

УДК 622.7

О.Ф. ЛЯШЕНКО, канд. екон. наук, М.О. ПЕРОВ, І.Ю. НОВИЦЬКИЙ (Інститут загальної енергетики НАН України, Київ)

## СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВУГЛЕЗБАГАЧЕННЯ В УКРАЇНІ

Проаналізовано стан, визначено тенденції та перспективи розвитку вуглезбагачення в Україні на основі співставлення низки кількісно-якісних показників за період 1990-2005 рр.

Питання формування якості вугільної продукції на всіх етапах її виробництва є одним з головних економічних чинників, оскільки споживча цінність вугілля (відповідно і його ціна) для будь-якого напрямку використання визначається, насамперед, теплотворною спроможністю, яка залежить від вмісту в ньому органічної маси.

Основним виробничим процесом підвищення якісних властивостей вугільної продукції та приведення їх у відповідність з вимогами споживачів є вуглезбагачення. Зокрема, коксохімічне виробництво потребує зниження зольності вугільного концентрату і вмісту сірки, підтримки оптимального марочного складу коксової шихти з підвищенням частки пісного спікливого вугілля, запаси якого в Україні обмежені. Виробництво електричної та теплової енергії потребує зниження вологості до певних рівнів (оскільки вугілля з підвищеним вмістом вологості зменшує ефективність віддачі тепла при спалюванні в котлах) та зольності (відхилення зольності від проектних значень ускладнює процес горіння вугілля і потребує більших витрат топкового мазуту або природного газу для "підсвічування"). Крім того, зниження зольності вугілля лише на 1% за середньої довжини маршруту 50 км дозволяє економити до 40 млн. т-км залізничних перевезень на рік [1] і, відповідно, заощадити на транспортних витратах.

Нормативні показники якості вугілля, придатного для різних напрямів споживання (технологічного, енергетичного, на транспорті) було визначено по окремих вугільних басейнах колишньої УРСР 32-ма державними стандартами: по Донецькому басейну – 19, Дніпровському – 6, Львівсько-Волинському – 7 [2]. На початку 90-х років минулого століття в Україні у зв'язку з переходом економіки на ринкові умови господарювання і проведення гармонізації нормативної бази до європейських стандартів було скасовано дію державних стандартів СРСР щодо якості вугільної продукції. На сьогодні для енергетичного вугілля головним керівним нормативним документом є ДСТУ 4083-2002, яким встановлено

технічні вимоги до якості кам'яного вугілля, антрациту та продуктів їх переробки, що постачаються для пиловидного спалювання на теплові електростанції. Нормативні документи для коксівного та інших напрямів споживання енергетичного вугілля наразі тільки розробляються, тому споживачі вугільної продукції поки що спираються на колишню нормативну базу або користуються регламентами технічних умов (близько 130 одиниць).

Порівняльну характеристику основних якісних показників вугільної продукції, яка виробляється в останні роки, з нормативною базою 1990 року для різних видів споживання наведено в табл. 1.

Таблиця 1.

Вугільна продукція	Зольність А, %		Волога, W, %		Сірка, S, %	
	норма, не більше	+/- до норми	норма, не більше	+/- до норми	норма, не більше	+/-
Для коксування						
Концентрат	8,8	-0,7	12	-2,0	3,5	-1,1
На збагачувальні фабрики КХЗ						
Рядове вугілля	35,0	+2,0	12	-6,0	4,5	-2,0
Для енергетики						
Концентрат	25,0	-5,0	14,0	-5,6	1,0	+1,5
Рядове вугілля	31,0	+2,0	16,0	-9,4	1,0	+1,6
Для комунально-побутових потреб						
Концентрат	16,0	+4,0	12,0	-3,6	0,8	+1,7
Рядове вугілля	20,0	+13,0	14,0	-0,3	0,8	+1,8
На сировинні потреби						
Концентрат	8,0	+0,2	7,0	+0,6	2,5	-0,7

Наведені вище обставини та специфічні геологічні умови природних запасів вугілля (висока ступінь мінералізації, складність побудови та мала потужність пластів підвищеної зольності, сконцентрованість вугілля майже всіх генетичних типів і стадій вуглефікації) унеможлиблює використання вугільної продукції без попереднього збагачення.

Аналіз стану збагачувальних фабрик проведено на основі фактичних показників роботи ву-

гільної галузі за період з 1990 року, що дозволило виявити і оцінити деякі тенденції, які спостерігалися за цей час.

Обсяг видобутку кам'яного вугілля в Україні у 1990 році становив 155,5 млн. т із поступовим зменшенням видобутку до 71,7 млн. т у 1996 році, або на 53,9% за шість років. Починаючи з 1997 року, спостерігалось поступове підвищення обсягів видобутку з подальшою стабілізацією на рівні близько 80 млн. т на рік при зменшенні кількості шахт, що експлуатуються, з 292-х одиниць у 1990 р. до 146-и у 2006 р.

За цільовим призначенням кам'яне вугілля України представлено у видобутку вугіллям для коксування та для потреб енергетики (в т. ч. антрацити). Видобуток вугілля для коксування скоротився за період 1990-2006 рр. на 55,6%, а вугілля для енергетики – на 48,4% (табл. 2).

Таблиця 2.

Показники	Один. виміру	Рік				
		1990	2003	2004	2005	2006
Видобуток вугілля	млн. т	164,8	79,3	80,1	78,0	80,2
Видобуток енергетичного вугілля	млн. т	97,0	41,8	42,9	45,2	50,1
Видобуток коксівного вугілля	млн. т	67,8	37,5	37,2	32,8	30,1
Рядове вугілля, що відправлене споживачам без збагачення	млн. т	32,0	22,8	19,8	22,7	24,3
Загальний обсяг переробки	млн. т	131,9	47,2	53,5	50,7	50,6
Частка вугілля, що охоплене переробкою	%	80,0	59,5	66,7	65,0	63,1

Одночасно зі скороченням обсягів видобутку зменшилися і обсяги переробки та зросла частка рядового вугілля, відвантаженого споживачам без збагачення (39,6% у 2006 році проти 20,5% у 1990 році) за істотного погіршення його якості.

Характерною ознакою цього періоду є зростання засміченості вугілля, що надходило на збагачувальні фабрики: зольність за цей період зросла на 8,5%, а зольність відвантаженого (товарного) вугілля на 6,1% (табл. 3). З метою втримання зольності продуктів збагачення на "стабільному" рівні переробні підприємства зменшували зольність проти вихідної: у 1990 р. – на 14,4%, а в 2003 р. – на 24,2%. Водночас загальний вихід концентрату скоротився на 6,4% і на 3,9% зросла його зольність.

Таблиця 3.

Показники	Одиниці виміру	Рік		
		1990	2003	2006
Зольність видобутого вугілля	%	30,2	38,1	38,0
Зольність продуктів збагачення	%	15,8	17,1	17,4
Зниження зольності при збагаченні	%	14,4	21,0	20,6
Зольність відвантаженого вугілля	%	17,8	24,2	25,6
Концентрат:				
обсяг	млн. т	81,6	26,2	27,5
вихід	%	61,8	55,4	54,3
зольність	%	12,3	15,7	13,5
Промпродукт:				
обсяг	млн. т	5,4	0,3	0,28
вихід	%	4,1	0,6	0,55
зольність	%	38,2	37,1	39,0
Відсів:				
обсяг	млн. т	10,3	3,7	3,5
вихід	%	7,8	7,9	6,9
зольність	%	28,9	23,8	24,0
Шлам:				
обсяг	млн. т	1,01	0,25	0,2
вихід	%	0,8	0,5	0,4
зольність	%	37,9	39,8	40,3

Мав тенденцію до скорочення і вихід промпродукту, зольність якого стабілізувалась на рівні 38%. Вихід товарного відсіву залишився на попередньому рівні, проте на 5,1% скоротилася його зольність. На фабриках з неповним циклом збагачення був суттєво зменшений (в 1,6 разу проти 1990 року) вихід високозольного енергетичного шламу.

Підвищення зольності концентрату з 12,3% до 15,7% зумовлено насамперед залученням до товарного концентрату більшої кількості енергетичного вугілля та дрібних сортів антрацитів із вищою граничною зольністю порівняно із зольністю концентратів для коксування. До росту загальної зольності продуктів збагачення в цілому з 15,8% до 17,4% також призвів достатньо великий обсяг (3,5 млн. т при зольності 24,0%) виділених у товар незбагачених відсівів.

В Україні історично утворився фонд переробних підприємств для вугілля різного призначення з відповідними проектно-технологічними схемами збагачення. Можна виділити п'ять основних типів технологічних схем збагачення.

*Перший*, найбільш прогресивний тип схем, застосовується для збагачення енергетичного і коксівного вугілля. Схема передбачає збагачення крупного класу вугілля (понад 13 мм) з використанням важкосередовищних сепараторів, відсаджувальних машин (для класу 0,5-13 мм) та флотаційних машин. *Другий* тип схем передбачає збагачення енергетичного вугілля та антрацитів з використанням відсаджувальних машин. *Третій* тип схем передбачає збагачення енергетичного вугілля та антрациту класу 25-100 мм у важкосередовищних сепараторах з подальшою відсадкою класу 6-25 мм. *Четвертий* тип схем передбачає роздільне збагачення крупного та дрібного вугілля у відсаджувальних машинах з подальшою флотацією шламу у флотаційних машинах. Ця схема застосовується здебільшого при збагаченні коксівного вугілля. *П'ятий* тип схем використовується для збагачення антрациту крупністю понад 13 (25) мм у важкосередовищних сепараторах та виділенням незбагаченого відсіву. Окремі фабрики даної групи використовують важкосередовищні циклони.

В загальному вигляді структура технологічних схем фабрик формується з таких технологічних операцій та відповідного обладнання:

- вуглепідготовки та складування вугілля, що надходить на збагачувальну фабрику, з метою приведення вихідного вугілля до стану, придатного для подальшої обробки. До складу основного обладнання входять: дробарки, маневрові пристрої, грохоти, залізовідокремлювачі тощо;

- класифікації (розподілу за крупністю), де відбувається виділення з вихідного вугілля зерен певної крупності. Розподіл здійснюють у спосіб грохотіння, при цьому відбувається розсів вихідного вугілля на механічних ситах різних конструкцій;

- сепарації у важких середовищах, яка базується на розподілі компонентів за щільністю. До основного обладнання належать двопродуктові важкосередовищні сепаратори або важкосередовищні циклони;

- попереднього та кінцевого зневоднення, яке здійснюється за допомогою грохотів та спеціальної апаратури типу фільтруючих та осаджувальних центрифуг, вакуум-фільтрів, фільтр-пресів та багер-зумпфів;

- регенерації магнетитової суспензії з метою стабілізації щільності. Регенерацію провадять в електромагнітних барабанних сепараторах;

- відсадки у спеціальних апаратах (відсаджувальних машинах), дія яких ґрунтується на гравітаційному принципі за рахунок різниці між щільністю вугілля та мінеральних домішок у вихідному вугіллі;

- пінної флотації шламу, що здійснюється у флотаційних машинах різних конструкцій та способів аерації пульпи. До комплексу обладнання входять реагентні живильники, апарати з підготовки пульпи тощо;

- згущування шламу, яке використовують з метою його уловлювання. Для цього застосовуються радіальні згущувачі з осадоушільненням, згущувальні гідроциклони тощо;

- сушіння вугільної продукції – здійснюється з метою доведення вмісту вологи у дрібному вугіллі та флотаційному концентраті до нормативних параметрів. До найбільш поширених на фабриках України належать: барабанні сушарки, труби-сушарки та сушарки з киплячим шаром.

В Україні експлуатується 61 вуглезбагачувальна фабрика з сумарною річною виробничою потужністю 147,8 млн. т (табл. 4). Безпосередньо в системі Мінвуглепрому експлуатується 43 вуглезбагачувальні фабрики сумарною потужністю 92,6 млн. т. Щорічно зростає кількість фабрик, що орендуються різними комерційними структурами, кількість яких вже досягла 16 одиниць [3].

Через нестачу вихідного вугілля фабрики Мінвуглепрому працюють з неповним завантаженням, рівень використання виробничих потужностей становить у середньому 50,3%. Завантаження фабрик є досить нерівномірним. Окремі з них завантажені на середньому (або вище середнього) рівні виробничих потужностей (збагачувальні фабрики "Антрацит", "Краснолиманська", "Колосниківська", "Ровеньківська", "Вахрушевська", "Добропільська"). Фабрики "Торезька", "Партизанська", "Слов'яно-сербська", "Гірська", "Привольнянська", "Маяк", ім. Челюскінців завантажені менше ніж на 10%. Чотири фабрики у складі Мінвуглепрому ("Суходольська", "Сердитянська", "Маяк", "Сніжнянська"), що становлять 10,4% встановленої потужності фабрик Мінвуглепрому, майже зупинено через незадовільний технічний стан і відсутність вихідного вугілля. За останні роки було зупинено фабрики, які входили до складу ДП "Селидіввугілля" та ВАТ "Павлоградвугілля", загальною потужністю понад 10 млн. т.

Таблиця 4.

Найменування	Одиниця виміру	Коксівне вугілля	Енергетичне	Антрацит	Усього
Фонд вуглезбагачувальних фабрик:					
– кількість	од.	23	18	20	61
– загальна потужність	тис. т	64250	41920	41650	147820
Фабрики Мінвуглепрому:					
– кількість	од.	13	11	19	43
– загальна потужність	тис. т	33500	18620	40450	92570
Орендовані фабрики:					
– кількість	од.	8	7	1	16
– загальна потужність	тис. т	22050	23300	1200	46550
Фабрики при КХЗ:					
– кількість	од.	2			2
– загальна потужність	тис. т	8700			8700
За виробничою потужністю:					
– до 1500 тис. т на рік	од.	1	8	12	21
– від 1500 до 3000	од.	16	7	4	27
– від 3000 до 5000	од.	5	1	2	8
– понад 5000	од.	1	2	2	5
За сполученням використаних методів збагачення:					
– відсадка + флотація	од.	14	1	2	17
– важкі середовища + відсадка + флотація	од.	9	2	1	12
– важкі середовища + відсадка	од.	-	4	7	11
– важкі середовища (з відсівом)	од.	-	4	3	7
– відсадка (з відсівом)	од.	-	7	7	14
За завантаженням виробничих потужностей:					
– менше 20%	%	4	3	11	18
– від 20% до 50%	%	1	8	4	13
– від 50% до 80%	%	9	5	2	16
– понад 80%	%	9	2	3	14

Збагачувальні фабрики України побудовані в різні періоди та експлуатуються від 20-и до 70 років (у середньому 45 років). Їхні технологія відображають тенденцію відповідного періоду, але принципові відмінності зводяться лише до специфіки схем переробки сировини в кожному конкретному випадку.

Фабрики, що збагачують коксівне вугілля, забезпечують глибину збагачення до 0 мм та використовують флотацію для збагачення шламу. Вугілля крупних і середніх сортів збагачується на фабриках, які побудовані до 60-х років минулого століття, як правило, у відсаджувальних машинах або сполученні важкосередовищних сепараторів (класи +13 мм) та відсаджувальних машин (класу 0,5-13 мм).

Енергетичне вугілля та антрацити збагачуються на фабриках, побудованих після 60-х ро-

ків, з використанням майже таких самих технологій. Більш "старі" фабрики передбачають виділення незбагаченого сухого відсіву (0-6 мм або 0-13 мм), а для отримання вугілля крупних класів використовують відсадку, важкі середовища або їх сполучення. Такі схеми є найбільш характерними для фабрик, на яких було запроєктовано "жолобні мийки" та згодом (через низьку якість отриманих продуктів і незадовільний рівень продуктивності) переобладнано на більш сучасні прилади (зокрема відсаджувальні машини).

За період роботи з удосконалення технологій збагачення та технічного переоснащення фабрик утворилися такі співвідношення методів збагачення від загального обсягу збагачення: важкі середовища – 19,7% (у т.ч. з використанням циклонів – 0,7%), відсадка – 71,3%, флотація – 9%.

Наявне співвідношення методів збагачення в цілому відповідає світовим тенденціям, з різницею в пониженій частці застосування важкосередовищних циклонів порівняно, наприклад, з Австралією, ПАР або США. Так, в Австралії функціонує близько 60 вуглезбагачувальних підприємств продуктивністю від 100 до 2000 т/год. Основна частина (до 60% усього переробленого вугілля крупністю 0,15-150 мм) збагачується у важких середовищах з використанням сепараторів "Теска" і "Даниелз", циклонів "Warkworth" діаметром 1,15-1,25 м продуктивністю до 300 т/год., що переробляють вугілля класу 1-50 мм. Починаючи з 90-х років в Австралії широко використовуються спіральні сепаратори для збагачення дрібного вугілля крупністю 0,15-1,0 мм. На даний час експлуатується близько 2000 сепараторів загальною продуктивністю 6000 т/год. [4].

До найбільш перспективних напрямів у вуглезбагаченні на найближчий час можна віднести такі методи та технології:

– метод сухого збагачення вугілля – найбільш поширений та апробований в державах ближнього та дальнього зарубіжжя, який у змозі скласти конкуренцію традиційним методам мокрому збагачення дрібних класів вугілля. Технологічні розробки вітчизняних фахівців [5] дозволяють як вирішити проблему переробки видобутого вугілля, так і отримати додаткові обсяги вторинного палива з териконів діючих шахт. За допомогою технологічного обладнання для мініпереробних фабрик, основу якого становлять високоприскорені грохоти та сепаратори,

можливо зменшити зольність гірничої маси в середньому на 17%, що підтверджують результати аналізів проб збагаченого вугілля на шахті "Самарська" [6];

– метод збагачення у важких середовищах дрібних класів вугілля з використанням відцентрової сепарації (відповідне обладнання широко застосовується з 90-х років в Австралії). Конструкторські розробки відповідних типів циклонів здійснено інститутами УкрНДІвуглезбагачення та Діпромашвуглезбагачення [7];

– технологію мокрої гвинтової сепарації [8], яка дозволить скоротити (або виключити зовсім) операцію флотації й отримати в перспективі зольність енергетичного концентрату в межах 20%.

### Висновки

1. Вирішення проблеми підвищення якості вугільної продукції за умов жорстких вимог споживачів повинно здійснюватися в основному шляхом збагачення видобутого вугілля.

2. Наявний фонд вуглезбагачувальних фабрик у змозі забезпечити обсяги переробки, передбачені Енергетичною стратегією України на період до 2030 року та подальшу перспективу.

3. Першочергової реконструкції потребують фабрики, що застосовують технологічні схеми з глибиною збагачення +6 та +13 мм, решта – модернізації з використанням більш прогресивного обладнання, зокрема розробленого інститутами УкрНДІвуглезбагачення і Діпромашвуглезбагачення або імпортного.

1. Курченко И.П., Золотко А.А. Резервы увеличения ресурсов и улучшения качества угля средствами обогащения // Уголь Украины. – 2003. – №8. – С. 45-49.

2. Ляшенко О.Ф., Перов М.О. Нормативна база, сучасний стан і заходи з покращання якості українського вугілля // Проблеми загальної енергетики. – 2004. – №11. – С. 29-32.

3. Курченко И.П., Золотко А.А. Состояние, проблемы и перспективы развития обогащения углей в Украине // Обогащение полезных ископаемых. – 2004. – Вып. 19 (60). – С. 3-13.

4. Молчанов А.Е., Давыдов М.В. Об итогах работы XII международного конгресса по обогащению углей // Уголь. – 1999. – №2. – С. 62-63.

5. ООО "Компания "Уголь-Трейд". Новые технологии в обогащении угля // Уголь. – 2003. – №10. – С. 26-27.

6. Анисимов Н.Т., Голубничий В.Г., Багмут З.В. Отработка технологии для индивидуальных обогатительных установок шахт // Уголь Украины. – 2003. – №3. – С. 40-41.

7. Кирнарский А.С. Перспективные методы обогащения мелких и тонких углей // Обогащение полезных ископаемых. – 1999. – Вып. 3 (44). – С. 35-42.

8. Пилов П.И., Кирнарский А.С., Кочетов В.В. Мокрая винтовая сепарация как средство совершенствования технологии обогащения // Обогащение полезных ископаемых. – 1999. – Вып. 4 (45). – С. 3-7.