8	18	54	20	-
«Вольверайн» «Канада»	К	5,0	53	1	46	-	47	1,19	-	-	4	44	51	1	-
ООО «Индустрия» + ЦОФ «Кондратьевская»	КС	15,0	40	-	58	2	58	1,33	3	30	7	1	12	47	-
Шихта		100,0	77	-	20	3	20	1,04	1	6	33	25	22	13	-

В табл. 3 приведен гранулометрический состав исходной шихты, а также шихт, подготовленных по схемам ДШ и ГДК.

Таблица 3

Гранулометрический состав насыпных шихт

Способ подготовки шихты	Содержание, %, класса крупности, мм					
	>6	6-3	3-1	1-0,5	<0,5	3-0
Исходная шихта (не дробленая)	15,2	20,8	28,3	15,7	20,0	54,0
ДШ	5,6	16,4	24,5	16,8	36,7	78,0
ГДК	2,0	18,0	30,0	19,8	30,2	80,0

Анализируя данные, приведенные в табл. 3, можно констатировать, что использование схемы ДШ позволяет снизить содержание зерен угля крупностью более 6 мм с 15,2 до 5,6 %, а содержание угля крупностью менее 0,5 мм повысить с 20,0 до 36,7 %. При этом общий помол шихты достиг 78,0 %. Применение схемы ГДК в сравнении со схемой ДШ позволяет снизить содержание зерен крупностью более 6 мм с 5,6 до 2,0 % и менее 0,5 мм – с 36,7 до 30,2 % при одновременном увеличении доли зерен крупностью 6-0,5 мм на эквивалентную величину при незначительном утонении помола (80 % содержания класса менее 3,0 мм).

Исходя из изложенного выше, можно ожидать улучшение качества кокса, полученного из шихты, подготовленной по схеме ГДК, в сравнении с аналогичной шихтой, подготовленной по схеме ДШ.

Опытно-промышленное испытание насыпных шихт методом ящичных коксо-ваней проводили на бат. № 7.

При коксовании опытных насыпных шихт использовали перфорированные металлические ящики размером 200·200·300 мм. Полезный объем ящика (до крышки) составлял 10 дм³, масса загрузки одного ящика – 8 кг, насыпная плотность загрузки – 0,8 кг/дм³. Влажность шихты составляла 10 %. Насыпная плотность такой шихты при свободной засыпи составляет 0,73-0,75 кг/дм³,

поэтому для достижения насыпной плотности 0,8 кг/дм³ необходимо некоторое уплотнение шихты в ящике. Равномерного уплотнения шихты достигали путем виброуплотнения вручную, применения трамбования не требовалось.

Ящики вбрасывали через средний люк печи во время ее загрузки в момент, когда крайние бункера углезагрузочного вагона были опорожнены. После этого производили выпуск шихты на ящики из среднего бункера. При этом ящики располагались приблизительно напротив 14^{го}-15^{го} вертикалов на уровне половины высоты камеры коксования, т.е. практически по центру массива коксового пирога. Температура в контрольных вертикалах печей составляла, °С: машинная сторона – 1309, коксовая сторона – 1351. Период коксования составлял 15,5 ч.

В табл. 4 приведена характеристика качества ящичных коксов, полученных из шихт, подготовленных по схеме ДШ и ГДК.

Исходя из приведенных в табл. 4 данных, можно сделать вывод, что подготовка шихты по схеме ГДК, в сравнении со схемой ДШ, приводит к некоторому увеличению выхода кокса (с 75,1 до 75,3 %), а также к улучшению качества кокса по показателям дробимости (P₂₅) с 92,0 до 92,4 %, истираемости (I₁₀) с 6,5 до 6,2 %, абразивной твердости по Гинсбургу (АТ) с 82,2 до 83,0 мг и структурной прочности по Грязнову (СП) с 82,2 до 83,0 %.

Таблица 4

Качественная характеристика коксов, полученных методом ящичных коксований из насыпной шихты

Вариант	Технический анализ, %			Выход кокса, %	Выход классов крупности (мм), %					Механическая прочность, %		Абразивная твердость, мг	Структурная прочность, %
	A ^d	S _t ^d	V ^{daf}		+80	80-60	60-40	40-25	-25	П ₂₅	И ₁₀		
ДШ	9,6	1,40	0,9	75,1	-	26,3	54,6	13,8	5,3	92,0	6,5	82,2	92,3
ГДК	9,5	1,39	0,8	75,3	-	27,2	58,9	9,2	4,7	92,4	6,2	83,0	93,3

Трамбованные шихты были подготовлены из концентратов, качество которых приведено в табл. 5 и 6.

Таблица 5

Технологические свойства концентратов и шихты, подготовленной методом трамбования

Поставщик	Марка	Участие, %	Технический анализ, %			Пластометрические показатели, мм		Средний показатель отражения витринита, %
			A ^d	S _t ^d	V ^{daf}	x	y	
ЦОФ «Комсомольская»	Г	25,0	6,3	1,11	34,6	34	10	0,92
ЦОФ «Распадская»	ГЖ	13,0	9,2	0,68	38,0	39	16	0,81
ЦОФ «Калининская»	Ж	10,0	8,2	0,87	32,2	19	17	1,01
ЦОФ «Киевская»	Ж	5,0	9,2	1,77	32,6	3	28	1,02
«Маунтайн» + «Мидвол» (США)	Ж	12,0	7,7	0,93	37,4	26	17	0,82
ЦОФ «Узловская»	ОС	7,0	10,5	1,52	10,6	16	< 6	1,73
ООО «Индустрия» + «Кондратьевская»	КСН	28,0	7,0	0,35	20,4	21	6	1,33
Шихта		100,0	7,7	0,86	29,4	37	13	1,06

В целом опытная шихта характеризовалась средней зольностью (7,7 %) и пониженными значениями показателей содержания общей серы (0,86 %), выхода летучих веществ (29,4 %) и толщины пластического слоя (13 мм). Как видно из рефлектограммы данной шихты, в составе витринита преобладают составля-

ющие, соответствующие по стадии метаморфизма углям марок Г и Ж, количество которых составило 65 %; затем идут угли марок ОС (16 %) и в небольших количествах угли, соответствующие по стадии метаморфизма углям Д, ДГ, К и Т.

Петрографическая характеристика концентратов и шихты, подготовленной методом трамбования

Поставщик	Марка	Участие, %	Петрографический состав (без учета минеральных примесей), %					Средний показатель отражения витринита, % R _o	Стадии метаморфизма витринита, %												
									<0,50	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:					
									Д	ДГ	Г	Ж	К	ОС	Т/А						
V _t	S _v	I	L	Σ ОК	Д	ДГ	Г	Ж	К	ОС	Т/А										
ЦОФ «Комсомольская»	Г	25,0	80	-	14	6	14	0,92	2	2	34	62	-	-	-						
ЦОФ «Распадская»	ГЖ	13,0	90	-	10	-	10	0,81	-	1	88	11	-	-	-						
ЦОФ «Калининская»	Ж	10,0	93	-	5	2	5	1,01	-	-	10	90	-	-	-						
ЦОФ «Киевская»	Ж	5,0	89	-	8	3	8	1,02	-	-	1	99	-	-	-						
«Маунтайн» + «Мидвол» (США)	К	12,0	70	-	22	8	22	0,82	-	2	91	7	-	-	-						
ЦОФ «Узловская»	ОС	7,0	39	1	60	-	61	1,73	-	-	7	3	6	36	40/8						
ООО «Индустрия» + ЦОФ «Кондратьевская»	КСН	28,0	40	-	58	2	58	1,33	3	30	7	1	12	47	-						
Шихта		100,0	68	-	25	7	25	1,08	1	9	35	32	4	16	3						

Данная шихта готовилась практически аналогично насыпной:

1. Дробление шихты (ДШ). Составная шихта дробилась на молотковой дробилке до содержания класса менее 3 мм на уровне 90-92 %.

2. Групповое дробление компонентов (ГДК). Твердые угли (ЦОФ «Комсомольская», ЦОФ «Распадская», ООО «Индустрия» + ЦОФ «Кондратьевская» и ЦОФ «Узловская») дробились до 100 % содержания класса менее 3 мм. От общей пробы мягких углей был отсеян класс крупности менее 3 мм. Класс более 3 мм был додроблен до 100 % содержания класса менее 6 мм. Подготовленные указанным выше способом твердые и мягкие угли были объединены, а общая проба усреднена.

В табл. 7 приведен гранулометрический состав трамбованных шихт: исходной, а также подготовленной по схемам ДШ и ГДК.

Анализируя данные, приведенные в табл. 7, можно констатировать, что использование схемы ДШ позволяет снизить содержание зерен угля крупностью более 6 мм с 32,0 до 6,0 %, а содержание угля крупностью менее 0,5 мм повысить с 15,6 до 30,5 %. При этом общий помол шихты достигнет 90,0 %. Применение схемы ГДК в сравнении со схемой ДШ позволяет снизить содержание зерен крупностью более 6 мм до 1,5 % и повысить содержание угля крупностью менее 0,5 мм 33,3 %. При этом, общий помол увеличивается до 91,0 %.

Таблица 7

Гранулометрический состав трамбованных шихт

Способ подготовки шихты	Содержание, %, класса крупности, мм					
	>6	6-3	3-1	1-0,5	<0,5	3-0
Исходная шихта (не дробленая)	32,0	20,5	20,5	11,4	15,6	47,5
ДШ	6,0	4,0	39,5	20,0	30,5	90,0
ГДК	1,5	7,5	34,6	23,4	33,0	91,0

Исходя из изложенного выше, можно ожидать улучшение качества кокса, полученного из шихты, подготовленной по схеме ГДК, в сравнении с аналогичной шихтой, подготовленной по схеме ДШ.

Опытные коксования проводили на коксовой батарее № 9. Ящики для коксования трамбованных шихт имеют размеры, мм: длина – 420, ширина – 110, высота – 120. Трамбование шихт осуществляли в трамбователе установки для определения прочности трамбованного образца на срез. Размер образцов составлял 100·100·90 мм. Плотность образцов соответствовала плотности промышленного трамбованного пирога – 1,130 т/м³ (при влажности 10 %). Влажность шихт во всех опытах составляла 12,0 %. Образцы трамбованной шихты в ящике располагали в два ряда – по четыре образца в ряду. Образцы плотно сопри-

касались между собой при укладке, так что в ящике образовывался монолит трамбованной шихты.

По принятой методике ящики располагали в трамбовочной камере ТЗВМ после предварительной подсыпки на ее под шихты слоем 600 мм. Затем, после закрытия двери трамбовочной камеры, на предыдущий слой шихты насыпали приблизительно такой же высоты подушку шихты (для предохранения ящиков от разрушения трамбовочными штангами) и начинали трамбование. Ящики располагали в районе 24^{то} и 26^{то} вертикалов обогревательного простенка. Приготовленный пирог по принятой технологии вводился в камеру коксования.

Температура в контрольных вертикалах печей на машинной и коксовой сторонах составила 1365-1370 °С. Период коксования составлял 22 ч.

Таблица 8

Качественная характеристика коксов, полученных методом ящичных коксований трамбованной шихты

Вариант	Технический анализ, %			Выход кокса, %	Выход классов крупности (мм), %					Механическая прочность, %		Абразивная твердость, МГ	Структурная прочность, %
	A ^d	S _t ^d	V ^{-daf}		+80	80-60	60-40	40-25	-25	Π ₂₅	И ₁₀		
ДШ	9,7	0,69	1,1	74,9	-	35,7	50,1	8,8	5,5	91,4	6,0	87,0	91,0
ГДК	9,7	0,68	1,0	75,1	-	22,2	61,5	11,5	4,8	92,4	5,1	87,3	92,1

В табл. 8 приведена характеристика качества ящичных коксов, полученных из трамбованных шихт, подготовленных по схемам ДШ и ГДК.

Исходя из приведенных в табл. 8 данных, можно сделать вывод, что подготовка шихты по схеме ГДК в сравнении со схемой ДШ приводит к улучшению качества кокса по показателям дробности (P_{25}) с 91,4 до 92,4 %, истираемости (I_{10}) с 6,0 до 5,1 %, абразивной твердости по Гинсбургу (АТ) с 91,0 до 92,1 мг и структурной прочности по Грязнову (СП) с 87,0 до 87,3 %.

В целом, по итогам опытно-промышленных коксований можно сделать следующий основной вывод:

Целесообразность перехода на подготовку углей по схеме ГДК (особенно для технологии трамбования) в условиях межбассейновой сырьевой базы коксования подтверждается улучшенными показателями физико-механических свойств (механическая прочность, абразивная твердость, структурная прочность) кокса.

Библиографический список

1. Заиквара В.Г. Подготовка углей к коксованию. – М.: Металлургия, 1967. – 340 с.

2. Полуэктов И.Е., Дудяк В.Н., Саенко А.К., Казаков В.В., Тихонова О.Ф., Дроздник И.Д., Мирошниченко Д.В.,

Бессчастный Ю.В. Испытание импульсно-волнового грохота в непрерывном режиме в углеподготовительном цехе ОАО «Ясиновский КХЗ» // УглеХимический журнал. – 2008. – №5-6. – С. 8-14.

3. Войтенко Б.И., Чернышев Ю.А., Ермак Ю.В., Подлубный А.В., Дроздник И.Д., Мирошниченко Д.В., Кафтан Ю.С., Ладыжинский В.М., Бессчастный Ю.В. Совершенствование схемы подготовки угольной шихты на ОАО «Запорожжкокс» // УглеХимический журнал. – 2009. – № 1-2. – С. 37-47.

4. Исследование влияния петрографически неоднородных углей и условий их подготовки на трамбуемость угольного тирога, температурный режим и качество кокса / Дроздник И.Д., Шульга И.В., Кузниченко В.М., Лобов А.А., Кафтан Ю.С. / Отчет по НИР. № гос. рег. 0106U006252, г. Харьков, 2007. – 51 с.

5. Кузниченко В.М., Кафтан Ю.С., Малько Н.И., Чуб В.Е., Кривонос В.В., Кончиков С.А. Влияние технологических факторов на прочность кокса и выход продуктов коксования из трамбованной шихты // УглеХимический журнал. – 2008. – №3-4. – С.49-55.

Рукопись поступила в редакцию 21.08.2009

“УглеХимический журнал”

Ваш помощник в работе

Журнал отражает опыт работы коксохимических предприятий, научные достижения ученых-коксохимиков и может оказаться полезным в решении Ваших проблем.