

УДК 622.7

Ю.И. ГОРИДЬКО

(Украина, Донецк, ЦОФ "Чумаковская"),

В.Г. МАМРЕНКО

(Украина, Днепропетровск, Приднепровская лаборатория "УкрНИИУглеобогащение"),

О.В. ИЩЕНКО

(Украина, Днепропетровск, Национальный горный университет)

О ПРИМЕНЕНИИ МОКРОЙ ВИНТОВОЙ СЕПАРАЦИИ ПРИ ОБРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ ШЛАМОВ

Винтовые аппараты – наиболее простое оборудование для разделения угля по плотности в диапазоне класса крупности 0,1–3,0 мм без применения реагентов, с использованием самотека продуктов, что дает возможность существенно снизить энергетические и материальные затраты на обогащение.

Практика обогащения угольных шламовых продуктов методом мокрой винтовой сепарации (МВС) показала, что существует три основных его направления: выделение из рядового угля и обогащение дополнительного машинного класса; выделение и обогащение вторичного шлама, присаживаемого к продуктам обогащения; совместное обогащение дополнительного машинного класса, выделенного из рядового угля, и вторичного шлама.

Выделение и обогащение дополнительного машинного класса целесообразно при наличии в исходном угле быстроразмокаемых тяжелых фракций для их удаления из циркуляционной нагрузки и уменьшения времени контактирования с водой. Выделение машинного класса осуществляется при подготовке рядового угля к обогащению в отсадочных машинах в виде подситного продукта дешламации.

При применении для этой цели шпальтовых сит необходимо учитывать расположение в них щелей относительно направления потока пульпы для определения размера граничного зерна разделения. При расположении щелей сита перпендикулярно потоку пульпы размер граничного зерна разделения равен

$$d_{\text{ГР}} = \frac{b}{2}, \text{ мм}, \quad (1)$$

где b – ширина щели, мм. При расположении щели вдоль потока пульпы $d_{\text{ГР}} = b$.

Подготовка поступающего на МВС машинного класса предусматривает

также обезыливание, так как тонкие частицы практически не обогащаются на винтовых поверхностях, а распределяются пропорционально ушедшему с продуктами объему воды, увеличивая, к тому же, вязкость среды разделения. Для получения обезыленного питания МВС требуется сброс воды до влажности материала 35–40% на плоских ситах или конусных грохотах.

Транспортировка угля по спиральям винтовых сепараторов осуществляется технической водой, расход которой устанавливается из расчета максимального содержания твердого в питании 500 кг/м^3 . Нижний предел содержания твердого в пульпе определяется количеством поступающего на обогащение шлама и объемной нагрузкой, заложенной в технической характеристике аппарата.

Качество и количество продуктов, получаемых на каждой из спиралей винтовых сепараторов, зависит от положения секущей кромки делителя потоков. При перемещении секущей кромки в направлении оси аппарата увеличивается выход концентрата и повышается зольность концентрата и отходов; при перемещении секущей кромки в направлении внешнего борта спирали увеличивается выход отходов и снижается зольность продуктов.

Обезвоживание концентрата МВС происходит на установленных последовательно ситах сброса воды (гидроциклонах), вибрационных грохотах и шламовых центрифугах или совместно с продуктами, к которым этот концентрат присаживается.

Если невозможно получить концентрат требуемого качества в одну стадию, используется схема с его перечисткой на второй стадии винтовых сепараторов.

Почти в такой же последовательности операций ведется обработка вторичного шлама (за исключением операции его выделения), которая из-за больших объемов шламовой воды преимущественно производится в гидроциклонах.

Обогащение вторичного шлама методом МВС применяется в тех случаях, когда его присадка к продуктам обогащения приводит к ухудшению качества товарной продукции сверх нормативных показателей.

Совместное обогащение дополнительного машинного класса, выделенного из рядового угля, и вторичного шлама является комбинацией рассмотренных выше вариантов МВС и применяется при идентичности качественных показателей этих двух продуктов. Технология совместного обогащения первичного и вторичного шлама, включающая в себя весь необходимый минимум операций, характерных для рассмотренных выше вариантов МВС, применена на ЦОФ "Чумаковская" [1]. В технологический процесс обработки шлама, схема которого приведена на рисунке, поступает подситный продукт конусного грохота КЦГД-7 второй секции, на котором осуществляется подготовка рядового угля к обогащению в отсадочной машине, и сгущенный продукт конусного сгустителя вторичных шламовых продуктов. Сгущенный продукт конусного сгустителя насосом Ш-500 подается на вторую стадию сгущения в

Гравітаційна сепарація

гідроциклоне ГЦ-630, после чего подвергается грохочению на конусном грохоте КЦГД-7 первой секции. Надситный продукт этого грохота обогащается в отсадочной машине этой же секции, а подситный вместе с подситным продуктом грохота КЦГД-7 второй секции обезыливается на плоском шпальтовом сите, установленном в питающем желобе блока винтовых сепараторов, состоящего из двух секций по десять сепараторов "Мультидек" с диаметром спиралей 1000 мм. Конструкция сепараторов предусматривает выделение трех продуктов: концентрата, промежуточного и отходов, но в данном случае высокозольный промпродукт удалялся вместе с отходами.

Гравітаційна сепарація

Схема обробки шламових продуктів ЦОФ "Чумаковська"

Концентрат кожної секції обезвожується окремо на послідовально встановлених плоских шпальтових ситах площею по 0,9 м², грохотах ГВЧ-8 площею по 8 м² і центрифугах ЦфШнВ-1,00-ВМ. Обезвожений таким образом концентрат МВС підвергається термічеської сушці разом з концентратом 0–100 мм. Відходи обезвожуються обособлено від інших відходів гравітації в елеваторі № 11, а потім разом з відходами отсадки і важких серед транспортуються на породний отвал. Все підсвітні продукти обезливання, обезвоживання і фугати направляються в конусний сгуститель вторичного шлама.

Аналіз отриманих при опробованні процесу МВС якісно-кількісних показателів дав наступні результати.

На обезливання перед винтовими сепараторами поступає 350 м³ пульпи, що складається з первичного і вторичного шламових продуктів, з вмістом твердого до 500 кг/м³. Застосування варіанта спільної обробки первичного і вторичного шлама ґрунтується на відносно рівномірному розподіленні в шламах ЦОФ "Чумаковська" зольності по класам крупності і фракціям густоти (табл. 1 і 2).

Таблиця 1

| Клас крупності, мм | Продукт | | | |
|-----------------------|-------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|--------------------|
| | Підсвітний КЦГД-7 (рядовий шлам) | | Підсвітний КЦГД-7 (вторичний шлам) | |
| | γ, % | A ^d , % | γ, % | A ^d , % |
| +3 | 1,9 | 32,1 | 3,6 | 22,3 |
| 1–3 | 22,0 | 26,4 | 17,4 | 28,0 |
| 0,5–1 | 17,6 | 28,7 | 25,8 | 27,0 |
| 0,25–0,5 | 15,4 | 30,3 | 18,7 | 38,5 |
| 0,16–0,25 | 6,5 | 24,0 | 7,5 | 41,0 |
| 0,08–0,16 | 7,4 | 24,2 | 7,0 | 43,5 |
| 0,06–0,08 | 1,4 | 23,0 | 1,8 | 51,1 |
| –0,06 | 27,8 | 44,6 | 18,2 | 52,8 |
| Ітого | 100,0 | 32,2 | 100,0 | 36,5 |

Таблиця 2

| Густота фракції, кг/м ³ | Продукт | | | |
|------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|--------------------|
| | Підсвітний КЦГД-7 (рядовий шлам) | | Підсвітний КЦГД-7 (вторичний шлам) | |
| | γ, % | A ^d , % | γ, % | A ^d , % |
| –1400 | 44,3 | 3,2 | 38,9 | 2,7 |
| 1400–1500 | 3,5 | 16,6 | 6,5 | 17,3 |
| 1500–1800 | 5,1 | 34,9 | 10,7 | 35,1 |

Гравітаційна сепарація

| | | | | |
|----------------|-------|------|-------|------|
| +1800 | 19,3 | 82,9 | 25,7 | 81,7 |
| Итого | 72,2 | 27,4 | 81,8 | 32,9 |
| Класс –0,06 мм | 27,8 | 44,6 | 18,2 | 52,8 |
| Всего | 100,0 | 32,2 | 100,0 | 36,5 |

Так, зольність первичного і вторичного шлама становить відповідно 32,2 і 36,5%. При цьому зольність класів більше 0,25 мм знаходиться на однаковому рівні, а менше 0,25 мм спостерігається зростання зольності в класах крупності вторичного шламу, пов'язаний з їх зольністю в оборотній воді. Вихід класів крупності в цих продуктах практично збігаються і становлять: клас +3 мм 1,9 і 3,6%, відповідно; клас 1–3 мм – 22,0 і 17,4%; клас 0,5–1 мм – 17,6 і 25,8%; клас 0,25–0,5 мм – 15,4 і 18,7%; клас 0,16–0,25 мм – 6,5 і 7,5%; клас 0,08–0,16 мм – 7,4 і 7,0%; клас 0,06–0,08 мм – 1,4 і 1,8%; клас –0,06 мм – 27,8 і 18,2%.

Зольність фракцій в первичному і вторичному шламах становить: для щільності –1400 кг/м³ відповідно, 3,1 і 3,2%; для щільності 1400–1500 кг/м³ – 17,9 і 16,6%; для щільності 1500–1800 кг/м³ – 34,4 і 34,9%; для щільності +1800 кг/м³ – 83,1 і 82,9%. Загальна зольність первичного і вторичного шламу (без класу –0,06 мм) 41,8 і 44,6%, відповідно.

Технологічна схема обробки шламу дає можливість отримати після обезвоживання кондиційні по якості кінцеві продукти. Зольність і вологість (без сушки) концентрату МВС склали 7,5 і 10,3% відповідно. Ці показники не перевищують вимоги норм якості для товарної продукції. Зольність відходів МВС склали 72,8%. При цьому слід відзначити, що ефективність збагачення класу 1–3 мм в отсадочних машинах вище, ніж на винтових сепараторах. Як видно з табл. 3, тенденція до вирівнювання зольностей відходів отсадки і МВС починається з класу менше 0,5 мм. Більш крупні класи відходів отсадки мають зольність на 5–10% вище, ніж відходи МВС.

Таблиця 3

| Клас крупності, мм | Продукт | | | | | |
|-----------------------|------------------|----------------|------------------|----------------|-----------------|----------------|
| | Отходы ОМ-18 | | Отходы ОМ-18 | | Отходы МВС с | |
| | первой секции, % | | второй секции, % | | элеватора, % | |
| | γ | A ^d | γ | A ^d | γ | A ^d |
| 1–3 | 51,9 | 81,7 | 86,0 | 84,0 | 8,0 | 72,2 |
| 0,5–1,0 | 20,4 | 80,3 | 7,4 | 85,1 | 43,7 | 75,1 |
| 0,25–0,5 | 18,0 | 83,8 | 2,5 | 78,6 | 26,4 | 74,9 |
| 0,16–0,25 | 4,1 | 76,1 | 0,8 | 74,1 | 7,7 | 74,7 |
| 0,08–0,16 | 2,7 | 66,5 | 0,9 | 60,7 | 4,9 | 60,1 |
| –0,08 | 2,9 | 61,9 | 2,4 | 64,6 | 9,3 | 52,7 |

| | | | | | | | | | | | | |
|-------|--|-------|--|------|--|-------|--|------|--|-------|--|------|
| Итого | | 100,0 | | 80,6 | | 100,0 | | 83,2 | | 100,0 | | 72,0 |
|-------|--|-------|--|------|--|-------|--|------|--|-------|--|------|

Учитывая, что верхнее сито грохотов КЦГД-7, определяющих верхнюю границу крупности питания МВС, имеет ширину щели (расположенную перпендикулярно потоку пульпы) 3,5 мм, размер граничного зерна деления исходя из соотношения (1)

$$d_{\text{гр}} = \frac{3,5}{2} = 1,75 \text{ мм.}$$

На нижнем, доводочном сите, ширина щели, расположенной практически вдоль потока пульпы, равна 2,8 мм. В этом случае $d_{\text{гр}} = b = 2,8$. Как видим, в подситный продукт и на МВС попадают зерна, эффективность деления которых в отсадочных машинах выше. Но в целом применение МВС позволило снизить нагрузку на отсадочные машины по шламу, дало возможность уменьшить выделение промпродукта при сохранении качественных показателей продуктов деления, управлять качеством присаживаемого к коксовому концентрату шлама.

Процесс мокрой винтовой сепарации, применяемый на ЦОФ "Чумаковская", в силу своей малозатратности способен конкурировать с процессами отсадки, с одной стороны, и флотации, с другой, при условии соблюдения диапазона крупности питания МВС 0,3–1,0 мм. Уменьшение нижнего предела крупности делает проблематичной работу дисковых вакуум-фильтров; увеличение верхнего предела крупности нерационально по причине более эффективного обогащения зерен крупнее 1,0 мм в отсадочных машинах.

Целесообразность и направление применения процесса МВС на углеобогащительных фабриках, обогащающих угли различных марок и выпускающих продукцию различного целевого использования, требует дополнительных исследований в каждом конкретном случае.

Список литературы

1. Выполнить анализ техники и технологии ЦОФ "Чумаковская" и разработать рекомендации по совершенствованию ее технологии и аппаратного оснащения с целью увеличения выхода концентрата. Этап 2. Выполнить опробование технологического процесса обработки шламового продукта с использованием винтовых сепараторов: Отчет. / УкрНИИУглеобогащение; Руководители А.Д. Полуляха, И.Д. Пейчева. – Луганск, 2005. – 67 с.

© Горидько Ю.И., Мамренко В.Г., Ищенко О.В., 2005