

УДК 622.23

М.О. ПЕРОВ, В.М. МАКАРОВ, канд. техн. наук,
І.Ю. НОВИЦЬКИЙ, Інститут загальної енергетики НАН України,
вул. Антоновича, 172, м. Київ, 03150, Україна

НАПРЯМИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ВУГЛЕПЕРЕРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ НА БАЗІ ПРОГРЕСИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЗБАГАЧЕННЯ ВУГІЛЛЯ

Проаналізовано та систематизовано найбільш прогресивні сучасні технології та заходи щодо удосконалення технологій збагачення коксівного та енергетичного вугілля. Визначено напрями та обсяги впровадження прогресивних технологій збагачення вугілля при модернізації вуглепереробної промисловості України. За результатами розрахунків обсягів випуску концентрату і його зольності визначено ефективні технології та оптимальну комплектацію збагачувальних фабрик за умови досягнення ними максимальних обсягів випуску вугільної продукції.

Ключові слова: вуглепереробна промисловість, модернізація, збагачення вугілля, технологія, напрями впровадження.

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 здатністю, 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 спіктивного 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 котлоагрегатах) 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 ткм (тонно-кілометрів) залізничних перевезень на рік [1] і, відповідно, заощадити на транспортних витратах.

Для поліпшення якості товарного палива більшість збагачувальних фабрик потребують вдосконалення технології збагачення, а також технічного переоснащення з впровадженням прогресивних конструкцій збагачувальних апаратів.

© М.О. ПЕРОВ, В.М. МАКАРОВ, І.Ю. НОВИЦЬКИЙ, 2018

Мета статті – визначення напрямів та обсягів впровадження прогресивних технологій збагачення коксівного та енергетичного вугілля при модернізації вуглепереробної промисловості України.

Аналіз даних щодо розвитку сухих методів збагачення в Україні та за кордоном свідчить, що на даний час не виникло принципово нових способів та обладнання для розділення матеріалів. Головною причиною, яка стримує втілення сухих методів збагачення, є відсутність надійного методу розподілу вугільних і породних фракцій та методики розрахунків параметрів сухої сепарації.

Запропонована авторами [1] технологія сухого збагачення вугілля найбільш успішно може застосовуватись за умов, коли міцність вугілля як мінімум на 1,5–2 од (за М.М. Протогдяконовим) нижча за міцність породи. Технологія розрахована на широкий діапазон продуктивності, виключає затрати на подрібнення. Збагаченню цим методом підлягає вугілля крупністю понад 40 мм.

Технологічне обладнання пересувної збагачувальної фабрики [2], розроблене ТОВ «Компанія «Уголь-Трейд», розраховано на переробку як рядового вугілля, так і для отримання продукції з териконів діючих шахт. Аналогічні міні-комплекси (або набір технологічного обладнання для фабрики) використовуються за кордоном: в США – сепаратори «Ейр Фло», в Європі – «Ведаг» і «Гумбольдт». Орієнтована ціна устаткування – 5 млн дол.

Вітчизняне устаткування коштує близько 500 тис. дол., енергозатрати при експлуатації – 400–500 кВт, при цьому зольність гірничої маси знижується на 15–20%. Очікуваний обсяг переробки по рядовому вугіллю – 45 тис. т на місяць.

Інститутом «Дніпрогіпрошахт» вивчаються процеси сухого збагачення з метою підвищення його ефективності та можливістю зниження зольності у рядовому вугіллі на 15–20% [3].

За останній час значної актуальності набула проблема водно-шламового господарства фабрик у зв'язку із зростанням кількості шламів. Збагачувальні фабрики в більшості випадків мають водно-шламові схеми, що не реконструювались внаслідок зміни гранулометричного складу рядового вугілля. У зв'язку з цим водно-шламові схеми перевантажені циркулюючим шламом (частка якого з зольністю 35–45% може становити 33%), підготовка його до флотації неефективна. Застосування гвинтових сепараторів має перевагу над процесом відсадки для діапазону крупності вугілля 0,2–3,0 мм [4]. Технологічна схема із застосуванням мокрої гвинтової сепарації дозволяє виключити з користування важкосередовищні сепаратори, скоротити або зовсім виключити операцію флотації шламів і отримати в перспективі потрібну якість енергетичних концентратів (зольністю до 20%).

Одним з перспективних та найбільш поширеним при збагаченні дрібних класів вугілля є важкосередовищна відцентрова сепарація [5]. Важкосередовищні гідроциклони при збагаченні вугілля крупністю 0,5–25 мм забезпечують продуктивність понад 80 т/год. Встановлено, що ефективна межа збагачення у важкосередовищних гідроциклонах складає 0,15–0,2 мм.

Ефективність використання гідроциклонів підтверджується практикою збагачення тонких зерен піриту крупністю менше 0,5 мм.

Перспективною є технологічна схема збагачення вугілля, яка синтезує більшість відомих на даний час нових напрямків та враховує можливість їх використання (в поєднанні або окремо) у вітчизняній практиці. Ця схема враховує: попереднє видалення крупної породи з вихідного вугілля перед акумулюванням; обмеження верхньої межі крупності акумульованого вугілля; двостадійне збагачення крупного класу у важких середовищах; виділення двох концентратів різної якості при збагаченні дрібного машинного класу; класифікацію на гідроциклонах чистих шламів – після збагачувальних апаратів, і засмічених – видалених перед збагаченням; перезбагачення у важкосередовищних гідроциклонах промпродуктів відсадки. Схема розглядається як маловідходна, бо передбачає мінімальні втрати горючої маси у відходах збагачення.

Впровадження технології збагачення енергетичного вугілля, що передбачає відсів класу 0–3 мм, і збагачення вугілля крупністю 3–13 мм з наступним змішуванням отриманого концентрату та відсіву дозволить спростити водно-шламову схему фабрики, виключити флотацію і сушку. Експлуатаційні витрати на збагачення скорочуються більш ніж утричі [6].

При застосуванні технологічних схем при збагаченні рядового вугілля п'ятьма машинними класами, замість трьох, знижуються втрати горючої маси з відходами виробництва за рахунок зменшення похибки

збагачення машинних класів. Похибка розподілу некондиційних класів в 1,5–2 рази вища, ніж кондиційних [7].

Можливості оновлення та модернізації існуючих схем фабрик наведено в табл. 1.

За технологічними операціями збагачення можна впроваджувати наступні види технологічного обладнання:

- відсадка – застосування відсаджувальних машин нового рівня з рухомих решетою для збагачення вугілля крупністю до 100 мм – типу ВХП-5х3-Р (ОМІР-5); підвищення виходу концентрату на 2%;

- флотація – застосування прямоточних флотаційних машин механічного типу МФУ з послідовним розташуванням камер, зокрема монокамерної флотомашини типу МФМЗ6 порівняно з аналогом МФУ6; очікуване збільшення виходу концентрату на 1,2–2,0%;

- грохочення – застосування двоконусних гідрогрохотів типу ГНК для підготовки машинних класів мокрим способом на противагу гідрогрохотам типів ГН та ГНД; орієнтовний обсяг збільшення виходу концентрату – 1%;

- впровадження пневматичних флотаційних машин на противагу машинам механічного типу;

- застосування нової схеми розділення в комбінованій установці мокрої грохочення УМГ2,5 на фабриках з переробки антрацитів із глибиною збагачення до 0 мм;

- сепарація на стадії флотації – застосування та адаптація збагачувальних апаратів з гвинтовою поверхнею типу СВ2-1000, гвинтових шлюзів ШВ2-1000, очікуване підвищення виходу концентрату – 1–1,5%;

- застосування технологічних схем з використанням пневмовібраційного способу (з використанням сепараторів типу СП та СП);

- застосування безфлотаційних схем обробки шламів класу 0–1 мм з використанням наявних на фабриках гідроциклонів, центрифуг та вакуум-фільтрів.

Напрями з впровадження технологічного обладнання на стадіях збагачення наведено в табл. 2.

При розрахунках обсягів випуску концентрату і його зольності приймалися до уваги можливості зменшення зольності видобутого вугілля при модернізації шахтного фонду технікою нового технічного рівня [8], та дотримання балансу продуктів збагачення [9] за формулою:

$$100 \alpha = \gamma_k \beta_k + \gamma_n \beta_n,$$

де α – зольність вугілля, що надходить на переробку, %;

γ_k та γ_n – виходи відповідно концентрату та породи, %;

β_k та β_n – зольності відповідно концентрату та породи, %.

Очікуване збільшення обсягів випуску концентрату з урахуванням модернізації фонду збагачувальних фабрик та доведення їх фактичної продуктивності до рівня встановлених показників представлено в табл. 3 і 4.

Таблиця 1 – Заходи з удосконалення технологій, впроваджені на збагачувальних фабриках

Фабрика	Вживані заходи	Результати впровадження
ЦЗФ Моспінська	Реконструкція водно-шламової схеми фабрики з заміною радіального згущувача та монтаж нової флокуляційної установки. Впровадження нової технології флотації шламів з попереднім видаленням зернистого матеріалу.	Зменшення втрат горючої маси. Стабілізація чистоти оборотної води. Підвищення зольності відходів на 2–2,5% при стабільній якості концентрату.
ГЗФ Луганська ГЗФ Гірська ЗФ Піонер ЗФ Челюскінців	Розроблення і впровадження (паралельно з існуючою технологічною схемою випуску продукції для потреб енергетики) нової схеми для коксування.	Розширення асортименту продукції. Підвищення виходу продуктів на 3–5%.
ЗФ Трудівська ЦЗФ Слов'яносербська	Модернізація схеми із застосуванням циклонів – сепараторів УС-500/360, центрифуги ФВШ-1000, відсаджувальної центрифуги ОГШ-459.	Зниження зольності товарного вугілля до 25%.
ЦЗФ Нагольчанська	Модернізація водно-шламової схеми (перекомпонування гідроциклонів та встановлення стрічкових фільтрів Лсх151.5).	Уловлювання шламів (0,063 мм), зменшення викидів твердого в мулонакопичувач (з 20 до 12 т/год).
ЦЗФ Комендантська	Модернізація схеми фабрики із застосуванням важкосередовищних циклонів для перезбагачення промпродукту відсадки, установка стрічкових вакуум-фільтрів.	Забезпечення зольності дрібного концентрату 0–6 мм для агломерації руди до 15%.
ЦЗФ Калінінська	Впровадження установки по збагаченню крупнозернистого шламу з застосуванням обладнання фірми «Мультотек» (ПАР) та спірального сепаратора.	Зниження вихідного навантаження на відсаджувальні машини та флотацію (до 50 т/год).
ГОФ Білоріченська	Впровадження гідроциклонів для сепарації шламів та гідроциклонів для сепарації промпродукту. Впровадження малоопераційної схеми обробки шламів без згущувачів.	Ліквідація проміжних накопичувачів шламів, видалення піритних шламів. Зменшення енергоємності процесів обробки шламів.
ЦЗФ Добропільська ЦЗФ Узловська ЦЗФ Україна	Впровадження технології збагачення рядового вугілля п'ятьма машинними класами. Збезднювання флотоконцентрата на гвинтових шлюзах ШВЛ 2-1000.	Зростання виходу концентрату на 0,5% (з 50,8% до 51,3%).
ЦЗФ Октябрська	Рекомендована схема збагачення п'ятьма машинними класами.	Покращання якості концентрату вугілля.
ЦЗФ Червоноградська	Можливість модернізації схеми фабрики із застосуванням двох послідовних двопродуктових сепараторів та одержанням концентратів для енергетичного і хімічного використання. Застосування фільтр-пресу фірми «Парнабі» для обробки частини топких відходів.	Підвищення виходу продуктів збагачення на 1–3%.
ЦЗФ Чумаківська	Упровадження вітчизняного фільтр-пресу ФОВ-600-1М та заходів з реконструкції схеми приготування флокулянтів.	Зниження вдвічі витрат флокулянта.

Таблиця 2 – Напрями впровадження технологічного обладнання на збагачувальних фабриках України

Підприємство	Марка вугілля	Використання встановленої потужності*, %	Сепарація	Мокра класифікація і грохочення	Збезводнення попереднє	Відсадка	Флотація				
Енергетичне вугілля											
Важкі середовища - відсадка - флотація											
ЦЗФ Червоноградська	Г	20,7	СКВ-В СКВП	ГНК УмГ	ЦфШнГ ЦфШнВ ЦоШнГ ФШВ	ОМПР МО 424 МО 318 МО 312 ОМА 10 КПО-50 ВБП-В ВХП-Р ВХГдМ	МФМ МФУ МФУ-Б				
ГЗФ Комсомольська	Г	102,8		ГІс-М							
ГЗФ Стахановська	ДГ, Г	62,7		ГІс-Мх							
ЦЗФ Луганська	Г	59,8		ГВіМ							
ЦЗФ Комендантська	А	68,6		ГВіМх							
ГЗФ Червона Зірка	А	33,8		ГБаГ-В							
ЦЗФ Свердловська	А	45,3		СтВГд							
ЦЗФ Нагольчанська	А	22,2		СтДуГд							
ЦЗФ Моспінська	П, ДГ	-		КЦГдМП							
ГЗФ Кондратьєвська	П	-		ГК-ЛИ BSk ГИК-А ГСТ-В							
Відсадка											
ЗФ Трудівська	Д	41,1	СКВ-В СКВП	ГНК УмГ	ЦфШнГ ЦфШнВ ЦоШнГ ФШВ	ОМПР МО 424 МО 318 МО 312 ОМА 10 КПО-50 ВБП-В ВХП-Р ВХГдМ	МФМ МФУ МФУ-Б				
ГЗФ Привільнянська	Д	4,5		ГІс-М							
ЗФ Челюскінців	ДГ	21,3		ГІс-Мх							
ЗФ Піонер	ДГ	84,5		ГВіМ							
ЦЗФ Слов'яносербська	Г, ДГ	15,1		ГВіМх							
ГЗФ Гірська	Г	6,8		ГБаГ-В							
ЦЗФ Шахтарська	А	13,1		СтВГд							
ЦЗФ Постніківська	А	14,1		СтДуГд							
ЦЗФ Торезька	А	4,7		КЦГдМП							
ЦЗФ Донецька	А	13,4		ГК-ЛИ							
ЦЗФ ім. газ. «Ізвестія»	А	16,5		BSk							
ГЗФ Ровеньківська	А	106,0		ГИК-А							
ЦЗФ Янівська	А	8,7		ГСТ-В							
ГЗФ Краснолуцька	А	-									
Важкі середовища – відсадка											
ГЗФ Новопавлівська	А	-		СКВ-В СКВП				ГНК УмГ	ЦфШнГ ЦфШнВ ЦоШнГ ФШВ	ОМПР МО 424 МО 318 МО 312 ОМА 10 КПО-50 ВБП-В ВХП-Р ВХГдМ	
ЦЗФ Міусинська	А	-	ГІс-М								
ГХФ Вахрушевська	А	-	ГІс-Мх								
ГЗФ Червонопартизанська	А	93,6	ГВіМ								
ГЗФ Центроспілка	А	72,7	ГВіМх								
ГЗФ Партизанська	А	8,5	ГБаГ-В								
ЦЗФ Маяк	А, П	-	СтВГд								
ЦЗФ Павлоградська	Г, ДГ, ГЖ	41,4	СтДуГд								
Важкі середовища											
ЦЗФ Курахівська	Д, ДГ	-	СКВП	-	-	-	-				

Кінець таблиці 2

Підприємство	Марка вугілля	Використання встановленої потужності*, %	Сепарація	Мокра класифікація і грохочення	Збезводнення попереднє	Відсадка	Флотація
Коксівне вугілля							
Важкі середовища – відсадка – флотація							
ЦЗФ Краснолиманська		115,0	СКВ-В СКВП	ГНК УмГ ГІс-М ГІс-Мх ГВіМ ГВіМх ГБаГ-В СтВГд СтДуГд КЦГдМП ГК-ЛИ BSk ГИК-А ГСТ-В	ЦфШнГ ЦфШн ВЦоШнГ ФШВ	ОМПР МО 424 МО 318 МО 312 ОМА 10 КПО-50 ВВП-В ВХП-Р ВХГдМ	МФМ МФУ МФУ-Б
ЦЗФ Октябрська		98,4					
ЦЗФ Узловська		66,7					
ГЗФ Никитівська							
ГЗФ Селидівська		61,2					
ЦЗФ Калінінська		63,9					
Відсадка некласифікованого вугілля – флотація – контрольна відсадка							
ГЗФ Самсонівська		-	ГНК УмГ ГІс-М ГІс-Мх ГВіМ ГВіМх ГБаГ-В СтВГд СтДуГд КЦГдМП	ЦфШнГ ЦфШн ВЦоШнГ ФШВ	ОМПР МО 424 МО 318 МО 312 ОМА 10 КПО-50 ВВП-В ВХП-Р ВХГдМ	МФМ МФУ МФУ-Б	
ЦЗФ Горлівська		49,9					
ЦЗФ Дзержинська		4,7					
ГЗФ Михайлівська		42,6					
Відсадка – флотація – контрольна відсадка							
ЦЗФ Білоріченська		51,0	ГНК УмГ ГІс-М ГІс-Мх ГВіМ ГВіМх ГБаГ-В СтВГд СтДуГд КЦГдМП ГК-ЛИ BSk ГИК-А ГСТ-В	ЦфШнГ ЦфШн ВЦоШнГ ФШВ	ОМПР МО 424 МО 318 МО 312 ОМА 10 КПО-50 ВВП-В ВХП-Р ВХГдМ	МФМ МФУ МФУ-Б	
ЦЗФ Криворізька		51,4					
ЦЗФ Добропільська		136,1					
ЦЗФ Дуванська		-					
ЦЗФ Пролетарська		59,7					
ЗФ Київська		-					
ЦЗФ Колосниковська		97,6					

Примітка. * – за наявною базою даних.

Таблиця 3 – Очікувані обсяги випуску вугільного концентрату для енергетики

Підприємство	Варіант техно-логії	Марка вугілля	Виробнича потужність, тис. т	До модернізації		Після модернізації		Зольність концентрату, %
				Вихід концентрату факт., %	Обсяг концентрату, тис. т	Вихід концентрату, %	Обсяг концентрату, тис. т	
Важкі середовища – відсадка – флотація								
ЦЗФ Червоноградська	9	Г	9600	61,7	5923	25,7	67,7	21,2
ГЗФ Комсомольська	13	Г	4500	58,8	2646	7,1	64,8	5,3
ГЗФ Стахановська	7	ДГ, Г	2200	47,5	1045	6,8	53,5	4,9
ЦЗФ Луганська	2	Г	3150	50,4	1588	21,7	56,4	18,7
ЦЗФ Комендантська	3	А	6100	70,5	4300	15,3	76,5	12,3
ГЗФ Червона Зірка	6	А	3500	52,8	1848	17,1	58,8	14,1
ЦЗФ Свердловська	5	А	5600	61,7	3455	13,1	67,7	11,6
ЦЗФ Нагольчанська	7	А	3100	62,0	1922	13,2	68,0	9,7
ЦЗФ Моспінська	10	П, ДГ, Г	2000	87,2	1744	21,9	93,2	16,7
ГЗФ Кондратьєвська	11	П	1800	77,8	1400	13,9	83,8	11,9
Відсадка								
ЗФ Трудівська	16	Д	1600	5,1	82	23,9	9,1	19,1
ГЗФ Привільнянська	14	Д	1050	64,6	678	5,9	68,6	5,1
ЗФ Челюскінців	20	ДГ	1250	8,4	105	13,2	12,4	10,2
ЗФ Піонер	24	ДГ	770	61,9	477	15,4	65,9	11,9
ЦЗФ Слов'янська	22	Г, ДГ	1450	52,1	755	24,4	56,1	20,5
ГЗФ Гірська	17	Г	1600	74,3	1189	22,5	78,3	17,4
ЦЗФ Шахтарська	15	А	2250	0,1	2	9,1	4,1	7,4
ЦЗФ Постніківська	19	А	1150	0,2	2	11,2	4,2	4,8
ЦЗФ Торезька	23	А	2100	52,8	1109	23,4	56,8	19,8
ЦЗФ Донецька	19	А	1900	12,0	228	15,4	16,0	12,8
ЦЗФ ім. газ. «Ізвестія»	25	А	1300	22,7	295	10,5	26,7	8,7
ГЗФ Ровеньківська	22	А	1500	28,3	425	8,8	32,3	8,8
ЦЗФ Янівська	18	А	1200	34,7	416	23,6	38,7	20,7
ГЗФ Краснотулська	21	А	1200	29,6	355	9,7	33,6	7,5
Важкі середовища – відсадка								
ГЗФ Новопавлівська	31	А	1300	23,6	307	14,7	28,6	12,1
ЦЗФ Миусинська	26	А	1300	29,3	381	12,5	34,3	10,2
ГХФ Вахрушевська	27	А	1500	32,3	485	10,4	37,3	8,3
ГЗФ Червонопартизанська	29	А	1600	46,1	738	17,5	51,1	14,2
ГЗФ Центроспілка	28	А	1500	45,4	681	20,0	50,4	16,8
ГЗФ Партизанська	30	А	1250	27,3	341	10,5	32,3	8,1
ЦЗФ Маяк	27	А, П	1450	77,9	1130	13,0	82,9	11,2
ЦЗФ Павлоградська	32	Г, ДГ	5250	56,7	2977	11,2	61,7	8,7
Важкі середовища								
ЦЗФ Курахівська	33	Д, ДГ	2300	81,8	1881	26,8	86,8	20,6

Таблиця 4 – Очікувані обсяги випуску вугільного концентрату для коксування

Підприємство	Варіант технології	Марка вугілля	Виробнича потужність, тис. т	До модернізації			Після модернізації		
				Вихід концентрату факт., %	Обсяг концентрату, тис. т	Зольність концентрату, %	Вихід концентрату, %	Обсяг концентрату, тис. т	Зольність концентрату, %
Важкі середовища – відсадка – флотажія									
ЦЗФ Краснолиманська	8	Г, Ж	2900	52,0	1508	11,7	58,0	1682	10,2
ЦЗФ Октябрська	4	Г, ДГ	2400	55,6	1334	16,1	61,6	1478	13,5
ЦЗФ Узловська	12	КЖ, КС, Ж, ПС	3400	63,0	2142	7,4	69,0	2346	6,5
ГЗФ Никитівська	1	КЖ, КО	1850	54,0	999	7,7	60,0	1110	6,9
ГЗФ Селидівська	2	ДГ, Г, Ж	2000	64,1	1282	12,4	70,1	1402	10,1
ЦЗФ Калінінська	1	КЖ, КС, ПС	2600	57,7	1500	7,4	63,7	1656	6,4
Відсадка неклаسیфікованого вугілля – флотажія – контрольна відсадка									
ГЗФ Самсонівська	21	Ж	3200	52,4	1677	8,1	58,4	1868	7,4
ЦЗФ Горлівська	15	К, Ж	1600	52,2	835	7,8	58,2	931	7,2
ЦЗФ Дзержинська	24	Ж, ПС, К	2700	53,5	1445	8,7	59,5	1605	7,7
ГЗФ Михайлівська	34	ДГ, Г, Ж, К, ПС	1500	71,0	1065	13,2	77,0	1155	10,6
Відсадка – флотажія – контрольна відсадка									
ЦЗФ Білоріченська	37	ДГ, Г	2400	60,0	1440	16,9	66,0	1584	13,1
ЦЗФ Криворізька	35	К, Г	2000	56,7	1134	11,7	62,7	1254	11,3
ЦЗФ Добропільська	39	Г, ДГ	2550	53,3	1359	7,7	59,3	1512	6,3
ЦЗФ Дуванська	36	Ж	2350	41,1	966	9,0	47,1	1106	8,3
ЦЗФ Пролетарська	38	К, Ж, ПС	2650	55,4	1468	8,0	61,4	1627	7,3
ЗФ Кийівська	40	Ж	2350	72,0	1692	7,1	76,0	1786	6,3
ЦЗФ Колосниковська	36	К, Ж, ПС	1450	51,1	741	8,4	57,1	827	7,7

В табл. 5 наведено варіанти комплектації технологічним обладнанням збагачувальних фабрик (див. табл. 3, 4), визначені за резуль-

татами розрахунків обсягів випуску концентрату згідно прогнозних обсягів видобутку вугілля в 2030 р.

Таблиця 5 – Варіанти ефективних технологій для впровадження на збагачувальних фабриках України

Варіант технології	Сепарація	Мокра класифікація і грохочення	Обезводнення попереднє	Відсадка	Флотація
1	СКВ	ГВіМх	ЦоШнВ	ВБП	МФМ
2	СКВ	ГВіМх	ЦоШнВ	ВхП-Р	МФМ
3	СКВ	ГВіМх	ЦоШнВ	ВхП	МФМ
4	СКВ	ГВіМх	ЦоШнГ	ВБП	МФУ
5	СКВ	ГВіМх	ЦфШнГ	ВБП	МФУ
6	СКВ	ГВіМх	ЦфШнГ	ВхП	МФУ
7	СКВ	ГІс-М	ЦоШнГ	ВБП	МФУ
8	СКВ	ГІс-М	ЦоШнГ	ВхП-Р	МФМ
9	СКВ	ГІс-М	ЦфШнГ	ВБП	МФМ
10	СКВ	КЦГ дМП	ЦоШнВ	ВхП-Р	МФМ
11	СКВ	КЦГ дМП	ЦоШнВ	ВхП-Р	МФУ
12	СКВ	КЦГ дМП	ЦоШнГ	ВхП-Р	МФУ
13	СКВ	КЦГ дМП	ЦфШнГ	ВхП-Р	МФУ
14		ГВіМх	ЦоШнВ	ВБП	МФУ
15		ГВіМх	ЦоШнГ	ВБП	МФМ
16		ГВіМх	ЦоШнГ	ВБП	МФУ
17		ГВіМх	ЦоШнГ	ВБП-Р	МФМ
18		ГВіМх	ЦоШнГ	ВхП-Р	МФУ
19		ГІс-М	ЦоШнВ	ВБП	МФУ
20		ГІс-М	ЦоШнВ	ВхП-Р	МФМ
21		ГІс-М	ЦоШнВ	ВхП-Р	МФУ
22		КЦГ дМП	ЦоШнВ	ВхП	МФМ
23		КЦГ дМП	ЦоШнВ	ВхП-Р	МФУ
24		КЦГ дМП	ЦоШнГ	ВБП	МФУ
25		КЦГ дМП	ЦоШнГ	ВхП	МФУ
26	СКВ	ГВіМх	ЦоШнВ	ВБП	
27	СКВ	ГВіМх	ЦоШнГ	ВхП-Р	
28	СКВ	ГІс-М	ЦоШнВ	ВБП	
29	СКВ	ГІс-М	ЦоШнГ	ВБП	
30	СКВ	ГІс-М	ЦоШнГ	ВхП-Р	
31	СКВ	КЦГ дМП	ЦоШнВ	ВхП-Р	
32	СКВ	КЦГ дМП	ЦоШнГ	ВБП	
33	СКВ				
34		ГВіМх	ЦоШнВ	ВБП	МФМ
35		ГВіМх	ЦоШнВ	ВхП-Р	
36		ГВіМх	ЦоШнГ	ВБП	
37		КЦГ дМП	ЦоШнВ	ВхП-Р	
38		КЦГ дМП	ЦоШнВ	ВхП-Р	
39		КЦГ дМП	ЦоШнГ	ВБП	
40		КЦГ дМП	ЦоШнГ	ВхП-Р	

Таблиця 6 – Показники технологічного рівня збагачувальних фабрик України

Показник	Вихід концентрату, %		Обсяг концентрату, тис. т		Зольність концентрату, %	
	до модернізації	після модернізації	до модернізації	після модернізації	до модернізації	після модернізації
Енергетичне вугілля	51,6	56,8	40910	45085	16,9	13,7
Коксівне вугілля	56,6	62,5	22587	24929	9,9	8,5

За визначеними оптимальними варіантами ефективних технологій переробки вугілля виконано аналіз показників технологічного рівня збагачувальних фабрик України (табл. 6).

ВИСНОВКИ

Впровадження ефективних технологій у переробку енергетичного вугілля дозволяє підвищити вихід концентрату на 5,2%, при цьому зольність концентрату знижується на 3,2%. Обсяг концентрату для енергетики, виробленого на збагачувальних фабриках України, може перевищити 45 млн т.

Впровадження ефективних технологій у переробку коксівного вугілля дозволяє підвищити вихід концентрату на 5,9%, при цьому зольність концентрату знижується на 1,4%. Обсяг концентрату для металургії, виробленого на збагачувальних фабриках України, може досягти 25 млн т.

1. Литвинов В.Г., Литвинова Н.Ф. Новая технология сухого обогащения углей. *Уголь Украины*. 2003. № 7. С. 41—43.
2. ООО «Компания «Уголь-Трейд». Новые технологии в обогащении угля. *Уголь*. 2003. № 10. С. 26—27.

3. Анисимов Н.Т., Голубничий В.Г., Багмут З.В. Отработка технологии для индивидуальных обогатительных установок шахт. *Уголь Украины*. 2003. № 3. С. 40—41.
4. Пилов П.И., Кирнарский А.С., Кочетов В.В. Мокрая винтовая сепарация как средство совершенствования технологии обогащения. *Обогащение полезных ископаемых*. 1999. Вып. 4. С. 3—7.
5. Кирнарский А.С. Перспективные методы обогащения мелких и тонких углей. *Обогащение полезных ископаемых*. 1999. Вып. 3(44). С. 35—42.
6. Повный С.Н. Современные подходы к обогащению углей, поставляемых на тепловые электростанции, в контексте решения ресурсно-энергетической проблемы. *Глюкауф*. 2004. № 2. С. 62—65.
7. Полулях А.Д., Курченко И.П., Милай А.А. Об экономической эффективности обогащения рядовых углей пятью машинными классами. *Обогащение полезных ископаемых*. 2000. Вып. 10. С. 8—12.
8. Макаров В.М. Аналіз стану засмічення вугілля в процесі його видобування. *Проблеми загальної енергетики*. 2008. № 1(17). С. 78—83.
9. Благоев И.С., Коткин А.М., Зарубин Л.С. Справочник по обогащению углей. М.: Недра, 1984. 614 с.

Надійшла до редколегії 28.05.2018