

О.Д. ПОЛУЛЯХ, д-р техн. наук,

В.С. МЕХАЛЬЧИШИН, канд. техн. наук, **Л.Ф. КОВАЛЬЧУК**

(Україна, Дніпропетровськ, ВП "Укрндівуглезбагачення" ДП "НТЦ" "Вуглеінновація")

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ЗБАГАЧЕННЯ ПРОМПРОДУКТУ НА ВУГЛЕЗБАГАЧУВАЛЬНИХ ФАБРИКАХ

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними задачами

В теперішній час в зв'язку з вимогами, які зросли до якості енергетичного вугілля, зменшилась потреба в низькосортних видах палива, яким є промпродукт.

Збут його в колишній кількості зустрічає серйозні перешкоди і тому актуальним є технічні рішення по значному зменшенню виходу промпродукту. Крім того, об'єм добування та постачання коксівного вугілля не в повній мірі задовольняє потреби чорної металургії.

Попит на концентрат коксівного вугілля із року в рік зростає, тому є великий інтерес пошуків ефективних шляхів хоч часткового доповнення відсутнього об'єму коксівного вугілля [1].

Зверхнормативні втрати вугілля з відходами збагачення на фабриках України складають в 2010 році – 440,6 тис. т, в 2011 році – 371,5 тис. т (в т. ч. на фабриках Міністерства енергетики та вугільної промисловості України, склали в 2010 році – 28,7 тис. т в 2011 році – 11,6 тис. т, а для фабрик іншої форми власності указані втрати складають, відповідно, 411,9 тис. т і 359,9 тис. т) [2].

Основні причини понаднормативних втрат горючої маси з відходами збагачення обумовлені застосуванням технології збагачення без виділення в товар промпродуктових фракцій із зольністю рядового вугілля або інших продуктів його збагачення. Тому одним з актуальних напрямлень у вуглезбагаченні є виділення промпродукту та подальша його переробка у товарну продукцію.

Аналіз досліджень та публікацій

Найбільш реальний напрямок облагороджування промпродукту – його цільове збагачення з застосуванням типового або нестандартного обладнання та спеціальних технологічних схем.

Як відомо, [2-4] збагачення промпродукту складається, в основному, з двох операцій. Перша, яка називається підготовча операція, – це є розкриття зерен мінералів, а друга головна операція – це їх розділення за густиною. Цілком очевидно, що для досягнення належного розділення мінералів необхідно спочатку зробити як можна більше розкриття зерен. І якщо перша операція не зовсім закінчена, то другу, головну, операцію неможливо виконати до кінця. Для застосування в технології збагачення вугілля це положення справедливе тільки частково, так як в деякій мірі розділення може бути здійснено і при наявності зростків. Однак, для збагачення промпродукту, в якому присутня значна кількість

Загальні питання технології збагачення

зростків, вищезазначене положення застосовується в повній мірі. Таким чином, питання збагачення промпродукту може бути правильно розв'язано тільки після відповідної підготовки промпродукту до збагачення, тобто достатнього розкриття зерен компонентів, які складають зростки.

Сучасна практика збагачення вугілля в більшій мірі передбачає тільки дробіння промпродукту відсадних машин крупного зерна з метою наближення його розміру до розміру промпродукту відсадної машини дрібного зерна (створення однорідної по крупності суміші проміжних продуктів для збагачення на контрольній відсадній машині, або на дрібній відсадній машині в якості циркуляційного навантаження). При такій якості дробіння розкриття зерен було мінімальне, збагачення промпродукту відбувалось неефективно.

В теперішній час методи мокрого гравітаційного збагачення є найбільш поширеними у вуглезбагачувальній практиці. Ці методи дуже різноманітні і представляють значні можливості для різних сполучень і варіантів технологічних схем [5, 6].

Викладання матеріалів

Питання збагачення промпродукту в значній мірі визначає загальну ефективність основних технологічних процесів на вуглезбагачувальних фабриках і тому вимагає самої пристальної уваги.

Збагачення гравітаційними методами ґрунтується на різниці питомої ваги компонентів вугілля, а тому можна було очікувати в промпродукті переважну більшість фракцій середньої питомої ваги (1500-1800 кг/м³), тобто зростків кам'яного вугілля з породою. Однак, на практиці цього не відбувається. На всіх без винятку вуглезбагачувальних фабриках України, як промпродукт основних відсаджувальних машин, важкосередовищних сепараторів або гідроциклонів, так і кінцевий промпродукт з контрольної відсадної машини представляють собою суміш чистого вугілля, істинного промпродукту (зростків) і чистої породи.

В деяких випадках вміст чистого вугілля і чистої породи у промпродукті доходить до значних розмірів, а на долю істинного промпродукту залишається не більше однієї третини від всієї кількості промпродукту, який видається. Це приводить, передусім, до збільшення виходу енергетичного палива, що тягне за собою збільшення втрат цінного коксівного вугілля не тільки зв'язаного у вигляді зростків, а вільного, чистого, збагаченого вугілля, що входить в склад промпродукту, який використовується не по прямому призначенню.

Як показав аналіз технології збагачення дрібного машинного класу вугілля, дрібного промпродукту, виконаних експериментальних досліджень збагачення промпродукту на різних гравітаційних апаратах, що найбільш простим і ефективним обладнанням, на якому досягається чітке розділення вугілля за заданою густиною, є важкосередовищні гідроциклони [7].

Відомі два типи важкосередовищних гідроциклонів: двопродуктові, в яких розділення здійснюється по одній густині на два кінцевих продукти – концентрат і відходи, та трипродуктові, в яких розділення відбувається по двом густинам (при використанні одного потоку вихідної суспензії) на три кінцевих про-

дукта – концентрат, промпродукт, відходи.

Незважаючи на деяке ускладнення технології, збагачення дрібного вугілля у важкосередовищних гідроциклонах знаходить все більш ширше застосування і має наступні переваги: можливість точного розділення по густині вугілля важкої і дуже важкої категорії збагачувальності з високим вмістом породи при мінімальному засміченні продуктів збагачення сторонніми фракціями; широкий діапазон крупності ефективно збагачуваного вугілля від 0,15-0,2 до 40-50 мм, можливість вибору необхідної густини розділення в межах від 1300-1350 до 2000-2200 кг/м³ і її регулювання засобами автоматики, невелика чутливість до коливань навантаження і зміни якісного складу збагачуваної сировини. Така технологія найбільш відповідає вимогам, які пред'являються до технології збагачення промпродукту.

На Україні збагачення промпродукту в одну стадію відбувається на важкосередовищних двопродуктових гідроциклонах ГТ-710 і "Кrebs", встановлених в технологічних схемах, відповідно, ЦЗФ "Комендантська" і "Чумаківська" [8]. Після дроблення крупного промпродукту відбувається в дві стадії його збагачення в суміші з дрібним вугіллям на важкосередовищних двопродуктових гідроциклонах "Deister" технологічної схеми ЗФ "Свято-Варваринська" [9].

В Росії, як приклад, збагачення промпродукту здійснюється на важкосередовищних двопродуктових гідроциклонах DSM діаметром 600 мм, установлених на ЦЗФ "Беловська" [4].

В залежності від фракційного складу вихідного промпродукту двопродуктових гідроциклонів після збагачення в них концентрат, як правило, є кондиційний по якості.

При малій кількості промпродуктових фракцій у вихідному промпродукті другий продукт по якості можна віднести до відходів (зольність більше 70%), або до промпродукту зольність якого вище зольності вихідного промпродукту. Тобто при збагаченні промпродукту на двопродуктових гідроциклонах не завжди можна одержати два кондиційні по якості продукти розділення.

Є дані про ефективне збагачення промпродукту на важкосередовищних трипродуктових гідроциклонах ГТ-710/500 в технологічній схемі ЦЗФ "Ткварчельська" (Грузія), перезбагачення промпродукту ЦЗФ "Березовська" (Росія) в трипродуктових гідроциклонах ГК-3 (діаметр першої секції – 350 мм, другої – 250 мм) [4].

Застосування для збагачення промпродукту трипродуктових гідроциклонів по зрівнянні з двопродуктовими є більш ефективним, тому що виключає попадання у відходи значної кількості промпродуктових фракцій і дозволяє гарантовано виділити три кондиційні по якості продукти – концентрат, відходи і промпродукт. Після збагачення промпродукту у трипродуктових гідроциклонах кількість виділення на ньому товарного промпродукту значно менше кількості вихідного промпродукту. Тобто проблема вирішення скорочення випуску товарного промпродукту вирішується, але не стовідсотково. Тому необхідно шляхом дроблення виділеного промпродукту розкрити його зерна і вилучити частину горючої маси в концентрат. Хоча не завжди дроблення промпродукту га-

Загальні питання технології збагачення

рантує повне розкриття його зерен, але в кожному випадку раціональна ступінь дроблення матеріалу визначається тільки після проведення відповідних досліджень. В технологічній схемі збагачення промпродукту обов'язково повинні бути передбаченні операції дроблення промпродукту виділеного на трипродуктовому гідроциклоні з наступним його збагаченням також методом важкосередовищної сепарації в гідроциклонах.

В сучасній практиці збагачення промпродукту у важкосередовищних гідроциклонах відсутні дані про збагачення промпродукту після дроблення до крупності 6(3) мм.

Раніше акцент в технології переробки промпродукту робився в основному на вилученні горючої маси з промпродукту крупністю 0-13 мм, але в теперішніх умовах, щоб вилучити промпродукт з переліку продуктів збагачення, або в крайньому випадку значно скоротити його випуск, технологія його збагачення повинна удосконалитися за рахунок переробки саме промпродуктових фракцій. В технології збагачення промпродукту важне місце займають також такі операції, як дешламація і підготовка вихідного продукту, зневоднення продуктів збагачення і відмивки від них магнетиту, кожна з яких здійснюється на послідовно розташованих стаціонарних ситах і вібраційних грохотах.

Також певні вимоги пред'являються як до якості магнетиту, так і вибору схеми регенерації, які є дуже різноманітні:

- 1) по способу підготовки пульпи до регенерації (пряма регенерація розбавленої суспензії, регенерація з попереднім згущенням розбавленої суспензії);
- 2) по способу магнітної сепарації (одностадіальна, двостадіальна, комбінована);
- 3) по поточності процесу (спільна регенерація, роздільна регенерація).

Виходячи з проведеного аналізу можна зробити висновки, що існують окремі, досить ефективні елементи технологій та обладнання для збагачення промпродукту, але відсутня цілісна і закінчена концепція її застосування, яка дозволила б на практиці припинити випуск промпродукту, як товарної продукції, або в крайніх умовах при неможливості вилучення горючої маси з промпродуктових фракцій, значно скоротити її випуск.

Треба звернути увагу на те, що технологічна схема збагачення промпродукту повинна бути гнучкою і орієнтована на випуск паралельно не тільки коксівного, а також енергетичного концентрату. При теперішній вартості товарної продукції (як приклад коксівний концентрат 623,5 грн/т і енергетичний концентрат 550,0 грн/т, промпродукт 207,0 грн/т – всі ціни без податку на додаткову вартість) розрахунки показали, що для збільшення реалізаційної вартості товарної продукції найбільш доцільно випускати разом не тільки коксівний, а й енергетичний концентрат. При цьому найбільша вартість товарної продукції буде коли, як приклад, 30-50% коксівного концентрату будуть об'єднані з промпродуктом і ця суміш стала енергетичним концентратом зольністю 23-25%, який користується попитом на енергетичному ринку. Тобто в кожному конкретному випадку в залежності від фракційного складу вихідного промпродукту, кількості в ньому шламу, додаткового шламоутворення в процесі переробки

Загальні питання технології збагачення

промпродукту, ціноутворення на товарну продукцію в конкретний період часу, стає можливим визначення яку товарну продукцію і в якому співвідношенні по кількості найбільш вигідно випускати при збагаченні промпродукту. Це обумовлено також тим, що значна кількість збагачувальних фабрик, які були орієнтовані на випуск тільки коксівного концентрату, випускають також енергетичний концентрат, їх сировинна база нестабільна, відрізняється як марочним складом вугілля, так і кількістю (до 20-40) постачальників вугілля. Такі умови враховуються при удосконаленні технології збагачення промпродукту.

Так в технологічній схемі, якщо дозволяють умови компоновки обладнання в діючій вуглезбагачувальній фабриці, найбільш доцільно виконувати таку операцію як зневоднення і відмивка магнетиту від продуктів збагачення на одному тандемі послідовно розташованих стаціонарного сита і вібраційного грохоту розділив при цьому їх ситову поверхню по ширині на три ділянки для кожного з продуктів: концентрату, промпродукту, відходів. При цьому після зневоднення легко здійснюється при необхідності об'єднання цілком або частинки коксівного концентрату з промпродуктом для здійснення випуску енергетичного концентрату.

Висновки

Таким чином, збагачення промпродукту повинно здійснюватися методом важкосередовищного збагачення у трипродуктовому гідроциклоні. Схема збагачення повинна дозволяти випускати як коксівний, так, при необхідності, енергетичний концентрат.

Список літератури

1. Попович И.Н. Состояние и перспективы развития угольной промышленности Украины // Уголь Украины. – 2013. – № 10. – С. 3-6.
2. Техничко-економический анализ работы углеобогатительных фабрик Украины за 2012 год. – Луганск: Укрнииуглеобогащение, 2013. – 114 с.
3. Клыкков Ю.Г. К вопросу о раскрытии минералов при мелком измельчении // Изв. ВУЗов: Цветная металлургия. – 1995. – № 1. – С. 13-15.
4. Иофа М.Б. Зарубин Л.С., Хайдакин В.И. Обогащение мелкого угля в тяжелосредних гидроциклонах. – М.: Недра, 1978. – 239 с.
5. Справочник по обогащению углей / Под ред. И.С. Благова, А.М. Коткина, Л.С. Зарубина. – М.: Недра, 1984. – 614 с.
6. Техника и технология обогащения углей / Под ред. В.А. Чантурия, А.Р. Молякко. – М.: Недра, 1995. – 622 с.
7. Розроблення технології додаткового отримання товарної продукції від збагачення промпродукту: Звіт про НДР (проміжний № держ реєстрації 0107U0006029) / Наук. керівник В.С. Мехальчишин. – Луганськ: ДП "Укрндывуглезбагачення", 2012. – 173 с.
8. Полулях А.Д. Технологические регламенты углеобогатительных фабрик: Справочно-информационное пособие. – Д.: Национальный горный университет, 2002. – 853 с.
9. ТР 10.1-00185755-020:2011 Технологический регламент филиала "Обогатительная фабрика "Свято-Варваринская" ПрАО "ДМЗ" / Под рук. А.Д. Полуляха. – Луганск: ГП "Укрнииуглеобогащение", 2011. – 181 с.

© Полулях О.Д., Мехальчишин В.С., Ковальчук Л.Ф., 2014

*Надійшла до редколегії 02.09.2014 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. П.І. Піловим*