

КОКСУВАННЯ ВУГІЛЬНИХ СУМІШЕЙ З ВЕЛИКИМ ВМІСТОМ СЛАБОСПІКЛИВОГО ТА СІРЧИСТОГО ВУГІЛЛЯ

Проведено дослідно-промислове коксування нетрадиційних вугільних шихт з максимальним вмістом слабоспікливих компонентів і спікливого донецького вугілля відновленого типу. Показано, що вугільні суміші, що містять до 50 % слабоспікливого вугілля марки «Г» і до 70 % сірчистого вугілля марки «Ж», дозволяють отримати кокси, які за показниками якості задовольняють вимогам до металургійного коксу для внутрішнього ринку та для коксу спецпризначення. Додавка кам'яновугільного пеку в запропоновані вугільні суміші дозволяє поліпшити характеристики міцності коксу

Ключові слова: шихта, сірчистість, пек, ящикове коксування, кокс, склад, коксівність, міцність, текстура

Проведено опытно-промышленное коксование нетрадиционных угольных шихт с максимальным содержанием слабоспекающихся компонентов и спекающегося донецкого угля восстановленного типа. Показано, что угольные смеси, содержащие до 50 % слабоспекающегося угля марки «Г» и до 70 % сернистого угля марки «Ж», позволяют получать коксы, которые по показателям качества удовлетворяют требованиям, предъявляемым к металлургическому коксу для внутреннего рынка и коксу спецназначения. Добавка каменноугольного пека в предложенные угольные смеси позволяет улучшить прочностные характеристики кокса

Ключевые слова: шихта, сернистость, пек, ящичное коксование, кокс, состав, коксуемость, прочность, текстура

Л. Ф. Бутузова

Доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри*

E-mail: butuzova@feht.dgtu.donetsk.ua

Р. В. Маковський

Кандидат технічних наук, асистент*

E-mail: makovskyrus@ukr.net

Г. Г. Клешня

Кандидат технічних наук, директор з якості

ПАО «Авдіївський коксохімічний завод»

пр. Індустріальний, 1, м. Авдіївка, Донецька обл., 86065

E-mail: root@akhz.com

Д. Ю. Мілов*

E-mail: milov.d.85@yandex.ua

Ю. С. Кафтан

Кандидат технічних наук, ведучий науковий співробітник

ДП «Український державний

науково-дослідний вуглехімічний інститут»

вул. Весніна, 7, г. Харків, Україна, 61023

E-mail: dvmir79@gmail.com

О. М. Турчаніна

Кандидат хімічних наук, доцент

Координатор ТЕМПУС проекту RETHINK

Лісабонський університет

Alameda da Universidade

Cidade Universitária 1649 - 004 Lisboa

E-mail: oksana.turchanina@gmail.com

Г. М. Бутузов

Кандидат хімічних наук, доцент

Кафедра охорони праці і аерології**

E-mail: ludmila.lfb@yandex.ru

*Кафедра хімічної технології палива

**Донецький національний технічний університет

вул. Артема, 58, м. Донецьк, Україна, 83000

1. Вступ

В останні роки в Україні спостерігається гострий дефіцит коксівного вугілля і зростання цін на його імпорт з Росії, Польщі, США, Австралії та інших країн. При цьому значними темпами збільшується частка ви-

добутку слабоспікливого і неспікливого сірчистого вугілля, яке переважає в нашій країні.

Якщо розглянути структуру геологічних запасів вугілля в Донецькому басейні [1, 2], то при існуючій технології шарового коксування для цих цілей можна використовувати тільки близько 39 % вугілля, що за-

лягає у надрах. Структура його (по марках) приблизно наступна, %: Г – 57, ДГ– 9,5, Ж – 13,5, К – 8, ПС – 9,5, П – 2,5. Як бачимо, запаси газового слабоспикливого вугілля великі тоді як запаси найбільш цінних для коксування вугілля марок Ж і ПС цього басейну становлять близько 1/3. Тому, при нинішніх масштабах виробництва коксу отримувати його тільки з добреспикливого вугілля недоцільно, оскільки це призведе до швидкого виснаження їх запасів.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

У табл. 1 наочно показано зміну марочного складу вугілля по роках. Аналізуючи табличні дані, проглядається чітка тенденція до скорочення участі в шихті добре спикливого марок вітчизняного вугілля на заводах Донбасу.

Таблиця 1

Зміна марочного складу вугільних шихт коксохімічних заводів України, %

Марка вугілля	Зміна марочного складу вугілля по роках						
	1940	1950	1960	1970	1980	2007	2013
Г	7,5	14,2	23,9	32,1	39,3	15,9	24,0
Ж	51,3	45,6	37,6	32,6	27,8	41,6	30,0
К	22,2	22,3	22,0	14,4	17,1	32,2	20,0
ПС	19,0	17,9	15,3	20,2	12,9	–	4,0
П	–	–	1,2	0,7	2,9	–	–
інші марки	–	–	–	–	–	10,3	22,0

Збільшення пайової участі у коксових шихтах газового вугілля, як правило, викликає необхідність збільшення в них вмісту коксового або жирного вугілля. Жирне вугілля Донецького басейну має високу спикливість (у=25...30 мм) і в нього можна додавати значну кількість пісних добавок.

Серед пластів, які розробляються в країні в даний час, є пласти всіх категорій за сірчистістю: сірчисті – 35,2 %, низькосірчисті – 26,4 %, середньосірчисті – 24 % та високосірчисті – 14,4 % від їх загальної кількості [3–5]. Усього шахт по Мінвуглепрому – 74, але тільки п'ять підприємств відпрацьовують низькосірчисті пласти: шахти «Кіровська», «Жовтневий рудник» ДВАТ «Жовтнєве», «Бутівка-Донецька», «Південно-донбаська» № 3 та «Благодатна». Крім останньої, всі вони видобувають коксівне вугілля. Відповідно, виникає проблема раціонального використання кокуючого вугілля з підвищеним вмістом сірки.

Як відомо, сірчисті сполуки негативно впливають на процеси термічної переробки твердих паливних копалин. Їх наявність у вугіллі призводить до технологічних і екологічних проблем, до зміни коксівної здатності шихт. У зв'язку з цим, на коксохімічних підприємствах для виробництва конкурентоспроможної продукції використовують імпортне малосірчисте вугілля, в той час як придатне для коксування високосірчисте вугілля Донбасу застосовується тільки в якості

палива для теплових електростанцій, незважаючи на величезний хіміко-технологічний потенціал.

Частка імпортного вугілля в шихтах українських коксохімічних заводів за останні 5 років зросла з 10 % до 32 % (табл. 2). З'явилися нові марки імпортного вугілля, такого як коксове низькометаморфізоване (КСН) і слабоспикливе (СС), частка в шихті яких в 2007 р. склала більше 10 % від загального обсягу шихти. Україна змушена закуповувати велику кількість коксівних марок вугілля в США, таких як високолеткий коксовий (ВЛК) і низьколеткий коксовий (НЛК), яких у шихтах вітчизняних заводів міститься 18 % і 4 % відповідно.

Таблиця 2

Марочний склад шихт українських КХЗ, %

Марка вугілля	Страна виробник	Роки	
		2007	2013
Г	Україна	16	14
	Росія	–	10
Ж	Україна	42	30
К	Україна	32	20
ПС	Росія	–	4
КСН	Росія	9	–
СС	Росія	1	–
ВЛК	США	–	18
НЛК	США	–	4

Традиційно присутні в шихті довгий час марки вугілля (Г і ПС) також в значних обсягах закуповуються в Росії (близько 15 %).

У сучасних умовах Донбасу на коксохімічних підприємствах корпорації «Метінвест холдинг» використовується склад вугільної шихти, представлений в табл. 3. Проаналізувавши дані, видно, що частка імпортного вугілля в шихті зросла на третину. Посилення ролі імпортного вугілля свідчить про нераціональний підхід до експлуатації вітчизняного вугільного комплексу.

Як показали дослідження УХІНа [6], для отримання міцного доменного коксу з донецького вугілля вміст в шихті спикливого вугілля марок Ж, К і ПС має бути не менше 68 %, а газових – не більше 32 %. Подальше збільшення вмісту газового вугілля призводить до погіршення якості коксу. Але, цей висновок не торкається високосірчистого вугілля.

Таблиця 3

Марочний склад шихти ПАО «АКХЗ» за серпень 2013 р.

Марка вугілля	країна виробник	%	Процентний вміст марки по шахтам, ЦЗФ
Г	Україна	14	Добропільська – 10 %, Дзержинська – 4
Г	Росія	10	Талдинська-Південна – 10
Ж	Україна	30	Самсонівська – 20, Калининська – 10
К	Україна	20	Узловська – 12, Покровська – 8.
ВЛК	США	14	Велмор – 14
ВЛК	США	4	Картер-Роуг – 4
НЛК	США	4	Покахонтас – 4
ПС	Росія	4	Нерюнгринська – 4

Дослідження, проведені ще на початку 70-х років, показують, що високий вміст сірки у вугіллі не є перешкодою до застосування їх для коксування і що вимоги металургів з обмеження вмісту сірки в коксівному вугіллі не виправдано жорсткі. Особливо актуальне це питання в даний час, коли металурги наполягають на ввезенні низькосірчистого вугілля з інших країн, в чому немає гострої потреби. При збагаченні, коксуванні і доменній плавці відбувається задовільне знесірчування вугілля, що дозволяє використовувати в металургійних процесах сірчисте і високосірчисте вугілля [3].

Дослідження показали, що максимальна кількість сірки (91–92 %) йде зі шлаками в процесі доменної плавки, ще 5 % – з колосниковим пилом. При цьому встановлено, що кількість сірки, що переходить в чавун, меншою мірою залежить від кількості внесеної сірки в доменну піч, а зазвичай - від якості протікання процесу. Сірчистість чавуну – в певних межах керування величиною за допомогою зміни ступеня ошлакування сірки, що досягається зміною основності шлаків. При роботі доменної печі на високосірчистому коксі з поліпшеними механічними властивостями питома його витрата знижується на 2 %, при цьому техніко-економічні показники роботи доменної печі стають вище. Поліпшені механічні властивості коксу не тільки компенсують шкідливий вплив підвищеного вмісту сірки, але і превалюють над ним при виплавці чавуну.

Проблема сірчистості при складанні вугільних шихт для коксування в даний час пов'язана, перш за все, з необхідністю забезпечення виробництва кам'яновугільного коксу з показниками якості, що відповідають вимогам чорної металургії при виробництві чавуну в доменних печах [7–12]. Однак, крім доменного та ливарного виробництва, кокс застосовується в якості технологічного палива в ряді інших галузей промисловості: в кольоровій металургії, хімічній промисловості, в електротермічних виробництвах (виплавка феросплавів, фосфору), при агломерації залізних руд, в будівельній індустрії.

Вимоги, що пред'являються до вуглецевої сировини в цих виробництвах, вельми специфічні і різноманітні. Так, якщо для відновлення особливо істотної достатня хімічна активність вуглецю і відсутність у ньому шкідливих для реакції домішок, то від електродів і вугільних блоків, навпаки, потрібна підвищена хімічна стійкість, висока механічна міцність, мала пористість і відповідна електропровідність. Для задоволення потреб вищевказаних споживачів за кордоном виробляється в промислових масштабах недоменний кокс широкого асортименту. Наприклад, у Росії в недоменних виробництвах використовується близько 25 % виробничого коксу. Отже, в коксохімічному виробництві України необхідно використовувати існуючі в наявності, але не достатньо задіяні джерела сировини, такі, як високосірчисте вугілля.

Цей напрямок коксохімічного виробництва в Україні потребує детального вивчення поведінки вітчизняного вугілля з високим вмістом сірки та його сумішей з іншими компонентами шихти при піролізі.

Для скорочення частки участі в шихтах дефіцитного добреспіктивного малосірчистого вугілля, перспективно використання органічних добавок. Цей метод заслуговує на увагу ще й тому, що не вимагає великих капітальних і експлуатаційних витрат і дозволяє збе-

регти традиційний метод шарового коксування, що є значним чинником для України. Як показали численні дослідження, технологія коксування шихт зі спікливими добавками дозволяє розглядати її як можливу альтернативу брикетуванню, трамбуванню і термодоготівки шихт. В якості добавок можливе застосування відходів коксохімічного виробництва, нафтової і нафтопереробної промисловості, а також побутових відходів, зокрема пластмас і різного роду полімерів [14].

Таким чином, дослідження, проведені ще на початку 70-х років, показують, що високий вміст сірки у вугіллі не є перешкодою до застосування їх для коксування і що вимоги металургів з обмеження вмісту сірки в коксівному вугіллі не виправдано жорсткі. Необхідно продовжити дослідження і научний пошук рішень по проблемі раціонального використання сірчистого і високосірчистого вугілля.

У літературі відсутній опис впливу добавок на вугілля різного типу за відновленістю, а також не вивчено їх вплив на процес коксування сірчистого вугілля.

3. Ціль та задачі дослідження

Метою даної роботи є системне дослідження коксів, отриманих з нетрадиційних шихт з підвищеним вмістом слабоспіктивного і високосірчистого вугілля в присутності добавок речовин, що спрямовано впливають на процес термічної деструкції.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні задачі:

1. Дослідити вплив сірчистих компонентів вугільної шихти та органічних добавок в процесі коксування на технологічні властивості коксів та перебіг процесів знесірчування.

2. Розробити пропозиції щодо можливості включення до складу коксових шихт високосірчистого вугілля у виробництві спеціальних видів коксу.

4. Матеріали та методи дослідження вугілля і його сумішей

В якості об'єктів дослідження використовували газове (Україна) та жирне (Україна, США) вугілля різних генетичних типів за відновленістю, відібране відповідно до Держстандарту 10742-71.

Це вугілля використовується в якості компонентів вугільної шихти на ПАО «АКХЗ», але вугілля шахти імені Засядько використовується тільки з вмістом сірки менше 2,5 %.

Були використані дві органічні добавки до вугільної шихти: кам'яновугільний пек марки «Б» ОКП 24 5351 0140, який є ефективним пластифікатором вугільної маси і поліетилентерефталат (ПЕТФ), один із широко використовуємих пластиків, температура розкладання якого знаходиться в температурному інтервалі виникнення пластичного шару (380–400 °С).

5. Результати досліджень та їх обговорення

Характеристика досліджуваних зразків вугілля представлена в табл. 4–5.

Таблиця 4

Технічний та елементний аналіз досліджуваного вугілля

Шахта	Марка вугілля	Тип	Технічний аналіз, %				Елементний аналіз, %			
			W ^a	A ^d	S ^d _t	V ^{daf}	C ^{daf}	H ^{daf}	N ^{daf}	O+S ⁰ _{daf}
Прокопівська	Г	а	9,6	7,6	0,40	38,0	84,32	5,00	1,66	9,02
Картер-Роуг	ВЛК	а	10,2	10,5	0,66	30,9	87,05	4,92	1,55	6,48
Засядько	Ж	в	9,7	10,9	3,45	30,5	85,25	5,12	1,72	10,12

Як видно з таблиць, відновлене вугілля шахти Засядько відрізняється високим вмістом сірки, водню та низьким виходом летких речовин. Зола цього вугілля збагачена оксидами заліза.

Таблиця 5

Хімічний склад золи досліджуваного вугілля

Компоненти золи	Прокопівська марка «Г», %	Картер-Роуг марка «ВЛК», %	Засядько марка «Ж», %
SiO ₂	59,2	51,3	21,9
Fe ₂ O ₃	8,4	7,4	48,51
Al ₂ O ₃	23,3	32,6	19,2
MgO	1,7	1,4	0,4
CaO	3,3	3,3	5,4
Na ₂ O	1,3	0,7	1,0
K ₂ O	2,5	3,3	0,9

Для проведення ящикового коксування було складено шість шихт з різною пропорцією компонентів:

- а) Прокопівська 30 % + Картер-Роуг 70 %;
- б) Засядько 50 % + Прокопівська 50 %;
- в) Засядько 70 % + Прокопівська 30 %;
- г) Прокопівська 50 % + Картер-Роуг 50 %;
- д) Засядько 47,5 % + Прокопівська 47,5 % + пек 5 %;
- е) Засядько 47,5% + Прокопівська 47,5% + ПЕТФ 5%.

Введення добавок кам'яновугільного пеку та поліетилентерфталату у шихти проводили після подрібнення вугілля до класу <1,5 мм. Суміш механічно перемішували.

Для проведення ящикового коксування використовували металеві ящики, розмір яких складав 250×150 мм, а разове завантаження – близько 3 кг шихти (рис. 1).



Рис. 1. Ящики для коксування експериментальної шихти

Після закінчення коксування ящики разом з коксом, який отримали в камері коксування, видавалися у вагон для гасіння та після мокрого гасіння вилловлювалися з рампи. Умови проведення ящикового коксування та склад одержаних коксів наведені у табл. 6, 7.

Таблиця 6

Основні технологічні параметри проведення ящикового коксування

№ ящика	Композиція	Період коксування, г	№ печі	№ про-шарка	Температура в контрольних вертикалах середньодобова, °С	
					м/с	к/с
1	К 70 %+ +П 30 %	19.54	527	527	1235	1275
2	К 50 %+ +П 50 %	19.54	537	538	1235	1285
3	З 70 %+ +П 30 %	19.54	537	537	1245	1280
4	З 50 %+ +П 50 %	19.54	527	528	1240	1285
5	З 47,5 %+ +П 47,5 %+ +пек 5 %	19.54	547	547	1235	1280
6	З 47,5 %+ +П 47,5 %+ +ПЕТФ 5 %			548	1240	1275

Примітка: П – ш. Прокопівська, марка «Г»; З – ш. Засядько, марка «Ж»; К – Картер-Роуг, марка «ВЛК»

Таблиця 7

Технічний і елементний аналіз коксів за даними ЦЗЛ ПАО АКХЗ

№ проби	Композиція	A ^d	W ^a	S ^d _t	V ^{daf}	C ^{daf}	H ^{daf}	N ^{daf}	O+S ⁰ _{daf}
1	К+П 70/30 %	12,6	0,2	0,45	0,6	95,18	2,32	1,30	1,20
2	К+П 50/50 %	14,0	0,1	0,46	0,7	94,82	2,66	1,30	1,22
3	З+П 70/30 %	8,8	0,2	1,12	1,0	94,60	2,72	1,35	1,33
4	З+П 50/50 %	9,7	0,3	0,95	0,7	95,35	2,26	1,30	1,09
5	З+П+пек 50/50/5 %	9,2	0,2	1,14	0,9	95,22	2,56	1,22	1,00

Примітка: П – ш. Прокопівська, марка «Г», тип «слабовідновлений»; З – ш. Засядько, марка «Ж» «відновлений»; К – Картер-Роуг, марка «ВЛК», «слабовідновлений»

Завантаження ящиків в камери коксування проводили через 2-й люк після повного спорожнення 3-го і 1-го бункера вуглезавантажувального вагону перед завантаженням шихти з 2-го бункера. Таким чином ящики були розташовані посередині камери коксування по 2 ящики на одну камеру. Ящики завантажувалися в камери, які розташовані ближче до середини коксової батареї (печі № 527, 537 і 547).

Внаслідок здійснення ящикного коксування досліджуваних шихт вдалося отримати кокси, показники яких наведені в табл. 8, 9.

Вологість коксів знаходиться у вузькому діапазоні значень – 0,1–0,3 %, що фактично не буде відображатися на вмісті вуглецю в одиниці маси завантаженого

в піч коксу. Вміст золи в коксі з сірчистих шихт нижче. Це призведе до зменшення його витрати в доменній плавці. Органічна речовина коксів містить 94,6–95,35 % вуглецю. Більш обвуглеродженими є сірчисті кокси із співвідношенням компонентів в шихті 50/50.

Характеристика коксів за даними УХІНУ

Суміш	Питомий електроопір, Ом*см	Об'ємний вихід, см ³ /г	Структурна міцність, % СП (Грязнов)	Абразивна твердість, мг АГ (Гінсбург)	Механічна міцність, %	
					П ₂₅	И ₁₀
1	0,127	12,6	87,1	118,4	93,7	6,2
2	0,113	11,9	80,8	116,2	92,8	5,8
3	0,110	16,6	77,1	110,0	91,7	8,1
4	0,100	19,5	75,0	106,4	90,2	9,3
5 (к/у пек)	0,097	16,0	83,0	113,7	92,1	7,1

При порівнянні коксів, отриманих з вугільних шихт складів 3:П=70/30 та 3:П=50/50, спостерігається помітна різниця за виходом летких речовин. У останньому коксі вихід летких речовин нижчий, кокс більш обвуглероджений і менш сірчистий.

Вміст сірки у коксах, одержаних з використанням високо сірчистого вугілля складає 0,95–1,14 %. Згідно методичних рекомендацій з виробництва доменного коксу поліпшеної якості, прийнятих за наказом міністерства промислової політики України № 271 від 27.09.2011 року, загальна сірчистість сухої маси (S^d) коксу КДП 3 складає 1,20 % (ТУ У 23.1-00190443-086). Таким чином, ці кокси задовольняють не тільки вимогам до спецкоксу, але й вимогам вітчизняної металургії до якісного доменного коксу.

Раніше було показано, що добавка пеку сприяє знесірченню лабораторного коксу [15, 16], але, як видно з табл. 7, аналогічний ефект не виявлений у промислових умовах. П'яти процентна добавка пластику (ПЕТФ) не дала позитивних результатів (спеченого коксу), як в лабораторних, так і в промислових умовах. В перспективі потрібно зменшити кількість ПЕТФ до 1–3 % не для поліпшення спіклівості, а для утилізації пластику.

Механічна міцність охолоджених і підсушених проб коксу, які піддалися скиданню і випробуванню в лабораторному барабані ДП «УХІН», представлена в табл. 8. Як видно з таблиці, показники міцності для зразків 4 і 3 близькі, а добавка пеку призводить до збільшення значення П₂₅ на 2,1 % і зниження И₁₀ на 23,6 %. Аналогічні результати отримані при визначенні структурної міцності і абразивної твердості.

Таблиця 9

Оптична текстура коксів, %

Суміш	Добавка 5 %	Інертніт	Ізотропний вугілля (І)	Анізотропний вугілля (А)			ΣА
				Мозаїчний (М)	Струйчатий (С)	Пластинчатий (П)	
1	–	6,9	26,7	66,4	0	0	66,4
2	–	9,8	37,0	53,2	0	0	53,2
3	–	2,5	28,3	69,2	0	0	69,2
4	–	3,3	42,2	54,5	0	0	54,5
5	к/у пек	8,2	52,2	39,6	0	0	39,6

Зіставлення цих даних з результатами аналізу оптичної структури коксів показують, що, незважаючи на меншу механічну міцність коксів з сумішей, що містять жирне відновлене вугілля, внутрішня структура цих коксів більш впорядкована (табл. 9).

Таблиця 8

Про це свідчить більший сумарний вміст анізотропного вуглецю в порівнянні з коксом з аналогічним співвідношенням компонентів, який містить жирне вугілля слабодновленого типу. Кокси складу 50/50 відрізняються високим вмістом ізотропного вуглецю, особливо кокси, отримані з добавкою пеку. Цей факт узгоджується з уявленням про те, що ізотропні кокси утворюються з вугілля з високою пластичністю.

Кокси, отримані при використанні високосірчистого вугілля, показують значно кращу електропровідність і добавка пеку посилює даний ефект (табл. 9).

Таким чином, отримані результати показують, що заміна дорогого американського вугілля на дешеве високосірчисте українське жирне вугілля, яке здатне запікати до 50 % газового вугілля, дозволяє отримати кокси з високою механічною міцністю і електропровідністю.

При оцінці собівартості коксу із досліджуваних шихт виходили з даних по вартості однієї тони кожної шихти на основі ринкових цін на окремі її компоненти. Результати розрахунку приведені в табл. 10. Був зроблений перерахунок планування собівартості доменного коксу для експериментальних шихт з урахуванням витрат по даним підприємства.

Таблиця 10

Склад і вартість експериментальної шихти та коксів

№ експериментальної шихти	ціна 1 тони шихти, грн	Виробнича собівартість 1 т доменного коксу	Відхилення від заводської шихти
1	1618,949	2232,162	278,226
2	1442,915	1973,938	20,002
3	720,849	914,739	-1039,197
4	801,415	1032,922	-921,014
5	1061,344	1414,212	-539,724

Таким чином, виходячи з даних по експериментальним шихтам № 3, 4 і 5, додавання в шихту сірчистого вугілля марки «Ж» шахти Засядько (50 та 70 %) та збільшення до 50% часткової участі слабоспіклого вугілля марки «Г» дозволяє значно знизити собівартість коксу, який за показниками якості може бути рекомендований для запровадження у виробництво коксу спецпризначення або навіть доменного коксу для внутрішнього ринку.

6. Висновки

Аналіз стану вугільної промисловості України та сучасних тенденцій складання шихт на коксохімічних заводах чітко висвітлює необхідність вирішення проблеми раціонального використання вітчизняного вугілля.

Дана робота показала принципову можливість розширення сировинної бази коксування за рахунок збільшення в шихтах частки недорогого вітчизняного слабоспівного газового вугілля (до 50 %) і використання сірчистого вугілля марки «Ж» в вугільній шихті (до 70 %) без залучення імпортованих ресурсів.

Дослідження сумішей, які містять сірчисте і мало-сірчисте вугілля в співвідношеннях 70/30 і 50/50 показало, що введення сірчистих компонентів призво-

дить до невеликого зниження структурної міцності, яка відновлюється при введенні 5 % пеку.

Всі розглянуті суміші мають властивості (міцнісні показники, вміст сірки та ін.), які знаходяться в межах, характерних для коксів спецпризначення або навіть доменного коксу для внутрішнього ринку.

Використання низькоякісного вітчизняного вугілля дозволить, економлячи якісне вугілля, значно знизити собівартість коксу.

Література

1. Лифшиц, М. М. Генетическая классификация углей [Текст] / М. М. Лифшиц // Геолого-углехимическая карта Донецкого бассейна. – 1954. – Вып. XIII. – С. 127.
2. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. Т. 1. [Текст] / под ред. И. И. Аммосова и др. – М.: Государственное научно-техническое издательство литературы по геологии и охране недр. – 1963. – 1210 с.
3. Долгий, В. Я. Содержание общей серы в угольных пластах на шахтах Украины [Текст] / В. Я. Долгий, А. А. Кривченко, М. Д. Шамало, В. А. Долгая // Уголь Украины. – 2000. – № 1. – С. 44–46.
4. Бакалдина, А. П. Геология и разведка [Текст] / А. П. Бакалдина // Известия высших учебных заведений. – 1969. – № 6. – С. 72.
5. Хамуляк, В. Г. Вугілля – головний енергоносіє [Текст] / В. Г. Хамуляк // Уголь Украины. – 2000. – № 8. – С. 3–4.
6. Нестеренко, Л. Л. Разработка вопросов теории шихтовки и коксообразования [Текст] / Л. Л. Нестеренко, Г. И. Бескина. – Отчет о работе, фонд УХИНа, Харьков, 1955.
7. Zolotukhin, Yu. A. Coke Quality for Blast Furnaces with Coal-Dust Fuel [Text] / Yu. A. Zolotukhin, N. S. Andreichikov // Steel in Translation. – 2009. – Vol. 39, Issue 6. – P. 470–474. doi: 10.3103/s0967091209060084
8. Kurunov, I. F. The quality of coke and possibilities for reducing its consumption in blast-furnace smelting [Text] / I. F. Kurunov // Metallurgist. – 2001. – Vol. 45, Issue 11-12. – P. 444–458.
9. Огаренко, Ю. Проблеми вугільної промисловості України та викиди парникових газів від видобутку й споживання вугілля [Текст] / Ю. Огаренко. – Київ: Національний екологічний центр України, 2010. – 51 с.
10. Рынок кокса и коксохимические предприятия Украины. Результаты 2011 года [Текст] / Национальное рейтинговое агентство «Рюрик», 2012. – 12 с.
11. Дроздник, И. Д. Потребление коксующихся углей Украины. Проблемы и перспективы [Текст] : сб. тр. третьей ежегодной конф. / И. Д. Дроздник // «Уголь СНГ–2007». – Алушта? 2007. – С. 91–95.
12. Сургай, Н. С. Уроки истории в угольной промышленности [Текст] / Н. С. Сургай, С. В. Янко, С. П. Фищенко, А. А. Татарinov // Уголь Украины. – 1997. – № 4. – С. 3–5.
13. Дроздник, И. Д. К вопросу обеспечения металлургического комплекса коксующимися углями необходимого качества [Текст] / И. Д. Дроздник // Сб. Збагачення корисних копалин. – 2005. – Вып. 23 (64). – С. 8–12.
14. Бутузова, Л. Ф. Влияние добавок пластика на процессы термодеструкции сернистых углей [Текст] / Л. Ф. Бутузова, Л. Н. Исаева, Р. В. Маковский и др. // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Сер.: Хімія та хімічна технологія. – 2008. – № 137 (11). – С. 96–101.
15. Бутузова, Л. Ф. Технологические характеристики нетрадиционных коксовых шихт на основе углей Донбасса [Текст] / Л. Ф. Бутузова, Р. В. Маковский, И. В. Ветров, Г. Н. Бутузов // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Хімія і хімічна технологія. – 2012. – Вып. 19 (199). – С. 107–116.
16. Бутузова, Л. Ф. Возможности управления процессами термической деструкции нетрадиционных угольных шихт Донбасса путем введения добавок химических веществ [Текст] / Л. Ф. Бутузова, Р. В. Маковский, В. О. Кулакова, И. В. Ветров // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Хімія і хімічна технологія. – 2012. – Вып. 19 (199). – С. 116–121.