

МІНІСТЕРСТВО ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ

Український державний науково-дослідний вуглехімічний  
інститут "УХІН"

На правах рукопису

БОНДАРЧУК ПЕТРО МИКОЛАЙОВИЧ

УДК 662.74.662.66.001.5

ДОСЛІДЖЕННЯ, РОЗРОБКА ТА ВИРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ  
ВИРОБНИЦТВА КОКСУ В ПЕЧАХ РІЗНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ТА  
СТРОКІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

05.17.07 - хімія та технологія переробки горючих  
копалин та вуглецевих матеріалів

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Львів - 1995 р.

662. 6/3 +

AB - 33,965

665. 6

ЛНБ України ім.В.Стефаника



00754356 (U)

Дисертація є рукописом

Робота виконана в Українському державному науково-дослідному вуглехімічному інституті Міністерства промисловості України.

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК: доктор технічних наук, професор

Шептовицький М.С.

ОРИГІНАЛНІ ОПОНЕНТИ:

1. доктор технічних наук, професор Тютюнников Ю.Б.

2. кандидат технічних наук, с.н.с. Парпов О.В.

ПРОЗІДНА ОРГАНІЗАЦІЯ - Державний інститут по проектуванню підприємств коксохімічної промисловості, м. Харків.


Захист відбудеться 17 січня 1996р. у 13.30 годин на засіданні спеціалізованої вченої ради Д.02.36.01 при Українському державному науково-дослідному вуглехімічному інституті.

Адреса: 310023, м. Харків, вул. Весніна, 7, УХІН.

З дисертацією можна ознайомитись у науково-технічній бібліотеці Українського державного науково-дослідного вуглехімічного інституту; 310023, м. Харків, вул. Весніна, 12.

Автореферат розісланий " \_\_\_\_ " грудня 1995р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради, кандидат технічних наук, с.н.с.

  
М. І. Рудкевич

ЛНБ ім. В. Стефаника  
АН України

82. 6/94  
65. 6  
ДВ 33. 965 3

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи Коксування у батареях камерних печей періодичної дії в оглядній перспективі збереже своє значення як основний процес одержання твердого металургійного палива для споживання перш за все у доменному виробництві. При цьому вимоги до якості коксу зростають. У той же час більшість діючих коксохімічних виробництв, як правило, має у своєму складі кілька коксових батарей, різних за конструкцією, корисним вмістом камери, строком експлуатації, технічним станом, а отже, і умовами коксування. В зв'язку з цим, задача розробки і впровадження технології виробництва коксу в печах з різними конструкцією та строком експлуатації є актуальною, оскільки її рішення дозволить забезпечити виробництво якісного коксу на діючих підприємствах.

Мета роботи На підставі дослідження особливостей процесів коксування вугільних шихт у печах з різними конструкцією, вмістом, строком експлуатації та технічним станом розробити і впровадити технологію, яка забезпечує виробництво необхідної кількості якісного доменного коксу, подовжену ефективну експлуатацію коксової батареї і високі техніко-економічні показники виробництва.

Основні методологічні положення роботи Дослідження проводили у лабораторних умовах УХІНа з використанням сучасних методів вивчення властивостей вугілля та коксу, а також у дослідних печах Харківського КЛЗ та на коксових батареях Маріупольського КЛЗ. Розроблена та успішно перевірена у промислових умовах методика визначення тиску розпору вугільної шихти у процесі коксування, заснована на принципі незворотної деформації чутливого елемента /індентора/ під впливом термомеханічної напруги.

Наукова новизна Вивчені особливості розподілу температур у процесі коксування у загрузці і опалювальній системі печей з різними корисним вмістом, строком експлуатації та технічним станом у

широкому діапазоні коливання періоду коксування /14-30 годин/.

Встановлено, що в коксових печах з висотою камери 4,3 м і великим /35-40 років/ строком експлуатації досягнення кінцевої середньозваженої температури коксуемого засипу  $1080^{\circ}\text{C}$  забезпечує достатній ступінь завершеності формування структури міцного коксу. Подальше підвищення цієї температури негативно впливає на збереження кладки. Для коксових печей з висотою камери 7 м і малим /до 6 років/ строком експлуатації визначені раціональні рівні температур у контрольних вертикалах при зміні періоду коксування від 15 до 30 годин, які забезпечують постійно високий ступінь готовності коксу та запобігають руйнуванню кладки печей.

Вперше одержана експериментальна залежність, яка дозволяє прогнозувати протидію ударним зусиллям - M25, вміст класу більш 80мм і середній діаметр кусків коксу у залежності від періоду коксування для печей з висотою камер 7м.

В результаті комплексного вивчення впливу серійності завантаження-розвантаження коксових печей на їх тепловий режим із застосуванням методів математико-статистичного аналізу встановлено, що як за серійності 4-2, так і 2-1 завантаження холодної шихти в камеру коксування не здійснює значного впливу на температурний режим суміжних із камерою, що завантажується, опалювальних простінок та камер коксування: падіння температури на поверхні гріючої стінки камери, суміжної із тою, що завантажується, не тривале за часом /2-3 хвилини/ та має велике значення /15-20 $^{\circ}\text{C}$ /.

Розроблений новий спосіб визначення тиску розпору у промислових печах. Встановлено, що максимум тиску розпору досягається у кінці першої третини періоду коксування і за своїм значенням він суттєво перевершує величини, які використовуються у міцностних розрахунках при проектуванні коксових печей.

Розроблені та впроваджені нові більш герметичні конструкції дверей коксових печей з блоковою футеровкою з жароміцного бетону.

Практична цінність Виходячи з наявності сировинних ресурсів на заводі, розроблені диференційовані склади вугільних шихт та температурний режим процесу коксування для печей з різними конструкцією та строком експлуатації, що дозволило успішно провести пуск і освоєння батареї І біс з обсягом камер 41,3м<sup>3</sup>, а також забезпечити ефективну експлуатацію інших батарей заводу зі строком експлуатації 35-40 років.

Встановлено, що з підвищенням вмісту газового вугілля в шихті та зростанням температури у підсклепінневу просторі печей з великим /більш 40 років/ строком експлуатації різко збільшується щільність кам'яновугільної смоли та масова доля у ній речовин, що не розчиняються у толуолі, що ускладнює експлуатацію батарей. Тому вміст газового вугілля не повинен перевершувати 32% при температурі у підсклепінневу просторі 750-790°C та обороті печей 16 годин.

У промислових умовах Маріупольського КЛЗ на батареї І-біс з урахуванням необхідності забезпечення сталого гідравлічного режиму газозбірників, зберігання кладки та поліпшення умов експлуатації впроваджена серійність завантаження-розвантаження 4-2, а також розроблен та впроваджений ефективний режим опалення крайніх, передкрайніх та масових опалювальних каналів, що дозволило поліпшити умови праці, зберігання кладки, якість коксу, зменшити кількість обвалів коксу при зніманні дверей.

Розроблений та втілений пристрій для механічної обробки та інші міри по стабілізації фізико-механічних властивостей коксу, що поліпшило роботу доменних печей: рудні навантаження збільшилися на 1%, питомі витрати коксу зменшилися на 1.5 кг/т чавуну.

Реалізація результатів роботи Одержані результати використан при розробці складів вугільної шихти та режимів коксування на Маріупольському КЛЗ у 1989-1993р.р., що дозволило забезпечити стабільну роботу вуглекоксового блоку, підвищити виход коксу і хімічних

продуктів коксування, а також поліпшити їх якість. Фактичний економічний ефект від реалізації розробок автора дорівнював 300 млн. крб. /У цінах 1993р./.

Апробація роботи Основні положення роботи експонувалися на Виставці досягнень народного господарства України /м.Київ,1991р./, докладалися на технічних нарадах у головного інженера Діпрококса / м.Харків, 1993р./, головного інженера Маріупольського КХЗ / м.Маріуполь, 1989-1995р.р./, семінарах коксової лабораторії / м.Харків, 1994-1995р.р./ та засіданні вченої ради УХІНУ /м.Харків, 1995р./.

#### На захист виноситься:

1. Вимоги до складу вугільної шихти та основні принципи температурного режиму коксування для печей різної конструкції та строків експлуатації.

2. Експериментально встановлена залежність, яка дозволяє прогнозувати опір коксу подрібнюючим зусиллям /М25/, вміст в ньому класу крупності більше 80мм, середній діаметр кусків коксу, виробленого при різних обертах у коксових печах з корисним об'ємом 41,3м<sup>3</sup>.

3. Комплекс критеріїв вибору раціональної серійності завантаження – розвантаження великосмких коксових печей.

4. Конструкція пристрою, методика визначення та експериментальні дані про тиск розпирання у промислових коксових печах.

5. Нова конструкція дверей коксових печей та пристрій для механічної обробки коксу у потоці.

#### Декларація конкретної особистої участі автора в проведених роботах

Особиста участь автора в дослідженнях, наведених в цій дисертаційній роботі, полягає в організації постановки та безпосередньому проведенні експериментів і обробці їх результатів.

Особисто автором розроблені методики проведення дослідно-про-

промислових випробувань, пристрій для розміщення датчика тиску у коксовій печі.

Публікації. За темою дисертації опубліковано 10 наукових робіт, одержано патент Росії.

Обсяг роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, 4 розділів, закінчення та висновків. Містить 206 стор., які включають 54 табл., 28 малюнків, шість додатків, список літератури із 132 джерел.

### АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПИТАННЯ, ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ І УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ КОКСУВАННЯ У МЕЖАХ ПЕРІОДИЧ- НОЇ ШАРОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ.

Критичний аналіз сучасного стану питання дозволив узагальнити, що існуючий у світовій практиці "класичний" спосіб виробництва доменного коксу у динасових печах періодичної дії буде головним у недалекому майбутньому. Має місце збільшення геометричних розмірів камер коксування, ведуться роботи по удосконаленню опалювальної системи печей з метою поліпшення рівномірності обігрівання вугільної засипи по довжині та висоті камери коксування. Значна увага приділяється поліпшенню міцності кладки простіноків та вивченню факторів, які впливають на довговічність ефективної експлуатації коксових печей, проводяться дослідження по визначенню раціональної серійності завантаження - розвантаження та розробці датчиків для безпосереднього визначення тиску розпирання у промислових коксових печах.

За даними результатів цього аналізу були сформульовані основні завдання дисертаційної роботи: розробка раціональних складів вугільних шихт та режимів коксування для коксових печей з різною висотою та строками експлуатації, визначення раціональної серійності завантаження-розвантаження великоємких коксових печей, розробка та впровадження методу безпосереднього визначення розпирання тиску у промислових умовах, розробка та впровадження заходів, спрямова-

них на підвищення ефективності та поліпшення екологічних показників виробництва коксу.

#### РОЗРОБКА РЕЖИМІВ КОКСУВАННЯ ДЛЯ КОКСОВИХ ПЕЧЕЙ З РІЗНОЮ ВИСОТОЮ ТА СТРОКОМ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Об'єктами дослідження були обрані коксові батареї Мартупольського КАЗ різних конструкцій та строків експлуатації.

Завод є головним виробником металургійного коксу для меткомбінату "Азовсталь". Тому, незважаючи на те, що коксові батареї першого блоку / особливо батарея № I / підійшли до критичного строку експлуатації /40 років/, треба було не тільки забезпечити металургійне виробництво якісним коксом, але й створити умови, сприятливі для технічного переозброєння заводу.

Перш за все потрібно було забезпечити продовження ефективної експлуатації найбільш зношеної батареї № I. Основні труднощі виникли із вузлом евакуації прямого коксового газу. Це вимагало проведення комплексу досліджень по вивченню хімічного потенціалу вугілля, яке входить до складу шихти, режимів її завантаження і коксування. Було встановлено, що підвищена частка газового вугілля, для якого характерний найбільш високий вихід кам'яновугільної смоли, в сполученні з великою висотою та підвищеною температурою підсводового простору камер коксування значно збільшує долю твердої фази у кам'яновугільній смолі, внаслідок чого погіршуються умови її транспортування в газозбірниках та трубопроводах. Дослідження показали, що для коксових печей з великим строком експлуатації доля газового вугілля у шихті не повинна перевищувати 32%, а температура підсводового простору повинна бути 750-790°C, при обертах печей не менш як 16 годин.

Впровадження цих рекомендацій дозволило продовжити ефективну експлуатацію батареї № I до пуску батареї I-біс.

Для визначення раціонального режиму виробництва коксу була розроблена спеціальна методика проведення дослідно-промислових

випробувань, з використанням якої можна вивчити особливості прогрівання вугільної засипки по висоті та довжині дослідної камери коксування та якість одержаного коксу. Результати експериментів наведені в табл. I. Із них витікає, що для коксових печей з висотою 4,3 м та строком експлуатації понад 40 років середня кінцева температура коксування за 15 хвилин до розвантаження коксу повинна бути на 20-25°C нижча від максимально припустимої ПТЕ, тобто не більше 1080°C.

металургійного

Таблиця I

Залежність якості коксу від середньозваженої кінцевої температури коксування / для батарей з висотою камери 4,3м/

№ печей	Середня температура по трьом завантажувальним отворах, °C	Показники якості коксу з дослідних печей					
		Вміст, %			Механічна міцність, %		
		80мм	!	25мм	M25	!	M10
214	1125	6,9		3,7	86,4		7,1
249	1056	6,6		4,0	86,7		7,0
238	1060	6,5		4,0	86,9		6,9
344	1089	2,9		3,6	86,1		6,4
432	1158	3,1		4,5	86,8		6,9
556	1111	2,9		2,3	88,1		7,0
656	1066	9,4		1,6	88,5		6,6
655	1056	12,4		2,0	88,6		6,5
708	1088	10,3		1,9	87,4		6,8
837	1102	12,7		2,4	87,2		7,0
833	1119	12,3		2,0	87,3		7,0
855	1062	13,1		2,3	87,9		6,7

У результаті проведення лабораторних, напів- та дослідно-промислових випробувань в умовах діючого коксохімічного заводу із планових вугільних ресурсів були розроблені склади шихт, диференційовані в залежності від геометричних розмірів та строку експлуатації коксових батарей, що в поєднанні з раціональним режимом коксування забезпечило стабільну роботу всього заводу по виробництву

кондиційного металургійного коксу.

Вперше встановлено, що для печей з висотою камер коксування 7м, при незмінному складі вугільної шихти та однаковій готовності коксу  $\sqrt{V_{daf}} = 0,9-1,1\%$ , забезпечених потрібним корегуванням температурного режиму в обогрівальній системі, тривалість оборту печей  $/\tau/$  на 87-98% визначає коливання таких властивостей металургійного коксу, як опір подрібнюючим зусиллям  $/M25/$ , вміст класу крупності більше 80мм та середній розмір кусків коксу  $/d_{сер}/$ .

Регресивні рівняння залежності цих показників від оборту печей  $/\tau/$  мають такий вигляд:

$$M25 = 75,0 + 1,16\tau - 0,0246\tau^2; \quad Z = 0,93 \quad /1/$$

$$M_{ст.кл.80мм} = 30,00 - 2,98\tau + 0,0984\tau^2; \quad Z = 0,099 \quad /2/$$

$$d_{сер} = 55,3 + \tau; \quad Z = 0,97 \quad /3/$$

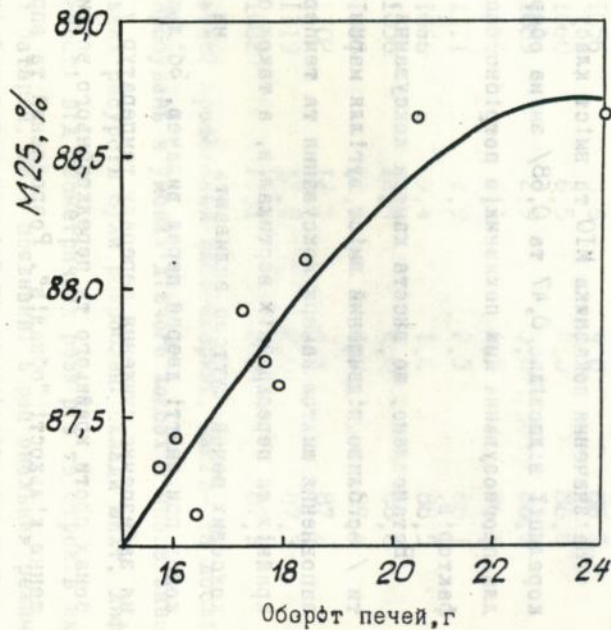
де  $Z$  - коефіцієнт кореляції.

Отримані з допомогою цих рівнянь розрахункові значення показників адекватні здобутим експериментальним даним /мал. 1 та 2/.

На значення показника МІО та вміст класу 25мм /коефіцієнти кореляції відповідно 0,47 та 0,68/ зміна оборту мало впливає, тому для прогнозування цих показників потрібно вести облік додаткових факторів.

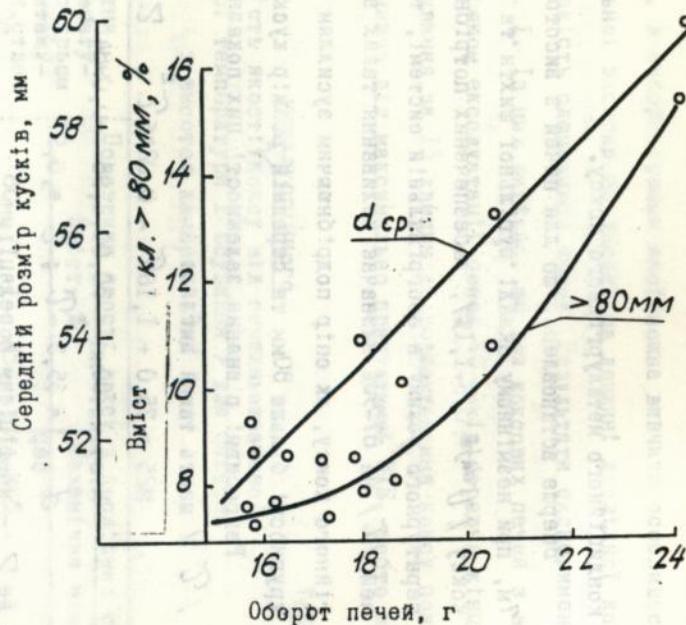
Встановлено, що висота камери коксування, склад вугільної шихти / особливо підвищений вміст вугілля марки Ж/, рівномірність заповнення шихтою камери коксування та температурний режим у зоні крайніх та передкрайніх вертикалів, а також стан футеровки дверей коксових печей суттєво впливають на інтенсивність обвалів коксу при знятті дверей перед видачею. Збільшення періоду коксування забезпечує зниження перепаду температур у вугільній засипці в зонах проти крайнього та передкрайнього вертикалів та сприяє зменшенню кількості "обвалів". Розроблений та впроваджений раціональний режим обігрівання крайніх та передкрайніх вертикалів дозволив зменшити кількість "обвалів" і поліпшити умови праці виробничого

Залежність опіру подрібнюючим зусиллям  
коксу по M25 від оберту печей.



Мал. 1

Залежність середнього розміру кусків коксу  
та вмісту класу +80мм від оберту печей



Мал. 2

персоналу / табл. 2/.

### ДОСЛІДЖЕННЯ КРИТЕРІЇВ ВИБОРУ СЕРІЙНОСТІ ЗАВАНТАЖЕННЯ-РОЗВАНТАЖЕННЯ ВЕЛИКОСМКИХ КОКСОВИХ ПЕЧЕЙ

Вивчено вплив серійності завантаження-розвантаження на тепловий та гідравлічний режими, а також умови експлуатації коксових печей.

Встановлено, що при серійності 2-1 та 4-2 зміна температури гріючих стін камер коксування, суміжних з піччю, що завантажується, малоінтенсивна /15-20°C/ та короткочасна /2-3хв./ Обробка експериментальних даних методами математичної статистики показала, що зміна температури в контрольних вертикалах обігрівальних простінків, суміжних з камерою, що завантажується, мало відрізняється від температури в подібних вертикалах інших простінків. Режим роботи розділених газозбірників практично не залежить від серійності /коливання тиску по довжині газозбірника та між сторонами батареї дорівнює 10-30 Па/. При роботі батареї на серійності 4-2 середній час знаходження печей незаповненими /від початку видачі коксу до розвантаження вугільної шихти із середнього бункера завантажувального вагона/ у порівнянні із серійністю 2-1 зменшується в середньому у 1,7 раза. Таким чином серійності 4-2 та 2-1, які зараз використовуються, забезпечують для великосмких коксових печей раціональні температурний та гідравлічний режим роботи; однак серійність 4-2 більш сприятлива з точки зору поліпшення умов праці на вершні коксових печей та збереження кладки коксових печей. Ця серійність була введена за рекомендацією автора на коксовій батареї 1-б/с, що сприяло її успішному запуску та експлуатації.

Довговічність кладки печей значною мірою залежить від значення тиску розпору вугільної шихти під час коксування. До теперішнього часу у світовій практиці немає датчиків, що дозволяють у промислових умовах визначити фактичне значення цього показника та динаміку його зміни. Між тим ці дані необхідні для прогнозних розрахунків під час проектування коксових печей. Це зумовило потребу у розробці спеціального датчика, принцип дії якого заснований на незворотній пластичній деформації чутливого елемента під дією одновісного стискуючого навантаження. Розроблений високотемпе-

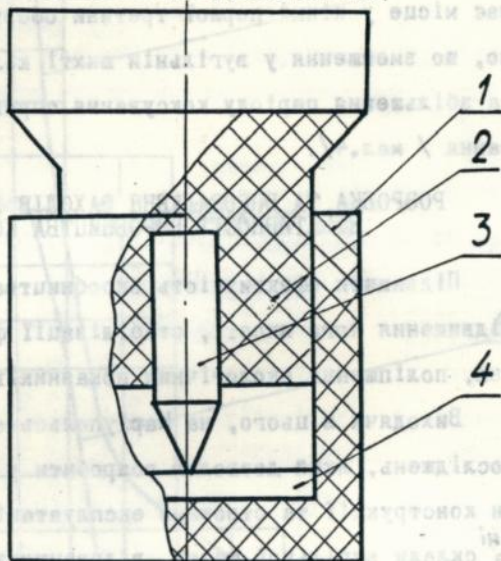
Таблиця 2

Залежність кількості "обвалів" від режиму  
роботи коксових печей

Показник	Одиниця вимірю- вання	Чисельні значення по етапам		
		I	II	III
Склад вугільної шихти	%			
Донецькі вугілля	Г	27	27	25
	ГЖ	13	13	12
	Ж	31	28	28
	К	14	14	11
	ОС	15	12	14
Вугілля східних басейнів				
	К+ОС	-	6	10
Пластометричний показник, у	мм	16	16	15
Кількість видач печей	од.	2748	1600	1710
Кількість печей з "обва- лами"	од.			
	М.С.	925	420	255
	К.С.	514	155	107
Частота "обвалів"	%			
	МС	33,7	26,5	14,9
	КС	18,7	9,7	6,3
Період коксування	годин	17,51	17,84	19,85
Температура у контроль- них вертикалах	°С			
	МС	1277	1272	1230
	КС	1328	1322	1280
Температура у крайніх вертикалах	°С			
	МС	1118	1112	1104
	КС	1149	1145	1133
Показники якості коксу	%			
	М25	87,9	87,9	87,7
	М10	6,9	6,8	6,9
	+80	7,3	6,5	8,6

ратурний датчик / мал. 3/ складається з корундової склянки /1/, у яку входить корундовий плунжер /2/, що має циліндричний отвір для розміщення сталевго інден-тора /3/. Кінчик інден-тора опирається на підкладку /4/, виготовлену із монокристала корунда. На боковій поверхні плунжера є щілина для встановлення терморпары.

Високотемпературний датчик



Мал. 3

Датчик був випробуваний на лабораторній установці в широкому діапазоні значень температури та тиску. Математична обробка одержаних результатів дозволила одержати рівняння для розрахунку тиску розпирання /Р/ у промислових умовах по діаметру відбитка на інден-торі:

$$P = \frac{5 \pi A D^2}{4 \exp[\alpha(t+273)]};$$

де D - діаметр відбитку

A - умовна міцність при T = 0°K;

$\alpha$  - термічний коефіцієнт міцності.

Датчик встановлювали за допомогою спеціального пристрою у коксову піч з машинної сторони.

Дослідно-промислові дослідження, проведені на батареї I-біс, показали, що найбільше значення внутрішнього тиску на один-два порядки перевищує значення, яке використовується у розрахунках міцності при проектуванні коксових батарей. Найбільше значення має місце у кінці першої третини оберту коксування. Було показано, що зменшення у вугільній шихті кількості вугілля марки Ж, та збільшення періоду коксування сприяє зменшенню тиску розпирання / мал.4/.

#### РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ ПО ПІДВИЩЕННЮ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА КОКСУ

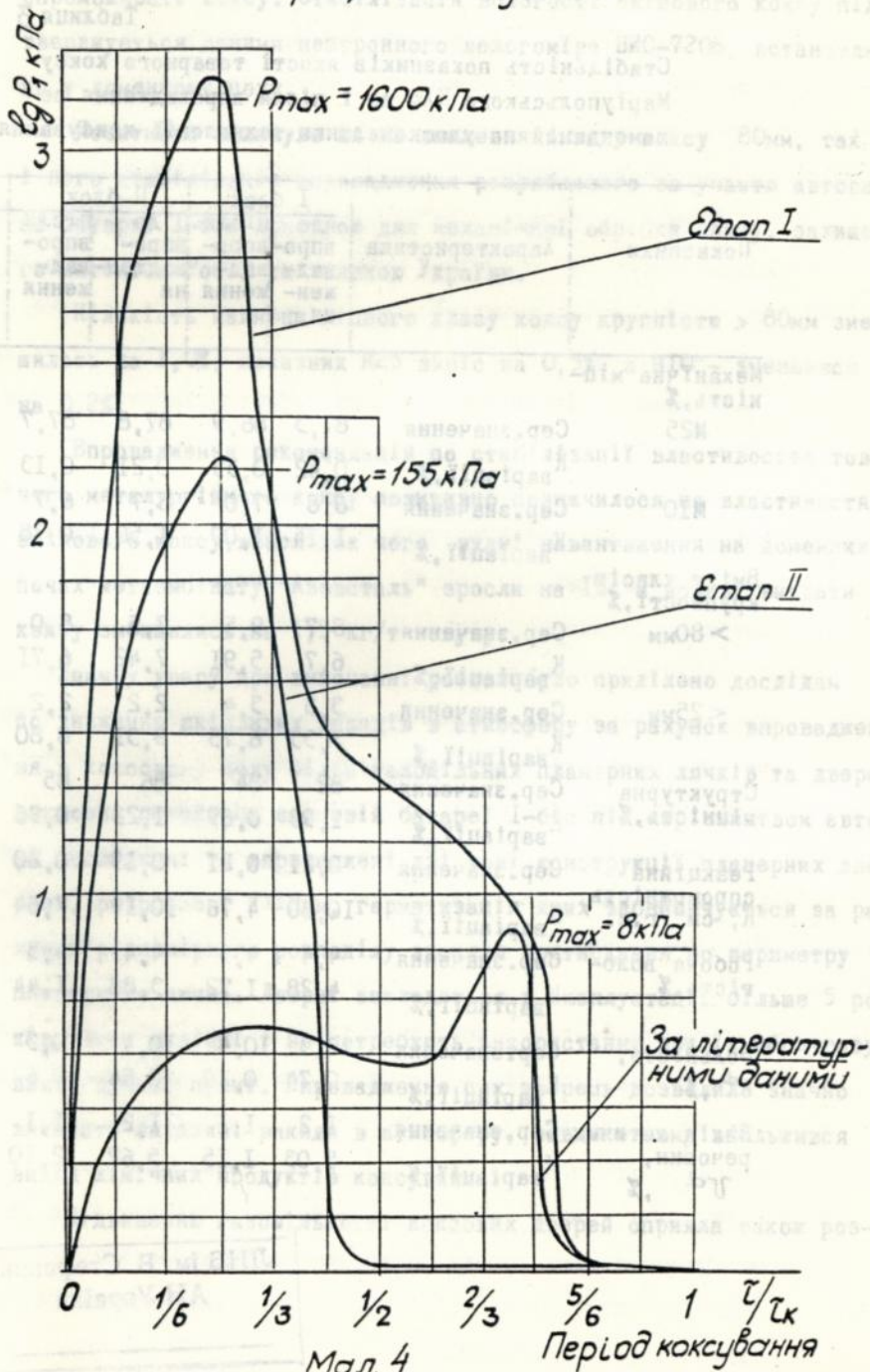
Підвищити ефективність виробництва коксу можна за рахунок підвищення його якості, стабілізації фізико-механічних властивостей, поліпшення екологічних показників і умов праці.

Виходячи з цього, на Маріупольському КХЗ виконаний комплекс досліджень, який дозволив розробити у відповідності з особливостями конструкції та строками експлуатації коксової батареї диференціальні склади вугільної шихти, відпрацювати режими її завантаження і коксування, а також технологію мокрого гасіння коксу. Ефективність від впровадження результатів цих досліджень оцінювали як по абсолютному рівню та стабільності показників, які характеризують товарний та скіповий кокси, так і по роботі доменних печей меткомбінату "Азовсталь".

Одержані результати / табл.3 / говорять про те, що, незважаючи на погіршення вугільної сировинної бази, абсолютні показники механічної міцності для усіх коксових батарей залишалися на досить високому рівні.

При цьому суттєво зменшились коливання як цих показників,

# Динаміка зміну тиску розпору засипу в процесі коксування



Таблиця 3

Стабільність показників якості товарного коксу  
Маріупольського КХЗ до і після впровадження ре-  
комендацій по удосконаленню технології коксування

Показники	Характеристика	I блок		II блок		III блок	
		до після впро-впро- вад-вад- жен-жен- ня	до після впро-впро- вад-вад- жен-жен- ня	до після впро-впро- вад-вад- жен-жен- ня	до після впро-впро- вад-вад- жен-жен- ня	до після впро-впро- вад-вад- жен-жен- ня	до після впро-впро- вад-вад- жен-жен- ня
Механічна міц- ність, %	M25 Сер. значення	87,3	86,9	87,8	87,7	87,8	87,8
	K варіації, %	0,42	0,33	0,21	0,13	0,62	0,39
M10	Сер. значення	6,8	7,0	6,7	6,7	6,9	6,9
	K варіації, %	1,14	1,09	1,56	0,78	1,33	0,83
Вміст класів крупності, %	>80мм Сер. значення	8,7	9,5	7,5	8,0	9,2	8,9
	K варіації, %	6,7	5,91	7,42	6,71	6,05	5,89
<25мм	Сер. значення	3,3	3,4	2,2	2,2	3,4	3,3
	K варіації, %	7,33	6,75	9,31	8,80	6,94	6,02
Структурна міцність, %	Сер. значення	82	84	86	85	85	85
	K варіації, %	1,93	0,69	1,23	0,96	1,73	0,92
Реакційна спроможність, K, см /г.с.	Сер. значення	0,21	0,21	0,19	0,20	0,23	0,23
	K варіації, %	10,60	4,76	10,19	7,64	9,85	5,93
Робоча воло- гість, %	Сер. значення	4,4	4,5	4,4	4,5	4,6	4,5
	K варіації, %	4,28	1,72	3,88	1,44	2,75	1,45
Зольність, A <sup>d</sup> , %	Сер. значення	10,3	10,4	10,4	10,3	10,4	10,4
	K варіації, %	0,74	0,29	0,64	0,62	1,49	1,19
Вихід летючих речовин, γ <sub>d</sub> , %	Сер. значення	1,2	1,1	1,2	1,1	1,1	1,1
	K варіації, %	5,03	1,15	5,62	2,10	8,13	5,62

так і показників структурної міцності та реакційної спроможності коксу. Стабілізація вологості скіпового коксу підтверджується даними нейтронного вологоміра ВИС-7206, встановленого у доменному цеху.

Позитивно вплинуло як на зниження виходу коксу 80мм, так і його стабілізацію впровадження розробленого за участю автора на батареї І-біс пристрою для механічної обробки коксу, захищеного патентом Росії та заявкою України.

Кількість найменш міцного класу коксу крупністю > 80мм зменшилась на 1,0%, показник M25 виріс на 0,5%, а M10 - зменшився на 0,2%.

Впровадження рекомендацій по стабілізації властивостей товарного металургійного коксу позитивно позначилося на властивостях скіпового коксу, внаслідок чого рудні навантаження на доменних печах меткомбінату "Азовсталь" зросли на 1%, а долеві витрати коксу зменшились на 1,5 кг/т чавуну.

Значну увагу при виконанні роботи було приділено дослідям по зниженню шкідливих викидів в атмосферу за рахунок впровадження в коксовому цеху більш газощільних планерних лючків та дверей коксових печей. На коксовій батареї І-біс під керівництвом автора досліджені та впроваджені дві нові конструкції планерних дверець, розроблені УАІНом, герметизація яких забезпечується за рахунок рівномірного розподілу зусилля притискання по периметру планерного лючка. Дверці знаходяться в експлуатації більше 5 років, вони надійні і не потребують використання при їх обслуговуванні ручної праці. Впровадження цих дверець дозволило значно зменшити шкідливі викиди в атмосферу, завдяки чому збільшився вихід хімічних продуктів коксування.

Підвищенню газощільності коксових дверей сприяла також роз-

робка як:сно нової конструкції блочної футеровки із вогнетривкого бетону та засобу її кріплення /подана заявка № ІЗ450І902 на патент України/. Розроблені конструкції трьох типорозмірів блоків можуть бути використані для футеровки коксових дверей різної висоти. При цьому змінюється лише їх кількість. Промислові випробування дверей з блочною футеровкою на коксових батареях № 5-8 показали, що найменший строк їх ефективної експлуатації складає два роки, що значно перевершує аналогічний показник для шамотної футеровки. При цьому ряд дверей знаходиться в експлуатації більше шести років, вони мають гарний технічний стан і продовжують використовуватися. Для дослідних дверей властива також менша ступінь утворення вуглеграфітових відкладень. Одержані при випробуванні коксових дверей з блочною футеровкою позитивні результати дозволили почати їх впровадження на коксовій батареї № І-6'с. На цій батареї більше двох років експлуатуються дев'ять коксових дверей з блочною футеровкою.

Їх застосування сприяє зниженню кількості "обвалів" коксу перед розвантаженням. Планується розширити обсяг впровадження, для чого на Христовор'вському заводі вогнетривких блоків і бетонів виготовлено 100 т блоків.

Впровадження комплексу рекомендацій, розроблених дисертантом, дозволило одержати загальний економічний ефект більш як 300 млн.крб / у цінах 1993 р./

#### В И С Н О В К И

У результаті проведення лабораторних, напів- та дослідно-промислових випробувань в умовах Маріупольського коксохімічного заводу з наявних вугільних ресурсів були розроблені диференційовані склади шихт та режими коксування в залежності від геометричних розмірів та строків експлуатації коксових батарей, що дозволило забезпечити стабільну роботу всього заводу з отриманням кондиційного металургійного коксу та створити умови для проведення технічного переозброєння підприємства.

Встановлено, що при збільшенні у шихті кількості газового вугілля та підвищенні температур у підсводовому просторі у печах з великим /більше 40 років/ строком експлуатації різко зростає густина кам'яновугільної смоли та вміст у ній речовин, які не розчиняються в толуолі, що ускладнює експлуатацію батарей, тому кількість газового вугілля у шихті для таких батарей не повинна перевищувати 32% при температурі у підсводовому просторі 750-790°C та оберті 16 годин.

Вивчені особливості розподілу температур під час коксування у печах з різними корисним об'ємом і строками експлуатації в широкому діапазоні коливань періоду коксування. Встановлено, що для коксових печей з висотою 4,3м та строком експлуатації більш 40 років середньозважена температура коксу за 15 хвилин до видачі повинна бути на 20°C нижча, ніж максимально припустима ПТЕ. Для печей з висотою камери коксування 7м і малим строком експлуатації /менш 10 років/ визначені співвідношення між періодом коксування та температурами у контрольних опалювальних каналах по боках батареї, що забезпечує одержання коксу постійно високого ступеню готовності у широкому діапазоні періодів коксування.

Вперше винайдена експериментальна залежність, яка дозволяє прогнозувати такі показники якості металургійного коксу, як М<sub>25</sub>, кількість класу більше 80мм, та середній діаметр кусків коксу в залежності від оберту коксових печей з висотою камери коксування 7м.

Вивчений вплив складу вугільної шихти та режиму опалення крайніх та передкрайніх вертикалів на частоту "обвалів" коксу перед видачею в коксових печах висотою 7м. Встановлено, що зниження вмісту жирного вугілля з 31 до 28% з одночасним збільшенням на 3% вмісту в шихті коксового вугілля та зтошеного вугілля у поєднанні з більш повним ступенем завантаження та зменшенням температур-

ного перепаду між зонами коксуемого засипу навпроти крайнього та передкрайнього вертикалів на  $20^{\circ}\text{C}$  / з ІІО до  $90^{\circ}\text{C}$  / дозволяє більш, ніж вдвічі знизити частоту "обвалів".

Вивчено вплив серійності завантаження-розвантаження на тепловий режим печей та гідравлічний режим газозбірників, а також на умови експлуатації коксових печей. Встановлено серійності 4-2 та 2-І, які застосовуються в теперішній час для великоємких коксових печей, забезпечують раціональні режими коксування, однак серійність 4-2, що рекомендована автором для батареї І-біс, більш приваблива з точки зору умов праці на верху батареї та довговічності кладки печей.

Впровадження диференційованих складів вугільних шихт у сполученні з раціональними режимами завантаження печей коксування та охолодження коксу, а також встановлення пристрою для додріблення великих / 80мм/ класів коксу в потоці дозволило, незважаючи на значні коливання властивостей вугільної шихти, зберегти незмінним абсолютний рівень головних показників якості коксу і при цьому підвищити їх стабільність за коефіцієнтом варіації в середньому на 0,3-0,5%, що сприяло поліпшенню роботи доменних печей меткомбінату "Азовсталь": рудні навантаження збільшились на 1%, часткові витрати коксу зменшились на 1,5 кг/т чавуну.

Розроблені конструкція датчика та методика вимірювання внутрішнього тиску шихти у промислових коксових печах. Дослідно-промислові випробування, виконані на батареї І-біс Маріупольського КХЗ з камерами коксування місткістю  $41,3\text{ м}^3$  показали, що найбільша величина внутрішнього тиску на І-2 порядку перевищує значення, що використовується у міцністних розрахунках при проектуванні коксових батарей. Найбільше значення внутрішнього тиску досягається у кінці першої третини коксування. З точки зору некомпенсованого тиску на простінок можна рекомендувати наступний ряд серійностей завантаження-розвантаження, побудований у порядку зростання максимального значення цього тиску: 3-2, 4-2, 2-І, 5-2, 9-2. Зниження у вугіль-

ній шихті кількості вугілля марки Ж і збільшення періоду коксування сприяє зменшенню тиску розпирання.

Впровадження нових конструкцій дверей планерних лючків та блочної футеровки дверей коксових печей із вогнетривкого бетону дозволило поліпшити умови праці, зменшити втрати кам'яновугільної смоли та сирого бензолу.

Впровадження рекомендацій, розроблених автором дисертації на Маркохімі, дозволило отримати економічний ефект більш як 300 млн. крб. /у цінах 1993 р./.

Основний зміст дисертації викладений у таких роботах:

1. Пудак А.И., Бабанский М.И., Бондарчук П.Н., Дубовик А.Н.  
О состоянии печного фонда коксового цеха и условия его эксплуатации. // Кокс и химия. 1985. № 9. С. 16-20.
2. Пудак А.И., Бабанский М.И., Бондарчук П.Н. и др. О постоянстве влажности кокса // Кокс и химия. 1989. № II. С. 51-54.
3. Пудак А.И., Литвинов О.Н., Бабанский М.И., Бондарчук П.Н. и др. О стабилизации физико-химических свойств металлургического кокса. // Кокс и химия. 1990. № 8. С. 42-45.
4. Обертенев В.Н., Бондарчук П.Н., Крутько И.Г. и др. Улучшение условий эксплуатации коксовых батарей с большим сроком службы // Кокс и химия. 1991. № I. С. 14-16.
5. Шептовицкий М.С., Лобов А.А., Шульга И.В., Олизаренко В.Г., Вольфовский А.Г., Литвинов О.Н., Бабанский М.И., Бондарчук П.Н. и др. Исследование блочной футеровки дверей коксовых печей. // Кокс и химия. 1991. № 8. С. 7-9.

6. Пудак А.И., Литвинов О.Н., Олейников В.В., Бондарчук П.Н. и др. Освоение технологии коксования на коксовой батарее I-бис Мариупольского КХЗ //Кокс и химия.1991. № 9. С. 15-19.
7. Шептовицкий М.С., Вольфовский А.Г., Шульга И.В., Бондарчук П.Н. и др. Теплотехнический режим крайних и массовых отопительных каналов бат. I-бис Мариупольского КХЗ.// Кокс и химия. 1992. № 6. С.9-22.
8. Шептовицкий М.С., Вольфовский А.Г., Шульга И.В., Вольфовский Г.М., Бондарчук П.Н. Исследование критериев выбора оптимальной серийности загрузки-выдачи коксовых печей большого объема. 2. Изучение теплового и гидравлического режимов работы на различной серийности.// Кокс и химия. 1992. № 10. С.14-17.
9. Шептовицкий М.С., Лобов А.А., Шульга И.В., Вольфовский А.Г., Гостев Ю.А., Бондарчук П.Н. и др. Развитие конструкции и внедрение газоплотных планирных лючков коксовых печей.// Кокс и химия. 1993. № 1. С.42-45.
10. Шептовицкий М.С., Вольфовский А.Г., Шульга И.В., Бондарчук П.Н. и др. Исследование критериев выбора оптимальной серийности загрузки-выдачи коксовых печей большого объема. 3. К вопросу определения давления расpirания в промышленных коксовых печах.// Кокс и химия. 1995. № 9. С.14-19
11. Патент России № 2016045. Устройство для механической обработки кокса. /Шульга И.В., Шептовицкий М.С., Вольфовский А.Г., Торьяник Э.И., Раввич М.М., Гостев Ю.А., Бондарчук П.Н., Богуненко А.Ф., Олейников В.В., Телешев Ю.В.// Открытия, изобретения. 1994. № 13.

Бондарчук П.Н. Исследование, разработка и внедрение технологии производства кокса в печах различной конструкции и сроков эксплуатации.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.07 - Химия и технология переработки горючих ископаемых и углеродистых материалов. Украинский государственный научно-исследовательский углехимический институт. Харьков, 1995г. Рукопись.

Теоретически обоснованы, испытаны и внедрены в промышленную практику Мариупольского коксохимического завода основные принципы технологии производства кокса в коксовых печах различной конструкции и сроков эксплуатации. Проведены исследования критериев выбора оптимальной серийности загрузки-выдачи коксовых печей большого объема.

Разработан и апробирован в промышленных условиях высокотемпературный датчик для определения давления расpiration в камере коксования.

Разработаны и внедрены мероприятия по повышению эффективности производства кокса, что способствовало улучшению работы доменных печей и экологической обстановки в коксовом цехе.


КЛЮЧОВІ СЛОВА: вугільна тижта, кокс, режим коксування, комора печі, серійність завантаження-розвантаження, внутрішній тиск, розподіл тепла.

P.N.Bondarchuk

Research, development and introduction of technology for coke production in coke ovens of different design and service life.

Dissertation for scientific degree of Candidate of Sciences (Engineering) on speciality 05.17.07 - Chemistry and processing technology of solid combustible fossils and carbon materials. The Ukrainian State Research Institute for Carbochemistry. Kharkov, 1995. Manuscript.

Main principles of technology for coke production in coke ovens of various designs and age have been theoretically substantiated, tested and introduced into the industrial practice at the Mariupol Coking plant. Criteria for the selection of optimal charging-and-pushing cycle have been investigated on large capacity coke ovens. A high-temperature sensor has been developed and tested under commercial conditions to determine coking pressure in a coking chamber. Work has been done and implemented to raise the efficiency of coke production that helped to improve the operation of blast furnaces and environmental conditions in the cokemaking division.



Відповідальний за випуск  
кандидат технічних наук  
ст.науковий співробітник



I.V.Шульга



AB 33.964

AB 33.964

453500

AB 33.965

**AB 33.965**