

# ОТРИМАННЯ ДОМЕННОГО КОКСУ З МОДИФІКОВАНОЇ ТРАМБОВАНОЇ ШИХТИ

*Олег Зеленський*

*ДП «Український державний науково-дослідний вуглехімічний інститут (УХІН)»,  
61023, вул. Весніна 7, м. Харків, Україна, [zelenskii.ukhin@gmail.com](mailto:zelenskii.ukhin@gmail.com)*

У роботі наведено результати досліджень щодо поліпшення якісних характеристик доменного коксу, отриманого з модифікованої трамбованої шихти в промислових умовах коксохімічного виробництва ПАТ «АМК». Модифікацію шихти здійснювали шляхом введення в неї тонкоподрібнених корундових матеріалів. Введення неспікливих додатків у певній концентрації (0,25 % мас.) дозволяє впливати на процеси, що протікають на стадії пластичного стану, для покращення міцності коксу.

Ключові слова: шихта, кокс, якість, присадки, електрокорунд, карборунд.

Для стабільної та ефективної роботи доменних печей потрібен кокс з високою термомеханічною міцністю (CSR) та низькою реакційною здатністю (CRI). Діапазон коливань цих показників, а також і інших характеристик якості коксу (вологість, зольність, вміст сірки, вихід летких речовин, гранулометричний склад, хімічний склад золи) повинен бути як найменшим [1]. Ці вимоги в рівній мірі поширюються на кокс як при роботі доменних печей без вдування пиловугільного палива (ПВТ), так і для доменних печей з технологією ПВТ. Різниця полягає лише в більш жорстких вимогах до рівня показників CRI і CSR коксу при роботі доменних печей з технологією ПВТ.

Тому, для досягнення необхідних показників якості доменного коксу, коксохімічні заводи повинні використовувати високоякісне коксівне вугілля з певним петрографічним, мінеральним складом і дуже низьким вмістом сірки. Велика частина коксівного вугілля, що добуваються в Україні, має великий вміст сірки і в середньому дозволяє отримувати кокс з показниками CRI і CSR в межах 40 % [2, 3].

Звідси виникає інтерес до проблеми цілеспрямованого впливу на процеси, що протікають на стадії пластичного стану вугілля при коксуванні, який обумовлений пошуками шляхів регулювання якості коксу і розширенням сировинної бази коксування в умовах дефіциту добре спікливого вугілля. Одним з рішень цієї проблеми може послужити вплив на властивості вугільних шихт шляхом введення в них різних додатків [4].

Відома ефективність використання наноматеріалів як об'ємно-модифікуючих присадок. Внаслідок їх застосування підвищуються показники твердих сплавів: зносостійкість, міцність, тріщиностійкість та ін. У якості модифікуючих додатків використовують нанопорошки  $Al_2O_3$ , SiC, TiN, TiCN, WC та ін. [5]

Метою даної роботи було дослідження можливості підвищення якісних показників коксу за допомогою об'ємно-модифікуючих присадок (кристалічні  $\alpha$ -модифікації оксиду алюмінію, карбідів кремнію і бору), шляхом модифікування його ізотропних ділянок в анізотропні на стадії пластичного стану.

Дослідження проводили у промислових умовах коксохімічного виробництва ПАТ «АМК» методом ящикних коксувань на коксовій батареї № 9 біс. Температура у контрольних вертикалах складала, °С: м.с. – 1350, к.с. – 1345. Період коксування: 23<sup>00</sup> год. Середньозважена температура коксу становила 1063 °С.

Габарити ящиків для коксування вугілля в трамбувати вигляді складають, мм: довжина – 406, ширина – 170, висота – 172. Загальна маса вугілля (шихти), що завантажується в ящик, становить 10 кг. Усередині ящики поділені суцільними

перегородками на секції. Це пов'язано з тим, щоб дотримати однаковий температурний режим при коксуванні різного вугілля.

В якості експериментальної шихти, тобто шихти для внесення присадок, була відібрана виробнича шихта заводу.

Марочний склад і якісні показники шихти для експериментальних коксувань наведені в табл. 1.

Таблиця 1

**Характеристика шихти для експериментального коксування**

Збагачувальна фабрика, шахта	Марка	% у шихті	R <sub>0</sub> , %	Пласто-метрія, мм		Технічний аналіз			I <sub>0</sub>
				X	Y	A <sup>d</sup>	S <sub>t</sub> <sup>d</sup>	V <sup>daf</sup>	
Щедрухинська	Г	13	0,68	60	12	6,9	0,64	32,8	1,75
Beckley Low Volatile	–	6	1,55	13	10	7,4	0,84	16,6	0,99
Mountain Laurel	–	27	0,89	43	23	7,9	0,99	32,4	3,16
Комсомольська	Ж	11	1,05	43	17	7,6	0,90	29,2	
Київська (ш. Засядько)	Ж	15	1,08	16	31	7,6	1,58	27,5	4,19
Краснолиманская	Ж	7	0,89	42	19	7,7	2,24	31,3	5,22
Березовська	К-КО-КС	12	1,23	43	10	8,9	0,59	21,1	1,52
Щедрухинська + Березовський розріз	ОС	9	1,43	36	8	8,3	0,45	16,9	2,06
ВСЬОГО		100	–	–	–	–	–	–	–
Якісні показники шихти, %			1,04	39	18	7,8	1,01	27,6	2,50

Завантаження ящиків в печі бат. № 9 біс проводили за розробленою раніше методикою – укладали на «подушку» шихти в трамбувальній камері ТЗВМ на відстані ~ 1 м один від одного. Далі закривали двері трамбувальної камери і зверху ящиків виконували підсіпку шихти шаром ~ 500 мм, після чого починали трамбувати вугільний піріг.

У якості присадок до шихти для поліпшення якості коксу використовували кристалічні (α-модифікація) порошки оксиду алюмінію (корунд) і карбід кремнію з різним рівнем подрібнення. Присадки вносили в шихту в кількості 0,25-0,5 % (по масі) шляхом механічного перемішування присадки з навіскою шихти для ящиківого коксування (2,6 кг). Нумерація проб з різноманітними присадками приведена в табл. 2.

Таблиця 2

**Характеристика об'ємно-модифікуючих присадок**

№ проби	Вид присадки	Кількість присадки у пробі, % (мас.)	Рівень подрібнення присадки, мкм
1	Еталонна шихта (без присадок)	–	–
2	SiC в/м*	0,25	8-12
3	SiC в/м	0,5	8-12
4	SiC	0,25	125-150
5	SiC	0,5	125-150
6	B <sub>4</sub> C	0,25	130-230
7	B <sub>4</sub> C	0,5	130-230
8	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> в/м	0,25	30-60
9	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> в/м	0,5	30-60
10	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,25	40-80
11	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,5	40-80

\* в/м – вібромелений

Технічний аналіз коксів, отриманих ящичними коксуваннями наведено у табл. 3.

Таблиця 3

Технічний аналіз експериментальних коксів

№ проби	Бат. № 9 біс			
	$W_t^r$ , %	$A^d$ , %	$V^{daf}$ , %	$S_t^d$ , %
1	0,22	12,15	0,46	0,78
2	0,23	12,21	0,39	0,80
3	0,21	12,33	0,41	0,77
4	0,20	12,30	0,37	0,76
5	0,20	12,39	0,42	0,77
6	0,16	12,24	0,44	0,81
7	0,21	12,40	0,42	0,79
8	0,21	12,22	0,43	0,75
9	0,30	12,29	0,52	0,76
10	0,25	12,27	0,41	0,79
11	0,24	12,31	0,49	0,80

З табл. 3 видно, що внесення присадок до шихти до 0,5% (мас.) не впливає на рівень зольності коксу.

Вплив присадок на якісні показники реакційної здатності (CRI) і післяреакційної міцності (CSR) коксів, отриманих з трамбованої шихти, представлено на рис. 1. На даному рисунку показана зміна цих показників щодо еталонного коксу № 1 (без присадок).

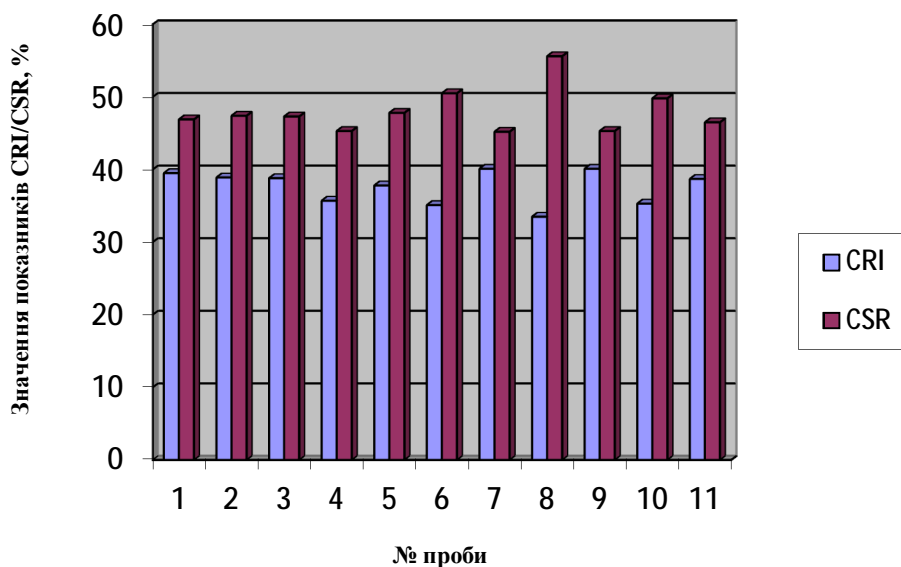


Рис. 1. Залежність впливу різних присадок на показники CRI/CSR коксів

З рис. 1 видно, що найкращі результати щодо поліпшення показників коксу CRI/CSR отримані за допомогою присадок № 6 ( $B_4C$  0,25 %), № 8 ( $Al_2O_3$  в/м 0,25 %) і № 10 ( $Al_2O_3$  0,25 %). Додавання інших присадок показало або незначне погіршення показників CRI/CSR або на рівні значень еталонного коксу, в межах похибки визначення цих показників.

Поліпшення показників CRI / CSR коксу з присадками №№ 6, 8 і 10 підтверджується також деякими іншими аналізами фізико-хімічних властивостей коксу (структурною міцністю по Грязнову), як впливає з даних табл. 4.

## Фізико-хімічні властивості коксу

№ проби	Бат. № 9 бис		
	Структурна міцність по Грязнову, %	Реакційна здатність по ГОСТ 7664, см <sup>3</sup> /г·с	Питомий електроопір, Ом·см
1	88,7	0,64	0,127
2	90,5	0,57	0,113
3	89,2	0,66	0,122
4	89,9	0,61	0,132
5	87,6	0,73	0,129
6	89,2	0,65	0,140
7	89,4	0,66	0,157
8	91,4	0,73	0,126
9	88,3	0,73	0,130
10	90,1	0,79	0,131
11	87,9	0,71	0,136

Таким чином, введення не спікливих додатків в певних концентраціях (в більшості випадків до 0,5 %) дозволяє впливати на процеси, що протікають на стадії пластичного стану для поліпшення характеристик міцності коксу.

В результаті проведених експериментів встановлено, що внесення певних видів об'ємно-модифікуючих присадок до шихти для коксування в кількості не більше 0,25 % за масою, головним чином, впливає на покращення показників CRI/CSR коксу, а саме:

збільшення показника CSR:

- на 3,6 % - присадка № 6 (B<sub>4</sub>C 0,25 %);
- на 9,7 % - присадка № 8 (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в/м 0,25 %);
- на 3,9 % - присадка № 10 (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,25 %).

зменшення показника CRI:

- на 4,4 % - присадка № 6 (B<sub>4</sub>C 0,25 %);
- на 6,0 % - присадка № 8 (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в/м 0,25 %);
- на 4,2 % - присадка № 10 (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,25 %).

На наш погляд, більш раціональним способом внесення присадок до шихти, буде установка живильника (по типу шнекового або ін.), що подає дозовану кількість присадки (0,25 %) на стрічковий конвеєр з шихтою. Живильник повинен бути встановлений на ділянці перед дробаркою остаточного дроблення шихти (< 3 мм). В такому випадку ця дробарка буде виконувати роль змішувача, тому що однією з умов отримання високоякісного коксу за допомогою присадок, є їх рівномірна ступінь змішування в усьому обсязі вугільної шихти.

Література

- [1] Золотухин Ю., Андрейчиков Н., Куколев Я.: Кокс и химия, 2009, 3, 25.
- [2] Рыщенко А., Шульга И., Мирошниченко Д., Шмалько В.: Углекимический журнал, 2009, 5–6, 17.
- [3] Давидзон О.: Автореф. дис. ... канд. техн. наук 05.17.07. – Харьков: УХІН, 2008. – 20 с.
- [4] Зеленский О.: Углекимический журнал, 2013, 3, 21.
- [5] Рижонков Д., Левина В., Дзидзигури Э.: Наноматериалы: уч. пособие. БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва, 2008.